

А. А. ГАЛОЯН

## К МЕХАНИЗМУ ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ КАДМИЯ НА УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

По нашим данным, ионы кадмия в дозах, угнетающих выработанные условные рефлексы у крыс, вызывают дегенеративные изменения ядер гипоталамуса. При этом резко уменьшается количество нейрон-секрета в нейронгипофизе. В передней доле гипофиза количество глюкопротеидов в гонадотропных клетках уменьшается, а в тиреотропных — наоборот, увеличивается. На основании этих данных, угнетающее влияние ионов кадмия на условные рефлексы мы были склонны объяснить нарушением нормального биохимического и физиологического взаимоотношения между корой и подкорковыми образованиями (гипоталамус), и изменением ряда функций гипофиза. Опыты чешского ученого Париженка\* показали, что ионы кадмия вызывают некротическо-дегенеративные изменения семенников крыс в течение 24—48 часов при введении 0,02—0,04 mol хлористого кадмия. Но ионы кадмия не поражают яичники самок крыс. В связи с этим важно было экспериментально проанализировать участие данного поражения в угнетающем действии ионов кадмия на условнорефлекторную деятельность крыс.

Для этого мы считали необходимым выяснение следующих трех вопросов.

1. Характер изменения выработанных условных рефлексов у крыс после кастрации.

2. Характер изменения выработанных условных рефлексов у самок крыс под влиянием ионов кадмия.

3. Влияние ионов кадмия на кастрированных крыс.

**Методика исследования.** Система положительных и тормозных двигательных-пищевых условных рефлексов у крыс была выработана по методике Л. И. Котлеревского. В этой камере в цепь пульта управления условных раздражителей мы включили источник постоянного звука (звукогенератора типа ЗГ—10) во избежание колебания звуков, которые мешают выработке условных рефлексов.

В качестве первого положительного условного раздражителя применяли звук, получаемый из звукогенератора с частотой колебаний 100 герц. Тормозной условный раздражитель (дифференцировка) имел частоту звуковых колебаний 20 герц.

\* Parizek I. 1957. kast-race kadmiem, Praha.

Вторым положительным условным раздражителем послужил красный свет. Порядок применения условных раздражителей следующий: звук 100 герц, свет красный, звук 100 герц, звук 20 герц (дифференцировка) звук 100 герц, свет красный, звук 100 герц, звук 100 герц.

Система условных рефлексов была выработана у 13 крыс (самцы и самки) — весом 80—100,0 в начале опытов. После полной выработки и сохранности всех условных рефлексов изучали влияние кастрации, а также ионов кадмия на условнорефлекторную деятельность крыс (самцов и самок).

Операция для кастрации была проведена под местной анестезией 0,5—1% раствором новаканна при соблюдении правил асептики и антисептики. Семенники крыс удалялись полностью. Данную операцию животные переносят хорошо и в дальнейшем в поведении крыс не отмечается отклонений от нормы. Для исключения посткастрационных факторов, способных затуманить истинную картину изменения условных рефлексов, вызванных кастрацией, опыты проводились через 1—2 дня после операции.

Раствор хлористого кадмия был введен самкам крыс подкожно по 0,1—0,15 мг на 100,0 веса животного в виде  $1 \cdot 10^{-4}$  раствора, так как данная концентрация, по нашим данным, не вызывает отека, некроза в области введения и др. побочных явлений.

**Результаты опытов.** Работами М. К. Петровой\* в лаборатории И. П. Павлова была показана динамика изменения условнорефлекторной деятельности кастрированных собак. Кастрация у этих животных вызывала характерное угнетение условных рефлексов. Данные относительно влияния кастрации на высшую нервную деятельность крыс в литературе почти отсутствуют.

Ниже приводятся данные наших опытов по влиянию кастрации на выработанные условные рефлексы крыс. В протоколе опыта 35 (крыса 8, табл. 1) показано, что до кастрации система выработанных условных рефлексов в полной сохранности.

Через день после удаления семенников отмечается незначительное увеличение латентного периода положительных условных рефлексов (опыт 37). Начиная с 7 дня больше половины выработанных условных рефлексов выпадает (опыт 42). С 10, 11 дня (опыт 45, 46) условные рефлексы восстанавливаются и в дальнейшем не подвергаются особым изменениям. Приведенный фактический материал относится к случаям, когда кастрация у крыс оказывает наибольшее угнетающее влияние на условные рефлексы. В большинстве же случаев условные рефлексы мало подвергаются угнетению. Приводим данные опытов на крысе 3. В протоколе опыта 41 показано состояние условных рефлексов до кастрации. Система положительных и тормозных двигательного-пищевых условных рефлексов в полной сохранности. У этого животного мы заметили удлинение латентного периода, поло-

\* М. К. Петрова, Собрание трудов. 1955 г., стр. 38, 46, 47.

