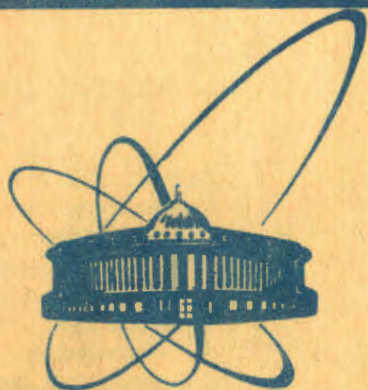


2/IV-84



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

1676/84

19-83-905

Р.Д.Говорун, В.И.Данилов,
Ю.В.Оводков, Т.Е.Фоменкова

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
НА ЛИМФОЦИТЫ ЧЕЛОВЕКА
В УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

1983

Широкое использование магнитных полей /МП/ во многих областях науки и техники определило увеличение в последние годы интереса исследователей к магнитобиологии. Многочисленные данные свидетельствуют о влиянии магнитных полей на многие функции целостного организма, на реакции различных органов и тканевых систем. Сведения же о реакции клеток на воздействие МП немногочисленны, разрозненны и неоднозначны, причем относятся в основном к действию постоянных или импульсных МП с разными и подчас трудно сопоставимыми характеристиками. Исследователи наблюдали угнетение роста опухолей^{/1,2/}, снижение митотической активности клеток^{/3-5/}, нарушение процессов клеточного деления^{/6,7/}, нарушение нуклеинового обмена^{/8/}.

В данной работе исследовано влияние меняющегося во времени по пилообразному закону магнитного поля с напряженностью в максимуме 300 Э на лимфоциты периферической крови человека при разных температурах культивирования.

МЕТОДИКА

Исследование проведено на культурах лимфоцитов периферической крови человека, выделенных из свежевзятой донорской крови. Культивирование проводилось по общепринятой модифицированной методике^{/9/} в течение 51-56 ч. За 3 ч до фиксации в суспензию вводили раствор колхицина до конечной концентрации 0,5 мкг/мл, фиксировали охлажденной смесью этанола и ледяной уксусной кислоты /3:1/. Гипотонизацию проводили 0,075 М раствором KCl при 37°C. Препараты лимфоцитов готовили путем накапывания суспензии клеток на влажные охлажденные стекла, окрашивали азур-эозином по методу Романовского.

Для воздействия МП культуру клеток помещали в термостатированную рабочую камеру установки, схема которой представлена на рис. 1. Магнитное поле создавалось с помощью электромагнитов, в обмотки которых подавались импульсы тока пилообразной формы. При этом напряженность в максимуме составляла 300-330 Э, время нарастания переднего фронта - около 24 мин, а время спада - 0,7-1,1 с /рис. 2/. Воздействие магнитным полем проводили при температурах в диапазоне от 37° до 39,5°C в течение полного клеточного цикла /Т/ или в стадии /S + G₂/, для оценки продолжительности которых исходили из данных^{/10/}. В/11-13/ показано по выживаемости клеток млекопитающих, что в период /S + G₂/-цикла они наиболее термочувствительны. Температуру измеряли

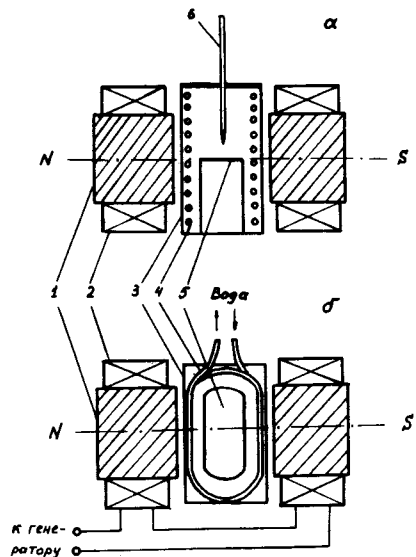
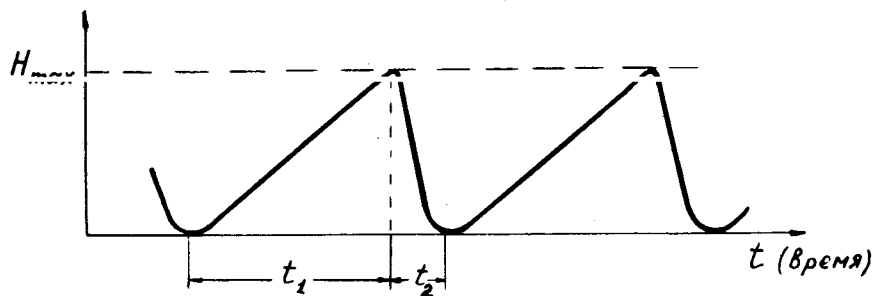


Рис.1. Схема электромагнита с рабочей камерой: а/ вид спереди, б/ вид сверху. 1 - стальной сердечник электромагнита, 2 - обмотка электромагнита, 3 - теплоизоляционный корпус рабочей камеры, 4 - трубка с проточной нагретой водой, подаваемой от ультратермостата, 5 - подставка из оргстекла для проб, 6 - ртутный термометр.

Рис.2. Изменение магнитного поля во времени в центре рабочей камеры. Н - напряженность магнитного поля, t_1 - время нарастания Н, t_2 - время спада Н.



с помощью электрического термометра, датчики которого прикрепляли к флаконам с клеточной суспензией. До и после воздействия клетки инкубировали при 37°C.

Действие импульсов МП на лимфоциты при разных температурах культивирования оценивалось по выходу aberrantных клеток, образованию разных видов хромосомных aberrаций и общему числу повреждений. Отбор метафазных пластинок для подсчета и идентификацию хромосомных aberrаций проводили в соответствии с общепринятыми требованиями и классификацией/14/.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При исследовании воздействия импульсов магнитного поля, направленного по магнитному полю Земли /ГМП/, на лимфоциты человека в стадиях G_1 , /S + G_2 / или в течение всего клеточного цикла при стандартных условиях инкубации /37°C/ не было отмечено повреждающего действия МП на хромосомы. Количество aberrantных клеток при этом составило $2,1 \pm 0,6\%$, $2,6 \pm 0,7\%$ и $1,9 \pm 0,5\%$ соответственно при $1,7 \pm 0,3\%$ в контроле /без воздействия МП/.

Исследование влияния импульсов МП на клетки в стадии /S + G_2 / клеточного цикла при разных температурах культивирования показало /рис.3/, что в интервале температур 37°-38°C не наблюдалось различий в эффектах ни по числу aberrantных клеток, ни по общему числу хромосомных нарушений. При температуре культивирования 38,5°C и совместном воздействии такой температуры и МП число клеток с хромосомными aberrациями и общее число последних увеличивалось по сравнению с контролем примерно в 2-2,5 раза.

Интересным представляется факт более быстрого увеличения числа aberrantных клеток и общего числа хромосомных повреждений с ростом температуры выше 38,5°C при воздействии на клетки импульсов МП по сравнению с воздействием только повышенных температур.

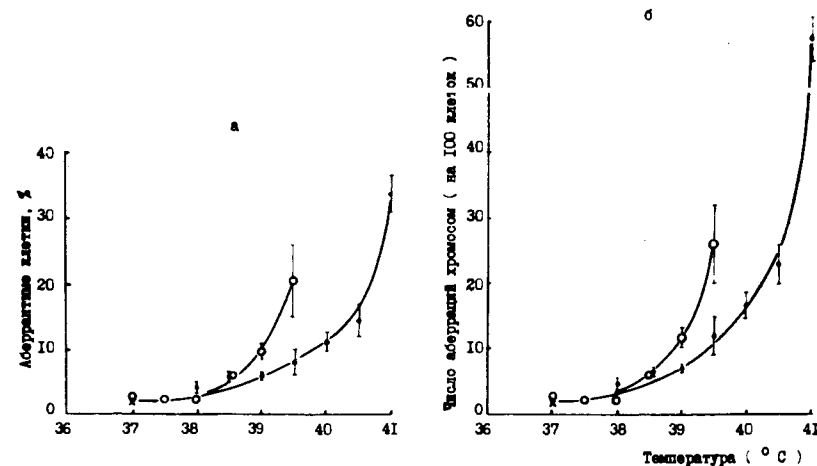


Рис.3. Влияние магнитного поля на выход aberrantных клеток /а/ и общего числа хромосомных aberrаций /б/ при разных температурах культивирования лимфоцитов человека в /S + G_2 /-стадии, х - контроль, о - МП + t°C, ● - t°C.

Приведенные в табл.1 данные по выходу разных видов хромосомных aberrаций свидетельствуют о том, что при воздействии как

Хромосомные aberrации в лимфоцитах человека при разных температурах культивирования в (S + G₂)-стадии клеточного цикла и в условиях воздействия импульсов МП, направленного по ГМП

| Условия опыта | t ° C | Прочитано клеток | Число aberrаций (на 100 клеток) | Виды хромосомных aberrаций (на 100 клеток) | | |
|--------------------------------|-------|------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|-----------------|
| | | | | Хроматидные фрагменты | Парные ацентрические фрагменты | Обмены хромосом |
| МП + температурное воздействие | 37° | 611 | 2,6 ± 0,7 | 1,1 | 1,3 | 0,2 |
| | 37,5° | 970 | 2,0 ± 0,5 | 1,3 | 0,6 | 0,1 |
| | 38° | 781 | 1,9 ± 0,5 | 1,4 | 0,5 | 0 |
| | 38,5° | 1142 | 6,1 ± 0,7 | 5,1 | 0,9 | 0,1 |
| | 39° | 401 | 11,7 ± 1,6 | 9,7 | 2,0 | 0 |
| | 39,5° | 54 | 25,9 ± 6,0 | 22,2 | 3,7 | 0 |
| Температурное воздействие | 37° | 9529 | 1,8 ± 0,1 | 1,3 | 0,4 | 0,1 |
| | 38° | 389 | 4,6 ± 1,1 | 2,3 | 2,3 | 0 |
| | 38,5° | 1426 | 6,4 ± 0,6 | 4,7 | 1,1 | 0,6 |
| | 39° | 1608 | 7,0 ± 0,6 | 4,6 | 1,9 | 0,4 |
| | 39,5° | 185 | 11,9 ± 2,5 | 7,6 | 2,7 | 1,6 |
| | 40° | 401 | 16,7 ± 1,9 | 9,7 | 4,5 | 2,5 |
| | 40,5° | 200 | 23,0 ± 3,0 | 20,5 | 2,5 | 0 |
| | 41° | 236 | 57,6 ± 3,2 | 40,3 | 11,0 | 6,4 |

Таблица 2

Изменение цитогенетических эффектов в зависимости от направления вектора МП при разных температурах культивирования лимфоцитов человека в течение всего клеточного цикла

| t ° C | По ГМП | | Против ГМП | |
|----------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | Аберрантные клетки | Число aberrаций (на 100 клеток) | Аберрантные клетки | Число aberrаций (на 100 клеток) |
| 37° | 1,9 ± 0,5 | 1,9 ± 0,5 | - | - |
| 37,5° | 2,9 ± 0,4 | 3,1 ± 0,4 | 2,0 ± 1,9 | 2,0 ± 1,9 |
| 38° | 4,1 ± 0,8 | 4,1 ± 0,8 | 4,0 ± 0,6 | 4,0 ± 0,6 |
| 38,5° | 5,1 ± 0,6 | 5,5 ± 0,6 | 7,0 ± 2,6 | 7,0 ± 2,6 |
| Контроль (37° C, без МП) | 1,7 ± 0,3 | 1,8 ± 0,3 | 1,7 ± 0,3 | 1,8 ± 0,3 |

только повышенных температур, так и импульсов МП в условиях повышенных температур образуются в основном хроматидные и парные ацентрические фрагменты. Другие виды нарушений хромосом единичны. Среди делеций преобладают хроматидные фрагменты, составляя до 70-80% от общего числа aberrаций.

Нами было проведено исследование воздействия на лимфоциты магнитных полей, векторы которых были направлены по и против ГМП, в условиях культивирования при температурах от 37° до 38,5°С в течение полного клеточного цикла. Полученные данные приведены в табл.2. Можно видеть, что в этом диапазоне температур статистически достоверных различий в эффектах не наблюдалось.

Приведенные выше данные позволяют сделать вывод о том, что эффективность воздействия меняющегося во времени магнитного поля существенно зависит от температуры культивирования клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уколова М.А., Квакина Е.Б. В кн.: Влияние магнитных полей на биологические объекты. "Наука", М., 1971, с.147.

