

ОБЩАЯ
БИОЛОГИЯ

УДК 591.526:591.463.2.068.1:593.32

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ В СИСТЕМЕ
“ПЛОТНОСТЬ–СЕМЕННИК–СПЕРМАТОЗОИДЫ–ФЕРТИЛЬНОСТЬ”
У МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

© 2006 г. В. П. Мамина, О. А. Жигальский

Представлено академиком В.Н. Большаковым 29.06.2005 г.

Поступило 29.06.2005 г.

Связь репродуктивной способности животных с плотностью природной популяции характерна для большинства видов млекопитающих [1, 2]. Торможение полового созревания у молодых полевок и снижение репродуктивной активности у взрослых особей происходит тогда, когда плотность достигает предельного для данных условий уровня и может служить причиной окончания размножения. Процесс угнетения репродуктивной функции включает в первую очередь нейроэндокринные механизмы [3]. При этом активизация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы приводит к ингибированию гонадотропных гормонов, в результате чего у самцов происходит либо задержка, либо нарушение процесса сперматогенеза [4]. Одна из причин нарушения процесса сперматогенеза – деструктивные изменения в эндокринном и герминативном отделах семенника, механизм проявления которых до сих пор остается невыясненным. Следует отметить, что дегенеративные процессы в семенных канальцах могут привести как к снижению общего числа сперматозоидов, так и к формированию патологических и атипичных полиморфных спермиев, которые не способны участвовать в оплодотворении. Наличие атипичных полиморфных спермиев, как правило, является результатом хромосомных аберраций при клеточной дифференциации в семенниках [5]. В современных исследованиях практически отсутствуют данные о плотностнов зависимых изменениях, происходящих в системе “семенник–морфофункциональное состояние сперматозоидов–фертильность” у животных из природных популяций. В представленной работе проведен количественный анализ отдельных типов деструктивных изменений в семенниках, оценка морфофункционального состояния сперматозоидов и их оплодотворяющей способности на разных фазах численности.

В работе исследовались половозрелые самцы ряжей полевки, отловленные на Среднем Урале (Свердловская область, Ревдинский р-н) в период апрель–сентябрь 1990–1995 гг. [6]. По комплексу демографических характеристик (численность, половая и возрастная структуры и т.д.) 1990 г. отнесен к фазе “низкая” (2.45 шт. на 100 ловушек/сут), 1991 г. – к фазе “рост” (4.34 шт. на 100 ловушек/сут) и 1992 г. – к фазе “пик” (9.31 шт. на 100 ловушек/сут) [7]. В эпидидимальных мазках с помощью программного продукта SIAMS Photolab определяли следующие параметры сперматозоида: размер ядра ($\mu\text{м}^2$), акросомы ($\mu\text{м}^2$), головки ($\mu\text{м}^2$), длину средней и главной частей хвоста ($\mu\text{м}$). В мазках отмечали патологические формы сперматозоидов. Морфометрический анализ сперматозоидов проведен у 63 животных, гистологический – у 83 животных. Статистическая обработка данных выполнена с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Различия принимались статистически значимыми при $p < 0.05$.

Анализ обнаруженных ранее [8] отдельных типов деструкции в ткани семенников ряжей полевки (табл. 1) показал, что наиболее выраженные изменения по всем типам наблюдаются в фазе “пик” (рис. 1). Подобные изменения, как правило, приводят к нарушению морфофункционального состояния сперматозоидов. При морфометрическом исследовании сперматозоидов нами было установлено

Таблица 1. Типы деструктивных изменений в ткани семенника

| Ткань | Тип изменений |
|---|---------------|
| Интерстициальная (эндокринный отдел) | I-II |
| Стенка семенных канальцев, клетки Сертоли (структурные компоненты гематотестикулярного барьера) | III |
| Сперматогенный эпителий (герминативный отдел) | IV-V |
| Семенной каналец (диффузный асперматогенез, атрофический каналец) | VI-VII |

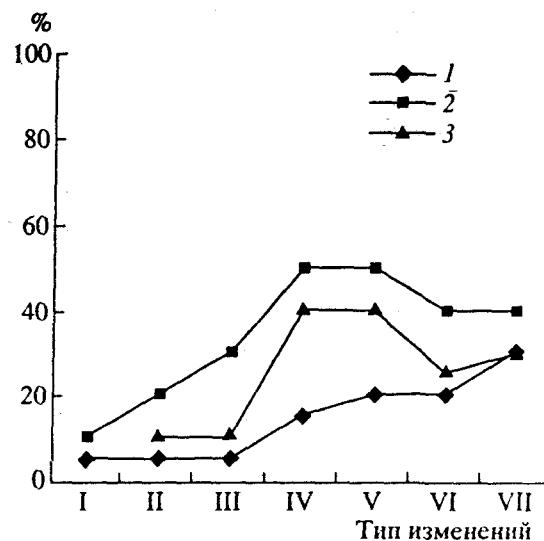


Рис. 1. Частота встречаемости отдельных типов деструкций в ткани семенников. Фаза роста (1), пика (2), низкая (3).

лено, что размер головки сперматозоида варьирует от 13 до 34 мкм², ядра – от 5 до 25 мкм², акросомы – от 4 до 17 мкм², длина средней части хвоста – от 16 до 31 мкм и длина главной части хвоста – от 41 до 70.5 мкм. Длины средней и главной частей хвоста сперматозоида, так же, как и размер акросомы, не зависят от фазы численности (табл. 2). Размер головки и ядра сперматозоида связан с фазой численности популяции: в фазе рост – 26.9 и 18.0 мкм² соответственно, в фазе пик – 22.1 и 13.6 мкм², в фазе низкая – 20.8 и 11.7 мкм² (табл. 2). В фазе рост у животных встречаются сперматозоиды как с рыхлой, так и с плотной конденсацией хроматина, что говорит о разной степени их зрелости. Анализ спермограмм показал наличие патологических форм сперматозоидов (хвост в виде петли, рис. 2), количество которых незначительно (10–15%). В фазе пик сперматозоиды в большинстве случаев имеют ядро с

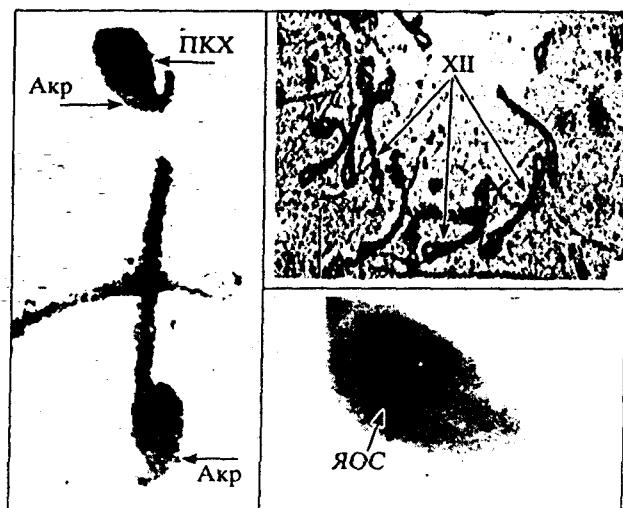


Рис. 2. Эпидидимальные сперматозоиды рыжей полевки. ПКХ – ядра с плотной конденсацией хроматина, Акр – акросома (“светлая” часть головки). Увел. 600x. ХП – патологические сперматозоиды, хвост – петля. Увел. 150x. ЯОС – олигопиренные сперматозоиды (ядро малого размера). Увел. 3750x.

плотной упаковкой хроматина, что указывает на более однородную по степени зрелости популяцию клеток. Количество сперматозоидов, имеющих хвост в виде петли, в среднем на одно животное достигает 35%. Подобная картина наблюдается у 50% животных. Кроме того, появляются сперматозоиды с малым размером ядра (5–9 мкм²), так называемые “олигопиренные” сперматозоиды (рис. 2). В фазе низкая также встречаются олигопиренные сперматозоиды, но количество патологических форм (10–15%) соответствует нормоспермии. Из представленных данных следует, что от степени выраженности дегенеративных изменений в эндокринном и герминативном отделах семенника зависит и морфофункциональное состояние сперматозоидов. Дегенерация сперматогенных клеток в семеннике не всегда приводит к их гибели, возможно образование аберрантных клеток, из которых

Таблица 2. Дисперсионный анализ морфометрических показателей сперматозоидов рыжей полевки на разных фазах численности популяции (одномерный критерий)

| Морфометрический показатель | Эффект | | Ошибка | | F | P | Тест Шаффе (значимые различия между фазами) |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------|---|
| | средний квадрат | степень свободы | средний квадрат | степень свободы | | | |
| Размер головки | 116.6471 | 2 | 4.623934 | 30 | 25.2 | 8.2E-08 | 1-2; 1-3 |
| Размер ядра | 112.132 | 2 | 4.440377 | 39 | 25.3 | 9.22E-08 | 1-2, 1-3 |
| Размер акросомы | 0.529855 | 2 | 2.915767 | 39 | 0.18 | 0.82 | нет |
| Средняя часть хвоста | 2.57475 | 2 | 1.068235 | 17 | 2.4 | 0.12 | нет |
| Главная часть хвоста | 37.79497 | 2 | 12.27974 | 17 | 3.08 | 0.07 | нет |

Примечание. Цифрами в последнем столбце обозначены фазы численности: 1 – рост; 2 – пик; 3 – низкая.

впоследствии происходит формирование патологических и олигопиренных сперматозоидов. Сперматозоиды, имеющие хвост в виде петли, теряют подвижность и не способны к оплодотворению. Олигопиренные сперматозоиды, как правило, образуются в результате элиминации и дегенерации хромосом в сперматогенных клетках при атипичном сперматогенезе и не способны принимать участие в оплодотворении [9, 10]. Отмеченные нами дегенеративные изменения в эндокринном отделе семенника приводят к снижению его андрогенной функции, что может отразиться на сохранности оплодотворяющей способности спермиев в эпидидимисе.

Таким образом, изменение степени выраженности деструкций в ткани семенника, частоты встречаемости патологических и олигопиренных сперматозоидов, а следовательно и оплодотворяющей способности сперматозоидов является одним из регулирующих механизмов в системе плотность–фертильность.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 03-04-48086, 04-04-196010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Christian J.J. // Biol. Reprod. 1971. V. 4. P. 248–294.
2. Gartner K., Reznik-Schüller H., Reznik G. // Acta endocrinol. 1973. V. 74. P. 783–791.
3. Christian J.J., Lloyd J.A., Davis D.E. In: Rec. Progr. Hormone Res. N.Y.; L., 1965. V. 21. P. 501–571.
4. Науменко Е.В., Осадчук А.В., Серова Л.И., Шишкова Г.Т. Генетико-физиологические механизмы регуляции функций семенников. Новосибирск: Наука, 1983. 203 с.
5. Габер Е.С., Данилова Л.В., Князева Е.Ф. Сперматогенез и его регуляция. М.: Наука, 1983. 232 с.
6. Мамина В.П., Суркова Т.Ю., Безель В.С. // Вестн. Днепропетр. ун-та. Биология и экология. 1993. В. 1. С. 147–148.
7. Мухачева С.В. Экотоксикологические особенности структуры населения мелких млекопитающих в градиенте техногенного загрязнения: Дис. канд. биол. наук. Екатеринбург: УрО РАН; Ин-т экологии растений и животных, 1996. 285 с.
8. Мамина В.П., Жигальский О.А. // ДАН. 2004. Т. 394. № 3. С. 427–429.
9. Данилова Л.В. // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1972. № 4. С. 580–590.
10. Рузен-Ранге Э. Сперматогенез у животных. М.: Мир, 1980. 255 с.