Таблица I

Крыса 8. Опыт 35, 13.11 1959 г. До кастрации

| Время опыта                                       | Условный раздражитель | И условного раздражителя | Изолированное действие условного раздражителя | Общее действие условного раздражителя в сек. | Латентный период условного рефлекса в сек. | Величина условного рефлекса в делениях водной шкалы | Безусловная реакция | Примечание                                    |
|---------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|
| 10.10                                             | 100 герц              | 209                      | 5                                             | 10                                           | 1,5                                        | 35                                                  | ++                  | подходит к кормушке и берет, быстро умыляется |
| 10.11                                             | свет красный          | 24                       | 5                                             | 10                                           | 3,0                                        | 25                                                  | ++                  |                                               |
| 10.12                                             | 100 герц              | 210                      | 5                                             | 10                                           | 0,5                                        | 35                                                  | +++                 |                                               |
| 10.13                                             | 20 герц               | 23                       | —                                             | 10                                           | 0                                          | 0                                                   | +++                 |                                               |
| 10.14                                             | 100 герц              | 211                      | 5                                             | 10                                           | 1,5                                        | 30                                                  | +++                 |                                               |
| 10.15                                             | свет красный          | 25                       | 5                                             | 10                                           | 3,5                                        | 30                                                  | +++                 |                                               |
| 10.16                                             | 100 герц              | 212                      | 5                                             | 10                                           | 1,0                                        | 25                                                  | +++                 |                                               |
| 10.17                                             | 100 герц              | 213                      | 5                                             | 10                                           | 0,5                                        | 35                                                  | +++                 |                                               |
| Опыт 37, черед день после кастрации 15.11 1959 г. |                       |                          |                                               |                                              |                                            |                                                     |                     |                                               |
| 10.10                                             | 100 герц              | 219                      | 5                                             | 10                                           | 5,0                                        | 7                                                   | ++                  | отр. реакция, но не открывала кормушку        |
| 10.11                                             | свет красный          | 28                       | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | ++                  |                                               |
| 10.12                                             | 100 герц              | 220                      | 5                                             | 10                                           | 1,5                                        | 10                                                  | ++                  |                                               |
| 10.13                                             | 20 герц               | 25                       | —                                             | 10                                           | 0                                          | 0                                                   | ++                  |                                               |
| 10.14                                             | 100 герц              | 221                      | 5                                             | 10                                           | 3,0                                        | 5                                                   | +++                 |                                               |
| 10.15                                             | свет красный          | 29                       | 5                                             | 10                                           | 4,0                                        | 3                                                   | +++                 |                                               |
| 10.16                                             | 100 герц              | 222                      | 5                                             | 10                                           | 4,8                                        | 7                                                   | +++                 |                                               |
| 10.17                                             | 100 герц              | 223                      | 5                                             | 10                                           | 1,0                                        | 10                                                  | +++                 | умыляется                                     |
| Опыт 39, 17.11 1959 г. 4-й день после кастрации   |                       |                          |                                               |                                              |                                            |                                                     |                     |                                               |
| 10.15                                             | 100 герц              | 229                      | 5                                             | 10                                           | 5,0                                        | 10                                                  | +++                 | отр. реакция умыляется, поворачивается        |
| 10.16                                             | свет красный          | 32                       | 5                                             | 10                                           | 1,5                                        | 10                                                  | +++                 |                                               |
| 10.17                                             | 100 герц              | 230                      | 5                                             | 10                                           | 2,0                                        | 15                                                  | +++                 |                                               |
| 10.18                                             | 20 герц               | 27                       | —                                             | 10                                           | 0                                          | 0                                                   | ++                  |                                               |
| 10.19                                             | 100 герц              | 231                      | 5                                             | 10                                           | 3,0                                        | 7                                                   | +++                 |                                               |
| 10.20                                             | свет красный          | 33                       | 5                                             | 10                                           | 6,0                                        | 10                                                  | +++                 |                                               |
| 10.21                                             | 100 герц              | 232                      | 5                                             | 10                                           | 3,0                                        | 5                                                   | +++                 |                                               |
| 10.22                                             | 100 герц              | 233                      | 5                                             | 10                                           | 5,0                                        | 10                                                  | +++                 |                                               |
| Опыт 42, 20.11 1959 г. 7-й день после кастрации   |                       |                          |                                               |                                              |                                            |                                                     |                     |                                               |
| 10.15                                             | 100 герц              | 243                      | 5                                             | 10                                           | 8,0                                        | 10                                                  | ++                  | отр. реакция умыляется, поворачивается        |
| 10.16                                             | свет красный          | 38                       | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | ++                  |                                               |
| 10.17                                             | 100 герц              | 244                      | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | ++                  |                                               |
| 10.18                                             | 20 герц               | 30                       | —                                             | 10                                           | 0                                          | 0                                                   | —                   |                                               |
| 10.19                                             | 100 герц              | 245                      | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | —                   |                                               |
| 10.20                                             | свет красный          | 39                       | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | —                   |                                               |
| 10.21                                             | 100 герц              | 246                      | 5                                             | 10                                           | 6,0                                        | 10                                                  | ++                  |                                               |
| 10.22                                             | 100 герц              | 247                      | 5                                             | 10                                           | 3,0                                        | 3                                                   | ++                  |                                               |
| Опыт 45, 24.11 1959 г. 10-й день после кастрации  |                       |                          |                                               |                                              |                                            |                                                     |                     |                                               |
| 10.15                                             | 100 герц              | 258                      | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | —                   | стоит всегда у двери кормушки                 |
| 10.16                                             | свет красный          | 44                       | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | —                   |                                               |
| 10.17                                             | 100 герц              | 259                      | 5                                             | 10                                           | —                                          | —                                                   | —                   |                                               |
| 10.18                                             | 20 герц               | 33                       | —                                             | 10                                           | 8,0                                        | 7                                                   | ++                  |                                               |
| 10.19                                             | 100 герц              | 260                      | 5                                             | 10                                           | 2,0                                        | 15                                                  | ++                  |                                               |
| 10.20                                             | свет красный          | 45                       | 5                                             | 10                                           | 5,0                                        | 15                                                  | ++                  |                                               |
| 10.21                                             | 100 герц              | 261                      | 5                                             | 10                                           | 4,0                                        | 3                                                   | ++                  |                                               |
| 10.22                                             | 100 герц              | 262                      | 5                                             | 10                                           | 1,5                                        | 15                                                  | ++                  |                                               |
| Опыт 46, 25.11 1959 г. 11-й день после кастрации  |                       |                          |                                               |                                              |                                            |                                                     |                     |                                               |
| 10.15                                             | 100 герц              | 263                      | 5                                             | 10                                           | 1,0                                        | 7                                                   | ++                  |                                               |
| 10.16                                             | свет красный          | 46                       | 5                                             | 10                                           | 1,2                                        | 10                                                  | ++                  |                                               |
| 10.17                                             | 100 герц              | 264                      | 5                                             | 10                                           | 1,0                                        | 10                                                  | ++                  |                                               |
| 10.18                                             | 20 герц               | 34                       | —                                             | 10                                           | 7,0                                        | 3                                                   | ++                  |                                               |
| 10.19                                             | 100 герц              | 265                      | 5                                             | 10                                           | 3,0                                        | 15                                                  | ++                  |                                               |
| 10.20                                             | свет красный          | 47                       | 5                                             | 10                                           | 6,0                                        | 15                                                  | ++                  |                                               |
| 10.21                                             | 100 герц              | 266                      | 5                                             | 10                                           | 2,0                                        | 7                                                   | ++                  |                                               |
| 10.22                                             | 100 герц              | 267                      | 5                                             | 10                                           | 3,5                                        | 5                                                   | ++                  |                                               |

