

ПАТОФИЗИОЛОГИЯ

УДК 591.512.14+577.175.624

Т. Г. Амстиславская, К. В. Осипов

ПОЛОВАЯ АКТИВАЦИЯ САМЦОВ КРЫС: ПОВЕДЕНИЕ И ГОРМОНАЛЬНЫЙ ОТВЕТ*

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск

Помещение рецептивной самки в отсек клетки, разделенной перегородкой с отверстиями, не допускающей физического контакта, но позволяющей видеть ее и обонять, вызывает у самцов крыс характерное поведение и повышение в крови уровня тестостерона. Поведение проявляется в частых подходах к перегородке и длительном пребывании возле нее в попытках проникнуть к самке. Время пребывания самцов крыс у перегородки с самкой в эструсе в 12 раз превышало данный показатель, когда самец находился рядом с пустым отсеком, и в 1,5 раза, когда он был рядом с другим самцом. Содержание тестостерона в плазме крови в ответ на предъявление самцу крыс рецептивной самки увеличилось с $1,12 \pm 0,14$ нг/мл до $2,87 \pm 0,28$ нг/мл, в то же время отсутствовали изменения в концентрации мужского полового гормона в ответ на предъявление в соседний отсек самца. Сделано заключение, что время, проводимое самцом у отделяющей самку перегородки, может служить количественным показателем выраженности половой мотивации самца, а используемая модель половой активации позволяет проводить исследование как мотивационной, так и гормональной составляющих полового возбуждения у самцов крыс.

Ключевые слова: половая мотивация, половая активация, тестостерон, крысы

В исследовании мужского полового поведения наиболее актуальным является начальный этап данного вида поведения – половое возбуждение, поскольку именно он запускает весь комплекс событий в развитии полового поведения. Несмотря на интерес, который вызывают физиологические механизмы в индуцировании полового поведения, половая мотивация остается наименее изученным элементом данного вида поведения.

Впервые методы количественной оценки половой мотивации были разработаны при изучении половой мотивации самок мышей [7]; все они были основаны на регистрации движения самки к самцу. В Институте цитологии и генетики разработана модель половой активации мышей для исследования роли генотипа и некоторых видов зоосоциального поведения в регуляции эндокринной функции семенников [3]. Было показано, что помещение к самцу мыши в отсек клетки, отделенный прозрачной перегородкой с небольшими отверстиями, находящейся в эструсе самки вызывает быстрый и резкий подъем уровня тестостерона в периферической крови самца. Эта модель привлекла наше внимание возможностью изучить поведение самцов и попытаться по экспрессии поведения количественно оценить выраженность половой мотивации, а также ее связь с функциональным состоянием гипоталамо-гипофизарно-семенникового комплекса (ГГСК).

В качестве поведенческой характеристики половой активации использовали время пребывания самца у перегородки в попытках проникнуть через нее и число подходов к ней. Сопоставление динамики поведения с изменением тестостерона в крови выявило, что изменение поведения самцов мышей отчетливо предшествует повышению уровня тестостерона в крови и не соответствует повышению гормона. Особое внимание привлекают первые 10 мин после подсаживания самки. Время пребывания у перегородки самцов мышей увеличилось в 8 раз, в то же время уровень тестостерона в крови в это время еще не изменился. Резкий подъем уровня тестостерона в крови происходит через 20 мин после появления самки. Был сделан вывод, что поведение самца у перегородки, отделяющей его от рецептивной самки, в первые 10 мин в наиболее «чистом» виде отражает половую мотивацию животного [4]. Основным индуктором такого поведения является запах находящейся в эструсе самки [1, 5, 6, 8].

Целью данной работы явилось изучение возможности достижения половой активации у самцов крыс, что в дальнейшем позволило бы использовать модель половой активации и на этом виде животных для исследования нейрохимических механизмов регуляции начального этапа мужского полового поведения.

* Работа поддержана грантами РФФИ № 02-04-50007 и программы МО РФ «Университеты России» УР.11.01.021.

Методика. Эксперименты проводили на 4 мес крысах линии Вистар весом 220–250 г. Крыс содержали в стандартных условиях вивария. Группы состояли из 8–10 животных.

Тестирование поведения взрослого самца проводили в вечернее время (с 20 до 22 ч) при красном свете в специальной клетке (52×33×20 см), разделенной на два отсека прозрачной перфорированной перегородкой, после трех дней адаптации к ней. При тестировании, после 5-минутной адаптации к условиям теста, в течение следующих 10 мин оценивали спонтанную активность самца около перегородки. Затем в соседний отсек помещали рецептивную самку той же линии и в течение 10 мин регистрировали время активного исследования самцом перегородки и количество подходов к ней. Эструс у самок вызывали подкожным введением за 48 ч до тестирования масляного раствора эстрадиола (100–150 мкг/животное), а за 4 ч до тестирования – прогестерона (750 мкг/животное). Объем вводимой жидкости составлял 0,1–0,15 мл/животное. Дополнительным контролем являлась серия опытов с использованием другого самца за перегородкой вместо рецептивной самки.

