

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 595.722:591:044:577.11

**ВЛИЯНИЕ N-КОНЦЕВОГО ФРАГМЕНТА НОЦИЦЕПТИНА
НА УРОВЕНЬ ТРЕВОЖНОСТИ АМЕРИКАНСКОГО ТАРАКАНА
PERIPLANETA AMERICANA В ТЕСТЕ “ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ”
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ОСВЕЩЕННОСТИ****О.Б. Грицай, В.А. Дубынин***(кафедра физиологии человека и животных; e-mail: gokio1996@mail.ru)*

Инъекция N-концевого фрагмента ноцицептина (ФН) оказывала анксиолитическое действие на проявление тревожности таракана *P. americana* в “открытом поле” как при красном свете, так и при усилении освещенности. За показатель уровня тревожности были приняты интенсивность горизонтальной активности (ГА) и количество изменений направлений движения (СП) насекомых. Введение ФН приводило к снижению ГА при красном свете до 48% (доза 100 мкг/г) и 63% (доза 200 мкг/г), при этом значение СП составляло 39% (100 мкг/г) относительно контроля. Тетрапептид в дозе 50 мкг/г не оказывал значимых изменений ГА и СП. При усилении светового стимула до 6,0 Вт значение показателя ГА увеличивалось до 230%, а СП — до 192% уровня контроля. Инъекция ФН в этом случае вызвала торможение возрастания ГА на яркий свет до 37% (100 мкг/г) и до 50% (200 мкг/г). Показатель СП также снижался до 39% (100 мкг/г) и 68% (200 мкг/г) относительно контроля.

Ключевые слова: N-концевой фрагмент ноцицептина, тревожность, локомоторная активность, насекомые.

Гомологичные на 60% классическим опиоидным рецепторам ноцицептин/орфановые ORL1 рецепторы широко распространены в различных отделах ЦНС млекопитающих. Расположенные на терминалах нейронов, они оказывают пресинаптическое действие и играют важную роль в модуляции ряда функций организма, таких как ноцицепция, обучение, память и тревожность. Молекула эндогенного лиганда ORL1 рецепторов — ноцицептина, состоящая из 17 аминокислот, близка по своей структуре к эндорфинам, хотя и имеет N-концевой фенилаланин. В зависимости от объекта, места введения и метода тестирования ноцицептин может вызывать либо гипералгезию, либо анальгезию, оказывать как анксиогенное, так и анксиолитическое действие [1]. Разнонаправленность влияний ноцицептина некоторые авторы объясняют существованием различных подтипов ORL1 рецептора. Ослабляя действие опиоидов и являясь их функциональным антагонистом, ноцицептин не связывается с опиоидными рецепторами [2, 3].

Трудами нескольких исследователей установлено присутствие ORL1 рецепторов в нервной системе беспозвоночных. Так, в ганглиях улитки *Helix aspersa* обнаружена иммунореактивность ноцицептин/орфановых нейронов. При аппликации на них ноцицептина электрофизиологическая активность у 22% регистрируемых клеток возрастала, а у 33%, наоборот, снижалась [4]. Кроме того, показано, что рассматриваемый

пептид дозозависимо усиливает болевую чувствительность улитки *Cerpea nemoralis* [5]. При рассмотрении влияния ноцицептина совместно с рядом агонистов и антагонистов опиоидных рецепторов была установлена его регуляторная роль в терморепреции у улитки *H. aspersa*. Ноцицептин в этом случае не воздействует на классические опиоидные рецепторы [6, 7], что совпадает с данными, полученными на млекопитающих [8].

Использованный нами фрагмент ноцицептина (ФН) — N-концевой тетрапептид Phe-Gly-Gly-Phe — определяет его связывание с рецептором ORL1. В экспериментах на крысах данный фрагмент при внутрибрюшинном введении снижал тревожность животных в “открытом поле” со сменой освещенности [9].

В представленной работе впервые рассмотрено регуляторное влияние системы ноцицептина на уровень тревожности насекомых. Использование нами методов тестирования, по сути аналогичных тем, которые применяются на млекопитающих, позволяет провести параллель между результатами, полученными на представителях разных типов животного царства.