жительных условных рефлексов на 3-й день после кастрации (опыт 43; табл. 2). В последующие дни латентный период укорачивался и быстро восстанавливался до нормы (опыты 44, 55 — через 4, 15 дней соответственно).

Т а б л и ц а

Крыса 3. Опт № 41, 18.VI 1958 г. До кастрации

| Время опыта | Условный раздражитель | N условного раздражителя | Изолированное действие условного раздражителя | Общее действие условного раздражителя в сек. | Латентный период условного рефлекса в сек. | Величина условного рефлекса в делениях водной шкалы | Безусловная реакция животного | Примечание                   |
|-------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 9.30        | 100 герц              | 270                      | 5                                             | 10                                           | 1,5                                        | 20                                                  | +++                           | у мыывается и поворачивается |
| 9.31        | свет красный          | 38                       | 5                                             | 10                                           | 4,0                                        | 15                                                  | +++                           |                              |
| 9.32        | 100 герц              | 271                      | 5                                             | 10                                           | 0,5                                        | 20                                                  | +++                           |                              |
| 9.33        | 20 герц               | 31                       | —                                             | 10                                           | 0                                          | 0                                                   | 0                             |                              |
| 9.34        | 100 герц              | 272                      | 5                                             | 10                                           | 0,5                                        | 20                                                  | +++                           |                              |
| 9.35        | свет красный          | 39                       | 5                                             | 10                                           | 3,0                                        | 70                                                  | +++                           |                              |
| 9.36        | 100 герц              | 273                      | 5                                             | 10                                           | 0,5                                        | 50                                                  | +++                           |                              |
| 9.37        | 100 герц              | 275                      | 5                                             | 10                                           | 4,0                                        | 30                                                  | +++                           |                              |

Опыт 43, 21.VI 1958 г. 3-й день после кастрации

|      |              |     |   |    |     |    |     |
|------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|
| 9.30 | 100 герц     |     |   |    |     |    |     |
| 9.31 | свет красный | 280 | 5 | 10 | 0,5 | 20 | +++ |
| 9.32 | 100 герц     | 42  | 5 | 10 | 9,0 | 20 | +++ |
| 9.33 | 20 герц      | 281 | 5 | 10 | 5,0 | 20 | +++ |
| 9.34 | 100 герц     | 33  | 5 | 10 | 0   | 0  | 0   |
| 9.35 | свет красный | 282 | 5 | 10 | 4,0 | 15 | +++ |
| 9.36 | 100 герц     | 43  | 5 | 10 | 7,0 | 30 | +++ |
| 9.37 | 100 герц     | 283 | 5 | 10 | 9,0 | 15 | +++ |
|      |              | 284 | 5 | 10 | 3,5 | 15 | +++ |

Опыт 44, 23.VI 1958 4-й день после кастрации

|      |              |     |   |    |     |    |     |
|------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|
| 9.20 | 100 герц     | 285 | 5 | 10 | 1,5 | 15 | +++ |
| 9.21 | свет красный | 44  | 5 | 10 | 1,0 | 30 | +++ |
| 9.22 | 100 герц     | 286 | 5 | 10 | 5,0 | 30 | +++ |
| 9.23 | 20 герц      | 34  | — | 10 | 0   | 0  | 0   |
| 9.24 | 100 герц     | 287 | 5 | 10 | 6,0 | 15 | +++ |
| 9.25 | свет красный | 45  | 5 | 10 | 5,0 | 10 | +++ |
| 9.26 | 100 герц     | 288 | 5 | 10 | 1,0 | 30 | +++ |
| 9.27 | 100 герц     | 289 | 5 | 10 | 0,5 | 30 | +++ |

Опыт 55, 5.VII 1958 г. через 15 дней после кастрации

|      |              |     |   |    |     |    |     |
|------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|
| 9.30 | 100 герц     | 344 | 5 | 10 | 1,5 | 60 | +++ |
| 9.31 | свет красный | 66  | 5 | 10 | 4,5 | 30 | +++ |
| 9.32 | 100 герц     | 345 | 5 | 10 | 0,5 | 40 | +++ |
| 9.33 | 20 герц      | 45  | — | 10 | 0   | 0  | 0   |
| 9.34 | 100 герц     | 346 | 5 | 10 | 4,0 | 30 | +++ |
| 9.35 | свет красный | 67  | 5 | 10 | 0,5 | 30 | +++ |
| 9.36 | 100 герц     | 347 | 5 | 10 | 0,5 | 50 | +++ |
| 9.37 | 100 герц     | 348 | 5 | 10 | 1,0 | 15 | +++ |

Дальнейшие опыты в течение 1—1,5 месяца не показали особых отклонений от нормы в условнорефлекторной деятельности животных. Важно заметить, что у самцов крыс введение хлористого кадмия вызы-

вает глубокое падение условных рефлексов, начиная с 4-дневного введения.

