

ВПЛИВ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ДІЯЛЬНІСТЬ СИМЕТРИЧНИХ ДІЛЯНОК КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ СОБАК

І. А. Медяник

Кафедра біофізики Воронежського університету

Вивчення впливу іонізуючих і проникаючих випромінень на нервову систему описано в багатьох монографіях [1, 4—7, 12—15].

Але всі ці праці були проведені без урахування особливостей фізіологічних процесів, які характеризують парну роботу великих півкуль головного мозку у опромінених тварин. Дослідження закономірностей роботи симетричних ділянок кори мозку у опромінених тварин становить інтерес не тільки з точки зору встановлення загальних механізмів реакцій нервової системи на дію радіації, але і з позиції гіпотези радіочутливості і радіорезистентності нервової системи [11].

Методика досліджень

Досліди провадилися на дев'яти собаках однакового віку і ваги. У тварин, які мали фістули обох привушних слинних залоз, виробляли позитивні симетричні умовні харчові рефлекси і диференцировки до них. Одночасно вивчали морфологічний склад елементів крові. Після вироблення міцних умовних симетричних харчових рефлексів здійснювали однобічне або двобічне одноразове рентгенівське опромінення голови собак і спостерігали за змінами симетричних умовних рефлексів у опромінених тварин. Вивчення морфологічного складу елементів крові у цих собак, тривало.

При однобічному одноразовому опроміненні голови тварину фіксували в спеціальному станку, корпус якого захищав тіло і частину голови від дії променів Рентгена і залишав відкритою опромінювану половину голови. При двобічному одноразовому опроміненні голови тварин залишали відкритою всю голову і захищали інші частини тіла. Опромінення провадилося апаратом РМ-7 з вольфрамовою трубкою фільтр 0,5 Аі, напруга 60 кВ, сила струму 20 мА, відстань 20 см, потужність дози 160 р/хв, тривалість опромінення 2,5 хв, загальна одноразова доза 400 р.

При двобічному фракційному опроміненні голови собак дозами 100 р протягом чотирьох діб або по 25 р протягом 16 діб (сумарна доза 400 р) опромінення здійснювали апаратом УРС-70 з вольфрамовою трубкою, відстань 100 см, напруга 50 кВ, сила струму 20 мА, доза 125 р/хв. Однобічне опромінення голови провадилося на двох собаках (Туз, Персик), двобічне — на трьох (Пуфлик, Гордий, Мальчик), двобічне фракційне — на чотирьох тваринах (Марсик, Жучка, Жулик, Крепши).

Ознаки променевого ураження тварин проявлялись у агресивній поведінці собак, помутнінні рогівки ока, частіше правого (на 18-й день після опромінення), що тривало близько трьох-чотирьох місяців, а потім поступово зникало, зменшенні кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну та збільшенні числа лейкоцитів і РОЕ.

Результати досліджень

Результати наших досліджень з впливом одноразового однобічного (рис. 1) або двобічного (рис. 2) рентгенівського опромінення голови собак загальною дозою 400 р, а також після двобічного фракційного опромінення (рис. 3,4) тією же сумарною дозою (по 100 р на протязі чотирьох днів або по 25 р на протязі 16 днів) показали появу фазових

