

УДК 612.333.81+613.648

ВПЛИВ РІЗНИХ ДОЗ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ДИНАМІКУ УМОВНОРЕФЛЕКТОРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ І ЗМІЦНЕННЯ ДИФЕРЕНЦІУВАЛЬНОГО ГАЛЬМУВАННЯ У ЩУРІВ СЕРЕДНЬОГО ВІКУ

П. Д. Харченко, С. Єлмуратов, Г. М. Чайченко

Кафедра фізіології людини і тварин Київського університету ім. Т. Г. Шевченка

Вивчення впливу такого потужного фактора як рентгенівське опромінення на замикальну функцію кори має дуже важливе теоретичне і практичне значення. Проведення таких досліджень особливо важливе в онтогенетичному аспекті, оскільки, на думку деяких дослідників, з віком радіорезистентність організму до опромінення збільшується [6, 7, 14]. Правда, деякі автори [13] вважають, що ефект опромінення безпосередньо не пов'язаний з віком тварин.

В літературі немає єдиної думки щодо впливу різних доз рентгенівського проміння на поведінку дорослих щурів. Так, деякі дослідники [8, 11] показали, що опромінення щурів дозами 300—600 р викликає зниження загальної активності тварин у перші дні після впливу, зниження швидкості реакції, збільшення кількості помилок після часткового навчання в лабіринті і погіршення запам'ятовування лабіринта. Водночас інші дослідники [9, 10] показали, що опромінення щурів дозами 300—900 р не впливає на загальну кількість помилок, зроблених під час навчання, і не впливає на збереження реакції втечі.

Таким чином, необхідність таких досліджень зрозуміла. Крім того, коли експериментальний вплив (рентгенівське опромінення) прикладається між початковим навчанням і його продовженням, то стабільність умовнорефлекторної реакції відбиває як функцію пам'яті, так і дальший розвиток процесу навчання.

Дане дослідження є продовженням вивчення впливу рентгенівського опромінення на умовнорефлекторну діяльність щурів різного віку і проведене на щурах середнього віку.

Методика досліджень

У дорослих статевозрілих білих щурів-самців середнього віку (7—8 місяців) виробляли штучні рухові харчоздобувні умовні рефлекси за методикою Котляревського [2] в модифікації Гольдберга та ін. [1]. Методика дослідження і параметри опромінення описані нами раніше [5].

Тотальне опромінення щурів здійснювали після вироблення і зміцнення умовного рухового рефлексу дозами 500, 600 і 700 р. Всіх щурів поділили на 4 групи: I група (9 тварин) була опромінена дозою 500 р, II група (9 тварин) — 600 р, III група (9 тварин) — 700 р і IV група (7 тварин) — служила контролем для трьох попередніх груп тварин. Показники умовнорефлекторної діяльності (латентний період, тривалість реакції, величина умовного рефлексу і величина міжсигнальних рефлексів, ступінь активності і розвиток диференціального гальмування) кожного щура підсумовували за кожний день дослідження і одержані середні величини обробляли статистично на машині «Промінь-М».

Коректор В. П. Новостаська

ку 27.11 1974 р. Папір друкарський № 1.
к. аркушів 12,6. Обліково-видавн. арку-
діна 90 коп.

Ів, Репіна, 3.

го виробничого об'єднання «Поліграф-
і, Репіна, 4.

Вироблення диференцировки (звук частотою 800 гц, T_{800}) до позитивного звукового подразника (T_{400}) починали за 13 днів до опромінення. Тип нервової системи тварин в середньостатистичних показниках не враховувався. Опромінення викликало смерть тварин: III група — 3 щурів, II група — 1 щура, I група — жодного.

Результати досліджень

Найбільш значні ефекти опромінення настають незабаром після радіаційного впливу і характеризуються тимчасовими поведінковими реакціями.

