

endogenous intoxication. The combination of potassium stearate and copper even after a single injection of the latter increases the toxic effects of surfactants, as evidenced by a more pronounced activation of lipid peroxidation and suppressed the activity of antioxidant system.

Keywords: lipid peroxidation, antioxidant protection, copper, potassium stearate, subtoxic dose.

*Впервые поступила в редакцию 04.08.2013 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*

УДК 613.644-07:[612.825.1+612.833.81].014.49+612.833.81].014.45.014.49

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ СУДОВ НА УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ В ПЛАВАНИИ

Евстафьев В.Н., Стоянов А.П., Нетудыхатка О.Ю., Шнайдер С.А.

Украинский НИИ медицины транспорта МЗ Украины, Одесса

На протяжении длительного рейса в условиях действия интенсивных и малоинтенсивных факторов судовой среды (шум, вибрация, температура и др.) была изучена условнорефлекторная деятельность белых крыс линии Вистар (120 животных). Было установлено, что изменение условнорефлекторной деятельности зависит от интенсивности и времени воздействия факторов на отдельные группы экспериментальных животных.

Ключевые слова: шум, вибрация, температура, условнорефлекторная деятельность.

Введение

Специфическими факторами условий обитания судовой среды являются шум, вибрация, химическое загрязнение, электромагнитные поля, температура окружающей среды и др. Известно воздействие этих факторов на отдельные органы и на системы организма в целом, как при действии отдельного фактора, так и при их сочетанном воздействии [1, 2]. Экспериментальные исследования осуществляются, в основном, в лабораторных условиях с использованием шумовибрационных стендов, климатических камер, что не позволяет получить реальную модель комплекса факторов судовой среды с учетом существенного воздействия волнения моря, влажности и ионного состава воздуха, перепадов атмосферного давления и др., действующих на организм в условиях длительного плавания.

Известно, что влияние неблагоприятных факторов среды с преобладанием

длительного воздействия шумовибрационного компонента и температурного фактора способствует изменению функциональной организации структур и систем головного мозга и сдвигам в интерцентральных отношениях между ними. Нами было показано, что у экспериментальных животных при воздействии шума и вибрации наступали изменения условнорефлекторной деятельности, выраженность которых зависела от уровня интенсивности и длительности экспозиции [3, 4].

Задача настоящего исследования заключалась в изучении влияния факторов судовой среды (акустического шума, общей вибрации и температуры)

на условнорефлекторную реакцию избегания (УРИ), а также отношение УРИ к общему числу сочетаний (УРИ/ОЧС) с учетом особенностей воздействия этимизола и кофеина в реальных рейсовых условиях.

Материалы и методы

Работа выполнена на 120 крысах самцах линии Вистар массой 0,25-0,3 кг в натуральных рейсовых условиях на одном из серийных транспортных судов в течение 90-суточного рейса. Экспериментальные животные были разделены на 4 группы. Крыс экспериментальных групп подвергали круглосуточному воздействию среднечастотного стабильного шума с эквивалентным уровнем 110 дБА, общей вибрации 84 дБ по виброскорости и температура от 35 до 45°C (I группа) с экспозицией по 4 ч ежедневно, в течение 90 сут., в остальное время суток эти животные находились в условиях, характерных для среды обитания жилых помещений. II группа находилась в условиях круглосуточного воздействия шумо-вибрационного фактора (эквивалентный уровень звука 110 дБА, общая низкочастотная вибрация 66 дБ по виброскорости, температура воздуха 20-22°C). Животные III группы служили судовым контролем (СК), на них действовал комплекс факторов, типичный для судовой надстройки (шум – 60 дБ и виброскорости - 62 дБ, температура воздуха – 20-23°C. сопровождающемуся низкочастотной общей вибрацией с виброскоростью 66 и 62 дБ соответственно, в течение 45 суток. Животные IV группы служили береговым контролем (БК).