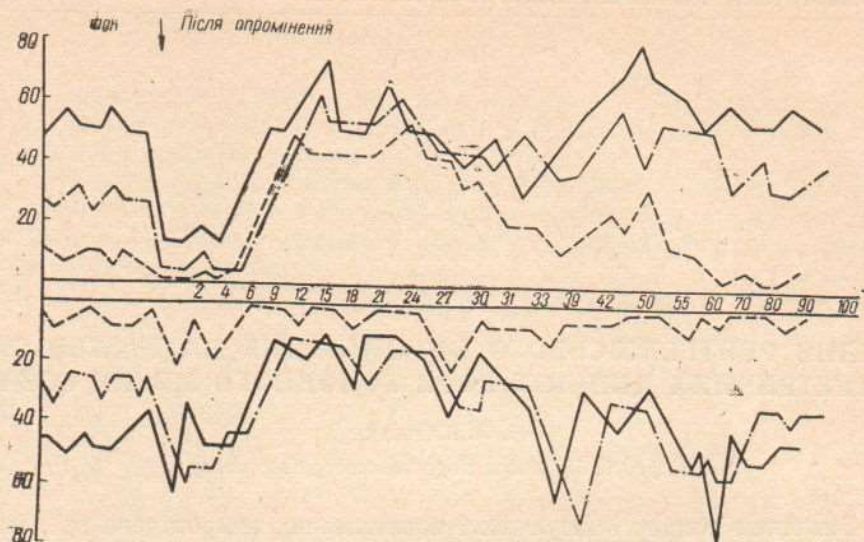


Рис. 1. Зміни величини симетричних умовних харчових рефлексів у собаки Персика до і після одноразового правобічного рентгенівського опромінення голови дозою 400 р. По вертикалі — величина слиновиділення з обох боків у поділах шкали; по горизонталі — дні дослідів. Суцільна лінія — дзвоник А (+), пунктирна — Л715 (—), штрих-пунктирна — Л755 (+). Вгорі — ліва залоза, внизу — права залоза.

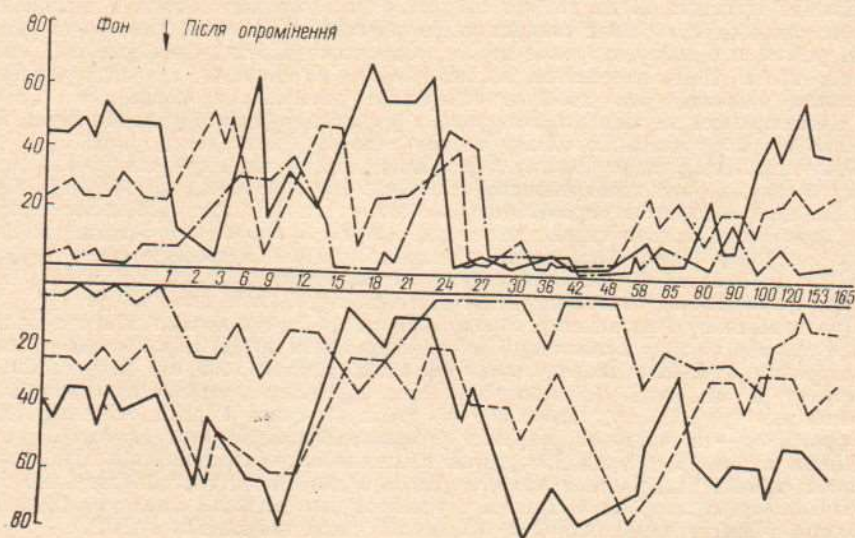


Рис. 2. Зміни величини симетричних умовних харчових рефлексів у собаки Гордого до і після одноразового двобічного опромінення голови дозою 400 р. Суцільна лінія — М120 (+), пунктирна — Л755 (+), штрих-пунктирна — Л715 (—). Інші позначення див. рис. 1.

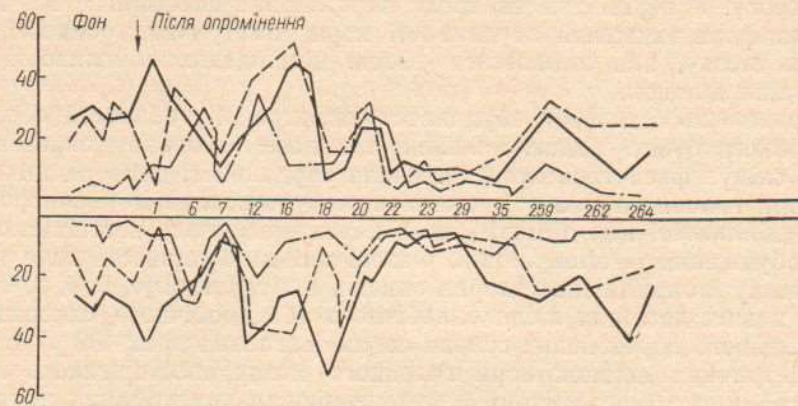


Рис. 3. Зміни величини симетричних умовних харчових рефлексів у собаки Марсика до і після фракційного двобічного опромінення голови (100 р × 4). Суцільна лінія — дзвоник (+), пунктирна — M120 (+), штрих-пунктирна — M60 (—). Інші позначення див. рис. 1.

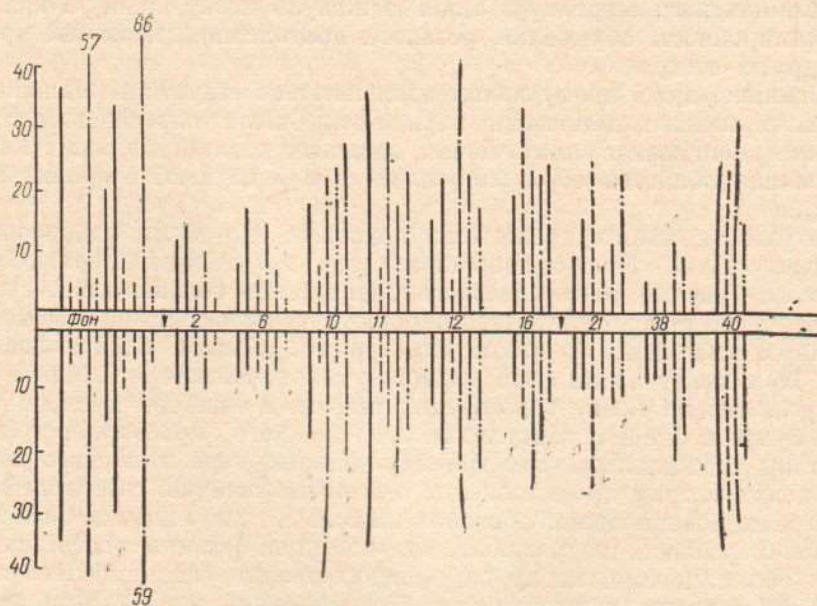


Рис. 4. Зміни величини симетричних умовних харчових рефлексів у собаки Жулика до і після фракційного опромінення голови (25 р × 16). Суцільна лінія — L55(+), пунктирна — L15(—), штрих-пунктирна — дзвоник A(+), штрих-двопунктирна — дзвоник B(—). Інші позначення див. рис. 1.

змін умовнорефлекторної діяльності симетричних ділянок кори головного мозку. У перші два дні після опромінення спостерігається короткочасна фаза зниження збудливості кори симетричних областей обох півкуль мозку, яка змінюється фазою підвищення збудливості кори мозку цих ділянок.

Тривалість цієї фази збудливості симетричних областей обох півкуль мозку буває різною залежно від дози і способу опромінення. Потім слідує фаза тривалого зниження збудливості симетричних ділянок кори головного мозку і настає період відновлення умовнорефлекторної діяльності цих ділянок, який характеризується нестійкістю процесів збудження і гальмування. Фазові зміни збудливості кори головного мозку у опромінених тварин описані в літературі [4, 5, 6, 9, 11, 12].

У наших дослідках після однобічного або двобічного одноразового і фракційного опромінення голови собак (загальна доза 400 р) в роботі симетричних ділянок кори головного мозку спостерігалось явище асиметрії при дії позитивних і диференціовальних умовних подразників. При цьому асиметрія умовнорефлекторної діяльності симетричних ділянок кори мозку переважала в одній із півкуль (при однобічному опроміненні) або по черезно в обох півкулях мозку (при двобічному опроміненні голови). Це явище проявлялось у різкому зниженні позитивних умовних харчових рефлексів з одного боку, інколи до нуля, і підвищенні величин цих рефлексів з протилежного боку.

Така закономірність може бути по черезною з обох боків у різні дні променевого ураження (рис. 1—4).

Наявність асиметрії в умовнорефлекторній діяльності кори обох півкуль мозку у опромінених тварин вказує на виникнення патологічного доміантного осередку в одній із півкуль мозку, який за принципом реципрокності обумовлює розвиток протилежних нервових процесів у другій півкулі.

Можливо, що в цьому явищі проявляються індукційні відношення між симетричними ділянками кори мозку після опромінення. Вони сприяють виникненню адаптаційних, захисних реакцій нервових клітин симетричних областей обох півкуль на дію іонізуючої і проникаючої радіації.

Результати наших досліджень показали, що після одноразового однобічного (рис. 1) або двобічного (рис. 2), а також фракційного двобічного (рис. 3) рентгенівського опромінення голови собак сумарною дозою 400 р спостерігаються парабіотичні фазові стани (порівняльний, парадоксальний) в роботі симетричних ділянок кори головного мозку. При цьому певна фаза парабіозу відзначається як в одній, так і в другій півкулі мозку опромінених тварин. В інші дні дослідів таке явище буває в одній із півкуль мозку. Наявність парабіотичних фазових станів у діяльності симетричних ділянок кори головного мозку опромінених тварин проявлялась в однаковій величині умовнорефлекторної реакції кори однієї або обох півкуль на дію сильних і слабких позитивних умовних подразників. Парабіотичні фази в роботі симетричних областей кори мозку опромінених тварин спостерігались як у період променевого ураження, так і в відновний період. При цьому кількість цих фаз, їх послідовність бувають різними в обох півкулях мозку собак і в різні строки променевої хвороби. Часто відзначалось повне гальмування умовнорефлекторної реакції симетричних ділянок кори головного мозку на дію позитивних умовних подразників у опромінених тварин.

Результати наших дослідів узгоджуються з літературними даними [5, 6, 8, 12] про наявність парабіотичних фазових станів у роботі кори мозку після опромінення різних тварин. Незважаючи на те, що в на-

ших дослідів сумарна доза опромінення голови тварин була однаковою (400 p), відновлення початкового рівня умовнорефлекторного слиновиділення з обох боків після опромінення відбувалось через різні проміжки часу залежно від способу опромінення (рис. 1—4). Так, після правобічного одноразового опромінення голови собак відновлення початкового фону умовнорефлекторної діяльності кори обох півкуль мозку наставало через 3—3,5 місяці після опромінення (рис. 1); після двобічного одноразового опромінення голови тією ж дозою — 5—5,5 місяців (рис. 2), а після фракційного двобічного опромінення голови (100 p протягом чотирьох днів) — через шість-сім місяців (рис. 3).

В останньому випадку, очевидно, має місце кумуляція енергії проникаючої радіації. При цьому, оскільки відновлення початкового рівня роботи симетричних ділянок кори мозку після дії попередньої першої і другої фракційної дози було неповним, в результаті кумуляції енергії випромінень порушення вищої нервової діяльності обох півкуль мозку стають більш глибокими, а її відновлення до вихідного рівня спостерігаються пізніше. За даними інших дослідників, відновлення умовнорефлекторної діяльності тварин настає через 3—3,5 місяці після тотального опромінення собак дозою 250—350 p [3], через чотири місяці після триразового опромінення цих же тварин дозою 10 p [17] або через шість—вісім місяців після локального опромінення великих півкуль мозку дозою 7000—9000 p [11].

У наших дослідів (рис. 4), коли загальна доза опромінення (400 p) була застосована ще в менших окремих дозах фракційного двобічного опромінення голови собак (25 p на протязі 16 днів), відзначались аналогічні порушення у змінах умовнорефлекторної діяльності симетричних ділянок кори мозку опромінених тварин. Але вони були менш глибокими і тривалими, ніж після фракційного двобічного опромінення голови дозою 100 p протягом чотирьох днів. Відновлення початкового рівня умовнорефлекторної діяльності симетричних областей обох півкуль мозку після більш дробного опромінення голови собак (25 $p \times 16$) наставало через 1—1,5 місяця. Очевидно, кожне окреме опромінення викликає менші порушення функціональних проявів нервових клітин симетричних зон великих півкуль мозку. Завдяки їх пластичності і компенсаторній здатності виникають адаптаційні, захисні реакції, які підвищують радіорезистентність центральної нервової системи. При цьому не спостерігається кумуляція променевих уражень в симетричних ділянках кори мозку.

Аналогічна закономірність спостерігалась нами при повторному фракційному двобічному опроміненні голови собак дозою 100 $p \times 4$ (рис. 5) після повного відновлення умовнорефлекторної діяльності симетричних областей обох півкуль мозку після першого фракційного опромінення тією ж сумарною дозою. При цьому відновлення початкового рівня умовнорефлекторних реакцій цих часток півкуль мозку після повторного фракційного двобічного опромінення голови наставало через 1—1,5 місяця.

За нашими даними, зменшення ступеня порушень умовнорефлекторної діяльності симетричних ділянок кори мозку тварин після повторного фракційного опромінення голови дозою 100 $p \times 4$ або фракційного опромінення ще меншими дозами (25 $p \times 16$) обумовлено відсутністю первинної короткочасної фази зниження збудливості цих часток кори мозку, а також укороченням фази тривалого зниження їх збудливості, яка слідує за фазою підвищення збудливості симетричних ділянок кори мозку, що спостерігалось після першого фракційного опромінення голови тварин. Неменов [12] також спостерігав, що після повторного одноразового опромінення тварин глибина змін діяльності

кори значно менша, ніж після першого опромінення. За його даними, повторна доза опромінення скорочує тривалість фази зниженої збудливості кори головного мозку.

Останнім часом встановлено, що різні дози (від 10 до 425 р) фракційного опромінення тварин викликають неоднакову глибину змін умовнорефлекторної діяльності кори мозку. При цьому, чим вища доза фракційного опромінення тварин, тим більш глибокі порушення вищої нервової діяльності [6].

Разоренова та ін. [16] також спостерігали різну біологічну ефективність рентгенівських променів при одноразовому і фракційному

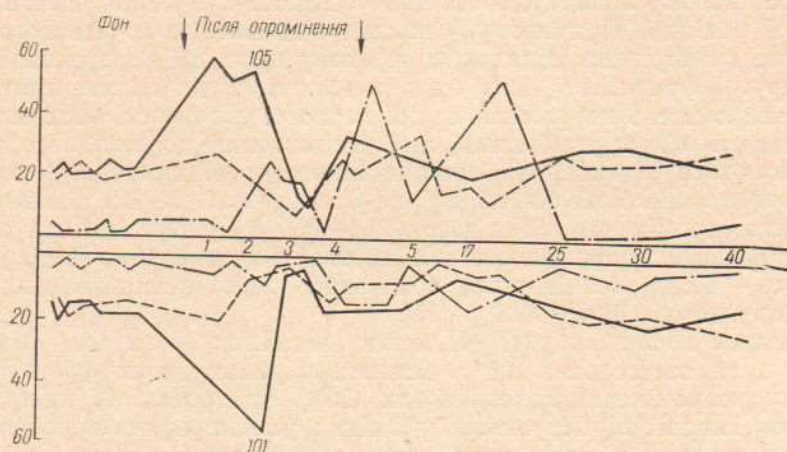


Рис. 5. Зміни величини симетричних умовних рефлексів у собаки Марсика до і після повторного фракційного опромінення голови (100 р x 4).

Суцільна лінія — дзвоник (+), пунктирна — M120 (+), штрих-пунктирна M60 (—). Інші позначення див. рис. 1.

опроміненні собак. За даними Ліванова [5], повторна дія радіації приводить до поступового посилення кумуляції радіаційних уражень нервової системи. Кожне повторне опромінення тварин спричиняє менш слабкий і менш тривалий вплив на функцію нервових центрів, ніж перше опромінення.

На думку Ліванова [5], останнє явище, очевидно, пов'язане з поступовим зниженням реакції центральної нервової системи на опромінення, в основі якого лежить ослаблення нервових процесів і розвиток позамежного гальмування в корі головного мозку. Це, в свою чергу, є наслідком кумуляції радіаційних уражень у нервовій тканині.

За нашими даними, після повторного фракційного опромінення голови собак не спостерігалось різкого зниження умовнорефлекторних реакцій нервових клітин симетричних ділянок кори мозку. Відзначалось подовження фази підвищеної збудливості і вкорочення фази зниженої збудливості цих часток кори мозку у опромінених тварин.

На нашу думку, в оцінці наслідків впливів повторного опромінення на діяльність нервової системи велике значення має фактор часу і доза опромінення між першим і наступним опроміненням. Якщо після першого одноразового або фракційного опромінення ще не спостерігається відновлення функцій центральної нервової системи тварин, то повторне опромінення її викликає більш глибокі порушення в результаті кумуляції радіаційних уражень у нервовій тканині.

В тих випадках, коли повторне опромінення проведено після нор-

малізації діяльності нервової системи внаслідок першого опромінення, її реакції на повторну дію іонізуючих і проникаючих випромінень менш глибокі. Це є результатом пластичності і компенсаторної здатності нервової системи, що приводить до відновлення її функції, яка лежить в основі її радіорезистентності. Отже, поняття радіочутливості і радіорезистентності нервової системи характеризує єдиний процес, спостережуваний в нервовій тканині при променевих ураженнях [10, 11].

Висновки

1. Після одnobічного, двобічного одноразового або фракційного рентгенівського опромінення ($100\text{ p} \times 4$ або $25\text{ p} \times 16$) голови собак загальною дозою 400 p спостерігаються фазові зміни умовнорефлекторної діяльності симетричних ділянок кори мозку: короточасна фаза зниження, фаза підвищення, тривала фаза зниження її і відновний період.

2. В умовнорефлекторній діяльності симетричних ділянок кори мозку у опроміненних тварин відзначаються явище асиметрії і парабіотичні фазові стани.

3. Повторне фракційне рентгенівське опромінення ($100\text{ p} \times 4$) голови собак викликає менш глибокі і короточасні порушення роботи симетричних областей кори мозку.

4. Відновлення початкового рівня умовнорефлекторних реакцій симетричних зон кори мозку після опромінення голови собак однією і тією же сумарною дозою (400 p) відбувається в різні строки: після одnobічного опромінення через 3—3,5 місяці, після двобічного — 5—5,5 місяців, фракційного ($100\text{ p} \times 4$) — 6—7 місяців; менш дробного фракційного ($25\text{ p} \times 4$) — 1—1,5 місяця.

Література

1. Абдуллин Г. З., Паталова В. Н., Петелина В. В., Шхинек Э. К.—Подкорково-стволовые функции при действии ионизир. радиации на организм, «Медицина», 1967.
2. Айрапетьянц М. Э.—Нарушения высш. нервн. деят., вызванные антенатальным воздействием, «Наука», 1967.
3. Курцин И. Т.—Ионизир. радиация и пищеварение, Л., Медгиз, 1961.
4. Лебединский А. В., Нахальницкая З. Г.—Влияние ионизир. излучений на нервную систему, М., Атомиздат, 1960.
5. Ливанов М. Н.—Некоторые пробл. действия ионизир. радиации на нервную систему, М., изд. мед. лит., 1962.
6. Лившиц Н. Н.—Влияние ионизир. излуч. на функции центр. нервн. сист., М., Изд. АН СССР, 1961.
7. Липкан Н. Ф.—Элементы радиац. биол. и биохим., К., Госмедиздат, 1963.
8. Ломонос П. И.—Вестник рентгенол. и радиол., 1953, 4, 30.
9. Макаренко А. Ф., Златин Р. С.—XVIII совещ. по проблеме высш. нервн. деят., Л., 1958, 1.
10. Медяник И. А.—Матер. XV научн. конфер. физиол., Юга РСФСР, Махач-Кала, 1965.
11. Минаев П. Ф.—Влияние ионизир. излуч. на центр. нервн. сист., М., Изд-во АН СССР, 1962.
12. Неменов М. И.—Рентгенотерапия через воздействия на нервную систему, Л., Медгиз, 1950.
13. Никитин С. А.—Введение в радиобиологию, К., Госмедиздат УССР, 1958.
14. Пионтковский И. А.—Функция и структура мозга животных, облучен. ионизир. радиацией в антенатальном периоде, «Наука», 1964.
15. Побединский М. Н.—Лучевые осложнения при рентгенотерапии, М., Медгиз, 1954.
16. Разоренова В. А., Трушина М. Н., Митрофанов В.—В сб.: Механизмы биол. действия ионизир. излуч., Изд. Львовского ун-та, 1965, 133.
17. Ярославцева О. П.—Журн. высш. нервн. деят., 1953, 8, 5, 665.

Надійшла до редакції
13.VI 1968 р.

ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СИММЕТРИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА СОБАК

И. А. Медяник

Кафедра биофизики Воронежского университета

Резюме

После одностороннего, двустороннего однократного или фракционного рентгеновского облучения ($100 \text{ p} \times 4$ или $25 \text{ p} \times 16$) головы собак общей дозой 400 p наблюдаются фазовые изменения условнорефлекторной деятельности симметрических участков коры мозга: кратковременная фаза понижения, фаза повышения, длительная фаза понижения ее и восстановительный период. Кроме того, отмечаются явления асимметрии и парабютические фазовые состояния. В зависимости от способа облучения головы собак восстановление исходного уровня условнорефлекторных реакций симметрических областей коры мозга происходит в различные сроки.

EFFECT OF ROENTGEN IRRADIATION ON ACTIVITY OF SYMMETRIC DIVISIONS OF DOGS CEREBRAL CORTEX

I. A. Medyanik

Department of Biophysics, the Voronezh University

Summary

After unilateral, bilateral single or fractional roentgen irradiation ($100 \text{ r} \times 4$ or $25 \text{ r} \times 16$) of dog's head with total dose of 400 r the phase changes are observed in the conditioned reflex activity of the symmetric divisions: momentary phase of decrease, phase of rise, long phase of its lowering and reducing period. Besides, the asymmetric phenomena are detected as well as parabiologic phase states. In dependence on the method of irradiating the dogs head the reducing of the initial level of the conditioned reflex reactions of the symmetric divisions of cerebral cortex occurs in different periods.