

УДК 591.1:612.126+612.017+613.863

# Кальций крови у иммунизированных животных, перенесших эмоциональный стресс

С.Н. Диденко, В.С. Якушев

*Запорожская медицинская академия последипломного образования, Запорожье***Ключевые слова:** иммунизация, эмоциональный стресс, кровь, кальций, титр антител.

**И**звестна чрезвычайно важная роль  $Ca^{2+}$  в регуляции большого количества биохимических и физиологических процессов [1, 2, 3, 7, 11, 12].  $Ca^{2+}$  оказывает влияние на проницаемость мембран [3, 16], энергетические процессы в митохондриях [5, 14], участвует в генерации потенциала действия в нервных и мышечных клетках [16, 17], является сопрягающим фактором между возбуждением и сокращением в мышцах [2, 11], влияет на выброс гормонов в кровь и характер их физиологического действия [7, 8, 11, 18]. В то же время, одним из характерных сдвигов при эмоциональном и болевом стрессе является нарушение кальциевого гомеостаза, связанное с повреждением кальциевого насоса саркоплазматического ретикулума [9, 10]. Следствием этого процесса являются последующие большие отрица-

тельные последствия для сократительной функции и электрической стабильности миокарда [9,10], а также многочисленные сдвиги практически всех видов обмена веществ [9, 10, 11]. Эти фундаментальные данные получены при воздействии на здоровый организм. Вместе с тем, хорошо известно, что различные экологические, пищевые и лекарственные факторы активно воздействуют на иммунную систему, вызывая нарушения клеточного и гуморального иммунитета. Анализ научных исследований показал, что в литературе практически нет данных о нарушениях обмена веществ и, в частности, кальция у иммунизированных организмов, подвергнутых воздействию стрессогенных факторов.

## Цель исследования

— изучение содержания каль-

ция в крови у животных, подвергнутых иммунизации, эмоциональному стрессу, а также их комбинированному воздействию.

## Материал и методы исследования

Работа проведена на белых крысах линии Вистар. Все животные делились на группы: 1 – интактные животные ( $n=6-8$ ); 2 – животные, у которых моделировался эмоциональный стресс (ЭС) [13] в форме невроза тревоги. Особенностью данной модели стресса является наличие конфликта между выработанным условным рефлексом избегания постоянного электрического напряжения путем ухода на платформу и безусловным, ноцицептивным, раздражением на этой платформе, а также в напряженном тревожном ожидании воздействия (раздражение на платформе наноси-

Таблица 1.

Титр антител в сыворотке крови животных при эмоциональном стрессе, иммунизации и воспроизведении эмоционального стресса после иммунизации. (n=6-8, M±m).

№ группы	Группа животных	Титр антител
1.	Интактные животные	1,8±0,1
2.	Эмоциональный стресс	1,5±0,2
3.	Второй день после эмоционального стресса	1,8±0,1
4.	Иммунизированные животные	3,5±0,3*
5.	Иммунизированные животные с эмоциональным стрессом.	5,9±0,3***
6.	Иммунизированные животные на второй день после эмоционального стресса.	4,2±0,2***

Здесь и в табл. 2: \* - p<0.05 в сравнении с группой 1. \*\* - p<0.05 в сравнении с группой 4.

Таблица 2.

Содержание кальция в сыворотке крови животных при иммунизации и эмоциональном стрессе (ммоль/л), (n=6-8, M±m).

№ группы	Группа животных	Уровень кальция
1.	Интактные животные	2,1±0,07
2.	Эмоциональный стресс	1,4±0,05*
3.	Второй день после эмоционального стресса	1,6±0,01*
4.	Иммунизированные животные	2,5±0,2
5.	Иммунизированные животные с эмоциональным стрессом.	2,6±0,3**
6.	Иммунизированные животные на второй день после эмоционального стресса.	1,8±0,2

ли через разные промежутки времени). Эффективность развития стресса оценивали по количеству язвенных поражений желудка, максимальной концентрации кортикостерона (n=6-8); 3 – животные, которых исследовали на второй день после воспроизведения эмоционального стресса (n=6-8); 4 – иммунизированные животные. Иммунизация осуществлялась внутривенным введением эритроцитов барана общепринятым методом и исследование проводилось в период максимального повышения титра антител (14 день) (n=6-8); 5 – животные, у которых на высоте максимального увеличения титра антител воспроизводился ЭС и исследование проводили на фоне полного объема стрессорных повреждений (n=6-8); 6 – иммунизированные животные, подвергнутые исследованию на второй день после моделирования ЭС (n=6-8). Содержание кальция в сыворотке крови определяли с помощью глюкокальбис-(2-оксианила) (Lachema). При проведении экспериментальных исследований придерживались «Правил проведения работ с

использованием экспериментальных животных». Все данные были статистически обработаны на компьютере с использованием таких показателей M±m, u и t по Стьюденту.

## Результаты исследований и их обсуждение

Данные исследований представлены в таблице 1 и 2.

Как видно из табл. 1 ЭС (группы 3 и 4) вызывает недостоверные сдвиги титра антител, и при этом только на момент полного проявления стрессорных повреждений намечается тенденция снижения их концентрации на 48,6% по сравнению с группой 1 (интактные животные). При воспроизведении иммунизации (группа 2) титр антител резко повышается и это повышение составляет 195% по сравнению с группой 1. Важно отметить, что воспроизведение ЭС у иммунизированных животных (группы 5 и 6) сопровождается более значительным возрастанием титра антител по сравнению как с группой интактных (группа 1) на

327%, так и иммунизированных животных (группа 2) на 168%.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что ЭС потенцирует влияние иммуногенных факторов, что наглядно подтверждается увеличением титра антител в крови, сохраняя ту же направленность вызванной непосредственно самой иммунизацией.

