

УДК 616—001.28+616.45+616.127

А. Г. САРУХАНОВ

К РОЛИ НАДПОЧЕЧНИКОВ В ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ У ОБЛУЧЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Из литературы известно, что при определенных степенях общего и местного лучевого поражения организма наступает нарушение тканевой проницаемости и изменение барьерных систем организма [1, 4, 6, 8, 10, 11]. Эти нарушения в то же время могут привести к изменению электролитного баланса как в целом организме, так и в различных органах. Однако электролитный обмен при лучевой болезни изучен недостаточно [3, 9 и др.].

Известно также, что в регуляции электролитного обмена принимают активное участие и надпочечники. Несмотря на это, до сих пор мало изучена роль надпочечников в изменениях электролитного обмена при острой лучевой болезни. Имеются лишь единичные работы, касающиеся регулирующей роли надпочечников в отношении содержания электролитов в организме облученных животных [2 и др.].

Мы поставили перед собой задачу изучить характер изменений баланса электролитов (натрий, калий, кальций) в сердечной мышце облученных животных и выявить при этом роль надпочечников. Изучение этого вопроса имеет не только теоретическое, но и практическое значение, ибо работа сердца в значительной степени определяется содержанием в миокарде электролитов, основными из них являются натрий, калий и кальций. Ассиметрическое распределение калия и натрия на клеточных мембранах и поддержание их концентрации в определенных отношениях является важным фактором для нормального сокращения мышц. Незначительные изменения этого градиента влияют на сократимость сердца [5].

Определение количества электролитов сердечной мышцы производили пламеннотометрическим методом на аппарате ФПФ-58 по методике М. Бюхнера [13] (содержание электролитов выражали в мэкв/л).

Надпочечники удаляли под нембуталовым наркозом люмбальным способом, после чего ежедневно вводили подкожно 1%-ный раствор хлористого натрия в дозе 1—1,5 мл до конца срока исследования.

Опыты были проведены на белых крысах весом 200—300 г, которые были подразделены на четыре группы:

I—интактные (10), II—облученные (40), III—адреналэктомированные (24), IV—адреналэктомированные+облученные (24).

Животных IV группы через 3 дня после удаления надпочечников подвергали общему однократному облучению в дозе 800 р. аппаратом РУМ-11 (напряжение тока—187 кв., сила тока—15 ма, фильтры—медь 0,5 мм+алюминий 1,0 мм, кожно-фокусное расстояние—60 см, мощность дозы—19—20 р/мин.).

Исследования животных III и IV групп проводились через 3 дня после удаления надпочечников. Животных декапитировали в различные сроки после облучения: через 10—15 мин., 24 ч., 3 и 5 дней.

Полученные результаты обрабатывали статистически, после чего сравнивали с исходными данными. В табл. 1 приведены результаты исследований электролитов в сердечной мышце у интактных и облученных крыс.

Таблица 1

Сроки	Натрий		Калий		Кальций	
	M±m	P с норм.	M±m	P с норм.	M±m	P с норм.
Норма	38,9±2	—	69,5±2,0	—	4,24±0,18	—
10—15 мин.	33,9±1,7	0,1	69,7±2,3	—	4,02±0,13	0,3
24 ч.	36,8±1,2	0,5	72,8±3,5	0,3	4,17±0,17	—
3 дня	24,1±1,3	0,001	78,5±4,5	0,1	4,42±0,2	0,3
5 дней	33,6±1,6	0,05	65,9±1,6	0,2	3,8 ±0,16	0,05

Через 10—15 мин. после облучения содержание натрия сердечной мышцы снижается на 13,0% ($P < 0,1$) по сравнению с нормой, через 24 ч.—нормализуется, а на 3-й день после облучения отмечается достоверное понижение его на 38%, которое не восстанавливается даже на 5-й день. В количественном содержании калия в сердечной мышце не обнаружено достоверных изменений, лишь на 3-й день в 8 случаях из 10 отмечалась тенденция к увеличению ($P < 0,1$). Содержание кальция сердечной мышцы в первые 3 дня после облучения изменялось как в сторону уменьшения, так и увеличения, однако эти изменения статистически не были достоверными, лишь на 5-й день было отмечено достоверное понижение его ($P < 0,05$). Такое волнообразное колебание, по-видимому, связано с изменением тканевой проницаемости. Об этом косвенно свидетельствуют данные А. Г. Сергазина [10], наблюдавшего волнообразное изменение проницаемости тканевых барьеров для Ca^{45} .