Изучение УРИ проводили на 7-е (1-й этап), 45-е (2-й этап) и 90-е сутки эксперимента в челночной камере. После условного сигнала (зуммер, 3 с) на электродный пол камеры с интервалом 5 с подавали импульсный электрический ток напряжением 20 В, частотой 40 Гц. Время реакции избегания фиксировали с помощью измерителя последовательных реакций (ИПР-01) и фотоэлемента. За 30 мин перед выработкой условного рефлекса 50% животных экспери-

ментальных групп вводили внутривенно на 1-м этапе этимизол, на 2-м этапе – этимизол и кофеин в дозах 12 мг/кг. Выбор данного препарата был обусловлен его стимулирующим влиянием на подкорковые образования головного мозга с параллельным тормозящим действием на кору [5]. Введение кофеина экспериментальным животным позволило более наглядно изучить динамику УРИ в фазе относительной адаптации, в то время как использование этимизола на этом этапе эксперимента существенных различий не выявило.

Результаты и их обсуждение

Как видно из представленных данных (табл.), во всех трех судовых экспериментальных группах на 1-м этапе эксперимента были отмечены изменения длительности реакции избегания по отношению к группе БК. Так, в I группе отмечалось наибольшее замедление времени реакции избегания в 3,7 раза выше, чем в группе БК ($p < 0,001$), во II группе длительность реакции избегания была в 2,5 раза больше, чем у животных группы БК ($p < 0,001$). Различия в длительности изучаемой реакции были получены не только в I и II группах, но и в III группе (СК), животные которой находились в относительно благоприятных условиях. Длительность реакции избегания у представителей этой группы была в 1,4 раза больше, чем у животных IV группы ($p < 0,01$).

Приведенные данные показывают, что наибольшие временные отрезки реакции избегания были в I группе, животные которой находились в неблагоприятных условиях обитания судовой среды.

Таблица

Изменение длительности реакции избегания (с) у экспериментальных животных в динамике плавания

Группа экспериментальных животных	Период обследования, сут		
	7-е	45-е	90-е
I	2,68 ± 0,15	1,73 ± 0,15	1,75 ± 0,15
II	1,82 ± 0,14	1,27 ± 0,13	1,48 ± 0,11
III (СК)	1,03 ± 0,09	1,20 ± 0,11	1,35 ± 0,11
IV (БК)	0,73 ± 0,05	0,72 ± 0,04	0,71 ± 0,05

При более низких уровнях шума, вибрации и температуры (II группа) время изучаемой реакции было короче, чем в I группе. На этом этапе эксперимента в группе СК, находящейся в условиях судовой среды близкой к оптимальной, были зарегистрированы самые короткие временные отрезки реакции.

Отмеченные отличия в длительности реакции избегания по трем судовым группам свидетельствовали об увеличении выраженности тормозных процессов в центральной нервной системе (ЦНС) животных, что обусловлено воздействием неблагоприятных санитарно-гигиенических условий, характерных для производственных помещений судов. Выявленные достоверные отличия между судовой и береговой контрольными группами, с нашей точки зрения, могут рассматриваться как комплексное воздействие условий обитания судов на организм подопытных животных.

На 2-м этапе эксперимента, через 45 сут была выявлена тенденция к выравниванию показателей оборонительного рефлекса вследствие уменьшения временных отрезков реакции избегания в I и II группах и увеличения в III группе. При воздействии факторов выраженной интенсивности к 45-м сут отмечалось наступление относительной адаптации в I и II группах. В то же время в III группе (судовой контроль), несмотря на то, что животные подвергались менее выраженному воздействию шума, вибрации и температуры, отмечалось ухудшение времени реакции избегания, связанное, по нашему мнению, с влиянием всего комплекса факторов судовой среды.

На заключительном, 3-м этапе эксперимента во всех судовых экспериментальных группах отмечено увеличение времени реакции. Это изменение показателей условнорефлекторной деятельности свидетельствовало о снижении уровня адаптационных реакций у животных под воздействием как сильных, так и слабых раздражителей по мере увеличения длительности воздействия.