Образцы крови для определения уровня тестостерона в плазме брали из хвоста под легким (1 мин) эфирным наркозом через 20 мин после предъявления в соседний отсек самца или самки (т. е. после 35-минутной суммарной экспозиции при красном свете). Для исследования базального уровня тестостерона кровь брали из хвоста крыс в вечернее время, а исходного уровня – после 35-минутного пребывания самцов при красном свете. Концентрацию тестостерона определяли радиоиммунным методом, служившим гормональным показателем половой активации самцов.

Для статистической обработки данных применяли дисперсионный ANOVA/MANOVA анализ ("Statistica, 5") с *post hoc* сравнением групповых средних ("Newman-Keul test").

Результаты. Установлено, что появление самки в условиях, позволяющих видеть ее и обонять, но не допускающих непосредственного контакта, вызывает характерное поведение самца крыс. Как и у мышей, это поведение представляет собой движение к самке и проявляется в длительном нахождении у разделяющей перегородки в тщетных попытках проникнуть через нее.

Однофакторный дисперсионный анализ выявил эффект присутствия партнера за перегородкой как на время пребывания самца у перегородки ($F_{2,84}=94,84$; $p<0,001$), так и на число подходов к ней ($F_{2,84}=62,40$; $p<0,001$) в течение первых 10 мин тестирования (рис.). Однако время нахождения самцов крыс у перегородки, отделяющей самку, существенно превышало этот показатель при помещении за перегородку самца ($p<0,01$). Было показано двенадцатикратное увеличение времени пребывания самцов крыс у перегородки, за кото-

рой находилась самка по сравнению с пустым отсеком ($p<0,001$) и полуторократное его повышение по сравнению с самцом (рис.).

Различия в поведенческом ответе связаны со специфичностью стимула. Время пребывания самцов у перегородки, за которой находится другой самец, в основном отражает социальный интерес и

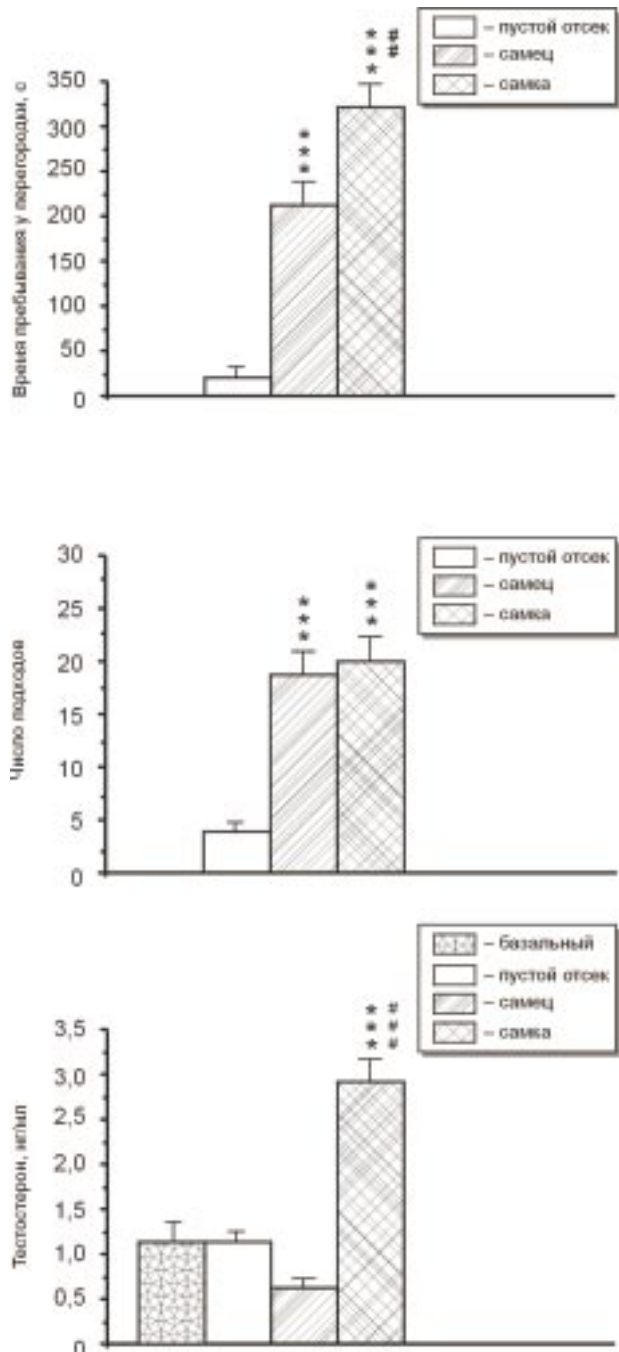


Рис. Поведение и уровень тестостерона в плазме крови самцов крыс Вистар после предъявления за перегородку на 20 мин рецептивной самки или другого самца.