На рис. 1 показані зміни латентного періоду і тривалості умовного рефлексу після опромінення щурів дозами 500, 600 і 700 р. Вже через кілька годин після опромінення (перший день) спостерігається значне

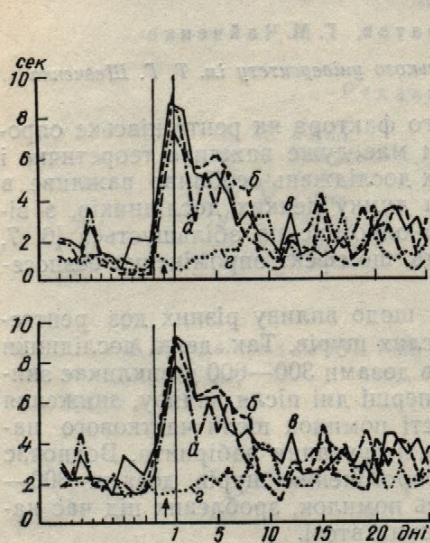


Рис. 1. Вплив рентгенівського опромінення на величину латентного періоду (вгорі) і тривалість умовнорефлекторної реакції (внизу) у щурів середнього віку. а — 500 р, б — 600 р, в — 700 р, г — контроль. Момент опромінення показаний двома вертикальними лініями і стрілкою.

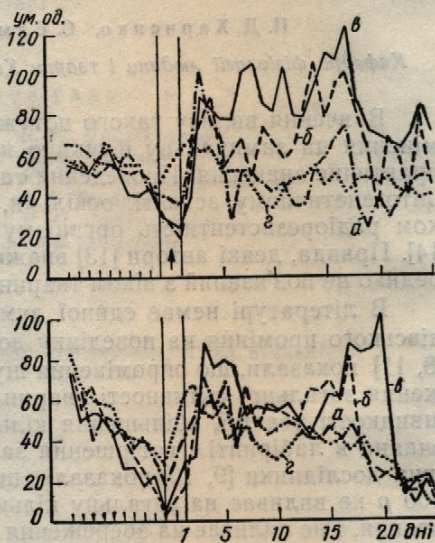


Рис. 2. Зміни величини рефлексу (вгорі) і міжсигнальних реакцій (внизу) у щурів середнього віку під впливом різних доз рентгенівського опромінення. Умовні позначення див. рис. 1.

зростання латентного періоду і тривалості реакції, яке триває сім діб. Після цієї початкової фази пригнічення настає фаза відносної стабілізації, яка й триває до закінчення дослідження. Слід відзначити, що дози опромінення 600 і 700 р викликають приблизно однаковий ефект.

Зміни величини рефлексу і величини міжсигнальних реакцій після опромінення мають дещо інший характер (рис. 2). Через кілька годин після опромінення (перший день) спостерігається зниження величини рефлексу (I фаза). Однак після цієї фази первинного пригнічення настає значне зростання величини рефлексу (при всіх дозах опромінення, II фаза). Після максимальної дози опромінення (700 р) величина рефлексу зберігається на високому рівні протягом усього дослідження. Що стосується впливу доз 500 і 600 р, то після фази зростання величини рефлексу протягом 8—9 днів спостерігається період відносної стабілізації умовнорефлекторної діяльності і на 13—15-й день після опромінен-

ня спостерігається III фаза. Ця фаза в меншій мірі Наприкінці досліду (на 2 значних коливань.

Відмінність у фазних рефлексу, які настають припустити, що латентний функціональної системи, і рефлексу. Адже латентний умовного сигналу до може, латентний період відбний і весь еферентний пр умовного рефлексу. Галь у якійсь частині системи, чини умовного рефлексу п зміни величини латентног спостерігається стабілізаці

Розглянемо питання п для опромінення. Відомо, кість міжсигнальних реак ження (чим сильніше збу при зміцненні тимчасового в'язана переважно з проц ня, тим більше міжсигналь

На рис. 2 видно, що д них реакцій (особливо у 1 Через кілька годин після с нальних реакцій зростає, і ного процесу (що суперечи ної діяльності). Однак не групи також спостерігаєть мінених тварин) міжсигна ворити про значне ослабл рин безпосередньо після р нальних рефлексів у тварин ються від змін, спостережу які одержали дозу 700 р, сп них реакцій, що мабуть о збудження у II фази. Це в рефлексу після опроміненн стабілізації через 13—14 д стерігається значне зроста обумовлене ослабленням п після опромінення міжсиг тварин практично зникают

