

свинки и одного кролика развились тяжелые параличи, сопровождавшиеся судорогами.

Изучение патогистологических препаратов из органов животных, забитых воздушной эмболией в разные сроки после цикла введения антирабического гамма-глобулина, позволило установить изменения, однотипные у всех животных. Во всех отделах центральной нервной системы отмечена прерывистая демиелинизация волокон, их разрыхление и участки гиперхроматоза. Изменения нервных клеток характеризовались их цитоллизом и выпадением. Во всех отделах мозга наблюдалась гиперплазия глии в виде мелких и крупных очагов; расширение мозговых сосудов, стазы; инфильтраты вокруг сосудов и мягкой мозговой оболочки местами распространялись в периваскулярные пространства маргинального слоя коры. В субэпендимальной ткани периваскулярная инфильтрация частично захватывала хорноидное сплетение.

В сердце, печени, почках отмечены дегенеративные изменения и явления отека.

У животных контрольной серии внешних проявлений энцефаломиелита и патогистологических изменений центральной нервной системы не отмечено. Во внутренних органах наблюдались такие же дегенеративные изменения, как и у животных основной серии экспериментов.

Таким образом, сравнение результатов опытов основной и контрольной серий позволяет считать, что все изменения центральной нервной системы, характерные для экспериментального аллергического энцефаломиелита, были вызваны в результате действия нейротоксина антирабического гамма-глобулина.

Наблюдавшиеся у животных основной и контрольной серий опытов однотипные поражения внутренних органов следует отнести за счет неспецифического действия чужеродного белка.

Полученные данные свидетельствуют в пользу ведущей роли нейротоксина в поражении нервной ткани при аллергических энцефаломиелитах. Отсюда следует, что введение антирабического гамма-глобулина на фоне начавшегося аллергического энцефаломиелита (от предшествующей антирабической вакцинации) может усугублять течение этого осложнения в результате специфического действия на нервную ткань нейротоксина антирабического гамма-глобулина.

Experimental Encephalomyelitis Induced by Neurocytotoxins of Antirabic Gamma-Globulin

A. V. Sokolov

Department of skin physiology and pathology of the Kiev Institute for Tuberculosis and Thoracic Surgery

Summary

The methods of complement fixation and passive anaphylaxis were used to show that antirabic gamma-globulin contains antibodies with respect to organ antigens of neural tissue which are not specifically limited.

Daily administration of the preparation in a dose of 1—2 ml reproduced encephalomyelitis in guinea pigs and rabbits after 6—7 intramuscular injections.

Lesion of the neural tissue is corroborated by clinical manifestation and in pathohistological investigations of a central nervous system preparation.

The results indicate that as a result of administering antirabic gamma-globulin passive sensitization to neurovirus vaccines containing nervous tissue matter is possible.

In cases of development of paralytic complications due to antirabic vaccination and the replacement of the latter by administration of antirabic gamma-globulin (transition from active to passive immunization) it is necessary to take into consideration the possibility of an additional pathogenic effect on the nervous tissue of neurocytotoxins of antirabic gamma-globulin.

Зміни деяких функціональних і біохімічних показників у сім'яниках тварин під впливом трисантиметрових радіохвиль

С. Ф. Городецька, Н. І. Керова

Сектор біофізики

Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

Питання про вплив СВЧ-електромагнітного поля на статеві органи і розмноження тварин вивчено недостатньо. У нечисленних дослідженнях [1, 4, 7] з використанням переважно метрових хвиль відзначена стерилізуюча дія радіохвиль цього діапазону на тварин, але зовсім не враховані функціональні тести, особливості одержаного від опромінених тварин потомства, гістологічних і біохімічних змін у гонадах тощо.

Ми вважали цікавим і практично надзвичайно важливим по можливості всебічно вивчити вплив СВЧ-електромагнітного поля на статеві органи тварин, підданих загальному опроміненню сантиметровими хвилями.

В літературі ми не знайшли згадок про функціональні і біохімічні зміни в сім'яниках при застосуванні сантиметрових хвиль. Втім сім'яники, як органи з великим вмістом води і відносно слабкою терморегуляцією, мають виявляти високу чутливість до дії сантиметрових радіохвиль.

Наші дослідження були проведені на білих мишах — дорослих статевозрілих тваринах, вагою 20—22 г, підданих загальному одноразовому опроміненню трисантиметровими радіохвилями при щільності потоку потужності $0,4 \text{ вт/см}^2$. Джерелом мікрохвиль служив магнетронний генератор, що працює в імпульсному режимі з частотою слідування імпульсів 557 гц. Загальна потужність генератора 60 квт; середня потужність 34,5 вт. Тривалість опромінення 5 хв. Відстань від антени — випромінювача — 10 см.

Вплив трисантиметрових хвиль на сім'яники вивчали за такими показниками: 1) схрещуваність опромінених самців і неопромінених самок; 2) чисельність і характер розвитку потомства, одержаного від опромінених самців; 3) кількість мертвороджених малят у потомстві опромінених самців; 4) гістологічний аналіз сім'яників опромінених тварин; 5) динаміка вмісту нуклеїнових кислот (НК) в сім'яниках.

Одержані результати були піддані статистичній обробці з обчисленням імовірної середньої похибки дослідів. Статистично достовірними вважались відміни, при яких p було $<0,05$.

1. Зміни схрещуваності опромінених самців

Звичайно як критерій схрещуваності служить одержання хоч би одного поносу від досліджуваного самця. Експерименти показали, що після опромінення схрещуваність самців знижувалась у порівнянні з контрольними самцями, не опроміненими радіохвилями. Найбільш низька схрещуваність спостерігалась безпосередньо після опромінення. Із 50 опромінених самців потомство дали лише 17, тимчасом як з 25 контрольних потомство дав 21 самець.

Через п'ять днів після опромінення схрещуваність самців залишалась нижчою у порівнюванні з контрольною групою. Із 42 піддослідних самців потомство дав 31. В контрольній групі з 20 самців приплід дали 18. Через десять днів після впливу плодючість самців нормалізувалась. Із 40 опромінених тварин дали потомство 36 самців, що майже не відрізняється від контрольних тварин, інакше кажучи, схрещування в контрольній і піддослідній групах майже не відрізнялось. Результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Схрещуваність нормальних і опромінених трисантиметровими радіохвилями самців

Самці	Час після опромінення								
	Безпосередньо			П'ятий день			Десятий день		
	До-слідже-но самців	Дали потомство		До-слідже-но самців	Дали потомство		До-слідже-но самців	Дали потомство	
Опромінені . . .	50	17	$30 \pm 6,5$	42	31	$73,8 \pm 6,8$	40	36	$90 \pm 4,7$
Контрольні . . .	25	21	$84 \pm 7,3$	20	18	$90 \pm 6,7$	20	19	$95 \pm 4,9$
Достовірність різниці	$p < 0,001$			$p < 0,05$			$p < 0,05$		

Отже, найбільш виражені і статистично достовірні відміни в схрещуваності самців піддослідної і контрольної груп проявляються безпосередньо після впливу трисантиметровими хвилями і на п'ятий день. До десятого дня ці відміни стираються.

2. Чисельність і характер розвитку потомства, одержаного від опромінених самців

Одним з показників, що характеризує зниження плодючості опромінених тварин, є зменшення чисельності їх потомства. Аналіз одержаних даних показав зниження середньої кількості малят у поносах, одержаних після опромінення сантиметровими радіохвилями самців у порівнянні з контрольними мишами. Якщо в контрольних серіях досліджень середня кількість потомків на один понос становила 7 малят, то в поносах, одержаних безпосередньо після опромінення, в середньому було 4,5 маляти в одному поносі. На п'ятий день після опромінення середня кількість малят залишалась нижче контрольного рівня і дорівнювала п'яти, відновлюючись до вихідних величин через десять днів після опромінення.

Результати експериментів наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Середня кількість потомків у поносах, одержаних від опромінених самців

Самці	Час після опромінення								
	Безпосередньо			П'ятий день			Десятий день		
	Кіль-кість поносів	Кіль-кість потом-ків	Середня кількість потомків на один понос	Кіль-кість поносів	Кіль-кість потом-ків	Середня кількість потомків на один понос	Кіль-кість поносів	Кіль-кість потом-ків	Середня кількість потомків на один понос
Опромінені . . .	17	77	$4,5 \pm 0,5$	31	155	$5,0 \pm 0,9$	36	234	$6,5 \pm 1,0$
Контрольні . . .	21	137	$6,5 \pm 0,8$	18	126	$7,0 \pm 0,7$	19	133	$7,0 \pm 0,7$
Достовірність різниці	$p < 0,001$			$p < 0,001$			$p < 0,05$		

3. Кількість мертвонароджених малят в потомстві опромінених самців

Становлять певний інтерес дані про середню кількість життєздатних потомків у поносах, одержаних від опромінених самців. Тут слід відзначити, що в контрольній серії досліджень ми звичайно не спостерігали мертвонароджених малят, крім одного випадку, коли народжене мишеня було надто великим, що, очевидно, і стало причиною його загибелі при родах. В поносах, одержаних від самців, опромінених сантиметровими радіохвилями, спостерігались випадки народження мертвих малят, що особливо різко виражено безпосередньо після опромінення. На десятий день після опромінення ми майже не спостерігали випадків появи мертвонароджених малят.

В табл. 3 наведені дані про кількість мертвонароджених мишей в потомстві опромінених самців.

Таблиця 3

Кількість мертвонароджених мишей у потомстві опромінених самців

Самці	Час після опромінення								
	Безпосередньо			П'ятий день			Десятий день		
	Кількість потомків	З них мертвонароджених		Кількість потомків	З них мертвонароджених		Кількість потомків	З них мертвонароджених	
		Абсол. кількість	%		Абсол. кількість	%		Абсол. кількість	%
Опромінені . . .	78	4	$5 \pm 2,5$	155	5	$3,2 \pm 1,5$	243	5	2 ± 1
Контрольні . . .	60	—	—	50	1	2 ± 2	50	—	—
Достовірність різниці		$p < 0,05$			$p < 0,5$			$p < 0,05$	

Одержані дані (більш низька схрещуваність опромінених тварин, зменшення чисельності їх потомства, збільшення кількості мертвонароджених малят у порівнянні з контрольними неопроміненими самцями) свідчать про значний і безумовний вплив сантиметрових радіохвиль на плодючість самців. Зниження плодючості опромінених самців має тимчасовий характер; на п'ятий день після опромінення всі показники, що характеризують плодючість самців, проявляють тенденцію до відновлення. Через десять днів після опромінення плодючість опромінених і контрольних мишей майже не відрізнялась одна від одної.

4. Гістологічний аналіз сім'яників опромінених тварин

Поряд з вивченням функціональних порушень статевих органів самців при опроміненні їх сантиметровими радіохвилями ми провели гістологічний аналіз сім'яників опромінених тварин. У сім'яниках, починаючи з дуже ранніх строків дослідження (через одну годину, 24 години після опромінення), відзначаються наростаючі дистрофічні зміни клітин сперматогенного епітелію.

Проте ми жодного разу не могли бачити різкого порушення сперматогенезу в усіх звивистих сім'яних каналцях. Звичайно, зазнавала ураження їх третина або чверть. Лише зрідка була уражена більшість звивистих сім'яних каналців.

Описані зміни, характерні для більшості обслідуваних тварин, наведені на рис. 1.

Гістологічні дослідження підтвердили результати, одержані за допомогою функціональних тестів. На десятий день після опромінення спостерігається відновлення сперматогенезу в більшості звивистих сім'яних канальців. На двадцятий день після опромінення ми могли констатувати відновлення сперматогенезу в усіх звивистих сім'яних канальцях. В них не виявляється видимих морфологічних змін, пов'язаних з ушкоджуючою дією опромінення. За своєю будовою сім'яники



Рис. 1. Порушення сперматогенезу в звивистому сім'яному канальці опроміненого самця. Через чотири години після опромінення самця. Мікрофото. Гематоксилін—еозин. Ок. 15. об. 20.

опромінених тварин у цей строк наближаються до сім'яників контрольних тварин.

Певний інтерес становить питання про те, які статеві клітини найбільш чутливі до опромінення сантиметровими радіохвилями: ті, які до моменту опромінення були в стадії сперматозоїдів, або більше ушкоджуються клітини, що перебувають на ранніх стадіях сперматогенезу (сперматогонії, сперматоцити).

Відомо, що запас сперми, який знаходиться в придатку сім'яника самця миші, достатній для двох-трьох покривів. В зв'язку з цим великий інтерес становила чисельність перших поносів, одержаних від самців безпосередньо після опромінення, і кількість мертвонароджених в них потомків. Одержання малочисельних поносів з великою кількістю мертвонароджених малят після спарування опромінених самців з неопроміненими самками підтверджувало наявність ушкодження сперматозоїдів. Якщо ж ушкоджуюча дія охопила зачаткові клітини, що перебували на ранніх стадіях сперматогенезу, то в будь-яких поносах, одержаних від опромінених самців, в будь-які віддалені строки буде приблизно однакова чисельність малят і однакова кількість мертвонароджених. Аналіз матеріалу про вплив опромінення радіохвилями на плодючість самців дає відповідь на питання про ушкоджуваність сперматозоїдів.