Методика исследования

Для исследования влияния фрагмента ноцицептина (ФН) на уровень тревожности тараканов *P. americana* был применен метод “открытого поля” [10–12]. Прибор представляет собой стеклянный цилиндр диа-

метром 30 см и высотой 10 см, дно которого расчерчено на сектора. Мерой эффективности ФН служили изменения горизонтальной активности (ГА), выраженные в условных единицах (количество секторов, пройденных насекомым), а также число стоек и поворотов (СП) за 5-минутный период наблюдения. В первой серии опытов регистрацию проводили через 30, 60, 90, 120 мин после инъекции препарата (или физраствора в контроле) при красном свете. Во второй серии при изменении освещенности (с 0,08 до 6,0 Вт) ГА и СП фиксировали каждую минуту: при красном свете (5 мин), во время яркого светового стимула (5 мин) и после него (красный свет, 5 мин). Всего было использовано 170 особей 30–45-дневных тараканов *P. americana* из лабораторной культуры массой 0,96–0,99 г. За сутки до экспериментов в “открытом поле” определяли первоначальную активность насекомых. Синтез ФН осуществлен на химическом факультете СПбГУ В.Н. Калихевичем и З.А. Ардемасовой. Препарат приготавливали на основе физраствора с добавлением аспаркама, этот же физраствор использовался в контроле [13]. Введение производили при помощи микроинъектора в проторакс насекомого в дозах 50, 100 и 200 мкг/г. Через 30 мин после инъекции таракана помещали на арену “открытого поля”, фиксируя при этом ГА и СП. При статистической обработке результатов были применены ANOVA-метод и критерии Стьюдента и Манна–Уитни.

Результаты исследования

Фрагмент ноцицептина оказал значимое воздействие на поведение (в том числе на проявление защитных реакций) таракана *P. americana* в тесте “открытое поле” в дозах 100 и 200 мкг/г. Применение дозы 50 мкг/г не вызывало изменений поведения насекомых ни в одном из экспериментов.

Через 30 мин после введения препарата в дозе 100 мкг/г снижение ГА тараканов составило 85% от уровня контроля и не было значимо (рис. 1, А). Через 60 мин после инъекции ФН значение ГА уменьшалось до 48% по отношению к контролю ($p < 0,01$). Применение однофакторного метода ANOVA подтвердило высокую значимость действия тетрапептида — $F_{1,16} = 7,74$; $p < 0,01$. Межгрупповые различия величины ГА на 90 и 120 мин эксперимента были достоверны только в первые минуты 5-минутных интервалов наблюдений. Соответствующие значения ГА составили: $14,1 \pm 2,3$ в контроле и $7,8 \pm 1,6$ в опыте (55%; $p < 0,05$ через 90 мин); $11,9 \pm 2,8$ в контроле и $4,7 \pm 1,7$ в опыте (39%; $p < 0,05$ через 120 мин).

При увеличении дозы ФН до 200 мкг/г значимое снижение ГА наступало уже через 30 мин после инъекции; величина показателя при этом составила 63% по отношению к контролю ($p < 0,01$) (рис. 1, Б). Через 60 мин показатель ГА равнялся 66% от уровня контроля ($p < 0,05$); $F_{1,10} = 7,2$; $p < 0,05$. Умень-