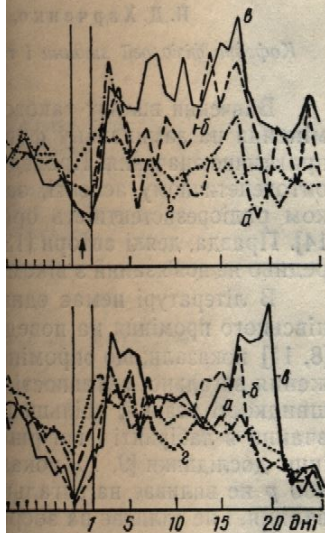
До початку опромінен високий рівень диференци опромінення у тварин II і I них — знизився до 60—65 нення спостерігається осл тварин всіх груп, а у конт стрована повна диференци дні після опромінення спос мівного процесу у щурів, о відзначити, що у щурів ко

24. Т₈₀₀) до позитивного звуковоння. Тип нервової системи тварин Опромінення викликало смерть а — жодного.

ень

істають незабаром після расовими поведінковими реак-

ріоду і тривалості умовного 500, 600 і 700 р. Вже через ень) спостерігається значне



Зміни величини рефлексу (вгорі) ігнальних реакцій (внизу) у щурів ього віку під впливом різних доз рентгенівського опромінення. Умовні позначення див. рис. 1.

реакції, яке триває сім діб. стає фаза відносної стабіль- ія. Слід відзначити, що дози зно однаковий ефект.

жсигнальних реакцій після рис. 2). Через кілька годин гається зниження величини первинного пригнічення на- при всіх дозах опромінення, нення (700 р) величина ре- тягом усього дослідження. ія фази зростання величини а період відносної стабіль- -15-й день після опромінен-

ня спостерігається III фаза — тимчасове підвищення величини рефлексу. Ця фаза в меншій мірі виявлена у тварин, що одержали дозу 700 р. Наприкінці досліду (на 20—25-й день) величина рефлексу ще зазнає значних коливань.

Відмінність у фазних змінах величини і латентного періоду умовного рефлексу, які настають після опромінення, можна зрозуміти, якщо припустити, що латентний період відбиває діяльність більш складної функціональної системи, ніж та, що відбивається величиною умовного рефлексу. Адже латентний період — це час від моменту початку звучання умовного сигналу до моменту дотикання щуром дверцят камери. Отже, латентний період відбиває у часі весь аферентний, весь центральний і весь еферентний процеси, чого не можна сказати про величину умовного рефлексу. Гальмівному процесу, мабуть, легше розвинути у якійсь частині системи, ніж у всій системі в цілому. Тому зміни величини умовного рефлексу після опромінення тривають значно довше, ніж зміни величини латентного періоду, і в межах тривалості досліду не спостерігається стабілізації величини рефлексу.

Розглянемо питання про зміни величини міжсигнальних реакцій після опромінення. Відомо, що при виробленні умовного рефлексу кількість міжсигнальних реакцій пов'язана переважно з процесами збудження (чим сильніше збудження, тим більше міжсигнальних реакцій); при зміцненні тимчасового зв'язку кількість міжсигнальних реакцій пов'язана переважно з процесами гальмування (чим слабше гальмування, тим більше міжсигнальних рефлексів) [4].

На рис. 2 видно, що до початку опромінення величина міжсигнальних реакцій (особливо у щурів дослідних груп) була дуже незначною. Через кілька годин після опромінення (перший день) величина міжсигнальних реакцій зростає, і можна було б гадати про ослаблення гальмівного процесу (що суперечить змінам інших показників умовнорефлекторної діяльності). Однак необхідно відзначити, що у тварин контрольної групи також спостерігається підвищення (і навіть більше, ніж у опромінених тварин) міжсигнальних реакцій, тобто у нас немає підстав говорити про значне ослаблення гальмівного процесу у опромінених тварин безпосередньо після радіаційного впливу. Зміни величини міжсигнальних рефлексів у тварин, опромінених дозами 500 і 600 р, не відрізняються від змін, спостережуваних у контрольних тварин. І лише у щурів, які одержали дозу 700 р, спостерігається зростання величини міжсигнальних реакцій, що мабуть обумовлене певним збільшенням сили процесу збудження у II фазу. Це відбивається і в підвищенні величини умовного рефлексу після опромінення дозою 700 р (рис. 2). Після фази відносної стабілізації через 13—14 днів після опромінення дозами 600 і 700 р спостерігається значне зростання величини міжсигнальних реакцій, мабуть обумовлене ослабленням процесу гальмування. І лише через 18—20 днів після опромінення міжсигнальні реакції у опромінених і контрольних тварин практично зникають.

