

Про кореляцію між швидкістю зміцнення умовного рефлексу і силою збуджувального процесу у щурів різного типу нервової системи

Ж. О. Крученко

*Лабораторія типів нервової системи Інституту фізіології
ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ*

В сучасній літературі висловлені дві протилежні точки зору щодо можливості використання показника швидкості зміцнення позитивних умовних рефлексів як критерію сили збуджувального процесу. Одні автори вважають, що швидкість зміцнення умовнорефлекторних зв'язків не відбиває стану збуджувального процесу. Так, Е. П. Кокоріна [6] встановила відсутність кореляції між швидкістю утворення умовних рефлексів і силою процесу збудження. Деякі дослідники [3, 4, 8, 11] вважають, що швидкість зміцнення умовних рефлексів відображає рухливість нервових процесів, а не їх силу. Л. М. Козлова [5], яка встановила наявність кореляції між швидкістю утворення умовних зв'язків і динамікою зовнішнього гальмування, також вважає непридатним показник швидкості утворення умовних рефлексів для визначення сили збуджувального процесу. Інші автори вважають, що швидкість утворення умовних рефлексів відтворює міру збудливості кори великих півкуль. Так, Л. Котляревський та його співробітники в дослідях, проведених на білих щурах, користувались показником швидкості зміцнення умовних рефлексів як критерієм сили збуджувального процесу. Трудність утворення умовних рефлексів у щурів слабого типу нервової системи іноді виключає можливість застосування кофеїнової проби. Деякі автори використовують швидкість утворення умовних рефлексів як тест для визначення типологічних особливостей нервової системи тварин [1, 2, 12].

Завданням даного дослідження було встановлення кореляції між швидкістю зміцнення позитивних умовних рефлексів і силою збуджувального процесу, про що можна було судити на підставі кофеїнових проб у білих щурів. В літературі, крім роботи Чжен-Ке Яо, нам не вдалося знайти праць, в яких би була застосована кофеїнова проба для визначення сили збуджувального процесу у щурів. Тому ми докладніше спинимось на аналізі впливу різних доз кофеїну на вищу нервову діяльність щурів з неоднаковою силою збуджувального процесу.

Методика досліджень

Умовнорефлекторну діяльність визначали за харчово-руховою методикою Л. І. Котляревського. Стереотип складався з двох подразників, які застосовували по черзі і були адресовані до звукового аналізатора. Позитивним був дзвоник середньої сили, гальмівним — слабкий зумер.

Досліди проведені на 23 білих щурах, які за результатами кофеїнових проб і врівноважності нервових процесів розподілялись так: у восьми щурів були сильні і врівноважені нервові процеси; у семи щурів були сильні нервові процеси, але з переважанням збуджувального процесу; у чотирьох щурів нервові процеси були сильні, неврівноважені і, нарешті, у чотирьох щурів була слабкість обох нервових процесів.

Результати досліджень

У появі позитивного умовного рефлексу піддослідних тварин не було істотної різниці. Так, у сильних врівноважених і збудливих щурів він в середньому з'являється на 18-му застосуванні позитивного подразника, у тварин з переважанням гальмівного процесу — на 15-му і слабких — на 21-му. При зміцненні умовного рефлексу різниця між групами очевидна. У щурів сильного врівноваженого типу нервової системи позитивний умовний рефлекс в середньому зміцнюється на 85-му застосуванні, у тварин з переважанням гальмівного процесу — на 100-му, у збудливих — на 44-му, у слабких — на 159-му (див. таблицю). Як видно, найшвидше позитивний умовний рефлекс зміцнюється у щурів з переважанням збуджувального процесу і найповільніше — у слабких тварин. Сильні врівноважені і схильні до гальмування тварини займають проміжне місце.