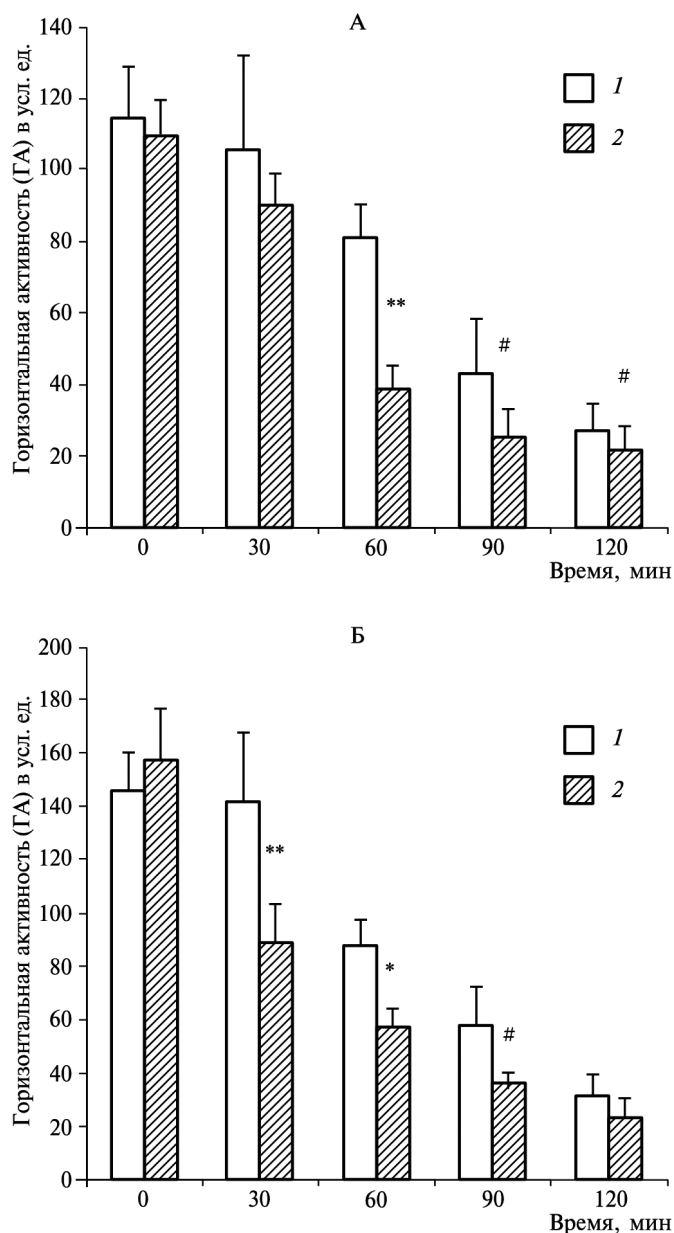


Рис. 1. Влияние фрагмента ноцицептина (ФН) на горизонтальную активность (ГА) таракана *P. americana* в тесте “открытое поле”: А 1 — контроль, $n = 9$; 2 — ФН в дозе 100 мкг/г, $n = 9$; Б 1 — контроль, $n = 6$; 2 — ФН в дозе 200 мкг/г, $n = 6$ ($AM \pm SEM$). Звездочками отмечены отличные от контроля значения: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$. # — значения p для данных, соответствующих первой минуте 5-минутных интервалов

шение ГА было особенно заметно в первую минуту 5-минутного интервала — 40% от уровня контроля ($p < 0,01$); $26,7 \pm 4,0$ в контроле и $10,5 \pm 1,9$ в опыте. На 90-й мин достоверные межгрупповые отличия зарегистрированы только в первую минуту этого интервала: (41%; $p < 0,05$), $21,3 \pm 5,1$ и $8,7 \pm 2,2$ соответственно. На 120-й мин наблюдения ФН не оказал выраженного действия на горизонтальную активность.

Тетрапептид в дозе 100 мкг/г значимо влиял на величину показателя СП в тесте “открытое поле” (рис. 2). Начиная с 60-й мин эксперимента происходило снижение значения СП, которое в этом слу-

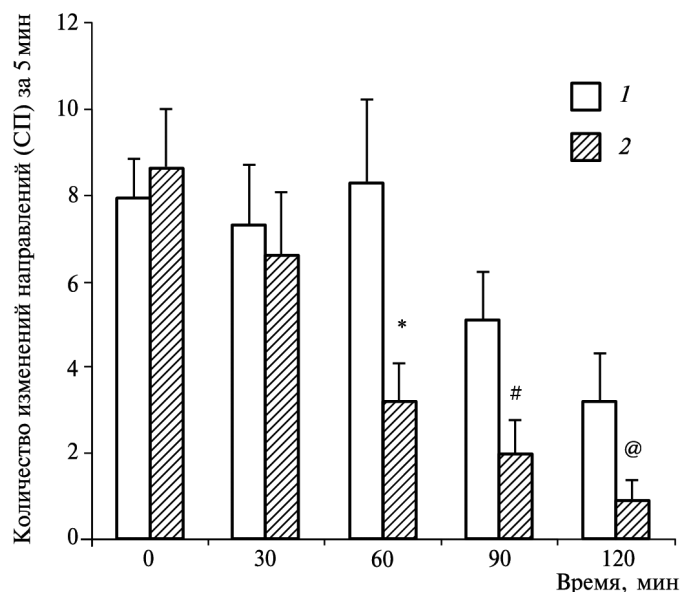


Рис. 2. Влияние фрагмента ноцицептина на количество изменений направлений (СП) таракана *P. americana* в тесте “открытое поле”: 1 — контроль, 2 — ФН в дозе 100 мкг/г, $n = 9$. @ — данные по критерию Манна—Уитни. (AM $\pm$ SEM). Остальные обозначения, как на рис. 1

чае достигало 39% от уровня контроля ($p < 0,05$). Через 90 и 120 мин соответствующие значения составили 40 и 28% ($p < 0,05$). Интересно, что ФН в дозе 200 мкг/г не был активен в отношении числа стоек и поворотов.