*** – $p<0,001$ по сравнению с животными, находящимися с пустым соседним отсеком. ## – $p<0,05$; ### – $p<0,001$ по сравнению с реакцией на самца

наличие агрессивной мотивации. Наличие за перегородкой рецептивной самки приводит к достоверному увеличению времени пребывания самца у разделяющей животных перегородки по сравнению со временем, проводимым рядом с самцом. Очевидно, что в зависимости от пола животного реализуются совершенно разные типы мотиваций, вовлекающие специфические регуляторные механизмы различных медиаторных систем в тех или иных структурах мозга, принимающих непосредственное участие в реализации конкретной формы поведения.

Специфичность сексуального стимула подтверждается гормональным ответом ГГСК. Однофакторный анализ показал влияние партнера на уровень тестостерона в плазме крови самцов крыс ($F_{3,65}=19,96$; $p<0,001$), которое обусловлено исключительно присутствием самки ($p<0,001$). Содержание гормона на 20 мин теста у самцов увеличилось более чем вдвое: с $1,12\pm 0,14$ нг/мл при пустом соседнем отсеке до $2,87\pm 0,28$ нг/мл при половой активации. Повышение уровня гормона в ответ на рецептивную самку указывает на наличие у самцов половой активации. Изменений в гормональном ответе на предъявление самца обнаружено не было ($p>0,05$) (рис.).

Число подходов к перегородке является менее специфическим поведенческим показателем, поскольку он повышается в равной степени и на предъявление самца, и на предъявление самки, а также в значительной мере отражает общее двигательное возбуждение животных.

Заключение. Таким образом, время, проводимое самцом у перегородки с рецептивной самкой, может служить поведенческим показателем половой активации, отражающим половую мотивацию самца. Активация поведения самцов крыс в ответ на предъявление им рецептивной самки значительно превышала поведенческий ответ, проявляющийся в отношении другого самца. Специфичность сексуального стимула подтверждается и гормональным ответом ГГСК. Повышение уровня тестостерона в крови происходило у самцов крыс, находящихся с рецептивной самкой, и отсутствовало, когда в соседнем отсеке находился самец.

Разработанная модель половой активации самцов крыс дает возможность количественно регистрировать и поведение животных, отражающее половую мотивацию, и гормональный ответ, что может служить индикатором функционального состояния репродуктивной системы самцов при исследовании различного вида экзогенных влияний. Так, использование данной модели показало,

что хронический непредсказуемый стресс и хронический хендлинг в препубертатный период жизни снижает выраженность поведенческой компоненты и приводит к отсутствию активирующего влияния самки на ГГСК у взрослых самцов крыс линий Вистар и Нисаг [2].

Особо следует подчеркнуть, что ранее выявленные закономерности в изменении поведения и реакции гипоталамо-гипофизарно-семенниковой системы на мышах, подтвердились и на крысах, что дает возможность использования модели, сочетающей исследование поведенческой и гормональной составляющих половой активации, при работе с данными лабораторными животными.

SEXUAL AROUSAL IN THE MALE RAT: BEHAVIORAL AND HORMONAL RESPONSE

T. G. Amstislavskaya, K. V. Osipov

Exposure of male rat to a female rat separated from them by a holed partition, which allows the female to be seen or smelled but not physically contacted, accounts for specific behavior and elevated blood testosterone in the male. Male rat makes more approaches to the partition and spend more time near it in an attempt to end up on the other side. The amount of time the male spent near the partition was 12 times higher when there was an estrous female behind it and 1,5 times higher when there was a male behind it than when it was vacant. Plasma testosterone concentrations increased, from $1,12\pm 0,4$ ng/ml to $2,87\pm 0,28$ ng/ml, in response to the female and did not change in response to exposure to a male rat. It was concluded that the amount of time spent by the male near the partition may serve as a quantitative index of the expression of sexual motivation in the male, and the model of sexual activation used is suitable for investigation of both motivational and hormonal components of sexual activation in male rats.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амстиславская Т.Г., Осадчук А.В., Науменко Е.В. // Пробл. эндокринологии. 1989. Т. 35. № 6. С. 63–66.
2. Булыгина В.В., Амстиславская Т.Г., Маслова Л.Н., Попова Н.К. // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2001. Т. 87. № 7. С. 945–952.
3. Осадчук А.В., Науменко Е.В. // Докл. АН СССР. 1981. Т. 258. № 3. С. 746–749.
4. Попова Н.К., Амстиславская Т.Г., Кучерявый С.А. // Журн. высш. нерв. деят. 1998. Т. 48. № 1. С. 84–90.
5. Bronson F.H. // Perspectives in Reproduction and Sexual Behaviour. Bloomington: Indiana University Press, 1968. P. 341–361.
6. Doty R.L. // Mammalian Olfaction, Reproductive Processes, and Behavior. New York: Academic Press, 1976. P. 56–70.
7. Meyerson B.J. // Sexual Behavior: Pharmacology and Biochemistry. New York: Raven Press, 1975. P. 21–32.
8. Sachs B.D. // Physiol. Behav. 1997. Vol. 62. P. 921–924.