Деякі показники сили і врівноваженості нервових процесів у білих щурах різних типів нервової системи

Показники умовнорефлекторної діяльності	Тип нервової системи піддослідних тварин			
	Сильні врівноважені	Сильні з переважанням гальмівного процесу	Сильні збудливі	Слабкі
Поява позитивного умовного рефлексу (сполучення)	18	15	18	21
Зміцнення позитивного умовного рефлексу (сполучення)	85	100	44	159
Поява негативного умовного рефлексу (сполучення)	1,4	1,3	2,3	1,2
Зміцнення негативного умовного рефлексу (сполучення)	31	13	46	11
Процент помилок на позитивний умовний подразник	32,8	37,0	18,8	53,8
Процент помилок на негативний умовний рефлекс	21,0	10,0	38,7	13,1
Врівноваженість основних нервових процесів	0,7	0,25	2,1	0,22

Про силу збуджувального процесу ми судили на основі проценту неправильних відповідей на позитивний подразник, тобто, за відношенням кількості неправильних відповідей на позитивний подразник до кількості всіх позитивних подразнень, які були застосовані для вироблення стереотипу. Процент неправильних відповідей на позитивний подразник, який був обчислений для щурів сильного врівноваженого і гальмівного типів нервової системи, майже не відрізняється один від одного і становить для перших — 32,8% і для других — 37%. Процент неправильних відповідей у тварин із сильним збуджувальним процесом дорівнює 18,8%, у слабких 53,8%. Це свідчить про те, що зміцнення позитивного умовного рефлексу легше і швидше настає у тварин із сильним збуджувальним процесом і повільніше у щурів слабого типу нервової системи.

Негативний у тварин різного типу щурів диференціює ні подразника, у тварин збудливих — на розв'язок легше утвор

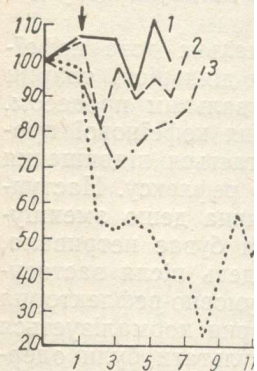


Рис. 1. Вплив кофеїну на умовнорефлекторну діяльність щурів різного типу нервової системи. На осі абсцис — дні спостереження, на осі ординат — величина рефлексу в процентах. 1 — сильні врівноважені тварини, 2 — сильні збудливі тварини, 3 — слабкі тварини. Стрілкою позначено введення кофеїну.

сильних збудливих процесу — 10% і слабких — 53,8%.

При оцінці сили нервових процесів ми брали на подовження і вивчали показником нервової системи цих тварин цей показник. У сильних схильних до гальмування тематична обробка показує, що ці показники не корелюють з інтенсивністю гальмівного процесу (диференціює ні подразника) і «процентом помилок» на позитивний умовний рефлекс і «процентом помилок» на негативний умовний рефлекс. Це дає нам право думати, що функціональний стан тварини не відбиває рівня гальмування.

Врівноваженість нервової системи. Проценту неправильних відповідей на позитивний подразник у тварин нами були обчислені з переважанням гальмівного процесу. З огляду на те, що дані, ми встановили, що у щурів з низьким коефіцієнтом гальмування гальмівного процесу (сильні збудливі тварини) про наявність у цих тварин основі ми віднесли їх до збудливих тварин.

Негативний умовний рефлекс також виробляється неоднаково у тварин різного типу нервової системи. Так, у сильних врівноважених щурів диференцировка зміцнюється в середньому на 31-му застосуванні подразника, у тварин з переважанням гальмівного процесу на 13-му, у збудливих — на 46-му і слабких — на 11-му. Як видно, диференцировка легше утворюється у сильних, схильних до гальмівного процесу

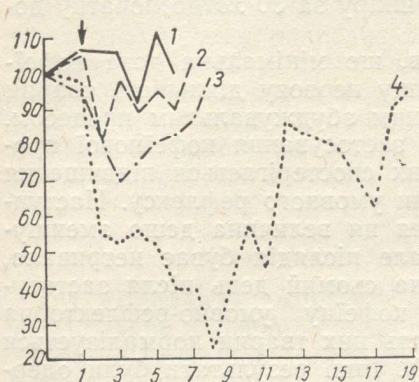


Рис. 1. Вплив кофеїну в дозі 25 мг/кг на умовнорефлекторну діяльність щурів різного типу нервової системи. На осі абсцис — дні дослідів, на осі ординат — величина умовного рефлексу в процентах:

1 — сильні врівноважені тварини, 2 — сильні збудливі тварини, 3 — сильні з переважанням гальмівного процесу тварини, 4 — слабкі тварини. Стрілкою показано введення кофеїну.