На 1-м этапе эксперимента было установлено, что длительность УРИ в III и II группах статистически достоверно превышала результаты, полученные в контрольной группе животных, в 1,5 и 3,5 раза и составляла соответственно $0,32 \pm 0,08$ и $0,61 \pm 0,17$ с ($p > 0,25$) при отношении числа условных реакций к общему объему сочетаний (УРИ/ОЧС) 1:2,7 и 161,1. Учитывая, что на полученные результаты в существенной мере оказывают влияние компенсаторные механизмы в ЦНС, мы давали экспериментальным животным нагрузочную фармакологическую пробу с введением этимизола. Время УРИ после введения этимизола увеличивалось в обеих группах до $0,37 \pm 0,08$ с (III группа) и $0,89 \pm 0,18$ (II группа) с высокой степенью достоверности различий ($p < 0,01$) между ними. Отношение УРИ/ОЧС составило 161,5 и 1:0,96 соответственно.

Таким образом, применение этимизола при воздействии неблагоприятных факторов различных уровней позволило более четко выявить различия в показателях УРИ между экспериментальными группами в период первичного угнетения реакций. Отмечены признаки повышения степени тормозных процессов в ЦНС, обусловленного воздействием стресс-факторов высокой интенсивности (II группа), свидетельствующего, по нашему мнению, о значительном напряжении адаптационных механизмов на данном этапе эксперимента.

На 2-м этапе эксперимента время УРИ в III группе незначительно увеличилось и составило $0,39 \pm 0,10$ с ($p > 0,05$), а отношение УРИ/ОЧС равнялось 1:1,7. У животных II группы отмечена тенденция к сокращению времени оборонительного рефлекса до $0,47 \pm 0,08$ с ($p > 0,5$) при отношении УРИ/ОЧС 1:1,2, что связано, с нашей точки зрения, с наступлением относительной адаптации к воздействию неблагоприятных факторов. Учитывая, что ко времени проведения данного этапа исследования отмечалось выраженное напряжение адаптационных механизмов у экспериментальных животных в

результате длительного неблагоприятного воздействия шумовибрационного фактора, в качестве нагрузочной фармакологической пробы части животных (15 особей) вводили кофеин, являющийся, как и этимизол, веществом ксантинового ряда [1]. Применение кофеина было обусловлено его стимулирующим действием на кору головного мозга и свойством усиливать условные рефлексы в отличие от действия этимизола, который способствовал ухудшению УРИ еще на 1-м этапе исследований. У животных после введения кофеина отмечалось выраженное снижение времени УРИ во II группе до $0,28 \pm 0,07$ с ($p > 0,1$) и в III группе до $0,08 \pm 0,04$ ($p < 0,01$) при отношении УРИ/ОЧС 1:1,7 и 1:9 соответственно.

Введение кофеина экспериментальным животным позволило более наглядно изучить динамику УРИ в фазе относительной адаптации, в то время как использование этимизола на данном этапе эксперимента существенных различий не выявило. Обращает на себя внимание тот факт, что в случае применения кофеина показатель УРИ был достоверно ($p < 0,02$) хуже в группе животных, находящихся в более неблагоприятных условиях. Это свидетельствует о том, что и в фазе относительной адаптации в данной группе физиологический уровень адаптационных реакций значительно выше.

Динамика УРИ при воздействии шума и вибрации разных уровней интенсивности более четко прослеживается на фоне различных фармакологических тестов, что позволяет, на наш взгляд, с большей достоверностью определять степень напряжения механизмов регуляции и их потенциальных возможностей в различных фазах адаптационного процесса.

Обнаруженные изменения УРИ служат дополнительным источником данных для выяснения механизмов адаптации к специфическим условиям обитаемости при воздействии экстремальных и субэкстремальных уровней акустического шума и общей вибрации.

Таким образом, на основании полученных данных установлено, что у экспериментальных животных при воздействии сильных раздражителей на 1-м этапе эксперимента отмечалось выраженное напряжение функционирования систем в организме, в то время как воздействие раздражителей слабой биологической силы способствовало незначительному напряжению адаптационных механизмов. По мере увеличения сроков воздействия (к 45-м сут) у животных I и II групп наступало состояние относительной адаптации, что проявлялось новым уровнем функционирования ЦНС (снижение временных отрезков оборонительного рефлекса и соответствующие адаптационные реакции). Обращает на себя внимание последовательное ухудшение функций ЦНС в III группе, наступившее в результате постоянного воздействия факторов малой интенсивности в течение всего эксперимента в результате развития процесса кумуляции. К окончанию эксперимента (90-е сут) наступало ухудшение условнорефлекторной деятельности по всем судовым экспериментальным группам.

Выводы

1. В жилых, служебных и производственных помещениях судов транспортного флота шум и вибрация превышают ПДУ на 1 - 25 дБ. Шумовой (от 60 до 110 дБА) и вибрационный (от 63 до 84 дБ) факторы условий судовой среды обитания воздействуют на функциональное состояние экспериментальных животных.
2. Воздействие этих неблагоприятных факторов судовой среды способствует ухудшению показателей УРД экспериментальных животных:
 - снижается скорость выработки условных рефлексов;
 - удлиняется латентное время реакций на условный раздражитель.
3. Выраженность отмеченных изменений зависит от уровня воздействия и длительности экспозиции изучаемых факторов.

Литература

1. Нетудыхатка О.Ю., Стоянов А.П., Евстафьев В.Н. Влияние факторов судовой среды обитания на условно-рефлекторную деятельность экспериментальных животных в длительном плавании // Физиол. Журн..-1985.-№ 6.-С. 688-691.
2. Влияние шумо-вибрационного компонента судовой среды на функциональное состояние центральной нервной системы и некоторые показатели крови / Стоянов А.П., Евстафьев В.Н., Виговский В.И. и др. // 12-я конференция по физиологии и патологии кортико-висцеральных взаимоотношений, посвященная 100-летию со дня рождения академика К.М.Быкова.-Л.: Наука, 1986.-С. 233-234.
3. Стоянов А.П., Евстафьев В.Н., Нетудыхатка О.Ю. Особенности воздействия этимизола и кофеина на условно-рефлекторную реакцию избегания в условиях влияния шума и вибрации // Гигиена и санитария.-1988.-№ 7.-С. 74-75.
4. Стоянов А.П., Евстафьев В.Н. Функциональные изменения в центральной нервной системе экспериментальных животных под воздействием судового шума и вибрации // Гигиена населенных місць, Київ, 2003.-Вип. 42.-С.242-246.
5. Морева Е.В., Бульон В.В. // Фармакол. и токсикол..-1985.-№ 6.-С. 693-695.

Резюме

ВПЛИВ УМОВ ПОБУТУ СУДЕН НА УМОВНОРЕФЛЕКТОРНУ ДІЯЛЬНІСТЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТВАРИН У ПЛАВАННІ

Євстаф'єв В.М., Стоянов А.П., Нетудихатка О.Ю., Шнайдер С.А.

На протязі довготривалого рейсу в умовах дії інтенсивних і малоінтенсивних факторів (шум, вібрація, температура та ін.) судового середовища була вивчена умовнорефлекторна діяльність на білих щурах лінії Вістар (120 тварин). Було встановлено, що змінення умовнорефлекторної діяльності залежить від інтенсивності та часу дії факторів на відокремлені групи експериментальних тварин.

Ключові слова: шум, вібрація, температура, умовнорефлекторна діяльність.

Summary

INFLUENCE OF THE SHIP SURROUNDINGS ON THE CONDITIONED-REFLEX ACTIVITY OF EXPERIMENTAL ANIMALS DURING VOYAGE

Yevstafyev V.N., Stoyanov A.P., Netudykhatka O.Yu., Shnayder S.A.

Under conditions of long-term voyage the extreme and low intensity factors (noise, vibration, temperature, etc.) of ship surroundings were studied for their influence on the conditioned-reflex activity of white Vistar rats (120 animals). It was found that changes in the conditioned-reflex activity depended on duration of the action of the extreme factors. The reactions of primary inhibition rise and secondary inhibition of the rats activity were observed.

Keywords: noise, vibration, temperature, conditioned-reflex activity.

*Впервые поступила в редакцию 29.03.2012 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*