

Э. Ш. АЙРАПЕТЬЯНЦ, В. Н. ЗВОРЫКИН, Б. М. САВИН

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРИЕНТАЦИЯ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ  
ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОВЫШЕННОЙ ГРАВИТАЦИИ**

(Представлено академиком В. В. Париным 19 II 1971)

Пространственная ориентация у летучих мышей осуществляется в основном средствами эхолокации (1). Следует полагать, что в условиях полета животных этот механизм должен тесно взаимодействовать с функциональной системой акцелерации, обеспечивающей восприятие положения тела в пространстве, и ускорений, обусловленных изменением направления и скорости полета (2, 3). Однако каких-либо экспериментальных данных по этому вопросу нет. Одним из возможных путей его изучения является выяснение особенностей пространственного анализа на фоне резко измененного функционального состояния системы акцелерации в результате воздействия на организм эхолоцирующих животных повышенной гравитации.

Хронические опыты производились на остроухих ночницах (*Myotis oxugnathus*) и нетопырях-карликах (*Pipistrellus pipistrellus*).

Повышенная гравитация (гипервесомость) создавалась путем вращения на центрифуге радиусом 2 м. Животные подвергались воздействию одиночных перегрузок или серийных (из 4 одиночных) двух направлений: голова — таз (0°) или таз — голова (180°), величиной от 25 до 120 g, длительностью 15 или 60 сек. Градиент нарастания ускорения ( $\Delta g$ ) составлял 5—6 g/сек., спад 10—12 g/сек. В целях предотвращения локальных перегрузок животные на центрифуге размещались в контурных контейнерах.

Влияние предшествующей гипервесомости на пространственный анализ оценивалось по способности к обнаружению и преодолению препятствия в виде ряда вертикально натянутых проволок порогового сечения (0,11—0,14 мм). Расстояние между ними в опытах с ночницами состав-

Таблица 1

Параметры перегрузок			Продолжительность нарушений*, сек.	
направление, град.	максимальная величина, g	длительность «плато», сек.	координаты полета	обнаружения проволок
0	25	15	35—100 (1, 2, 3, 4); 25—90 [1]	60—300(3, 4); 60 [1]
180			45—180 (1, 2, 3, 4); 90 [2]	180—600 (1, 2, 3, 4)
0	50	15	200—230 (3, 4)	540—600 (3, 4)
180			300—320 (3, 4); 120 [2]	480—720 (3, 4)
0	70	15	420 (1)	—
180			320 (2)	—
0	120	15	135 [1]	240 [1]
180			720 [2]	1020 [2]
0	25	4×15	65, 280 (3); 25 45 (4)	480, 660, 780 (3); 420, 900 (4)
180			160 (3)	>900 (3)
0	25	60	50 (4); 110, 210 (3)	>900 (3); 240 (4)
180			230 (4); 180 (3)	>900 (3, 4)

\* В круглых скобках — номер остроухих ночниц, в квадратных — номер нетопырей.

ляло 50 см, а в опытах с нетопырями 25 см. Соотношение правильных (без касания) и ошибочных (касание проволок) пролетов мыши через барьер служило показателем состояния пространственного анализа. Пороговые величины сечения проволок (достоверно 75%), обнаруживаемые каждым из подопытных животных, определялись в контрольных опытах

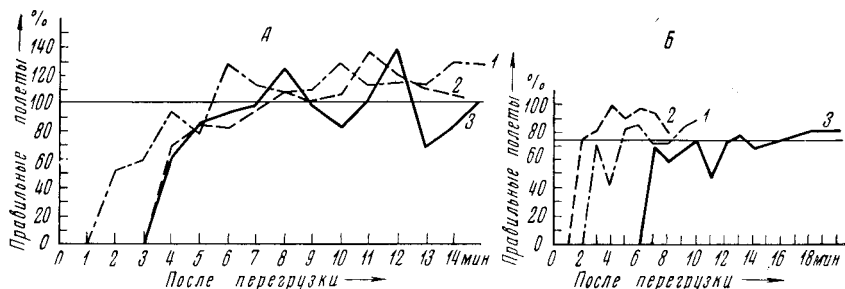


Рис. 1. Ход восстановления пространственного анализа у остроухой ночницы (А) и нетопыря (Б) после воздействия перегрузок различной величины и направления. Длительность воздействия 15 сек. Для А: 1—0°, 25g; 2—50g; 3—180°, 50g. Для Б: 1—0°, 60g, 2—120g, 3—180°, 120g

и перед каждым воздействием перегрузок. Реакция животных на гипервесомость оценивалась по их общему состоянию и поведению, а также по координации движений на земле и в полете. Все наблюдения проводились в манеже, огражденном капроновой сеткой длиной 15 м, шириной 3 м и высотой 2 м. Исследования осуществлялись до воздействия перегрузки и в периоде ее последствия (спустя 10—12 сек. после окончания вращения), а также в контрольных опытах. Всего было проведено 58 опытов на 4 остроухих ночницах и 2 нетопырях.

Проведенные исследования позволили установить исключительно высокую устойчивость летучих мышей к гипервесомости. Летучие мыши

оказываются единственными из млекопитающих (мышей, крыс, кроликов, кошек, собак, обезьян), способными переносить перегрузки величиной более 70 g, длительностью до 15 и 60 сек. без развития стойких функциональных расстройств. По сравнению с остроухими ночницами, нетопыри переносят воздействие перегрузок значительно лучше.