У большинства животных ионы кадмия вызывают полное выпадение условных рефлексов, которые восстанавливаются через 6—7 дней после прекращения введения этого вещества. Угнетение условных рефлексов наступает без предварительной фазы возбуждения. Сравнивая эффект кастрации на условные рефлексы крыс с влиянием ионов кадмия на эти рефлексы, не трудно заметить, что ионы кадмия вызывают более глубокое нарушение замыкательной функции высших отделов центральной нервной системы, чем кастрация.

С другой стороны, при каждом новом введении хлористого кадмия все больше и больше угнетаются условные рефлексы.

Полученный фактический материал говорит, что влияние ионов кадмия на функции мозга нельзя объяснить поражением семенников, так как полная кастрация, по сравнению с действием ионов кадмия, не вызывает более глубоких изменений в условнорефлекторной деятельности крыс.

Важно заметить, что ионы кадмия не вызывают заметных изменений яичников.

Возникает вопрос — подвергаются ли условные рефлексы угнетению под влиянием ионов кадмия у самок, и каков механизм влияния ионов кадмия на их условнорефлекторную деятельность?

Выяснение этих вопросов будет иметь значение для вскрытия механизма влияния ионов кадмия на условнорефлекторную деятельность путем поражения мозга под воздействием этих ионов. Опыты с очевидностью показали, что ионы кадмия у самок также вызывают угнетение условных рефлексов вплоть до полного исчезновения последних. Мы заметили, что у некоторых самок крыс хлористый кадмий вызывал глубокое падение условных рефлексов, даже в дозе по 0,1 мг на 100,0 веса животного при 3—4-кратном введении.

Приводим данные крысы 10 (самка), показывающие, что даже через три часа после введения 0,1 мг хлористого кадмия (опыт 34) увеличивается латентный период положительных условных рефлексов и выпадает часть этих рефлексов (табл. 3).

После 3-кратного введения все выработанные условные рефлексы исчезали (опыт 37). Сильно страдают и безусловные рефлексы животного. До 8—9 дней выработанные условные рефлексы остаются полностью исчезнувшими (опыт 47). Угнетенные условные рефлексы начинают восстанавливаться через 11—13 дней после введения кадмия. Такого глубокого падения условных рефлексов при таких количествах мы не заметили ни у одного самца крыс. Аналогичная картина наблюдалась только при введении 1—2 раза по 1 мг на 100,0 веса.

Было интересно также выяснение вопроса о влиянии ионов кадмия на выработанные условные рефлексы у кастрированных крыс. Опыты проводились на кастрированных самцах через 20 дней после ка-

Таблица 3

Крыса 10 Опыт 33, 12.11 1959 г. До введения хлористого калия

| Время опыта | Условный раздражитель | Н условного раздражителя | Изолированное действие условного раздражителя в сек. | Общее действие условного раздражителя | Латентный период | Величина условного рефлекса | Безусловная реакция | Примечание |
|-------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|------------|
| 1           | 2                     | 3                        | 4                                                    | 5                                     | 6                | 7                           | 8                   | 9          |
| 10.40       | 100 герц              | 212                      | 5                                                    | 10                                    | 0,5              | 40                          | ++                  | умищается  |
| 10.41       | свет красный          | 113                      | 5                                                    | 10                                    | 4,0              | 30                          | +++                 |            |
| 10.42       | 100 герц              | 213                      | 5                                                    | 10                                    | 3,0              | 25                          | +++                 |            |
| 10.43       | 20 герц               | 28                       | —                                                    | 10                                    | 0                | 0                           | +                   |            |
| 10.44       | 100 герц              | 214                      | 5                                                    | 10                                    | 1,5              | 20                          | +++                 |            |
| 10.45       | свет красный          | 14                       | 5                                                    | 10                                    | 2,0              | 20                          | +++                 |            |
| 10.46       | 100 герц              | 215                      | 5                                                    | 10                                    | 0,5              | 35                          | +++                 |            |
| 10.47       | 100 герц              | 216                      | 5                                                    | 10                                    | 0,5              | 30                          | +++                 |            |

Опыт 34, 13.11 1959 г. Через 3 часа после однократного введения по 0,1 мг на 100 0 веса животного хлористого калия

|       |               |     |   |    |     |    |     |                            |
|-------|---------------|-----|---|----|-----|----|-----|----------------------------|
| 10.40 | 100 герц      | 217 | 5 | 10 | —   | —  | —   | поворачивается от кормушки |
| 10.41 | свет красный  | 15  | 5 | 10 | —   | —  | —   |                            |
| 10.42 | 100 герц      | 218 | 5 | 10 | 4,8 | 15 | +++ |                            |
| 10.43 | 20 герц (диф) | 29  | — | 10 | 0   | 0  | +   |                            |
| 10.44 | 100 герц      | 219 | 5 | 10 | 6,0 | 10 | +++ |                            |
| 10.45 | свет красный  | 16  | 5 | 10 | 2,5 | 15 | +++ |                            |
| 10.46 | 100 герц      | 220 | 5 | 10 | 2,0 | 20 | +++ |                            |
| 10.47 | 100 герц      | 221 | 5 | 10 | 1,0 | 15 | +++ |                            |