В серии опытов, рассматривающих поведение тараканов в “открытом поле” при смене освещенности были проведены предварительные тесты без инъекции как физраствора, так и ФН. Насекомые груп-

пы I находились в течение всего периода наблюдений (15 мин) в поле при красном свете. Показатель ГА постепенно снижался, что отражало их привыкание к условиям эксперимента (рис. 3). Насекомые группы II на 6—11-й мин опыта находились в условиях яркой освещенности. При этом их ГА значительно возрастала и составляла в среднем 230% от уровня показателя в группе I за тот же период ($p < 0,05—0,01$). Суммарный пробег насекомых I и II групп в интервале 6—10 мин составлял $78,9 \pm 19,3$ и $181,0 \pm 26,2$ соответственно; ($F_{1,15} = 9,56$; $p < 0,01$). В интервале 11—15 мин наблюдения (после выключения яркого света) величина ГА в группе II была значимо ниже, чем в группе I и равнялась 30% от значений последней ($p < 0,05—0,01$). Суммарный пробег насекомых составлял за этот период $51,8 \pm 16,1$ для группы I и $15,2 \pm 5,7$ для группы II; ($F_{1,15} = 4,41$; $p < 0,05$).

Инъекция ФН в дозах 100 и 200 мкг/г тормозила естественное увеличение ГА насекомых в ответ на световой стимул (рис. 4).

После введения дозы 100 мкг/г в начале наблюдений при красном свете величина ГА опытной группы составила 83% от контрольного значения (отличие незначимо). После включения яркого света значение ГА на фоне введения ФН оказалось сниженным до 37% от уровня контроля ($p < 0,05—0,01$). Суммарный пробег составил $178,5 \pm 29,5$ в контрольной группе и $67,1 \pm 18,8$ в опытной; ($F_{1,15} = 9,48$; $p < 0,01$).

При увеличении дозы ФН до 200 мкг/г значение ГА при красном свете составило 67% от уровня контроля ($p < 0,05$). Суммарный пробег был равен $113,8 \pm 9,4$ в контрольной группе и $76,7 \pm 15,8$ в опытной; ($F_{1,16} = 3,96$; $p < 0,05$). В результате включе-

ния светового стимула показатель ГА оказался равен 50% от уровня контроля ($p < 0,05$), $178,5 \pm 29,5$ и $89,3 \pm 13,5$ соответственно; ($F_{1,16} = 8,18$; $p < 0,05$). После выключения яркого света различия значений показателя ГА в контрольной и в опытных группах перестали быть значимы.

Смена интенсивности освещенности индуцировала также изменение показателя СП насекомых (рис. 5). При красном свете различия между контрольными и опытными значениями СП не были значимыми. После включения яркого света количество стоек и поворотов заметно возрастает: в контрольной группе до 192%; ($p < 0,05$), а у насекомых, инъектированных ФН в дозах 100 и 200 мкг/г, происходит увеличение показателя СП до 215%; ($p < 0,01$) и 182%; ($p < 0,05$) соответственно. Тем не менее при ярком свете действие препарата (100 мкг/г)