На этом фоне содержание Ca<sup>2+</sup> (табл. 2) в сыворотке крови у иммунизированных животных (группа 2) не меняется по сравнению с интактными животными (группа 1). Сам по себе эмоциональный стресс (группы 3 и 4) сопровождается резким снижением концентрации Ca<sup>2+</sup> и по отношению к интактным животным (группа 1) оно составляет соответственно 66% (группа 3) и 76% (группа 4). Исследование Ca<sup>2+</sup> у иммунизированных животных подвергнутых ЭС (группы 5 и 6) практически возрастает до уровня интактных (группа 1) и иммунизированных животных (группа 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что ЭС со-

проводяется резко выраженной гипокальциемией, что соответствует выводам о нарушении кальциевого гомеостаза при воздействии стресса на организм [10]. При этом активное напряжение иммунной системы в случае последующего воздействия эмоционального стресса устраняет гипокальциемию.

Таким образом, активный иммунный ответ в условиях воздействия стрессорных факторов по сути дела нормализует кальциевый гомеостаз, что, по нашему мнению, будет отражаться на процессах связанных с физиологической ролью ионов кальция.

## Выводы

1. Эмоциональный стресс, воспроизведенный у иммунизированных животных, повышает титр антител в крови;

2. Эмоциональный стресс сопровождается гипокальциемией;

3. Предварительная иммунизация с последующим воспроизведением эмоционального стресса нормализует содержание кальция в крови.

## Литература

1. Авдонин П.В., Ткачук В.А. Рецепторы и внутриклеточный кальций. —

М: Наука, 1994, 156 с.

2. Биохимия человека // Марш П., Греннер Д., Мейес П. и др. - М: Мир, 2004, Т.1, 414 с.

3. Кудинюв С.А. Системы транспорта  $Ca^{2+}$  в нервных клетках. - Киев: Наук. думка. - 1988. - 160 с.

4. Либерман Е., Цофина Л., Вайнцвайг М. Роль одно- и двухвалентных ионов в генерации потенциала действия. - Биофизика. - 1961. - Т.6. - №1. - с.45-51.

5. Будников Е.Ю., Постнов А.Ю., Дорожук А.Д. и др. Сниженная АТФ-синтезирующая способность митохондрий печени спонтанно гипертензивных крыс (SHR): роль кальциевой перегрузки митохондрий. - Кардиология. - 2000. - Т.42. - №12. - с.47-50.

6. Титов В.Н. Методические и диагностические аспекты определения кальция. - Клиническая лаб. Диагностика. - 1996. - 32. - с.23-26.

7. Ткачук В.А. Молекулярные механизмы эндокринной регуляции // Соросовский образовательный журнал. - 1998. - №6. - с. 16-20.

8. Ткачук В.А. Мембранные рецепторы и внутриклеточный кальций // Биология. - 2001. - с. 5-11.

9. Меерсон Ф.З. Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца. - М.: Медицина. - 1985. - с.221.

10. Меерсон Ф.З. Первичное стрессорное повреждение миокарда и аритмическая болезнь // Кардиология. - 1993. - №4. - с. 50-59.

11. Хит Д., Маркс С. Нарушение обмена кальция. - М.: Медицина. 1985. с. 333.

12. Vygrave F.L. The ionic environment and metabolic control // Nature. 1967.

Vol.214. N.5089. p.208-214.

13. Desiderato O., Mackinnon G., Hisson H. Effect of emotional stress of formation gastric ulcers // Comp. Physiol. and Psychol. 1974. Vol.87. p.208-214.

14. Chance B. The energy-linked reaction of calcium with mitochondria // J. Biol. Chem. 1965. Vol.240. N.6. p.2729-2748.

15. Katz B., Miledi R. Further study of role of calcium in synaptic transmission // J. Physiol. 1970. Vol.207. N.3. p.789-801.

16. Kostyuk P., Krishtal O., Doroshenko P. Calcium in snail neurons // J. Identification of calcium current. 1974. Vol.348. N. 1. p.83-93.

17. Kostyuk P., Krishtal O., Doroshenko P. Properties of inward current channels in somatic membrane of nerve cell // Bioelectrochem. and Bioenerg. 1974. Vol. 1. N.3. p.350-354.

18. Rassmussen H., Nagata J. Hormones, cell calcium and cyclic AMP. - In: Calcium and cell function / Eds. A.S. Cutbert. MacMillan. 1970. p.198-214.

19. Frankenhauser B., Hodgkin A. The effect of calcium on sodium permeability of giant nerve fiber // J. Physiol. 1955. Vol. 128. N.2. p.40-41.

## Кальцій крові у імунізованих тварин, які перенесли емоційний стрес

С.М. Діденко, В.С. Якушев

Показано, що емоційний стрес, відтворений у імунізованих тварин (щурів лінії Вістар), підвищує титр антитіл і вміст кальцію крові. В той же час, сам по собі ЕС супроводжується гіпокальціемією.

Ключові слова: імунізація, емоційний стрес, кров, кальцій, титр антитіл.

## Calcium of blood at the immunized animals of carrying emotional stress.

S.N. Didenko, V.S. Yakushev

Summary. It is established, that the emotional stress (ES) reproduced at the animals (rat Vistar) promotes the titer of antibodies and maintenance of calcium of blood. At the same time on itself ES is accompanied by the decline of calcium of blood.

Key words. Immunization, emotional stress, blood, calcium, titer antibodies.