В отличие от других млекопитающих, а также от человека, различие в переносимости перегрузок направления голова — таз и таз — голова оказывается выраженным у летучих мышей значительно меньше. Отмеченные особенности связаны, по-ви-

димому, с экологией летучих мышей, в частности с характером их полета при ловле насекомых, сопровождающегося возникновением значительных ускорений, с повышенной устойчивостью к недостатку кислорода в период зимней спячки, а также специфическими особенностями гемодинамики, обусловленными длительным пребыванием животных в необычном положении (головой вниз) во время сна.

Сразу же после вращения у животных выявлялись нарушения координации движений на земле. При перегрузках величиной 25 g они были выражены слабо и быстро исчезали. После перегрузок больших величин

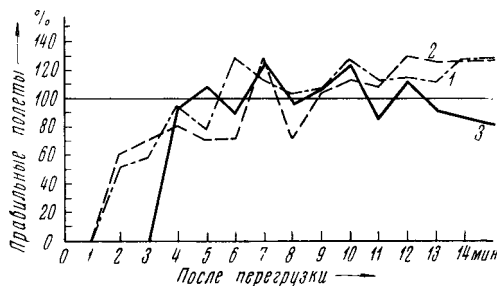


Рис. 2. Ход восстановления пространственного анализа у остроухой ночницы в зависимости от длительности и повторности воздействия перегрузок: после одиночной перегрузки, длительность 15 сек. (1), 60 сек. (2), после серии из 4 воздействий длительностью по 15 сек. каждая (3). Направление перегрузки 0°, величина 25g

у животных нередко наблюдалась общая дрожь, клонические движения головы, маневренные движения по кругу и в отдельных случаях общие судороги. При перегрузках величиной 25 g животные были чаще возбуждены, а после перегрузок величиной 70 g (остроухие почницы) и 120 g (нетопыри) — угнетены. Отмеченные расстройства прекращались сравнительно быстро и животные начинали летать. Прежде всего у них восстанавливалась способность к планирующему полету, который нередко завершался падением животного. Несколько позже восстанавливалась способность к горизонтальному полету по прямой. Положение тела было при этом в ряде случаев необычным. Передне-задняя ось тела оказывалась резко приподнятой по отношению к вектору движения. Частота взмахов крыльями была большей. Однако из-за недостатка подъемной силы полет и в этих экспериментах иногда заканчивался падением. В дальнейшем происходило восстановление способности к осуществлению полета по сложной траектории. Нередко после посадки на сетку летучие мыши не занимали свое обычное положение головой вниз, что также указывает на нарушение ориентации в пространстве. Способность обнаружения проволоки порогового сечения восстанавливалась позже всего. При первых попытках пролететь через барьер животные обычно ударялись всем телом о проволоку. При последующих полетах они, не достигнув барьера, отлетали от него, а несколько позднее, пролетая через барьер, задевали проволоку в 50—60% случаев. Лишь позднее восстанавливалась обычная частота правильных пролетов.

Данные о длительности нарушений координации движений в полете и способности обнаружения препятствий у летучих мышей в зависимости от параметра перегрузок приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что в случае воздействия перегрузок направления голова — таз ( $0^\circ$ ) величиной 25 g, длительностью 15 сек., способность обнаружения препятствий восстанавливалась у остроухих почниц и нетопырей к концу 1 мин. после воздействия. При перегрузках той же величины, но направления таз — голова она восстанавливалась значительно позже, через 3—10 мин. После воздействия перегрузок больших величин длительность нарушений пространственного анализа возрастала. Более резкие нарушения пространственного анализа наблюдались у остроухих почниц. У нетопырей аналогичные нарушения обнаруживались при значительно больших величинах воздействий. Представление о ходе восстановления пространственного анализа у остроухих почниц и нетопырей после воздействия перегрузок различной величины и направления дает рис. 1.

При воздействии серии перегрузок нарушения пространственного анализа были выражены сильнее, чем в случае воздействия одиночных перегрузок длительностью 15 сек., но менее, чем при воздействии перегрузок той же величины, но длительностью 60 сек. (рис. 2). В последнем случае чаще отмечалась волнообразность в ходе восстановления способности восприятия преграды. Нередко достоверное восстановление функции эхолокации наблюдалось лишь на следующий день.

Как следует из приведенных выше данных, резкие изменения функционального состояния системы акселерации обуславливают нарушения деятельности механизма эхолокации, что свидетельствует в пользу наличия определенных функциональных взаимоотношений между указанными системами, играющими, по-видимому, важную роль в осуществлении пространственного анализа.

Ленинградский государственный университет  
им. А. А. Жданова

Поступило  
12 II 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Э. Ш. Айрапетьянц, А. И. Константинов, Эхолокация в природе, Л., 1970. <sup>2</sup> С. И. Виноградов, В. Н. Зворыкин и др., Научная сессия Военно-мед. акад., Л., 1953, стр. 24. <sup>3</sup> Б. М. Савин, Гипервесомость и функции центральной нервной системы, Л., 1970.