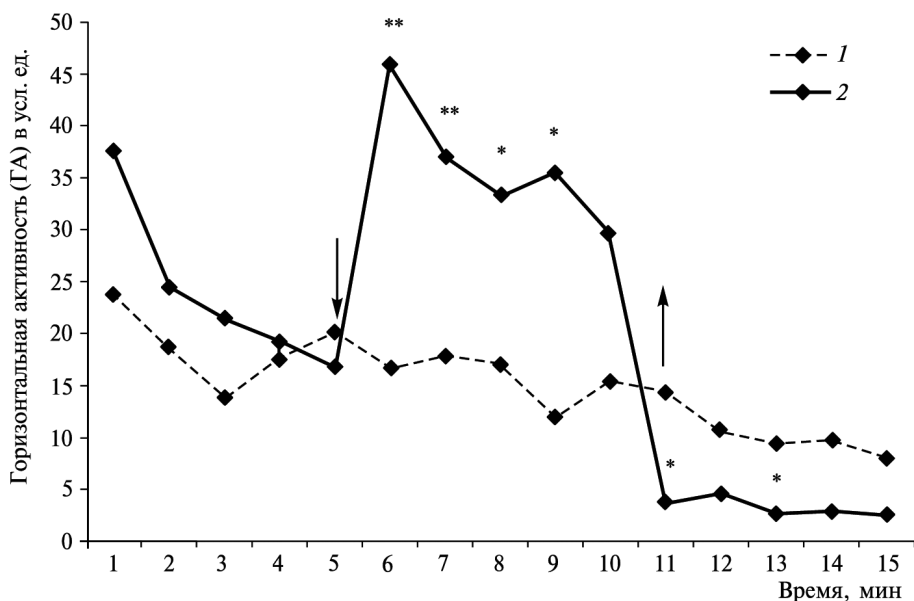


Рис. 3. Влияние изменения освещенности на первоначальную горизонтальную активность (ГА) таракана *P. americana* в тесте “открытое поле”. Обозначения: стрелками указаны “on”- и “off”-стимулы; 1 — при красном свете (контрольная группа I), $n = 8$; 2 — при действии светового стимула (контрольная группа II), $n = 9$. (AM $\pm$ SEM). Остальные обозначения, как на рис. 1

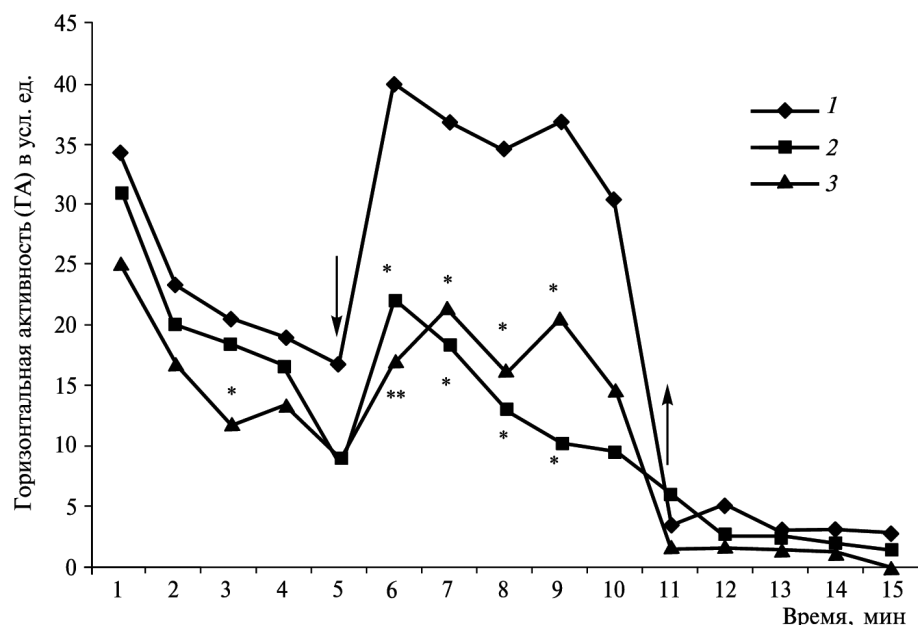


Рис. 4. Воздействие фрагмента ноцицептина (ФН) на горизонтальную активность (ГА) таракана *P. americana* в “открытом поле” на фоне смены освещенности: 1 — контроль, $n = 9$; 2 — ФН в дозе 100 мкг/г, $n = 8$; 3 — ФН в дозе 200 мкг/г, $n = 9$ ($AM \pm SEM$). Остальные обозначения, как на рис. 1

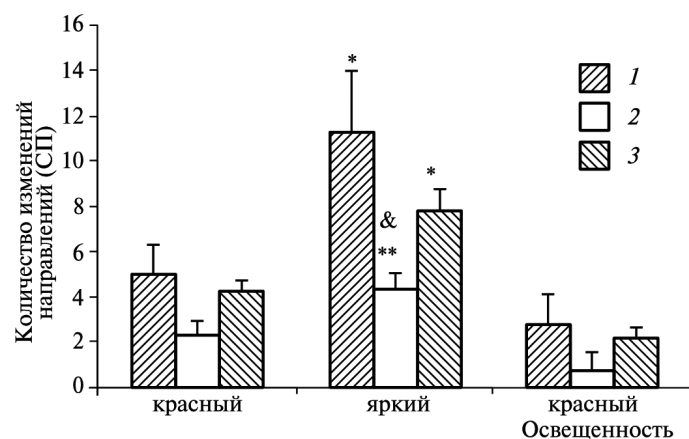


Рис. 5. Влияние фрагмента ноцицептина (ФН) на количество изменений направлений (СП) таракана *P. americana* в тесте “открытое поле” при смене освещенности: 1 — контроль, $n = 9$; 2 — ФН в дозе — 100 мкг/г, $n = 9$; 3 — ФН в дозе 200 мкг/г, $n = 9$; ($AM \pm SEM$). Освещенность: красный — 0,08 Вт; яркий — 6 Вт. & — $p < 0,05$. Объяснения в тексте. Остальные обозначения, как на рис. 1