|                                                                                |               |     |   |    |     |    |     |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|---|----|-----|----|-----|--|--|
| Опыт 35, 14.11 1959 г. Через день после однократного введения хлористого калия |               |     |   |    |     |    |     |  |  |
| 10.40                                                                          | 100 герц      | 222 | 5 | 10 | 3.0 | 10 | ++  |  |  |
| 10.41                                                                          | свет красный  | 17  | 5 | 10 | —   | —  | —   |  |  |
| 10.42                                                                          | 100 герц      | 223 | 5 | 10 | 3.0 | 15 | +++ |  |  |
| 10.43                                                                          | 20 герц (диф) | 30  | — | 10 | 0   | 0  | +   |  |  |
| 10.44                                                                          | 100 герц      | 224 | 5 | 10 | 3.0 | 15 | +++ |  |  |
| 10.45                                                                          | свет красный  | 18  | 5 | 10 | 8.0 | 10 | +++ |  |  |
| 10.46                                                                          | 100 герц      | 225 | 5 | 10 | 3.0 | 10 | +++ |  |  |
| 10.47                                                                          | 100 герц      | 226 | 5 | 10 | 3.0 | 10 | +++ |  |  |

|                                                                   |              |     |   |    |     |    |     |  |  |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|--|--|
| Опыт 36, 15.11 1959 г. Через день после 2-кратного введения калия |              |     |   |    |     |    |     |  |  |
| 10.45                                                             | 100 герц     | 227 | 5 | 10 | —   | —  | —   |  |  |
| 10.46                                                             | свет красный | 19  | 5 | 10 | —   | —  | —   |  |  |
| 10.47                                                             | 100 герц     | 228 | 5 | 10 | 2,0 | 5  | +++ |  |  |
| 10.48                                                             | 20 герц      | 31  | — | 10 | 3,0 | 10 | +++ |  |  |
| 10.49                                                             | 100 герц     | 229 | 5 | 10 | 3,0 | 5  | +++ |  |  |
| 10.50                                                             | свет красный | 20  | 5 | 10 | —   | —  | —   |  |  |
| 10.51                                                             | 100 герц     | 230 | 5 | 10 | 3,5 | 5  | +++ |  |  |
| 10.52                                                             | 100 герц     | 231 | 5 | 10 | 2,0 | 10 | +++ |  |  |

| Опыт 37, 16.11 1959 г. Через день после 3-кратного введения |              |     |   |    |   |   |   |                                |  |
|-------------------------------------------------------------|--------------|-----|---|----|---|---|---|--------------------------------|--|
| 10.40                                                       | 100 герц     | 232 | 5 | 10 | — | — | — | не реагирует на<br>подачу пищи |  |
| 10.41                                                       | свет красный | 21  | 5 | 10 | — | — | — |                                |  |
| 10.42                                                       | 100 герц     | 233 | 5 | 10 | — | — | — |                                |  |
| 10.43                                                       | 20 герц      | 32  | — | 10 | — | — | — |                                |  |
| 10.44                                                       | 100 герц     | 234 | 5 | 10 | — | — | — |                                |  |
| 10.45                                                       | свет красный | 22  | 5 | 10 | — | — | — |                                |  |
| 10.46                                                       | 100 герц     | 235 | 5 | 10 | — | — | — |                                |  |
| 10.47                                                       | 100 герц     | 226 | 5 | 10 | — | — | — |                                |  |

Пролон. табл. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Опыт 38, 17.II 1959 г. Через день после четырехкратного введения хлористого кадмия

|       |              |     |   |    |     |   |    |   |
|-------|--------------|-----|---|----|-----|---|----|---|
| 10.45 | 100 герц     | 237 | 5 | 10 | 3,0 | 5 | ++ | — |
| 10.46 | свет красный | 23  | 5 | 10 | —   | — | —  | — |
| 10.47 | 100 герц     | 238 | 5 | 10 | —   | — | —  | — |
| 10.48 | 20 герц      | 33  | — | 10 | —   | — | —  | — |
| 10.49 | 100 герц     | 239 | 5 | 10 | —   | — | —  | — |
| 10.50 | свет красный | 24  | 5 | 10 | —   | — | —  | — |
| 10.51 | 100 герц     | 240 | 5 | 10 | —   | — | —  | — |
| 10.52 | 100 герц     | 241 | 5 | 10 | 4,8 | — | —  | — |

Опыт 39, 18.II 1959 г. Через день после 5-кратного введения хлористого кадмия

|       |              |     |   |    |     |    |     |   |
|-------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|---|
| 10.40 | 100 герц     | 242 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.41 | свет красный | 25  | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.42 | 100 герц     | 243 | 5 | 10 | 6,0 | 7  | +++ | — |
| 10.43 | 20 герц      | 34  | — | 10 | 0   | 0  | 0   | — |
| 10.44 | 100 герц     | 244 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.45 | свет красный | 26  | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.46 | 100 герц     | 245 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.47 | 100 герц     | 246 | 5 | 10 | 6,0 | 15 | +++ | — |

Опыт 40, 27.II 1959 г. Через 8 дней после введения хлористого кадмия

|       |              |     |   |    |     |    |     |   |
|-------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|---|
| 10.40 | 100 герц     | 282 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.41 | свет красный | 41  | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.42 | 100 герц     | 283 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.43 | 20 герц      | 42  | — | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.44 | 100 герц     | 284 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.45 | свет красный | 42  | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.46 | 100 герц     | 285 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.47 | 100 герц     | 286 | 5 | 10 | 6,0 | 15 | +++ | — |

Крыса 9, Опыт 50, Через 11 дней после введения хлористого кадмия

|       |              |     |   |    |     |    |     |   |
|-------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|---|
| 10.40 | 100 герц     | 297 | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.41 | свет красный | 47  | 5 | 10 | —   | —  | —   | — |
| 10.42 | 100 герц     | 298 | 5 | 10 | 6,0 | 10 | +++ | — |
| 10.43 | 20 герц      | 45  | — | 10 | 8,0 | 10 | ++  | — |
| 10.44 | 100 герц     | 299 | 5 | 10 | 2,0 | 15 | +++ | — |
| 10.45 | свет красный | 93  | 5 | 10 | 3,5 | 10 | ++  | — |
| 10.46 | 100 герц     | 300 | 5 | 10 | 1,0 | 15 | +++ | — |
| 10.47 | 100 герц     | 301 | 5 | 10 | 1,0 | 20 | +++ | — |