До початку опромінення у тварин дослідних груп було досягнуто високий рівень диференцировки (95—100%), який не змінився в день опромінення у тварин II і III груп (рис. 3), а у щурів I групи і контрольних — знизився до 60—65%. На другий — четвертий дні після опромінення спостерігається ослаблення гальмівного процесу у опромінених тварин всіх груп, а у контрольних щурів на четвертий день була зареєстрована повна диференцировка. Далі на восьмий-дев'ятий та 15—16-й дні після опромінення спостерігаються ще два періоди ослаблення гальмівного процесу у щурів, опромінених дозами 600 і 700 р (рис. 3). Слід відзначити, що у щурів контрольної групи спостерігаються значні коли-

мування. Для кожної групи будуть, в контрольну групу по-теми.

показнику, як активність тваринних реакцій на позитивний стимул, різке пригнічення активності тварин у перший день опромінення і протягом кількох наступних днів. Лише на восьмий день після опромінення активність шурів дослідних і контрольних груп практично не відрізнялась і коливалась на рівні 75—80% (рис. 3). Показники умовно-рефлекторної діяльності та їх зміни після опромінення показані в таблиці.

Обговорення результатів досліджень

Як і в попередньому нашому дослідженні [5], виконаному на щурів, у щурів середнього віку спостерігаються фазні зміни умовно-рефлекторної діяльності після тотального рентгенівського опромінення, хоча ці фази менш виражені, ніж у молодих тварин. Судячи по показникам умовно-рефлекторної діяльності, зміни після опромінення пригнічення активності (першого дня — третій—п'ятий день) III фаза — тимчасове підви-

щення активності тварин, що змінює поведінку щурів різного віку, а також про пригнічення активності після опромінення в дозах 100—600 p. У щурів восьмирічного віку спостерігається зниження активності на перший—п'ятий день після опромінення з контролем не спостерігається. 100 p також викликало пригнічення активності (на третій—п'ятий день) III фаза — тимчасове підви-

щення активності тварин, що змінює поведінку щурів різного віку, а також про пригнічення активності після опромінення в дозах 100—600 p. У щурів восьмирічного віку спостерігається зниження активності на перший—п'ятий день після опромінення з контролем не спостерігається. 100 p також викликало пригнічення активності (на третій—п'ятий день) III фаза — тимчасове підви-

Вплив різних доз рентгенівського опромінення на основні показники рухових умовних рефлексів у щурів середнього віку			
Показники умовно-рефлекторної діяльності	Група тварин	Після опромінення	
		I—II фаза	III фаза
Латентний період, сек	500 p	4,59±0,89	1,64±0,40
	600 p	6,05±0,52	2,81±0,42
	700 p	5,37±0,78	2,76±0,27
	контроль	1,31±0,21	1,54±0,20
Тривалість рефлексу, сек	500 p	5,32±0,62	2,50±0,33
	600 p	6,65±0,47	3,53±0,35
	700 p	6,28±0,65	3,51±0,41
	контроль	2,20±0,18	2,37±0,23
Величина рефлексу, ум. од.	500 p	77,5±8,6	58,4±6,3
	600 p	69,5±8,1	91,0±5,4
	700 p	71,5±11,0	102,6±6,1
	контроль	61,7±3,2	47,8±2,6
Величина міжсигнальних реакцій, ум. од.	500 p	56,3±5,1	35,8±4,1
	600 p	51,8±4,3	50,1±8,7
	700 p	67,0±8,5	75,8±6,3
	контроль	53,2±3,8	36,7±1,44
Активність, %	500 p	56,6±7,0	77,6±3,9
	600 p	45,1±6,5	89,1±6,0
	700 p	51,0±9,0	96,4±1,4
	контроль	94,3±1,7	84,9±3,5

них під час навчання, а опромінення дозою 300, 600 і 900 *p* не впливало на збереження реакції втечі [9].