приводит к снижению значения показателя в опытных группах по отношению к контрольной до 39% ($p < 0,05$; на рис. 5 обозначено знаком &). ФН в дозе 200 мкг/г уменьшал СП до 68%, но различия не были значимы.

Обсуждение

Новизна обстановки вызывает у животных стрессоподобное, “тревожное” состояние, которое зачастую приводит к значительному росту двигательной и исследовательской активности. Насекомым также присуще состояние тревоги, что подтверждается вы-

делением у многих видов соответствующих феромонов [14]. В то же время влияние ноцицептина на уровень тревожности млекопитающих может проявляться в форме подавления двигательной активности в новой обстановке [15]. Именно “всплеск” локомоторной активности мы приняли за показатель тревожности тараканов в “открытом поле”. Находясь в садках до начала эксперимента, насекомые имели малую локомоторную активность. Новизна обстановки “открытого поля” активизировала набор поведенческих реакций, которые отражают тревожность и исследовательское поведение. При этом ГА насекомых значительно возрастала, кроме того, они часто меняли направление движения (СП), что мы рассматривали как проявление ориентировочно-исследовательских реакций.

Введение ФН индуцировало снижение ГА тараканов до 48% (100 мкг/г) и до 63% (200 мкг/г) относительно контроля, что говорит о снижении тревожности, т.е. анксиолитическом действии препарата. Также происходило снижение выраженности ориентировочно-исследовательских реакций, что проявлялось только в узком диапазоне доз — 100 мкг/г. В экспериментах на грызунах, в которых снижение исследовательского поведения (норковая реакция) считалось показателем тревоги, ноцицептин продемонстрировал двухфазный эффект: в малых дозах оказал анксиолитическое, а в больших — анксиогенное действие [16]. В условиях другого эксперимента ноцицептин стимулировал у крыс локомоторную активность и исследовательское поведение [17].

Во второй серии опытов при смене освещенности тараканы подвергались влиянию двух стрессогенных факторов: новизна “открытого поля” и яркий свет. Как известно, в оптических долях мозга насекомых находятся зрительные нейроны трех типов: одни реагируют только на включение света (оп-клетки), другие на выключение (off-клетки), а третьи отвечают на оба стимула (оп-off-единицы). После выключения света оп-off клетки снижают частоту импульсации ниже фонового уровня [18]. Оптические интернейроны формируют связи с такими областями надглоточного ганглия, как центральное тело и грибовидные тела — высшими ассоциативными центрами, в которых происходит интеграция всех видов сенсорной информации. Эти структуры осуществляют управление сложным поведением насекомого, в том числе контроль за моторной активностью, ориентацией в пространстве, состоянием оцепенения [19]. Структуры центрального комплекса протоцеребрума, являющиеся основным источником возбуждения в ходе

локомоции, хорошо изучены у таракана *P. americana* [20]. Использование вживленных электродов показало, что в грибовидных телах таракана расположены нейроны, одни из которых реагируют на “on”-, другие на “off”-стимулы, а третьи отвечают на передвижение [21, 22]. Можно высказать предположение, что эти структуры мозга содержат сайты, которые связываются с лигандом ФН. В результате включение света, т.е. увеличения стрессогенности среды, приводит к усилению как ГА (230%), так и СП (192%) (рис. 3, 5). После выключения стимула происходит характерное снижение значения ГА до 30% относительно контроля (насекомые затаивались) (рис. 3). Можно предположить, что этот процесс контролируется on-off клетками.

