
НОВЫЕ МЕТОДЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ И КЛИНИКЕ

Н. Г. Бахмутский, В. Н. Бодня

Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар

ВЛИЯНИЕ ВИХРЕВОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КИНЕТИКУ РОСТА ПЕРЕВИВАЕМЫХ ОПУХОЛЕЙ РС-1 И КАРЦИНОСАРКОМЫ УОКЕРА

УДК 616.24-006.6-08:615.849.11 — 092.4

В работе изучено влияние вихревого магнитного поля, генерируемого установкой «Магнитотурботрон», на кинетику роста перевиваемых опухолей РС-1 и карциносаркомы Уокера. Выявлено, что вихревое магнитное поле индукцией 3 мТ и 15 мТ угнетает рост этих опухолей, чему соответствует уменьшение средних объемов опухолей в опытных группах в период воздействия, высокий процент торможения и отрицательная удельная скорость роста опухолей.

Ключевые слова: вихревое магнитное поле, РС-1, карциносаркома Уокера, кинетика роста.

N. G. Bakhmutsky, V. N. Bodnya

EFFECT OF VORTICAL MAGNETIC FIELD ON KINETICS OF GROWTH OF RS-1 TRANSLANTABLE TUMOR AND WALKER'S CARCINOSARCOMA

We studied the influence of the vortical magnetic field generated by an «Magnitoturbotron» installation on the kinetics of transplantable tumors of RS-1 and Walker's carcinosarcoma growth. We revealed that the vortical magnetic field induction 3 mT and 15 mT inhibits the growth of these tumors, which corresponds to a reduction in mean tumor volume in experimental groups during exposure, a high percentage of inhibition and a negative specific growth rate of tumors.

Key words: vortical magnetic field, RS-1, Walker's carcinosarcoma, growth kinetics.

В Кубанском государственном медицинском университете в течение многих лет изучается противоопухолевое действие вихревого магнитного поля (ВМП) в эксперименте и клинике. ВМП генерирует установка «Магнитотурботрон». ВМП отличается от других видов магнитного поля тем, что воздействие осуществляется на весь организм человека или животного вращающимся, модулированным по амплитуде магнитным полем [1].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить влияние ВМП на кинетику роста перевиваемых опухолей.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспериментальные исследования провели на крысах линии Wistar разведения питомника «Стол-

бовая» (самки весом 80—120 г) в двух экспериментах. В каждом эксперименте методом рандомизации было сформировано по три группы, две опытные и одна контрольная, по 20 животных в каждой.

В работе использовали рекомендации по изучению факторов с предполагаемым противоопухолевым действием и новых химиопрепаратов [2].

Для определения противоопухолевой активности ВМП использовали следующие параметры: динамику изменения среднего объема опухолей; изменения средних удельных скоростей роста опухолей и их обратные отношения; процент торможения роста опухоли; коэффициент активности торможения опухолевого роста.

В работе приведены данные по противоопухолевому влиянию ВМП на следующие виды перевиваемых опухолей — РС-1 и карциносаркома Уокера

(КУ). Перевивку опухолей животным проводили подожно в паховую складку.

Для проведения процедуры группу животных-опухоленосителей помещали в пластиковые коробки в рабочую полость индуктора установки «Магнитотурботрон» при нулевой индукции ВМП.

В экспериментах ВМП имело следующие параметры: индукция при максимальном значении — 3 мТ, частота вращения — 6000 об./мин, длительность периода изменения индукции от нуля до максимума и обратно до нуля (1 цикл) — 120 с. Продолжительность процедуры 50 мин (25 циклов).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Кинетика роста опухоли РС-1

У крыс на **25-е сутки** после перевивки (15 процедур воздействия) средний объем опухолей составил $(0,10 \pm 0,04)$ и $(0,29 \pm 0,09)$ см³ в контроле при проценте торможения в 65,5 %. Удельная скорость роста в опыте была меньше, но незначительно (в 1,23 раза), при коэффициенте активности торможения 0,19.

Основные показатели динамики роста опухоли на **30-е сутки** после перевивки и 20 процедур воздействия ВМП были следующими: средний объем опухоли был равен $(0,80 \pm 0,17)$ см³ [контроль — $(3,55 \pm 1,05)$ см³] при средней удельной скорости роста в $0,416$ см³/сутки (контроль — $0,501$ см³/сутки). Процент торможения на этот период роста опухоли был довольно высоким и составлял 77,5 %. Коэффициент активности торможения был равен 0,17.

На **35-е сутки** наблюдения (25 процедур ВМП) средние удельные скорости роста опухолей выровнялись при коэффициенте торможения — 0,18 (опыт — $0,360$ см³/сутки, контроль — $0,304$ см³/сутки). Процент торможения на этот период оставался высоким — 70,2 %.

В конце эксперимента через **40 суток** после перевивки (30 процедур ВМП) процент торможения роста опухолей оставался высоким $(51,40 \pm 22,04)$ при удельной скорости роста в $0,166$ см³/сутки (в контроле — $0,068$ см³/сут.).

Показатели эффективности воздействия на опухоль РС-1 вихревого магнитного поля с индукцией 3 мТ были следующими:

Сутки после перевивки	25	30	35	40
Число процедур	15	20	25	30
Средний объем опухоли в контроле	0,29	3,55	16,2	22,75
Ошибка для среднего объема опухоли в контроле	0,09	1,05	3,37	3,21
Средний объем опухоли в опыте	0,1	0,8	4,83	11,05
Ошибка для среднего объема опухоли в опыте	0,04	0,17	1,08	1,45
Достоверность разницы средних объемов в опыте и контроле	1,93	2,59	3,21	3,32

Процент торможения роста опухоли	65,5	77,5	70,2	51,4
Ошибка для процента торможения роста опухоли	18,57	15,01	17,27	22,04
Средняя удельная скорость роста опухоли в контроле	0,236	0,501	0,304	0,068
Средняя удельная скорость роста опухоли в опыте	0,192	0,416	0,360	0,166
Коэффициент активности торможения роста опухоли	0,19	0,17	-0,18	-1,44
Обратное отношение удельных скоростей в контроле и опыте	1,23	1,20	0,84	0,41

Во втором эксперименте для опухоли РС-1 с индукцией ВМП в 15 мТ кинетика роста была совершенно другой.

На **25-е сутки** от момента перевивки опухоли (15 процедур) средний объем опухоли в опытной группе был равен $(0,02 \pm 0,01)$ см³ при среднем объеме в контроле $(0,29 \pm 0,09)$ см³. На этот период был зарегистрирован самый высокий процент торможения роста опухоли — 93,1. При этом средняя удельная скорость роста была в два раза ниже, чем в контроле — $0,125$ см³/сутки ($0,236$ см³/сутки — контроль) при высоком коэффициенте торможения роста опухоли — 0,47.

На **30-е сутки** после перевивки опухоли (20 процедур воздействия ВМП) показатели противоопухолевой эффективности оставались высокими, но в то же время средняя удельная скорость роста опухоли была несколько выше в опытной группе в сравнении с контрольной ($0,677$ см³/сутки — опыт, $0,501$ см³/сутки — контроль) при отрицательном коэффициенте активности торможения роста (-0,35).

На третьем этапе эксперимента, через **35 дней** после перевивки опухоли, средний объем опухолей в опытной группе был меньше в 2,5 раза, чем в контрольной и составлял $(6,40 \pm 1,34)$ см³. Процент торможения оставался хорошим и составлял 60,5.

В конце эксперимента на **40-е сутки** от момента перевивки опухоли (30 процедур ВМП) показатели удельной скорости роста опухоли были лучше, и опухоль стала меньше в 3 раза, чем в контроле ($0,023$ см³/сутки — в опытной группе, $0,068$ см³/сутки — в контрольной группе) при положительном коэффициенте активности торможения роста (0,66). Процент торможения роста опухолей составлял 68,4.

Показатели эффективности воздействия на опухоль РС-1 вихревого магнитного поля с индукцией 15 мТ были следующими:

Сутки после перевивки	25	30	35	40
Число процедур	15	20	25	30
Средний объем опухоли в контроле	0,29	3,55	16,2	22,75
Ошибка для среднего объема опухоли в контроле	0,09	1,05	3,37	3,21

Средний объем опухоли в опыте	0,02	0,59	6,40	7,18
Ошибка для среднего объема опухоли в опыте	0,01	0,19	1,34	2,11
Достоверность разницы средних объемов в опыте и контроле	2,98	2,77	2,70	4,05
Процент торможения роста опухоли	93,1	83,4	60,5	68,4
Ошибка для процента торможения роста опухоли	8,30	12,89	19,88	17,77
Средняя удельная скорость роста опухоли в контроле	0,236	0,501	0,304	0,068
Средняя удельная скорость роста опухоли в опыте	0,125	0,677	0,477	0,023
Коэффициент активности торможения роста опухоли	0,47	-0,35	-0,57	0,66
Обратное отношение удельных скоростей в контроле и опыте	1,89	0,74	0,64	2,95

Кинетика роста карциносаркомы Уокера

Анализ полученных данных первого эксперимента с КУ при индукции ВМП в 3 мТ показал, что противоопухолевое действие магнитного поля реализуется уже после 15 процедур воздействия. На **20-е сутки** от момента перевивки средний объем опухоли в контроле намного превышает таковой в опыте. При этом процент торможения роста опухоли уже достигает 80,27 %, но удельная скорость роста опухоли в опытной группе на этот момент эксперимента выше, чем в контроле (0,2 см³/сутки — опыт, 0,09 см³/сутки — контроль).

На **25-е сутки** от момента перевивки (20 процедур ВМП) кинетические показатели эффективности противоопухолевого действия ВМП выражены, и такая тенденция остается на весь эксперимент. Средний объем опухоли в опытной группе остается достоверно намного меньше, чем в контроле. Высоким остается процент торможения роста опухоли — 91,77. Всему этому соответствует и средняя удельная скорость роста опухоли, которая принимает отрицательное значение при высоком коэффициенте торможения роста опухоли.

После 25 процедур ВМП на **30-е сутки** от момента перевивки изменений особых не было по сравнению с предыдущим периодом. Отличия в средних объемах опухолей у опытных и контрольных животных были значительными [(1,16 ± 1,09) см³ в опыте, (17,01 ± 4,18) см³ в контроле], чему и соответствовал высокий процент торможения роста опухолей в 93,18%.

Завершающий этап эксперимента был наиболее информативным при высоких кинетических показателях противоопухолевого воздействия ВМП на КУ. На **35-е сутки** от момента перевивки средний объем опухолей в опытной группе составлял всего лишь (0,06 ± 0,05) см³ [контроль — (22,48 ± 6,24) см³]. Наиболее высоким на этот период был и процент торможения роста опухоли — 99,73. Также показательными были значения отрицательной удельной скорости роста опухоли.

Показатели эффективности воздействия на карциносаркому Уокера вихревого магнитного поля с индукцией поля 3 мТ были следующими:

Сутки после перевивки	20	25	30	35
Число процедур	15	20	25	30
Средний объем опухоли в контроле	11,76	15,44	17,01	22,48
Ошибка для среднего объема опухоли в контроле	1,89	3,92	4,18	6,24
Средний объем опухоли в опыте	2,32	1,27	1,16	0,06
Ошибка для среднего объема опухоли в опыте	1,05	0,86	1,09	0,05
Достоверность разницы средних объемов в опыте и контроле	4,37	3,53	3,67	3,59
Процент торможения роста опухоли	80,27	91,77	93,18	99,73
Ошибка для процента торможения роста опухоли	12,82	8,28	7,54	1,49
Средняя удельная скорость роста опухоли в контроле	0,09	0,05	0,02	0,06
Средняя удельная скорость роста опухоли в опыте	0,2	-0,12	-0,02	-0,59
Коэффициент активности торможения роста опухоли	-1,2	3,21	1,94	11,62
Обратное отношение удельных скоростей в контроле и опыте	0,45	-0,42	-1,00	-0,10