Ми провели також дослідження для вивчення чисельності шести, а іноді і семи поносів. Одночасно ми враховували кількість мертвонароджених малят у послідовному ряду поносів.

Менша кількість малят була одержана в перших трьох поносах, потім чисельність поносів збільшувалась і помітно не відрізнялась від контрольної серії досліджень (табл. 4).

Як видно з табл. 4, у контрольних мишей не спостерігалось випадків мертвонародженого потомства. Малята народжувались крупноплідними. Середня кількість потомків на один понос становила 6, 9,

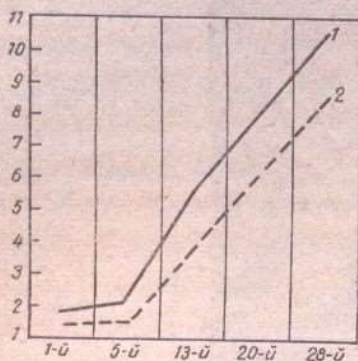


Рис. 2. Зміна ваги білих мишей під впливом СВЧ-поля. По вертикалі — вага в грамах, по горизонталі — дні спостережень. 1 — контроль, 2 — дослід.

тимчасом як середня кількість потомків у перших поносах становила 5 малят. Із збільшенням порядкового номера поносу зростає і середня кількість потомків. У шостому поносі після опромінення кількість малят становила шість, вісім, а в сьомому поносі досягла семи.

Постембріональний розвиток потомства, одержаного від опромінених самців. Ми вважали цікавим простежити за постембріональним розвитком потомства, одержаного від опромінених сантиметровими радіохвилями самців. Нас цікавило питання про життєздатність малят, співвідношення статей у потомстві і ріст тварин.

Як відомо, закономірності росту вивчають на підставі кривих зміни ваги тварин, що розвиваються. Тому ми прова-

дили зважування мишей в день народження, на 13-й день (день відкриття очей) і на 28-й день (день відлучення від матері). Найбільш повноцінне потомство одержане від контрольних мишей. В 100% випадків миші виживали, нормально росли і вага їх збільшувалась (рис. 2).

Таблиця 4

Середня кількість потомків і кількість мертвонароджених у послідовному ряду поносів

Порядковий номер поносу	Кількість поносів	Загальна кількість потомків	Середня кількість потомків на один понос	Мертвонароджені	
				Кількість	%
1	30	150	5	4	2,6
2	28	156	5,2	2	1,3
3	17	104	6,1	1	0,9
4	8	52	6,5	—	—
5	5	28	5,6	—	—
6	6	41	6,8	—	—
7	1	7	7	—	—

Потомство опромінених самців трохи відрізнялось від потомства контрольних мишей. Це насамперед стосувалось ваги малят. Як видно з рис. 2, середня вага мишей, народжених від опромінених самців, на 25-й день народження дорівнювала 8—8,5 г, а вага контрольних мишей — 10,5—11 г. В потомстві на загальну кількість малят припадала майже однакова кількість самців і самок. Ми не виявили чітко вираженого впливу радіохвилі на розвиток потомства, народженого від опромінених самців.

5. Динаміка вмісту нуклеїнових кислот у сім'яниках

Вивчення динаміки вмісту нуклеїнових кислот (НК) у сім'яниках при впливі СВЧ-електромагнітного поля становить інтерес як з метою з'ясування зв'язку виявлених функціональних і морфологічних змін із змінами нуклеїнового обміну, так і з генетичної точки зору, оскільки участь НК в передачі спадкової інформації є встановленим фактом.

В літературі ми не знайшли вказівок про вплив трисантиметрових радіохвиль на зміни обміну НК в сім'яниках, хоч поодинокі літературні дані [5] свідчать про певний вплив радіохвиль сантиметрового діапазону на НК, зокрема на ДНК [6].

Дослідження, спрямовані на вивчення вмісту РНК і ДНК в сім'яниках білих мишей, які були піддані одноразовому загальному впливу трисантиметрових хвиль, проведені нами на 200 тваринах. Ці дослідження були проведені в динаміці: до впливу радіохвиль, безпосередньо після нього, на п'яту — сьому добу і на 25—30-у добу після впливу. Вміст НК визначали за методом Шмідта — Тангаузера [8].

Як видно з наведених у табл. 5 даних, трисантиметрові хвилі здійснюють цілком певний вплив на вміст НК, причому більшою мірою ці зміни позначаються на ДНК.

Так, безпосередньо після впливу радіохвиль при відсутності зміни вмісту РНК спостерігається зменшення кількості ДНК (на 29,6% у порівнянні з вихідним показником). Внаслідок зниження кількості ДНК зменшується сумарний вміст НК (на 23,3%).

В період семи—десяти діб вміст РНК також не зазнає істотних змін, але водночас різко збільшується вміст ДНК, перевищуючи вихідний рівень на 82% (див. табл. 5).

На 25—30-у добу рівень ДНК все ще помітно перевищує вихідний (на 82,5%), вміст РНК трохи знижується (на 25,2%).

Обговорення результатів досліджень

Викладені дані свідчать про безсумнівний вплив сантиметрових радіохвиль на плодючість самців, що проявляється в зменшенні схрещуваності опромінених самців, збільшенні кількості мертвонароджених малят в потомстві, а також в зменшенні середньої кількості потомків. Гістологічний аналіз статевих органів самців показав порушення в будові сім'яників. Найбільш виражені порушення сім'яних пазирків спостерігались в ранні строки після опромінення (від перших годин до третього дня), що підкреслює і підтверджує порушення у функціональній діяльності статевих залоз. Вираженого впливу СВЧ-електромагнітного поля на постембріональний розвиток потомства, одержаного від опромінених самців, ми не виявили. Слід лише вказати на більш низьку середню вагу мишенят у цій серії досліджень у порівнянні з контролем. Виявлені функціональні і морфологічні зрушення узгоджуються із змінами вмісту НК в сім'яниках опромінених тварин, особливо із змінами ДНК.

Так, спостережуване безпосередньо після впливу радіохвиль зниження схрещуваності опромінених самців, збільшення кількості мертвонароджених малят тощо, пов'язане, очевидно, з впливом радіохвиль на сперматозоїди, корелює із зменшенням кількості ДНК в сім'яниках у цей час. Помітний же приріст ДНК в період від сьомої до десятої доби, який спостерігався нами і в період від 25-ї до 30-ї доби після опромінення, і має, за всіма ознаками, компенсаторний характер, також корелює з нормалізацією функцій сім'яників у цей період.

Таблиця 5

Зміни вмісту НК в сім'яниках білих мишей, опроміненіх трисантиметровими радіохвилями

Вміст НК в мє% фосфору											
До опромінення				Зразу після				5-7 діб після опромінення			
РНК+ДНК	РНК	ДНК	РНК+ДНК	РНК	ДНК	РНК+ДНК	РНК	РНК+ДНК	РНК	ДНК	РНК+ДНК
68,25	49,0	19,25	49,08	34,65	14,43	75,0	28,30	46,62	74,60	27,20	47,4
90,75	55,96	25,42	72,82	50,47	18,8	98,6	50,85	47,75	79,03	36,80	42,2
85,60	58,98	26,63	58,36	42,50	16,9	93,0	52,03	40,90	80,78	37,40	43,3
75,07	54,64	20,43	66,22	47,62	18,6	92,3	50,56	41,76	77,94	36,80	41,1
70,23	46,81	22,72	86,44	68,52	17,92	89,5	48,28	41,20	82,77	37,53	45,2
68,44	42,53	25,88	56,72	38,40	18,32	100,4	50,80	49,63	77,90	35,62	42,2
73,0	47,72	25,14	58,88	42,28	16,6	91,4	49,32	42,10	81,20	36,58	44,6
68,50	44,26	24,24	62,42	44,98	17,44	97,4	51,13	46,24	86,60	40,08	46,5
69,40	41,56	27,80	60,05	42,67	17,38	94,2	53,40	40,82	82,84	38,32	44,5
69,30	44,47	24,83	69,04	54,62	14,42	95,6	51,36	44,21	83,90	38,62	45,2
73,85±2,40	48,59±1,86	24,23±0,84	64,03±3,30	46,67±3,0	17,08±0,48	92,56±2,20	48,60± ±2,30	44,12± ±1,02	82,75±1,28	36,49± ±1,10	44,2± ±0,60