Инъекция ФН вызывала снижение ГА и ориентировочно-исследовательских реакций на стрессогенное воздействие (изменение освещенности), которое проявилось в уменьшении значений показателей ГА и СП (рис. 4, 5). Эти данные также указывают на анксиолитическое действие ФН на насекомых, оказавшихся в новых экспериментальных условиях. В аналогичных тестах на крысах в “открытом поле” со сменой освещенности при ярком свете происходило снижение ГА, а также уменьшение количества стоек, отходов от стенок арены, т.е. снижение ориен-

тировочно-исследовательской активности. При выключении света, т.е. при снижении стрессогенности среды, возрастали значения этих показателей (а в наших тестах, наоборот, они уменьшались). Под влиянием ФН у грызунов происходило увеличение суммарного пробега, количества стоек, выхода в центр и числа заглядываний в норки, что указывает на снижение тревожности [9]. Обнаруженные нами эффекты во многом соответствуют нашим предыдущим данным о влиянии опиоидных пептидов на формирование защитного поведения насекомых [11, 12]. Несмотря на разную направленность поведенческих реакций тараканов и крыс, которые проявляются в стрессогенных ситуациях, ФН в том и другом случае оказывал анксиолитическое действие. На этом основании можно предположить, что роль системы ноцицептин-орфановой рецепции в модуляции состояния тревоги сформировалась достаточно давно и имеет много общих черт как у позвоночных, так и у беспозвоночных. Однако для строгого подтверждения наличия у насекомых орфановых рецепторов необходимы дальнейшие исследования совместного влияния ноцицептина с агонистами и антагонистами опиоидных сайтов. Наши результаты еще раз подчеркнули тот факт, что тараканы *P. americana* являются прекрасным объектом для изучения медиаторных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jenck F., Moreau J.L., Martin J.R., Kilpatrick G.J., Reinschield R.K., Monsma F.J.Jr., Nothacker H.-P., Civelli O. Orphanin FQ acts as an anxiolytic to attenuate behavioral responses to stress // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1997. Vol. 94. N 26. P. 14854—14858.
2. Nishi M., Takeshima H., Mori M., Nakagawara K., Takeuchi T. Structure and chromosomal mapping of gene for the mouse K-opioid receptor and an opioid receptor homologue (MOR-C) // Biochem. Biophys. Res. Com. 1994. Vol. 205. N 2. P. 1353—1357.
3. Mogil J.S., Pasternak G.W. The molecular and behavioral pharmacology of the orphanin FQ/nociceptive peptide and receptor family // Pharmacol. Rev. 2001. Vol. 5. N 3. P. 381—415.
4. Leon-Olea M., Miller-Perez C., Cruz R., Anton B. Immunohistochemical localization and electrophysiological action of nociceptin/orphanin-FQ in the snail (*Helix aspersa*) neurons // Neurosci. Lett. 2001. Vol. 316. N 3. P. 141—144.
5. Kavaliers M., Perrot-Sinal T.S. Pronociceptive effects of the neuropeptide, nociceptin, in the land snail, *Cepaea nemoralis* // Peptides. 1996. Vol. 17. N 5. P. 763—768.
6. Miller-Perez C., Sanchez-Islas E., Pellicer F., Rodriguez-Manzo G. Role of nociceptin/orphanin FQ and the pseudopeptide [Phe1 Psi (CH₂NH)Gly₂]-nociceptin (1—13)-NH₂ and their interaction with classic opioids in the modulation of termoneuroception in the land snail *Helix aspersa* // Eur. J. Pharmacol. 2008. Vol. 581. N 1—2. P. 77—85.
7. Rialas C.M., Weeks B., Cadet P., Goumon Y. Nociceptin, endomorph-1 and -2 do not interact with immune and neural mu 3 opiate receptor // Acta Pharmacol. Sin. 2000. Vol. 21. N 6. P. 516—520.
8. Meunier J.-C., Mollereau C., Toll L., Suaudeau C., Moisand C., Alvinerie P., Butour J.-L., Guillemot J.-C., Ferrara P., Monsarrat B., Mazarguil A., Vassart G., Parmentier M., Costentin J. Isolation and structure of the endogenous agonist of opioid receptor-like ORL₁ receptor // Nature. 1995. Vol. 377. N 6549. P. 532—535.
9. Иванова Е.А., Сарычева С.Ю., Дубынин В.А. и др. Поведенческие эффекты аналога N-концевого фрагмента ноцицептина при системном введении // Бюл. эксперим. биол. и мед. 2012. Т. 153. № 2. С. 141—145.
10. Грицай О.Б., Дубынин В.А., Ашмарин И.П. Влияние факторов тревожности млекопитающих на насекомых. Действие фрагмента кортиколиберина 2—4 на поведение мучного хрущака *Tenebrio molitor* // Журн. эвол. биохим. и физиол. 1996. Т. 32. № 4. С. 440—447.
11. Грицай О.Б., Дубынин В.А., Пилипенко В.Э., Петров О.П. Влияние пептидных и непептидных опиоидов на защитную реакцию таракана *Periplaneta americana* в “горячей камере” // Журн. эвол. биохим. и физиол. 2004. Т. 40. № 2. С. 125—130.
12. Грицай О.Б., Дубынин В.А., Беспалова Ж.Д., Пилипенко В.Э. Влияние ряда экзорфинов и эндорфинов на реакцию избегания таракана *Periplaneta americana* в условиях повышенной температуры // Журн. эвол. биохим. и физиол. 2009. Т. 45. № 4. С. 391—396.
13. Fernandes F., Misilmeri M.A., Filger J., Devine D.P. Nociceptin/orphanin FQ increases anxiety-related behavior and circulating levels of corticosterone during neophobic test of anxiety // Neuropsychopharmacology. 2004. Vol. 29. N 1. P. 59—71.
14. Иванов В.Д. Феромоны насекомых // Соросовский образовательный журн. Сер. Биология. 1998. № 6. С. 29—34.