Во втором эксперименте для КУ, при индукции 15 мТ, показатели эффективности противоопухолевого воздействия на **20-е сутки** от перевивки (15 процедур ВМП) были несколько хуже, чем в первом эксперименте при используемой индукции в 3 мТ. Так, средний объем опухолей в опытной группе был в два раза меньше, чем в контрольной и составлял (5,98 ± 3,21) см³, а процент торможения роста опухолей на этот период равнялся 49,15. Средняя удельная скорость роста опухоли в опыте была даже выше, чем в контроле (0,09 см³/сутки) и составляла 0,42 см³/сутки при отрицательном коэффициенте торможения роста опухоли (-3,86).

На **25-е сутки** от момента перевивки (20 процедур ВМП) средняя удельная скорость роста опухоли в опыте стала немного меньше, чем в контроле, и поэтому коэффициент торможения стал положительным, хотя по значению небольшим (0,32) (0,04 см³/сутки — опыт, 0,05 см³/сутки — контроль). Процент торможения роста опухоли имел средние значения.

На третьем этапе воздействия ВМП после 25 процедур (**30-е сутки** после перевивки) показатели противоопухолевой эффективности стали улучшаться. Это стало видно по значению средней удельной скорости роста в опытной группе, которая приобрела отрицательное значение (-0,05 см³/сутки) при высоком коэффициенте торможения роста опухоли в 3,69. Средний объем опухолей в опытной группе — (5,85 ± 2,89) см³ был меньше уже в три раза, чем в контрольной [(17,01 ± 4,18) см³]. Процент торможения роста опухоли на этом этапе эксперимента был равен 67,37.

В конце эксперимента на 35-е сутки после перевивки КУ показатели эффективности противоопухолевого действия ВМП были наиболее показательными. Средняя удельная скорость роста в опытной группе еще уменьшилась при отрицательном значении и составляла $-0,08 \text{ см}^3/\text{сут.}$ ($0,06 \text{ см}^3/\text{сут.}$ — контроль). Коэффициент активности торможения роста опухоли был также высоким — 2,37. Процент торможения роста опухолей был самым высоким за весь эксперимент — 88,14.

Показатели эффективности воздействия на карциносаркому Уокера вихревого магнитного поля с индукцией поля 15 мТ были следующими:

Сутки после перевивки	20	25	30	35
Число процедур	15	20	25	30
Средний объем опухоли в контроле	11,76	15,44	17,01	22,48
Ошибка для среднего объема опухоли в контроле	1,89	3,92	4,18	6,24
Средний объем опухоли в опыте	5,98	7,20	5,85	3,79
Ошибка для среднего объема опухоли в опыте	3,21	3,42	2,89	2,99
Достоверность разницы средних объемов в опыте и контроле	1,55	1,58	2,26	2,70
Процент торможения роста опухоли	49,15	58,37	67,37	88,14

Ошибка для процента торможения роста опухоли	20,59	19,71	16,49	11,85
Средняя удельная скорость роста опухоли в контроле	0,09	0,05	0,02	0,06
Средняя удельная скорость роста опухоли в опыте	0,42	0,04	-0,05	-0,08
Коэффициент активности торможения роста опухоли	-3,86	0,32	3,69	2,37
Обратное отношение удельных скоростей в контроле и опыте	0,22	1,47	-0,37	-0,73

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных экспериментов нами выявлено угнетающее действие ВМП на перевиваемые опухоли — РС-1 и КУ. Противоопухолевый эффект зависел от величины индукции поля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахмутский Н. Г. Оценка противоопухолевой эффективности вихревого магнитного поля (ВМП) в экспериментальных и клинических условиях: Автореф. дис. ... д. м. н. — М., 2000. — 52 с.
2. Софьина З. П., Сыркин А. Б., Голдин А. и др. Экспериментальная оценка противоопухолевых препаратов в СССР и США. — М.: Медицина, 1980. — 296 с.