2. Чаплюк М.И., Филиппова В.Г. В кн.: Материалы 2-го Всесоюзного совещания по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. Изд-во АН СССР, М., 1969, с.245.
3. Стржижовский А.Д., Галактионова Г.В. Цитология, 1974, № 10, с.1233.
4. Галактионова Г.В., Стржижовский А.Д. Космич.биол.мед., 1973, № 2, с.49.
5. Сушков Ф.В., Нейман О.В. В кн.: Материалы Всесоюзного симпозиума "Влияние искусственных магнитных полей на живые организмы". Баку, 1972, с.125.
6. Цонева М. и др. Генетика, 1975, № 3, с.153.
7. Герасименко В.Н., Говорун Р.Д., Данилов В.И. В кн.: Материалы Всесоюзного научно-технического симпозиума "Наука", М., 1975, т.1, с.177.
8. Ткаченко В.В., Евтушенко Г.И. В кн.: Материалы 3-го Всесоюзного симпозиума "Влияние магнитных полей на биологические объекты". Изд-во КГУ, Калининград, 1975, с.80.
9. Hungerford D.A. Stain Technol., 1965, 40, p.333.
10. Bender M.A., Prescott D.M. Exptl.Cell Res., 1962, 27, p.221.
11. Dewey W.C. et al. Int.J.Radiat.Biol., 1971, 20, p.505.
12. Kim S.H., Kim J.H., Hahn E.W. Radiat.Res., 1976, 66, p.337.
13. Kim S.H., Kim J.H., Hahn E.W. Radiat.Res., 1976, 67, p.519.
14. Бочков Н.П., Демин Ю.С., Лучник Н.В. Генетика, 1972, № 5, с.133.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

| | | |
|---------------|---|-------------|
| | Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/ | 7 р. 40 к. |
| | Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/ | 8 р. 00 к. |
| D11-80-13 | Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979 | 3 р. 50 к. |
| D4-80-271 | Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979. | 3 р. 00 к. |
| D4-80-385 | Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980. | 5 р. 00 к. |
| D2-81-543 | Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981 | 2 р. 50 к. |
| D10,11-81-622 | Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980 | 2 р. 50 к. |
| D1,2-81-728 | Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 60 к. |
| D17-81-758 | Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981. | 5 р. 40 к. |
| D1,2-82-27 | Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 20 к. |
| P18-82-117 | Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981. | 3 р. 80 к. |
| D2-82-568 | Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982. | 1 р. 75 к. |
| D9-82-664 | Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982. | 3 р. 30 к. |
| D3,4-82-704 | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р. 00 к. |
| D2,4-83-179 | Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982. | 4 р. 80 к. |
| | Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/ | 11 р. 40 к. |
| D11-83-511 | Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982. | 2 р. 50 к. |
| D7-83-644 | Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983. | 6 р. 55 к. |
| D2,13-83-689 | Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983. | 2 р. 00 к. |

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, я/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

| Индекс | Тематика |
|--------|--|
| 1. | Экспериментальная физика высоких энергий |
| 2. | Теоретическая физика высоких энергий |
| 3. | Экспериментальная нейтронная физика |
| 4. | Теоретическая физика низких энергий |
| 5. | Математика |
| 6. | Ядерная спектроскопия и радиохимия |
| 7. | Физика тяжелых ионов |
| 8. | Криогеника |
| 9. | Ускорители |
| 10. | Автоматизация обработки экспериментальных данных |
| 11. | Вычислительная математика и техника |
| 12. | Химия |
| 13. | Техника физического эксперимента |
| 14. | Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами |
| 15. | Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях |
| 16. | Дозиметрия и физика защиты |
| 17. | Теория конденсированного состояния |
| 18. | Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники |
| 19. | Биофизика |

Говорун Р.Д. и др.

19-83-905

Влияние магнитного поля на лимфоциты человека в условиях культивирования при разных температурах

Исследовано влияние меняющегося во времени пилообразного закона магнитного поля с напряженностью в максимуме 300 Э на хромосомы лимфоцитов периферической крови человека при температурах культивирования в диапазоне 37-39,5°C. Показано, что эффективность воздействия магнитного поля существенно зависит от температуры. Отмечено более быстрое увеличение числа клеток с хромосомными абберациями при температурах выше 38,5°C в случаях совместного воздействия МП и высоких температур по сравнению с воздействием только повышенных температур.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Govorun R.D. et al.

19-83-905

Influence of the Magnetic Field on Cultured Human Lymphocytes at Different Temperatures

The influence of sawtooth pulses of magnetic field 300 Oe in maximum on human periferal lymphocytes at cultivation temperatures 37-39.5°C was studied. The effect of magnetic field was shown to depend essentially on the temperature. There was a more quick increase in the number of cells with chromosome aberrations after the action of magnetic field at temperatures above 38.5°C as compared with the effect of high temperature only.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой