

ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОБАК ПРИ РЕНТГЕНОВСКОМ ОБЛУЧЕНИИ

П. И. Ломонос

Из физиологической лаборатории (зав. — проф. Е. И. Бакин) Центрального научно-исследовательского рентгенологического и радиологического института (дир. — проф. М. П. Побединский)

Сообщение 1

Физиологов с первых лет открытия рентгеновых лучей заинтересовала возможность влияния их на функции нервной системы. И. Р. Тархановым в 1896 г. впервые было доказано, что под действием рентгеновых лучей происходит торможение кислотных условных рефлексов лягушки. В последующие годы многие исследователи старались доказать чувствительность нервной системы к воздействию лучистой энергии путем непосредственного приложения этой энергии к нервным образованиям или центрам.

В связи с развитием учения И. П. Павлова о высшей нервной деятельности в тридцатых и сороковых годах XIX столетия для выяснения этого вопроса был применен метод слюнных условных рефлексов.

М. И. Неменов и В. В. Яковлева (1940 и 1944), Е. И. Бакин (1948) установили, что при рентгеновском облучении головного мозга или шейных симпатических узлов (Ф. П. Майоров, 1949) изменяется течение условных рефлексов у собак. В большинстве упомянутых исследований эти изменения выражались в снижении положительных условных рефлексов.

В наших исследованиях мы следили за изменениями условнорефлекторной деятельности собак при рентгеновском облучении области живота, причем центральная нервная система была по возможности изолирована от облучения.

Собаки облучались в стоячем положении, чаще с правой стороны области живота (через тубус), на специальном станке; конечности и тазовице были фиксированы.

Чтобы исключить влияние обстановки облучения на условнорефлекторную деятельность собак, их предварительно приучали к условиям облучения, т. е. к фиксации в станке, к шуму мотора и продолжительному неподвижному стоянию.

Опыты ставили в звукопроницаемой камере; слюноотделение регистрировалось по шкале Ганике-Купалова.

В настоящем исследовании облучали область живота 3 собак как однократно, так и повторно. У одной собаки был предварительно определен тип высшей нервной деятельности. О силе нервных процессов других собак мы могли судить по испытаниям, произведенным в процессе данного исследования. Условные рефлексы вырабатывали как на кислотном подкреплении (0,25% раствор соляной кислоты), так и на пищевом подкреплении мясо-сахарным порошком. Перед облучением у каждой собаки вырабатывался стереотип условных рефлексов на слабые (свет и касалка) и сильные раздражители (метроном и звонок), а также дифференцировки на частоту ударов метронома.

Собака Трусиха, самка, 7—8 лет, вес 20 кг. В поведении резко выражен пассивно-оборонительный рефлекс. Животное относится к слабому типу высшей нервной деятельности. Условные рефлексы на пищевом подкреплении вырабатывались сравнительно быстро; дифференцировка почти всегда была абсолютной. После укрепления стереотипа и приучения к условиям облучения 17.III.1950 г. была облучена область живота дозой в 750 г, тубус 10 × 15 см, фильтр 0,5 Cu и 1 Al, расстояние 35 см.

Приводим протокол опыта до облучения.

Протокол № 74. 17. III. 1950 г. Собака Трусиха

Время включения условных раздражителей	Условные раздражители	Время изолированного действия условных раздражителей в секундах	Латентный период условных рефлексов в секундах	Величина условных рефлексов в делениях шкалы	Величина без-условных рефлексов в делениях шкалы за минуту
11 ч. 25 м.	Звонок +	20	3	92	420
11 " 29 "	Свет +	20	2	65	502
11 " 33 "	Метроном +	20	3	117	425
11 " 37 "	Метроном —	20	—	0	
11 " 41 "	Метроном +	20	4	68	582
11 " 45 "	Касалка +	20	3	75	468
11 " 49 "	Звонок	20	4	37	488
				454	2 885

Из приведенного протокола видно, что условные положительные рефлексы у этой собаки были достаточной величины, а дифференцировочное торможение было нулевым. После рентгеновского облучения области живота дозой 750 г величина условных положительных рефлексов резко снизилась, дифференцировка растормозилась, увеличился латентный период условных рефлексов. Эти изменения были особенно ярко выражены на 2—3-й день после облучения. Приводим протокол опыта на второй день после облучения.

Протокол № 76. 19. III. 1950 г. Собака Трусиха

Время включения условных раздражителей	Условные раздражители	Время изолированного действия условных раздражителей в секундах	Латентный период условных рефлексов в секундах	Величина условных рефлексов в делениях шкалы	Величина без-условных рефлексов в делениях шкалы за минуту	Примечание
11 ч. 30 м.	Звонок +	20	8	38	422	Начала есть через 22 секунды после подачи кормушки
11 " 34 "	Свет +	20	7	16	543	
11 " 38 "	Метроном +	20	5	60	485	
11 " 42 "	Метроном —	20	8	12	36	
11 " 46 "	Метроном +	20	15	27	428	
11 " 50 "	Касалка +	20	0	62	430	
11 " 54 "	Звонок +	20	3	30	500	Еду взяла не сразу, съела после предложения
				245	2 814	

Такой низкий уровень условных рефлексов держался в течение недели, затем величина их начала повышаться, но в последующие три месяца до летнего перерыва условные рефлексы резко колебались в своей величине. Разница между суммарной величиной рефлексов в разные дни достигала 20 делений шкалы, чего никогда не отмечалось до облучения. Снижение величины условных рефлексов после рентгеновского облучения отчетливо выступает и на средних цифрах, вычисленных по пятидневкам до и после облучения (табл. 1).

Таблица 1

Средняя величина условных рефлексов до и после рентгеновского облучения. 1950 г.
Собака Трусиха

Условные раздражители	Дата и № опыта			17. III. 1951 г.	18—22. III № 75—79	23—27. III № 80—84	26. III — 1. IV № 85—89
	21. II — 2. III № 60—61	3—10. III № 65—69	11—17. III № 70—74				
Звонок +	93	70	80	Рентгеновское облучение об- ласти живота дозой 750 г	56	75	64
Свет +	64	46	55		28	79	39
Метроном +	87	89	79		48	74	45
Метроном —	14	13	2		2	2	0
Метроном +	71	79	75		27	54	38
Касалка +	65	88	75		44	38	43
Звонок +	85	77	68		40	71	59
	479	462	434		245	393	288

Проведенные испытания на силу тормозного процесса показали его усиление: за время удлинения действия тормозного раздражителя с 20 секунд до 6 минут до облучения количество отделяемой слюны — 22 деления, а после облучения — 8 делений (табл. 2).

Таблица 2

Удлинение дифференцировочного раздражителя с 20 секунд до 6 минут
(облучение 750 г)

	Опыт № 70	Опыт № 103
Сумма положительных рефлексов за опыт	441	243
Слюноотделение за 6 минут действия тормозного раздражителя	22	8

Таблица 3

Концентрация тормозного процесса. Собака Трусиха

Дата и № опыта	До облучения			После облучения		
	среднее из 20 опытов № 61—74	4. III. 1950 г. № 66	19. III. 1950 г. № 68	среднее из 20 опытов № 75—84	13. IV. 1950 г. № 99	18. IV. 1950 г. № 101
Раздражитель	Время между дифференцировочным и последующим положительным раздражителем					
	4 мин.	1 мин. 40 сек.	30 сек.	4 мин.	1 мин. 40 сек.	30 сек.
Метроном +	74	85	100	53	78	50
Метроном —	9	10	18	4	0	15
Метроном +	71	75	83	42	47	54
Разница	—3	—10	—17	—11	—31	+4

Эти испытания не показали явного ослабления дифференцировочного торможения: положительный рефлекс, примененный после тормозного, через 30 секунд дает даже увеличение, т. е. последовательное торможе-

ние сменяется положительной индукцией. Таким образом, при местном облучении области живота у собаки слабого типа, условные рефлексы которой вырабатывались на пищевом подкреплении, в первый же день после облучения отмечается резкое снижение положительных условных рефлексов при некотором усилении тормозного процесса, что особенно отчетливо выступает при удлинении действия тормозного раздражителя.

Собака Джерри, старый самец, весом 18—20 кг, темной масти. По обстоятельствам, которые мы не смогли выяснить, мы никогда не наблюдали у этой собаки хорошей картины условнорефлекторной деятельности; нарушалась дифференцировка, отсутствовала зависимость величины условных пищевых рефлексов от силы условных раздражителей и т. д. Мы использовали эту собаку для местного облучения, применяя большие дозы рентгеновых лучей. Облучение производилось через тубус 10×15 см, фильтр $0,5 \text{ Cu} + 1 \text{ Al}$; 10.III.1950 г. 750 г, 6.IV.1950 г. 2 000 г и 31.V.1950 г. 4 000 г. Каждый раз после облучения мы наблюдали значительное снижение величины положительных условных рефлексов на 2—4-й день. Затем они постепенно восстанавливались. Приводим сводку средних величин условных рефлексов, вычисленных по пятидневкам до и после облучений.

Таблица 4

Собака Джерри

Дата опыта № опыта Раздражитель	С 3.II по 10.III	Облучение и величина дозы в г	С 11.III по 18.III	С 30.III по 4.IV	Облучение и величина дозы в г	С 6.IV по 13.IV	С 16.V по 23.V	Облучение и величина дозы в г	С 1.VI по 8.VI	С 9.VI по 17.VI
	с 81 по 85		с 89 по 95	со 105 по 109		со 100 по 115	со 123 по 132		со 134 по 138	со 139 по 143
Звонок +	17	750	12	16	2 000	8	10	4 000	8	19
Свет +	7		7	15		15	5		2	6
Метроном +	1		4	19		10	16		3	3
Метроном —	6		11	10		12	6		8	7
Метроном +	7		3	5		5	4		0,6	6
Касалка +	9		8	16		4	13		4	9
Звонок +	13		9	21		5	29		5	1
Суммарное условное слюноотделение	60		51	152		59	76		23	42

Из приведенных средних цифр видно, что местное облучение области живота вызывает значительное снижение величины положительных условных рефлексов, выработанных на пищевом подкреплении (в два и три раза). Через полтора месяца после последнего облучения (4 000 г) у собаки на месте облучения в зоне эпиляционной поверхности образовалась язва диаметром 3 см, с вялыми краями. С 16.IX рефлексy снижались до нуля, собака начала отказываться от еды и 28.IX.1950 г. погибла. Произведенное вскрытие показало увеличение печени и желчного пузыря, уменьшение и чрезвычайную дряблость селезенки и незначительные кровоизлияния в почках.

Собака Джульбарс, молодой самец 3 лет, светлой масти, весом 15 кг. Условные рефлексы на кислотном подкреплении выработались быстро; сравнительно быстро выработалась и дифференцировка. После укрепления стереотипа, условных рефлексов и испытаний силы раздражительного и тормозного процессов 6.II.1951 г. было проведено облучение области живота дозой 750 г через тубус 10×15 см.

Опыт до облучения № 76 6.II 1951 г. Собака Джульбарс

Время включения условных раздражителей	Условные раздражители	Время изолированного действия условных раздражителей в секундах	Латентный период условных рефлексов в секундах	Величина условных рефлексов в деленных шкалах	Величина безусловных рефлексов в деленных шкалах за минуту
12 ч. 10 м.	Звонок +	20	3	46	334
12 " 14 "	Свет +	20	3	55	360
12 " 18 "	Метроном +	20	3	65	372
12 " 22 "	Метроном -	20	2	46	—
12 " 26 "	Метроном +	20	3	72	363
12 " 30 "	Свет +	20	0	45	355
12 " 34 "	Звонок +	20	0	59	344
		—	—	388	2 128

Опыт на 2-й день после облучения № 77 8.II 1951 г. Собака Джульбарс

Время включения условных раздражителей	Условные раздражители	Время изолированного действия условных раздражителей в секундах	Латентный период условных рефлексов в секундах	Величина условных рефлексов в деленных шкалах	Величина безусловных рефлексов в деленных шкалах за минуту
12 ч. 00 м.	Звонок +	20	8	40	330
12 " 04 "	Свет +	20	0	18	367
12 " 08 "	Метроном +	20	2	78	338
12 " 12 "	Метроном -	20	7	25	—
12 " 16 "	Метроном +	20	0	87	370
12 " 20 "	Свет +	20	1	40	350
12 " 24 "	Звонок +	20	3	97	310
		—	—	385	2 065

Опыт на шестой день после облучения № 79. 12.II 1951 г. Собака Джульбарс

Время включения условных раздражителей	Условные раздражители	Время изолированного действия условных раздражителей в секундах	Латентный период условных рефлексов в секундах	Величина условных рефлексов в деленных шкалах	Величина безусловных рефлексов в деленных шкалах за минуту
12 ч. 40 м.	Звонок +	20	3	65	325
12 " 44 "	Свет +	20	0	40	355
12 " 48 "	Метроном -	20	3	62	335
12 " 52 "	Метроном -	20	2	32	—
12 " 56 "	Метроном +	20	2	88	424
1 " 00 "	Свет +	20	2	60	377
1 " 04 "	Звонок +	20	4	65	295
		—	—	412	2 111

Итак, у собаки Джульбарса, рефлексы которой подкреплялись раствором соляной кислоты, после рентгеновского облучения области живота наблюдается не снижение рефлексов, а постепенное их повышение в отличие от двух предыдущих собак, рефлексы которых вырабатывались на пищевом подкреплении.

Обсуждение результатов

Изучение влияния лучистой энергии на высшую нервную деятельность собак представляет как практический, так и теоретический интерес. В нашем случае мы воздействовали лучистой энергией на область живота без нарочитого влияния на центральную нервную систему животного.

При облучении области живота собак, рефлексы которых подкреплялись мясо-сахарным порошком, как при однократном, так и при повторных лучевых воздействиях получалось резкое снижение величины положительных условных рефлексов (до 50—70%) в первые дни после облучения и даже снижение величины безусловного рефлекса за первые 30 секунд. Затем рефлексы постепенно повышались, но в некоторых случаях они в течение длительного времени не достигали того уровня, который отмечался до облучения.

Испытания силы тормозного процесса до и после облучения у собаки Трусихи показали некоторое усиление внутреннего торможения после облучения. У собаки Джульбарса, условные рефлексы которой подкреплялись 0,25% раствором соляной кислоты, не наблюдалось таких резких изменений и даже отмечалось некоторое повышение условных рефлексов в первые дни после облучения.

Каков же физиологический механизм полученных нами изменений высшей нервной деятельности?

Мы полагаем, что рентгеновское облучение области живота не влияет непосредственно на силу тормозного и раздражительного процесса. Многими исследованиями физиологических лабораторий И. П. Павлова было установлено, что самым ранним и самым неустойчивым является процесс внутреннего торможения и что при всяком ослаблении деятельности больших полушарий в первую очередь страдает именно этот процесс. Но мы этого не наблюдали в наших опытах. Возможно, что в данном случае в организме животного при облучении области живота возникают такие патофизиологические изменения, которые адресуются непосредственно к оборонительному центру. За это предположение говорит тот факт, что у собаки Джульбарса, условные рефлексы которой подкреплялись раствором соляной кислоты, условные рефлексы после облучения не снизились, а даже несколько повысились, так как они относятся к разряду оборонительных рефлексов. Возможно, что импульсы, идущие в кору от очага поражения, адресуются к оборонительному центру, повышают его возбудимость, что и выражается в повышении кислотных условных рефлексов. Снижение величины положительных условных рефлексов, выработанных на пищевом подкреплении, можно объяснить влиянием отрицательной индукции из оборонительного центра на пищевой центр. На данном этапе исследований это объяснение нам кажется допустимым.

Выводы

1. При облучении области живота собак рентгеновыми лучами с возможным предохранением центральной нервной системы наблюдаются явные изменения условнорефлекторной деятельности.

2. Эти изменения не являются результатом ослабления корковых нервных процессов, раздражительного или тормозного, но объясняются, по видимому, повышением возбудимости оборонительного центра

в результате воздействия рентгеновых лучей в дозах, вызывающих большие изменения в организме.

3. Снижение величины пищевых условных рефлексов в данном случае является результатом влияния отрицательной индукции от возбужденного оборонительного центра.

ЛИТЕРАТУРА

Неменов М. И., Вестн. рентгенол. и радиол., 1944, т. XXVI, 61, стр. 43—53.—
Неменов М. И. и Яковлева В. В., Вестник рентгенол. и радиол., 1940, т. XXII, стр. 1—15.—
Майоров Ф. П., Неменов М. И., Васильева Л. С., в кн.: Юбилейная сессия, посвященная столетию со дня рождения академика И. П. Павлова, М.—Л., 1949, стр. 85—86.—
Тарханов И. Р., Больн. газ. Боткина, 1896, № 33, стр. 753—757; № 34, стр. 785—791.

РЕНТГЕНОТЕРАПИЯ ПРИ РОЖИСТОМ ВОСПАЛЕНИИ, ФУРУНКУЛАХ И КАРБУНКУЛАХ

Член-корреспондент АМН СССР проф. *Д. Г. Рохлин*,
проф. *З. В. Оглоблина* и кандидат медицинских наук *Р. Г. Гуревич*

Из кафедры рентгенологии и госпитальной хирургической клиники I Ленинградского
медицинского института имени акад. И. П. Павлова

Противовоспалительная рентгенотерапия получила широкое признание (М. П. Домшлак, Л. Д. Подляшук, Ф. С. Гросман, Р. В. Горяинова, А. П. Ефремов, П. Д. Яльцев и др.). Однако получаемые результаты могут быть улучшены, если, опираясь на современные физиологические установки, внести некоторые изменения в методику противовоспалительного облучения.

Прежняя методика облучения в силу неправильного представления о механизме действия рентгеновых лучей, влияющих якобы лишь местно, сводилась к довольно тщательному ограждению смежных, внешне не измененных участков от воздействия рентгеновых лучей. При противовоспалительной рентгенотерапии, в частности, считалось, что ионизирующее излучение якобы в первую очередь действует главным образом на лимфоидные клетки, инфильтрирующие воспаленные ткани. Эти клетки, весьма чувствительные к рентгеновым лучам, быстро разрушаются и рассыпаются, а продукты их распада, частично влияющие ферментативно, способствуют нарастанию иммунных сил, действующих в месте воспаления. Снятие спазма сосудов и преодоление одновременно существующего стаза в области поражения также считались проявлениями местного действия рентгеновых лучей.

Раздражимость и реактивность животного организма рассматривают, исходя из ряда морфологических, коллоидно-химических, биохимических и некоторых других данных, но без учета ведущей роли нервной системы, регуляторов раздражимости и реактивности, определяющих обмен веществ, сдвиги в концентрации ионов, состояние кровеносных и лимфатических сосудов, форменных элементов крови и т. д. В старом, упрощенном представлении те или другие из указанных, а также иные частные явления рассматриваются как первичные и определяющие течение процесса под влиянием облучения. В действительности же это лишь отдельные звенья очень сложной, еще недостаточно изученной цепи взаимосвязанных и взаимодействующих явлений. Однако их общая направленность четко очерчена в свете учения И. П. Павлова в работах К. М. Быкова и его сотрудников.