Опыт 53, Через 14 дней после введения хлористого кадмия

|       |              |     |   |    |     |    |     |           |
|-------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|-----------|
| 10.40 | 100 герц     | 312 | 5 | 10 | 5,0 | 15 | +++ | —         |
| 10.41 | свет красный | 53  | 5 | 10 | 2,0 | 20 | +++ | —         |
| 10.42 | 100 герц     | 313 | 5 | 10 | 1,0 | 25 | ++  | —         |
| 10.43 | 20 герц      | 48  | — | 10 | 0   | 0  | 0   | умывается |
| 10.44 | 100 герц     | 314 | 5 | 10 | 1,5 | 20 | +++ | —         |
| 10.45 | свет красный | 54  | 5 | 10 | 2,0 | 15 | ++  | —         |
| 10.46 | 100 герц     | 315 | 5 | 10 | 0,5 | 20 | ++  | —         |
| 10.47 | 100 герц     | 316 | 5 | 10 | 1,5 | 15 | +++ | —         |

страции. За это время выработанные условные рефлексы у животных полностью восстановлены. В поведении животных не отмечалось никаких отклонений от нормы. Ежедневно, в течение 4 дней, вводили по

0,1 мг на 100,0 веса животного хлористого кадмия в виде  $1 \cdot 10^{-4}$  раствора. Опыты были поставлены через 4—5, 24 ч. после каждого нового введения. В табл. 4 приведены результаты этих опытов. Опыт 3 показывает полную сохранность всех выработанных условных рефлексов у кастрированной крысы до введения ионов кадмия.

После введения 0,1 мг хлористого кадмия через 4—5 ч. все условные рефлексы полностью исчезли (опыт 4). Через 24 ч. эти рефлексы начинают восстанавливаться. В период полного исчезновения условных рефлексов отсутствовали и безусловные рефлексы: животное не реагировало на подачу пищи и неподвижно стояло в углу экспериментальной камеры.

В дальнейшем мы продолжали вводить хлористый кадмий в таких же количествах. Оказалось, что после двух-трехкратного введения условные рефлексы исчезают (опыты 6, 7). После четырехкратного введения через три часа исчезли все выработанные условные, а также безусловные рефлексы (опыт 8).

Из фактического материала видно, что через 4—5 ч. после каждого введения хлористого кадмия условные и безусловные пищевые рефлексы полностью исчезают.

Угнетенные условные рефлексы начинают восстанавливаться через 24 ч., однако в итоге четырехкратного введения исчезают через 3 ч. после введения хлористого кадмия и остаются угнетенными в последующие 2 дня.

Угнетенные условные рефлексы восстанавливаются спонтанно через 2—3 дня. Нет сомнения, что условные рефлексы при дальнейшем введении кадмия могли бы угнетаться глубже и дольше. Из сказанного видно, что ионы кадмия вызывают быстрое и глубокое падение выработанных условных рефлексов у кастрированных крыс. Можно сказать, что в данном случае ионы кадмия в сравнительно малых количествах вызывают гораздо более глубокое изменение условных рефлексов, чем это имеет место у некастрированных самцов. Видимо, семенники до некоторой степени смягчают влияние ионов кадмия на высшие отделы центральной нервной системы, поглощая часть этих ионов.

**Обсуждение результатов.** Задача состояла в том, чтобы выяснить, зависит ли выпадение условных рефлексов от поражения testis. Если бы кадмиевый эффект на условнорефлекторную деятельность крыс обуславливался только его поражающим действием на testis, то полное хирургическое удаление семенников должно было бы вызывать намного более глубокое изменение выработанных условных рефлексов, чем введение кадмия. При этом следует учесть, что кадмий не полностью включает процессы гормонообразования семенниками.

Однако хирургическое удаление семенников сравнительно мало угнетает условные рефлексы, а угнетенные рефлексы имеют тенденцию быстрого восстановления.

Для выяснения механизма действия ионов кадмия на высшие отделы центральной нервной системы немаловажное значение имели опыты

Таблица 4

Крыса 8. Опыт 3, 30.III 1959 г. До введения хлористого кадмия

| Время опыта | Условный раздражитель | N условного раздражителя | Изолированное действие условного раздражителя | Общее действие условного раздражителя | Латентный период условного раздражителя | Величина условного рефлекса в дежениях водной шкалы | Безусловная реакция | Примечание                                                      |
|-------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1           | 2                     | 3                        | 4                                             | 5                                     | 6                                       | 7                                                   | 8                   | 9                                                               |
| 9.20        | 100 герц              | 358                      | 5                                             | 10                                    | 2,0                                     | 15                                                  | +++                 | умывается и поворачивается от кормушки<br><br>межсигнал. ответы |
| 9.21        | свет красный          | 86                       | 5                                             | 10                                    | 2,5                                     | 10                                                  | +++                 |                                                                 |
| 9.22        | 100 герц              | 359                      | 5                                             | 10                                    | 3,0                                     | 15                                                  | +++                 |                                                                 |
| 9.23        | 20 герц               | 53                       | —                                             | 10                                    | 0                                       | 0                                                   | 0                   |                                                                 |
| 9.24        | 100 герц              | 360                      | 5                                             | 10                                    | 4,0                                     | 20                                                  | +++                 |                                                                 |
| 9.25        | свет красный          | 87                       | 5                                             | 10                                    | 1,0                                     | 15                                                  | +++                 |                                                                 |
| 9.26        | 100 герц              | 361                      | 5                                             | 10                                    | 1,5                                     | 17                                                  | +++                 |                                                                 |
| 9.27        | 100 герц              | 362                      | 5                                             | 10                                    | 1,0                                     | 15                                                  | +++                 |                                                                 |

Опыт 4, 30.III 1959 г. Через 5 ч. после введения хлористого кадмия по 0,1 мг на 100,0 веса

|      |              |     |   |    |   |   |   |                                                    |
|------|--------------|-----|---|----|---|---|---|----------------------------------------------------|
| 9.20 | 100 герц     | 363 | 5 | 10 | — | — | — | не двигается с места и не реагирует на подачу пищи |
| 9.21 | свет красный | 88  | 5 | 10 | — | — | — |                                                    |
| 9.22 | 100 герц     | 364 | 5 | 10 | — | — | — |                                                    |
| 9.23 | 20 герц      | 54  | — | 10 | — | — | — |                                                    |
| 9.24 | 100 герц     | 365 | 5 | 10 | — | — | — |                                                    |
| 9.25 | свет красный | 89  | 5 | 10 | — | — | — |                                                    |
| 9.26 | 100 герц     | 366 | 5 | 10 | — | — | — |                                                    |
| 9.27 | 100 герц     | 367 | 5 | 10 | — | — | — |                                                    |

Опыт 5, 31.III 1959 г. Через 24 ч. после однократного введения хлористого кадмия

|      |              |     |   |    |     |    |     |                          |
|------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|--------------------------|
| 9.20 | 100 герц     | 369 | 5 | 10 | —   | —  | —   | не может ориентироваться |
| 9.21 | свет красный | 90  | 5 | 10 | 8,0 | 10 | +++ |                          |
| 9.22 | 100 герц     | 369 | 5 | 10 | 4,5 | 5  | +++ |                          |
| 9.23 | 20 герц      | 55  | — | 10 | 0   | 0  | 0   |                          |
| 9.24 | 100 герц     | 370 | 5 | 10 | 7,5 | 10 | +++ |                          |
| 9.25 | свет красный | 91  | 5 | 10 | 4,0 | 10 | +++ |                          |
| 9.26 | 100 герц     | 371 | 5 | 10 | 4,8 | 10 | +++ |                          |
| 9.27 | 100 герц     | 372 | 5 | 10 | 3,0 | 10 | +++ |                          |

Опыт 6, 1.V 1959 г. Через день после двухкратного введения хлористого кадмия

|      |              |     |   |    |     |    |     |  |
|------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|--|
| 9.20 | 100 герц     | 373 | 5 | 10 | 7,0 | 10 | +++ |  |
| 9.21 | свет красный | 92  | 5 | 10 | —   | —  | —   |  |
| 9.22 | 100 герц     | 374 | 5 | 10 | 6,5 | 10 | +++ |  |
| 9.23 | 20 герц      | 56  | — | 10 | 0   | 0  | 0   |  |
| 9.24 | 100 герц     | 375 | 5 | 10 | 1,0 | 15 | +++ |  |
| 9.25 | свет красный | 93  | 5 | 10 | 7,0 | 10 | +++ |  |
| 9.26 | 100 герц     | 376 | 5 | 10 | 5,0 | 10 | +++ |  |
| 9.27 | 100 герц     | 377 | 5 | 10 | 5,0 | 10 | +++ |  |

Опыт 7. Через 24 ч. после трехкратного введения

|      |              |     |   |    |     |    |     |  |
|------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|--|
| 9.20 | 100 герц     | 378 | 5 | 10 | 7,0 | 10 | +++ |  |
| 9.21 | свет красный | 94  | 5 | 10 | 4,0 | 10 | +++ |  |
| 9.22 | 100 герц     | 379 | 5 | 10 | 8   | 10 | +++ |  |
| 9.23 | 20 герц      | 57  | — | 10 | 0   | 0  | 0   |  |
| 9.24 | 100 герц     | 380 | 5 | 10 | 7,5 | 10 | +++ |  |
| 9.25 | свет красный | 95  | 5 | 10 | —   | —  | +++ |  |
| 9.26 | 100 герц     | 381 | 5 | 10 | 4,0 | 10 | +++ |  |
| 9.27 | 100 герц     | 382 | 5 | 10 | 8,0 | 15 | +++ |  |

Продолж. табл. 4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Опыт 8, 2.IV 1959 г. Через 3 ч. после четырехкратного введения хлористого кадмия

|      |              |     |   |    |   |   |   |  |
|------|--------------|-----|---|----|---|---|---|--|
| 9.20 | 100 герц     | 383 | 5 | 10 | — | — | — |  |
| 9.21 | свет красный | 96  | 5 | 10 | — | — | — |  |
| 9.22 | 100 герц     | 384 | 5 | 10 | — | — | — |  |
| 9.23 | 20 герц      | 58  | — | 10 | — | — | — |  |
| 9.24 | 100 герц     | 385 | 5 | 10 | — | — | — |  |
| 9.25 | свет красный | 97  | 5 | 10 | — | — | — |  |
| 9.26 | 100 герц     | 386 | 5 | 10 | — | — | — |  |
| 9.27 | 100 герц     | 387 | 5 | 10 | — | — | — |  |

Опыт 9, 3.IV 1959 г. Через 24 ч. после четырехкратного введения хлористого кадмия

|      |              |     |   |    |   |   |   |                                                                                    |
|------|--------------|-----|---|----|---|---|---|------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.20 | 100 герц     | 388 | 5 | 10 | — | — | — | стоит в углу экспериментальной камеры и не двигается; при подаче пищи не реагирует |
| 9.21 | свет красный | 98  | 5 | 10 | — | — | — |                                                                                    |
| 9.22 | 100 герц     | 389 | 5 | 10 | — | — | — |                                                                                    |
| 9.23 | 20 герц      | 59  | — | 10 | — | — | — |                                                                                    |
| 9.24 | 100 герц     | 390 | 5 | 10 | — | — | — |                                                                                    |
| 9.25 | свет красный | 99  | 5 | 10 | — | — | — |                                                                                    |
| 9.26 | 100 герц     | 391 | 5 | 10 | — | — | — |                                                                                    |
| 9.27 | 100 герц     | 392 | 5 | 10 | — | — | — |                                                                                    |

Опыт 11, 6.IV 1959 г. 4-й день после четырехкратного введения

|      |              |     |   |    |     |    |     |
|------|--------------|-----|---|----|-----|----|-----|
| 9.20 | 100 герц     | 398 | 5 | 10 | 3,0 | 15 | +++ |
| 9.21 | свет красный | 102 | 5 | 10 | 1,0 | 17 | +++ |
| 9.22 | 100 герц     | 399 | 5 | 10 | 0,5 | 20 | +++ |
| 9.23 | 20 герц      | 61  | — | 10 | 0   | 0  | 0   |
| 9.24 | 100 герц     | 400 | 5 | 10 | 5   | 15 | +++ |
| 9.25 | свет красный | 103 | 5 | 10 | 2,0 | 7  | +++ |
| 9.26 | 100 герц     | 401 | 5 | 10 | 6,0 | 15 | +++ |
| 9.27 | 100 герц     | 402 | 5 | 10 | 5,5 | 10 | +++ |

по влиянию ионов кадмия на условнорефлекторную деятельность самок крыс. Казалось бы, что в одинаковых количествах ионы кадмия не должны были угнетать условные рефлексы, так как они не поражают яичники самок крыс. Однако приведенные нами опыты с очевидностью показали, что ионы кадмия вызывают глубокое падение выработанных условных рефлексов с последующим спонтанным восстановлением.

Опыты, проведенные на кастрированных крысах, ясно показали, что ионы кадмия вызывают угнетение условнорефлекторной деятельности у этих крыс. Эти факты показали, что поражение testis ионами кадмия не является главным фактором в угнетающем действии этого вещества на условнорефлекторную деятельность крыс.

С другой стороны, результаты наших опытов, которые будут изложены в специальном сообщении, показали, что различные препараты тестостерона не могут восстанавливать условные рефлексы, угнетенные ионами кадмия.

В угнетающем действии ионов кадмия мы не исключаем роль нарушения гормонального баланса тестостерона, однако полученный материал позволяет не считать это поражение единственным и главным в

механизме угнетающего действия этого иона на условнорефлекторную деятельность крыс. На основании наших данных относительно влияния ионов кадмия на систему гипоталамус-гипофиз, а также данных, изложенных в настоящей статье, мы считаем, что в механизме угнетающего действия ионов кадмия на условнорефлекторную деятельность крыс главную роль играет поражение системы гипоталамус-гипофиз.

## В ы в о д ы

1. Кастрация у крыс вызывает удлинение латентного периода и частичное выпадение условных рефлексов начиная с 3—4 дня после кастрации. С 10—11 дня условные рефлексы восстанавливаются. У некоторых крыс кастрация не вызывает падения условных рефлексов.

2. Ионы кадмия угнетают выработанные условные рефлексы самок крыс. У некоторых самок условные рефлексы угнетаются намного сильнее, чем у самцов крыс при введении одних и тех же количеств этих ионов.

3. Ионы кадмия в дозе по 0,1 мг на 100,0 веса животного вызывают исчезновение условных рефлексов у кастрированных крыс после трех-четырёхкратного введения.

Сектор биохимии  
Академии наук АрмССР

Поступило 14.V 1959 г.

И. А. ԳԱԼՅԱՆ

## ԿԵՆԴՐԱՆՆԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆԱԿԱՆ-ՌԵՅԻԼԵՏՈՐ ԳՈՐԾՈՆԵՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԿԱԳՄԻՈՒՄԻ ԻՈՆՆԵՐԻ ԱԶԳԵՅՈՒԹՅԱՆ ՄԵՆԱՆԻՋՄԵ ՀԱՐՅԻ ՇՈՒՐՋՐ

Ա. Ա. Գ Ե Ն Ա Ն

Հոգիածած ցույց է տրված, որ կադմիումի ալն քանակությունները, որոնք առնետների մոտ առաջ են բերում մշակված պայմանական սեֆլիկների անկում, արտահարում են հիպոթալամուս-հիպոֆիզ սխտեմը:

Սակալն զրահանություն մեջ եղած ավալների հիման վրա կարելի է պնդել, որ կադմիումի իոնները մեծ չափով վնասում են և ամորձիները:

Տեսական և գործնական կարևոր նշանակություն ունի ալն հարցի պարզաբանումը, թե որ օրգանի ֆունկցիայի խանգարման դեպքում կարող է տուժել ուղեղի աշխատանքը: Մեզ հաջողվել է ցույց տալ, որ առնետների պայմանական սեֆլիկները կադմիումի իոնների ազդեցության տակ ավելի խորն են արտահարվում, քան ամորձատուրից: Կադմիումը արտահարում է նաև էղերի պայմանական սեֆլիկները, չնայած վերջիններիս մոտ կադմիումի իոնները մորֆոլոգիական փոփոխություններ չեն առաջացնում ձվարաններում: Եվ, վերջապես, նշված իոնները արտահարում են նախօրոք ամորձատված առնետների պայմանական սեֆլիկները: Այս փաստերը հնարավորություն են տալիս պնդելու, որ կադմիումի ազդեցության մեխանիզմը ավելի բարդ է և նրա գործունեության ոլորտի մեջ են ընդգրկվում կենտրոնական ներվային-սեֆլիկաոր օղակները: