

10. O'Keefe E. A., Udden M. M., McIntire L. V., Lynch E. C. *Biochim. Biophys. Acta*, 69, 271—280, 1972.
11. Reed P. W. J. *Biol. Chem.*, 255, 3189—3497, 1976.
12. Reed P. W., Lardy H. A. In: *The Role of Membranes in Metabolic Regulation* (Mehlman M. A., Hanson R. W., eds.), Academic Press, New York, 111—131, 1972.
13. Romero P. J. *Biochim. Biophys. Acta*, 507, 178—181, 1978.
14. Romero P. J., Whittam R. J. *Physiol. Lond.*, 214, 481—507, 1971.
15. Sarkadi B. *Biochim. Biophys. Acta*, 604, 159—190, 1980.
16. Sarkadi B., Szasz J., Gardos G. J. *Membrane Biol.*, 26, 357—370, 1976.
17. Sarkadi B., Szasz J., Gerloszy A., Gardos G. *Biochim. Biophys. Acta*, 464, 93—107, 1977.
18. Scharff O., Foder B., Skibsted U. *Biochim. Biophys. Acta*, 736, 295—305, 1983.
19. Scharzmann H. J. *Annu. Rev. Physiol. Palo Alto, Calif.*, 45, 303—312, 1983.
20. Shiga T., Sekiya M., Maeda N., Kon K., Okazaki M. *Biochim. Biophys. Acta*, 814, 289—299, 1985.
21. Skukla S. D., Berriman J., Coleman R., Finean J. B., Mitchell R. H. *FEBS Lett.*, 90, 289—292, 1978.
22. Steffring G. E., Apostol A. B., Velasco P. T., Lorand L. *Biochemistry*, 17, 2598—2601, 1978.
23. Stanpe P., Vestergaard—Bogind B. *Biochim. Biophys. Acta*, 815, 313—321, 1985.
24. Weed R. I., La Celle P. L., Merrill E. W. J. *Clin. Invest.*, 48, 795—809, 1969.
25. Vestergaard—Bogind B., Bennecon P. *Biochim. Biophys. Acta*, 688, 37—41, 1982.

Поступило 25.XI 1987 г.

Биолог. ж. Армении. т. 41. № 5, 1988

УДК 616.155.18:537.2

## ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА КИВЕТКУ ГЕМОЛИЗА ЭРИТРОЦИТОВ

Р. А. МАНУКЯН, Г. Г. АРИВУНИ

Ереванский государственный медицинский институт, ЦНИЛ

Установлено, что электростатические поля исследованных параметров непосредственного действия на эритроцитарные мембраны не оказывают. Повышение прочности мембран эритроцитов при длительном воздействии *in vivo* является следствием опосредованного действия прилагаемого поля.

Ստացվել է արված, որ ուսումնասիրվող պարամետրերով էլեկտրաստատիկ դաշտերը էրիթրոցիտային թաղանթների վրա անմիջական ազդեցության չեն բողբոսում: Էրիթրոցիտների թաղանթների ամրության բարձրացումը երկարատև ազդեցության դեպքում *in vivo* պայմաններում անդրախառնում է դաշտի միջնորդված ազդեցության արդյունք:

It is established that electrostatic fields of studied parameters have no direct effect on the erythrocyte membranes. Increasing of stability of erythrocyte membranes under prolonged effect *in vivo* may be the result of indirect effect of applied fields.

*Электростатическое поле—эритроцитарная мембрана—гемолиз*

В ряде работ показано, что непосредственное воздействие внешних ЭСП на искусственные и естественные биологические мембраны при-

Сокращения: ЭСП—электростатическое поле. ЭМ—эритроцитарная мембрана.

водит к их структурным и функциональным перестройкам [6, 9, 11-13]. Однако в доступной нам литературе мы не встречали работ, касающихся эффектов ЭСП на мембранном уровне при воздействии поля на целостный организм. Нами предпринята попытка изучения влияния ЭСП на прочность ЭМ в экспериментах *in vivo* и *in vitro* при помощи фазового анализа кинетики гемолиза эритроцитов.

**Материал и методика.** В экспериментах использовали свежую гепаринизированную кровь беспородных крыс-самцов. Кровь получали после декапитации животных и к 5 мл разбавленной 0,9%-ным NaCl (1:10) суспензии добавляли 0,02 мл гепарина. Гемолиз проводили при 22° на модифицированной установке, подробное описание которой дано в работе [1]. Модификация заключалась в замене ФЭК-56М более чувствительным прибором КФК-2. Для изучения непосредственного воздействия ЭСП на процесс гемолиза к торцевой стороне 1-сантиметровой кюветы плотно прикладывали изолированный латунный электрод, к которому подавали отрицательный потенциал от высоковольтного стабилизатора ВС-22. Кюветодержатель и корпус прибора заземляли. Таким образом, содержимое кюветы подвергалось воздействию ЭСП, напряженность которого варьировалась величиной подаваемого потенциала.

Осмотический гемолиз проводили в гипотоническом растворе, содержащем 0,22 М NaCl, 3,75 мМ трис HCl, pH 7,3, кислотный — в 0,9%-ном NaCl, 15 мМ трис HCl, pH 2,2. К 2 мл гемолизата добавляли 0,1 мл суспензии эритроцитов. Фазовый анализ кривых проводили согласно [1]. Рассчитывали следующие параметры:  $t$  — общее время гемолиза,  $T$  — длительность «лаг»-фазы кислотного гемолиза,  $V$  — скорость кооперативного учета,  $a$  — глубину,  $b$  — высоту гемолиза.

Были проведены 3 серии экспериментов. В первой серии исследовали кинетику гемолиза эритроцитов крыс, подвергшихся воздействию ЭСП (напряженность 2000 в/см, длительность — час, сутки, 6 дней по 6 ч ежедневно). ЭСП создавалось при помощи установки, описанной в работе [2]. Во II серии изучали кислотный и осмотический гемолиз суспензии эритроцитов, предварительно выдержанной в течение часа в ЭСП (2000 в/см). В III серии определяли кинетику гемолиза во время воздействия ЭСП, напряженность которого меняли от 500 до 3500 в/см через каждые 500 в. Для каждого менее 3 раз, и полученные данные усредняли.

Статистическую обработку данных производили по критерию Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Из результатов I серии экспериментов, приведенных в табл. 1 и 2, следует, что часовое действие поля не влияет на исследуемые кинетические параметры. Суточная экспозиция его приводит к снижению скорости кислотного и осмотического гемолиза. Возрастает высота кислотного, высота осмотического проявляет тенденцию к увеличению.

Недельное воздействие ЭСП вызывает значительное изменение ряда параметров: увеличиваются высота осмотического (22%), общее время кислотного (12,5%) и осмотического (23%) гемолиза, а также длительность «лаг»-фазы кислотного гемолиза. Скорости как кислотного, так и осмотического гемолиза заметно снижаются (на 33 и 27% соответственно).

Эксперименты по воздействию ЭСП *in vitro* (II и III серии) показали, что при всех исследованных напряженностях ни во время воздействия, ни после достоверных изменений в изучаемых параметрах не происходит. В ряде теоретических и экспериментальных работ было показано, что электрические поля высоких напряженностей (>1000 в/см) должны приводить к пробоем мембраны, происходящему по механизму

Таблица 2. Действие ЭСП (2000 в см) на кинетику осмотического гемолиза эритроцитов крыс

Параметр гемолиза	Длительность воздействия ЭСП					
	0 n=7	1 ч n=11	0 n=6	24 ч n=10	0 n=6	6 дн. по 6 ч n=11
a (см)	19.7±0.2	19.6±0.2	20.3±0.2	19.3±0.3	20.7±0.2	20.0±0.2
b (см)	4.4±0.2	4.3±0.2	3.1±0.15	4.3±0.3*	3.2±0.14	3.6±0.2
t (сек)	263±8	255±7	216±2.4	232±9	160±3	205±7*
T (сек)	161±3	153±4	131±1.8	131±3.2	86±3	108±5*
V (сек <sup>-1</sup> )	2.53±0.1	2.62±0.15	3.32±0.1	2.89±0.1*	4.96±0.15	3.32±0.1*

\*—P<0,05

n—количество животных.

Таблица 2. Действие ЭСП (2000 в см) на кинетику осмотического гемолиза эритроцитов крыс

Параметр гемолиза	Длительность воздействия ЭСП					
	0 n=7	1 ч n=11	0 n=6	24 ч n=10	0 n=7	6 дн. по 6 ч n=10
a (см)	16.9±0.2	16.8±0.2	15.7±0.4	16.2±0.1	15.9±0.15	16.1±0.16
b (см)	3.15±0.1	3.3±0.1	2.6±0.1	2.8±0.1	2.25±0.13	2.75±0.12*
t (сек)	115±2	113±1.6	119±2	124±1.4	100±2.6	123±2.7*
V (сек <sup>-1</sup> )	1.59±0.24	1.69±0.16	5.18±0.13	4.56±0.13	6.94±0.3	5.45±0.1*

\*—P<0,05,

n—количество животных.