15. *Caleo G., Guerrini R., Rizzi A., Salvadori S., Regoli D.* Pharmacology of nociceptin and its receptor: a novel therapeutic target // *Br. J. Pharmacol.* 2000. Vol. 129. N 7. P. 1261–1283.
16. *Kamei J., Matsunawa Y., Miyata S., Tanaka S.* Effect of nociceptin on the exploratory behavior of mice in the hole-board test // *Eur. J. Pharmacol.* 2004. Vol. 489. N 1. P. 77–87.
17. *Florin S., Suaudeau C., Meunier J.C., Costentin J.* Nociceptin stimulates locomotion and exploratory behaviour in mice // *Eur. J. Pharmacol.* 1996. Vol. 317. N 1. P. 9–13.
18. *Францевич Л.И.* Электрические реакции нейронов зрительного отдела мозга медоносной пчелы *Apis mellifera* // Физиология и биохимия беспозвоночных. Л.: Наука, 1968. С. 105–110.
19. *Чайка С.Ю.* Нейроморфология насекомых. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. 396 с.
20. *Li Y.S., Strausfeld N.J.* Morphology and sensory modality of mushroom body efferent neurons in the brain of the cockroach, *Periplaneta americana* // *J. Comp. Neurol.* 1997. Vol. 387. N 4. P. 631–65.
21. *Mizunami M., Weibrecht J.M., Strausfeld N.J.* Mushroom bodies of the cockroach: Their participation in place memory // *J. Comp. Neurol.* 1998. Vol. 402. N 4. P. 520–537.

Поступила в редакцию
19.05.13

EFFECT OF N-TERMINAL FRAGMENT OF NOCICEPTIN ON THE ANXIETY LEVEL OF AMERICAN COCKROACH *PERIPLANETA AMERICANA* IN “OPEN FIELD” WHEN LIGHT INTENSITY

O.B. Gritsai, V.A. Dubynin

Injection of N-terminal fragment of nociceptin (FN) anxiolytic effect cockroach manifestation of anxiety in the test “open field” at a red light and illumination 6 W. An index of the level of anxiety was adopted intensity horizontal activity (HA) and number of changes of direction (CD) of insect. Introduction FN decreased the HA cockroaches at a red light to 48% (dose 100 µg/g) and 63% (dose 200 µg/g), and value of CD was 39% (100 µg) with respect to control. FN at a dose of 50 µg/g had no significant changes on the HA and CD. With increasing light stimulus value of HA rose to 230% and value CD rose to 192%, with respect to control. Injections of FN in this case, a natural increase of HA inhibition to 37% (100 µg/g) and to 50% (200 µg/g); value of CD reduced to 39% (100 µg/g) and to 68% (200 µg/g).

Key words: *N-terminal fragment of nociceptin, locomotor activity, anxiety, insects.*

Сведения об авторах

Грицай Оксана Богдановна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры физиологии человека и животных биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-39-68; e-mail: gokio1996@mail.ru

Дубынин Вячеслав Альбертович — докт. биол. наук, проф. кафедры физиологии человека и животных биологического факультета МГУ. Тел.: 8-495-939-28-95; e-mail: dubynin@5.human.bio.msu.ru