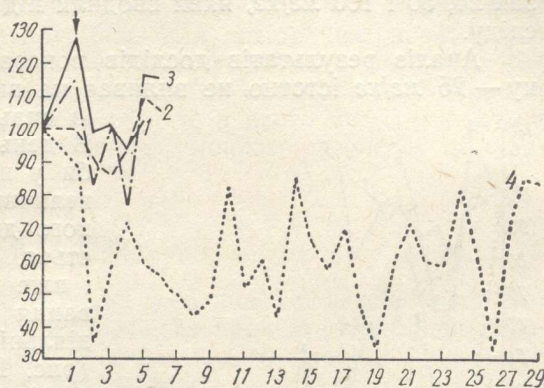


Рис. 2. Вплив кофеїну в дозі 50 мг/кг.

Позначення такі самі, як і на рис. 1.

і слабких тварин і важче у тварин з переважанням збуджувального процесу. Про це ж свідчить і кількість помилок, встановлена для негативного умовного рефлексу: у сильних врівноважених щурів вони становлять 21%,

сильних збудливих — 38,7%, сильних з переважанням гальмівного процесу — 10% і слабких — 13,1%.

При оцінці сили гальмівного процесу на основі результатів проби на подовження ізолюваної дії гальмівного подразника ми користувалися показником проценту диференцировки. У сильних врівноважених тварин цей показник дорівнює 92,5%, у сильних збудливих — 86,2%, у сильних схильних до гальмування — 88,1% і у слабких — 81,9%. Математична обробка показала, що проба на подовження диференцировки не корелює з іншими результатами, одержаними при оцінці гальмівного процесу (швидкістю вироблення негативного умовного рефлексу і «процентом помилок» на гальмівний подразник). Ми поділяємо думку ряду авторів [10, 11 та ін.] про те, що ця проба відтворює функціональний стан нервової системи в момент її застосування, а не відбиває рівня гальмівного процесу, властивого даній тварині.

Врівноваженість нервових процесів ми визначали за відношенням проценту неправильних відповідей на гальмівний подразник до проценту неправильних відповідей на позитивний сигнал. Спочатку всі тварини нами були поділені на три групи: сильні врівноважені, сильні з переважанням збуджувального процесу і слабкі — з неуврівноваженістю за рахунок гальмівного процесу. Однак, аналізуючи одержані дані, ми встановили, що в групі врівноважених тварин опинилися щури з низьким коефіцієнтом врівноваженості, який вказує на переважання гальмівного процесу. Результати ж кофеїнових проб свідчать про наявність у цих тварин сильного збуджувального процесу. На цій основі ми віднесли їх до окремої групи — сильних тварин з переважанням гальмівного процесу над збуджувальним.

Таким чином, швидкість зміцнення умовних рефлексів і процент неправильних відповідей на позитивний і гальмівний подразники неоднакові у тварин з різним рівнем збудливості кори великих півкуль головного мозку.

Для вивчення впливу кофеїну на вищу нервову діяльність білих щурів ми застосовували водний розчин кофеїн-бензоату натрію в дозах 25, 50 і 100 мг/кг, який вводили під шкіру за 30 хв до початку досліджу.

Аналіз результатів дослідів показав, що мінімальна доза кофеїну — 25 мг/кг істотно не впливає на вищу нервову діяльність тварин із сильним збуджувальним процесом. В день застосування кофеїнової проби у них спостерігається підвищення величини умовного рефлексу. Наступного дня ця величина дещо зменшується, але післядія буває нетривала, і вже на сьомий день після застосування кофеїну умовно-рефлекторна діяльність цих тварин нормалізується (рис. 1). Інші результати були одержані у щурів із слабким типом нервової системи. Уже в день проведення кофеїнової проби (25 мг/кг) спостерігається різке погіршення умовно-рефлекторної діяльності. Тільки через 17 днів після застосування кофеїну величина позитивного умовного рефлексу становить 90% від вихідної.

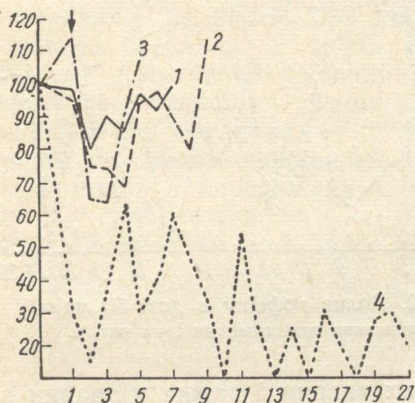


Рис. 3. Вплив кофеїну в дозі 100 мг/кг. Позначення такі самі, як і на рис. 1.

Середня доза кофеїну — 50 мг/кг спричиняє підвищення позитивного умовного рефлексу у щурів сильного врівноваженого типу і сильного із схильністю до гальмування типу нервової системи; у тварин з переважанням збуджувального процесу величина позитивного умовного рефлексу не змінюється. Наступного дня величина умовних рефлексів знижується, причому у тварин з переважанням збуджувального процесу різкіше, ніж у сильних врівноважених і сильних з переважанням гальмівного процесу. Ці порушення умовно-рефлекторної діяльності спостерігаються на протязі п'яти днів. У тварин слабого типу нервової діяльності кофеїн в дозі 50 мг/кг спричиняє більш різкі порушення, ніж попередня доза. В день застосування кофеїну величина позитивного умовного рефлексу становить 88% від вихідного рівня. В наступні дні відзначається циклічність умовно-рефлекторної діяльності, яка здійснюється на низькому рівні. Такі порушення спостерігаються на протязі більш як 30 днів (рис. 2).

Доза кофеїну 100 мг/кг викликає підвищення величини позитивного умовного рефлексу в день його застосування у тварин сильного врівноваженого і сильного з переважанням гальмівного процесу типів нервової системи і незначно знижує її у щурів сильного збудливого типу нервової системи. В наступні три-чотири дні величина умовного рефлексу знижується. Через сім—десять днів умовно-рефлекторна діяльність цих тварин повертається до норми. У тварин слабого типу нервової системи кофеїн в дозі 100 мг/кг викликає значне порушення умовно-рефлекторної діяльності, що спостерігається протягом тривалого часу (рис. 3).

Чи існує кореляція між швидкістю зміцнення позитивних умовних рефлексів і силою збуджувального процесу, яка визначається граничною дозою кофеїну? Позитивна відповідь на це запитання дала б мож-

ливість застосовувати цих рефлексів як критерію цього процесу. Обчислено: $r = -0,57$ при $m =$

На підставі цієї кореляції швидкості зміцнення позитивного процесу існує зв'язок між швидкістю умовного рефлексу і порушень умовно-рефлекторної діяльності. Це виявився меншим, ніж завжди швидкість, дає граничній дозі в

1. Швидкість зміцнення умовного рефлексу у тварин з різною силою збуджувального процесу. Вона у щурів з різною силою збуджувального процесу представників слабого типу нервової системи.

2. Динаміка умовного рефлексу. Вона виявляє залежність від сили збуджувального процесу. Вона із сильним збуджувальним процесом характеризується швидкістю збудливості кори великих півкуль.

3. Проба на позитивний умовний рефлекс. Цей тест не характеризується кореляцією з іншими тестами.

4. Між швидкістю зміцнення умовного рефлексу і силою збуджувального процесу. Ця залежність є критерієм достовірності дослідження.

З цього виходить, що швидкість зміцнення умовного рефлексу не є самою швидкою швидкістю збуджувального процесу, а мож-

1. Айзінбудас Л. Б.
2. Гуринович Л. А. — 1960.
3. Еремеев И. С., Фролов В. П. — 1963.
4. Иванов-Смоленский А. Г. — 1961.
5. Козлова Л. Н. — Ж.
6. Кокорина Э. П. — Ж.
7. Котляревский Л. П. — 1961.
8. Красусский В. К. — Ж.
9. Манаков И. Д. — Ж.
10. Мелихова Е. Ф. — Ж.
11. Федоров Викт. К.
12. Чжен-Ке Яо, Гиян-Ке Яо, 1959, 23, 1.

ливість застосовувати показник швидкості зміцнення позитивних умовних рефлексів як самостійний тест для визначення сили збуджувального процесу. Обчислення коефіцієнта кореляції дало такі результати: $r = -0,57$ при $m = \pm 0,24$, $p < 0,05$.

На підставі цих даних можна зробити висновок, що між швидкістю зміцнення позитивного умовного рефлексу і силою збуджувального процесу існує від'ємна часткова кореляція, тобто чим менша кількість застосувань подразника потрібна для зміцнення позитивного умовного рефлексу, тим більшу дозу кофеїну тварина витримує без порушень умовнорефлекторної діяльності. Але критерій достовірності p виявився меншим від мінімального порога, з цього виходить, що не завжди швидкість зміцнення позитивного умовного рефлексу відповідає граничній дозі кофеїну.

Висновки

1. Швидкість зміцнення позитивних умовних рефлексів неоднакова у тварин з різною силою збуджувального процесу. Найбільш висока вона у щурів з переважанням збуджувального процесу і низька у представників слабого типу нервової системи.

2. Динаміка вироблення позитивного умовного рефлексу також виявляє залежність від сили збуджувального процесу, що виражається невеликою кількістю помилок на позитивний подразник у тварин із сильним збуджувальним процесом порівняно з тваринами з низькою збудливістю кори великих півкуль.

3. Проба на подовження ізольованої дії гальмівного подразника не корелює з іншими показниками сили гальмівного процесу і, мабуть, цей тест не характеризує рівня гальмівного процесу, властивого тварині.

4. Між швидкістю зміцнення позитивних умовних рефлексів і силою збуджувального процесу існує від'ємна часткова кореляція, але критерій достовірності при цьому менше від мінімального порога.

З цього виходить, що швидкість зміцнення позитивного умовного рефлексу не є самостійним тестом для визначення сили збуджувального процесу, а може враховуватись разом з іншими її показниками.

Література

1. Айзинбудас Л. Б.— Журн. общей биол., 1958, 1, 19.
2. Гуринович Л. А.— Тезиси докл. XIX совещ. по пробл. высшей нервной деят., 1960.
3. Еремеев И. С., Федоров Викт. К.— Тезиси XX совещ. по пробл. высшей нервной деят., 1963.
4. Иванов-Смоленский А. Г.— Журн. высшей нервной деят., 1953, 3, 1.
5. Козлова Л. Н.— Журнал высшей нервной деят., 1962, 12, 2.
6. Кокорина Э. П.— Журн. высшей нервной деят., 1957, 7, 5.
7. Котляревский Л. И.— Труды Ин-та высшей нервной деят. АМН СССР, серия патофизиол., 1961, 9.
8. Красусский В. К.— Труды ин-та физиол. им. И. П. Павлова, 1953, 2.
9. Манаков И. Д.— Условные рефлексы и типы нервной системы у лошадей, Харьков, 1956.
10. Мелихова Е. Ф.— Журн. высшей нервной деят., 1964, 14, 5.
11. Федоров Викт. К.— Журн. высшей нервной деят., 1961, 11, 4.
12. Чжен-Ке Яо, Гия-Вен Хо, Чжоу-Динь Хуан— Acta physiologica sinica, 1959, 23, 1.

Надійшла до редакції
10.XII 1965 р.