инициации и роста пор [4, 11, 15]. Отсутствие подобных эффектов *in vitro* в наших экспериментах можно объяснить недостаточной напряженностью поля и тем фактом, что использованные солевые растворы частично экранируют внешние поля. Результаты, полученные в экспериментах *in vivo*, а также тот факт, что часовая экспозиция *in vivo* не влияет на гемолиз, свидетельствуют о том, что ЭСП исследованных параметров не оказывают непосредственного действия на прочность ЭМ.

Изменение параметров гемолиза при суточном и недельном воздействии поля указывает на повышение кислотной и осмотической резистентности эритроцитов. Удлинение «лаг»-фазы, возможно, свидетельствует об изменении ионной проницаемости мембраны, а увеличение высоты гемолиза—о возрастании количества негемолизированных эритроцитов.

В ряде работ [5, 7, 8, 16, 17] показано, что резистентность эритроцитов и скорость их гемолиза зависят от возраста эритроцитов, содержания холестерина, текучести и жирнокислотного состава липидов. Известно, что воздействие ЭСП *in vivo* приводит к значительным метаболическим перестройкам и активации эритропоэза [5, 13, 14]. Принимая во внимание вышесказанное, мы можем предположить, что повышение прочности ЭМ может быть следствием или метаболических пе-

рестроек в мембране, или выхода в кровеносное русло молодых эритроцитов. Возможно, оба процесса происходят одновременно.

Таким образом, ЭСП исследуемых напряженностей в условиях нашего эксперимента непосредственного действия на прочность ЭМ не оказывает. Повышение резистентности эритроцитов в экспериментах *in vivo* является следствием опосредованного действия внешних ЭСП.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агамян А. Г., Оганесян С. С. Косм. биол. и авиакосм. мед., 17, 6, 60—62, 1983.
2. Ариуни Г. Г. Мат-лы научн. конф. мол. уч., посвящ. 25-му съезду КПСС, 32, Ереван, 1975.
3. Ариуни Г. Г. Мат-лы научн. конф. мол. уч., посвящ. 25-му съезду КПСС, 34, Ереван, 1975.
4. Гончаренко М. С., Катков И. И. Биофизика, 30, 3, 441—445, 1985.
5. Гительзон И. И., Терсков И. А. В кн.: Вопросы биофизики, биохимии и патологии эритроцитов. 48—56. М., 1967.
6. Чизмаджев Ю. А., Черномордик Л. В., Пастушенко В. Ф., Абибор И. Г. В кн.: Итоги науки и техники. Биофиз. мембран, 2, 161, М., 1982.
7. Araki K., Rifeind J. В: *Intm. Biophys. Acta*, 615, 81—90, 1981.
8. Bendz G., Tlavis B., *e. a.* В: *IA Biomembranes*, 775 (M 121), 2, 257—259, 1981.
9. Ben-Sasson Sh., *e. a.* *Analyt. Quant. Cytol.*, 4, 309—314, 1982.
10. Coster H., Zimmermann U. J. *Membrane Biol.*, 22, 73—94, 1975.
11. Deuticke B. *Happ—Seyler's Z. Physiol. Chem.*, 345, 3, 229—230, 1964.
12. Kinoshita K., Tsong T. *Biochim. Biophys. Acta*, 571, 2, 479—497, 1979.
13. Mose J., Fischer G. *Arch. Hyg.*, 197, 6, 349, 1971.
14. Mose J., Shug S., Fischer G. *Biomed. Techn.*, 17, 2, 55, 1972.
15. Riemann Z., Zimmermann U. *Pflüger's Arch.*, 394, 349, 1975.
16. Rifeind J., Araki K., Hadley E. *Arch. Biochem. Biophys.*, 221, 582—581, 1983.
17. Sida T., Maeda N., Sekiya M. *e. a.* *Med. J. Osaka Univ.*, 29, 1—2, 21—23, 1978.

Получено 31.1987 г.

Бюллет. ж. Армения. 1988, № 5, 1988

УДК 616.155.1—097

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЭРИТРОЦИТОВ С ИЗМЕНЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЕМ ЭКСПРЕССИИ АНТИГЕНОВ АВ0

Т. И. ГАРЕГИНИ

Ереванский медицинский институт, кафедра биологической и медицинской физики

Показано, что после обработки эритроцитов УЗ при снижении показателя экспрессии антигенов системы АВ0 происходят достаточно выраженные изменения в СОЭ и морфологии клеток.

Քայլով է արվում որ էրիթրոցիտների էլեկտրաֆորետիկ շարժունքը արյան նստահարման ցուցանիշների համարեցմանը արժեքային նվազման վեա չկրում է էրիթրոցիտների նստահարման արագության և մորֆոլոգիայի գրգռի փոփոխությունների:

Сокращения: УЗ—ультразвук; ЭФИ—электрофоретическая подвижность; СОЭ—скорость оседания эритроцитов.