Існують дані про те, що чутливість тварин до опромінення з віком змінюється. Так, радіорезистентність збільшується з віком у мишей (від народження до зрілості) і досягає піка незабаром після статевого дозрівання; існує плато відносної стабільності, і у дуже старих тварин радіорезистентність знову знижується [6, 7, 14]. Однак, на думку Мейера [13], вплив опромінення і віку можуть бути неаналогічні і незалежні один від одного, але при їх загальному впливі — алгебраїчно додаються.

На думку Ліванова [3], фазні зміни функціонального стану кори головного мозку в ранні строки після опромінення в основному залежать від впливів неспецифічної активуючої системи стовбурової частини мозку. Як відомо, стан самої ретикулярної формації різко змінюється залежно від імпульсації, яка надходить до неї по колатералях з специфічних провідних шляхів. Посилення цієї імпульсації веде до підвищення тонізуючого впливу ретикулярної формації і викликає феномен десинхронізації активності коркових нейронів.

Після масованого одноразового опромінення настає різке і тривале посилення аферентної імпульсації з різноманітних рецепторних полів. Ця імпульсація, яка надходить по неспецифічній системі в ретикулярну формацію, різко активує кору і може викликати явище коркової десинхронізації. Крім того, кора перебуває під впливом надмірної імпульсації, яка прямує до неї по специфічних шляхах. Це може привести до розвитку в ній песимального гальмування. Незалежно від цього, опромінення також безпосередньо впливає на коркові нейрони, ослаблюючи їх активність [3].

Явища, що спостерігаються в період депресії, є результатом складної взаємодії специфічних і неспецифічних впливів, які різко посилюються завдяки збуджуючій дії радіації на периферичні рецепторні системи [3].

Висновки

1. У щурів середнього віку (сім-вісім місяців) після рентгеновського опромінення дозою 500, 600 і 700 *p* спостерігаються фазні зміни умовнорефлекторної діяльності: I фаза — пригнічення рухової активності (перший — другий день); II фаза — зростання активності (третій — п'ятий день) і після періоду відносної стабілізації настає III фаза — короткочасне підвищення величини рефлексу і величини міжсигнальних реакцій.

2. Опромінення дозою 600 і 700 *p* викликає розгальмування диференцировки. Цей процес також має трифазний характер: I фаза — другий — четвертий день, II фаза — восьмий-дев'ятий день, III фаза — 15 — 16-й день після опромінення.

3. Рентгеновське опромінення в сублетальних і летальних дозах впливає на силу основних нервових процесів, з переважним ослабленням процесу гальмування. Зміни збудливого і гальмівного процесів після опромінення мають фазний характер.

Література

1. Гольдберг М. Б., Коломейцева И. А., Семагин В. Н., Шаров А. С., Шарова Е. В. — В сб.: Вопросы нейрорадиологии, М., 1962, 10, 187.
2. Котляревский Л. И. — Журн. высш. нервн. деят., 1951, 1, 5, 753.
3. Ливанов М. Н. — Некот. пробл. действия иониз. радиации на нервн. сист., М., 1962.
4. Семагин В. Н. — Журн. высш. нервн. деят., 1967, 17, 3, 425.

5. Харченко П. Д., Ч. АН УРСР, 1973, XIX, 4, 44.
6. Blondal H. — Nature, 1
7. Crossfill M., Lindor
8. Fields P. — J. Comp. Ph
9. Haley T. et al. — Arch.
10. Jarrard L. — J. Comp. P
11. Jarrard L. — J. Comp. P
12. Koch R. — Fortschr. Geb.
13. Meier G., Foshee D. 2, 130.
14. Spalding J., Trujill

EFFECT OF DIFFERENT Doses OF X-RAY ON THE CONDITIONING OF DIFFERENTIAL REACTION

P. D. Kharchenko

Department of Human

Experiments were performed in doses of 500, 600 and 700 *p* on the reflex activity: phase I — an increase in the activity (3rd day); phase II — there appeared phase III — a decrease in the activity values. Irradiation in doses of 600 and 700 *p* process was also of 3-phase character: phase I — on the 2-4 day and phase II — on the 8-9 day and phase III — on the 15-16 day. Radiation with 500, 600 and 700 *p* inhibition predominantly.

ю 300, 600 і 900 р не впливало

тварин до опромінення з віком збільшується з віком у мишей (від забаром після статевого дозрі- , і у дуже старих тварин радіо- . Однак, на думку Мейера [13], аналогічні і незалежні один від алгебраїчно додаються.

функціонального стану кори го- мінення в основному залежать теми стовбурової частини моз- формації різко змінюється за- неї по колатералях з специфіч- імпульсації веде до підвищення ції і викликає феномен десин-

мінення настає різке і тривале номанітних рецепторних полів. дифічний системі в ретикулярну кликати явище коркової десин- впливом надмірної імпульсації, ах. Це може привести до роз- Незалежно від цього, опромі- оркові нейрони, ослаблюючи їх

депресії, є результатом склад- них впливів, які різко посилю- на периферичні рецепторні си-

місяців) після рентгенівського стерігаються фазні зміни умов- ригнічення рухової активності остання активності (третій — абілізації настає III фаза — ко- ксу і величини міжсигнальних

викликає розгальмування дифе- разний характер: I фаза — дру- і-дев'ятий день, III фаза — 15—

блетальних і летальних дозах щесів, з переважним ослаблен- вого і гальмівного процесів пі-

а

А., Семагин В. Н., Шаров А. С., югии, М., 1962, 10, 187.

вн. деят., 1951, 1, 5, 753.

иониз. радиации на нервн. сист., М.,

1967, 17, 3, 425.

5. Харченко П. Д., Чайченко Г. М., Елмуратов С.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1973, XIX, 4, 441.
6. Blondal H.—Nature, 1958, 182, 4641, 1026.
7. Crossfill M., Lindop P., Rotblat J.—Nature, 1959, 183, 1729.
8. Fields P.—J. Comp. Physiol. Psychol., 1957, 50, 386.
9. Haley T. et al.—Arch. Intern. Pharmacodyn., 1961, 134, 148.
10. Jarrard L.—J. Comp. Physiol. Psychol., 1958, 51, 536.
11. Jarrard L.—J. Comp. Physiol. Psychol., 1963, 56, 608.
12. Koch R.—Fortschr. Geb. Röntgenstrahlen, Nuclearmed., 1958, 88, 225.
13. Meier G., Foshee D., Matheny A., Carr F.—Radiation Res., 1962, 16, 2, 130.
14. Spalding J., Trujillo T.—Radiation Res., 1962, 16, 2, 125.

Надійшла до редакції
20.VII 1972 р.

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF X-IRRADIATION ON DYNAMICS OF CONDITIONED REFLEX ACTIVITY AND CONSOLIDATION OF DIFFERENTIATED INHIBITION IN RATS OF MIDDLE AGE

P. D. Kharchenko, S. Elmuratov, G. M. Chaichenko

Department of Human and Animal Physiology, State University, Kiev

Summary

Experiments were performed on 7—8 months old white rat males. After total X-irradiation in doses of 500, 600 and 700 R phasic changes were observed in the conditioned reflex activity: phase I — an inhibition of the motor activity (1st — 2nd day), phase II — an increase in the activity (3d — 5th day) and after the period of relative stabilization there appeared phase III — a short-lasting increase in the reflex and intersignal reflex values. Irradiation in doses of 600 and 700 R causes a disappearing of differentiation. This process was also of 3-phase character: phase I was observed on the 2d — 4th day, phase II — on the 8—9 day and phase III — on the 15 — 16th day after irradiation. Ionizing radiation with 500, 600 and 700 R affected the strength of the basic nervous processes, inhibition predominantly.