Результаты исследований количественного содержания натрия, калия и кальция сердечной мышцы адреналэктомированных необлученных и облученных крыс приведены в табл. 2. Как видно из этой таблицы, после удаления надпочечников у необлученных крыс содержание натрия в миокарде то увеличивается, то уменьшается. Так, в 1-й день исследования, т. е. через 3 дня после удаления надпочечников, у крыс содержание натрия в сердечной мышце было увеличено на 14,6% по сравнению с интактными ($P < 0,05$), на 4-й день—ниже исходного на 16,5% ($P < 0,05$), на 6-й день вновь отмечается увеличение на 18,7%

($P < 0,01$), к 8-у дню наступает нормализация. Эти данные соответствуют литературным [14 и др.].

После адреналэктомии содержание калия и кальция в сердечной мышце также колеблется. Так, например, содержание калия сердечной мышцы было увеличено на 36,1% через 3 дня после удаления надпочечников ($P < 0,001$), через 4 дня оно нормализовалось, на 3—5-й дни содержание калия вновь возросло соответственно на 40,4 и 18%. Содержание кальция сердечной мышцы в первые сутки наблюдений снижается на 10,4% ($P < 0,001$), к 3-у дню повышается на 25,5% ($P < 0,001$), к 5-у нормализуется. Наблюдаемая лабильность электролитов, по-видимому, обусловлена отсутствием регулирующего влияния надпочечников.

Облучение крыс на 3-й день после адреналэктомии приводит к повышению содержания натрия сердечной мышцы ($P < 0,01$) через 10—15 мин., к 24 ч. оно нормализуется, а к 5-у дню содержание его вновь повышается на 14% ($P < 0,05$). Содержание калия сердечной мышцы у адреналэктомизированных крыс во всех сроках после облучения было повышено по сравнению с данными, полученными у интактных животных, за исключением 3-го дня, соответствующего 6-у дню адреналэктомии.

Содержание кальция сердечной мышцы у адреналэктомизированных крыс через 10—15 мин. после облучения достоверно повышается на 21,2% по сравнению с нормой, затем к 24 ч. понижается и остается на низком уровне в течение последующих сроков наблюдения.

Интересно отметить, что динамика изменения натрия и кальция с 24 ч. по 5-й день только у облученных и комбинированно пораженных крыс носит одинаковую направленность. Это объясняется, по-видимому, тем, что в регуляции электролитного обмена организма, в частности сердечной мышцы, участвуют не только надпочечники.

Принимая во внимание тот факт, что катионные градиенты являются необходимым атрибутом нормального функционирования любой клетки, мы провели расчеты по выявлению ионных градиентов (табл. 3).

Градиент Na/K у облученных крыс на всем протяжении исследований был несколько уменьшен, а градиент K/Ca увеличен. Данные изменения градиентов обусловлены тенденциозным уменьшением Na и Ca при неизменном содержании калия.

Удаление надпочечников у крыс приводит к изменению катионных градиентов. Так, например, градиент Na/K во всех сроках исследований равнялся 0,47—0,48 (норма—0,56), а градиент K/Ca изменялся от 17,6 до 23,5 (норма—16,4). Приведенные изменения указывают на непосредственное влияние надпочечников в поддержание катионных градиентов.

Облучение адреналэктомизированных крыс вызывает также понижение градиента Na/K относительно нормы, но в то же время он выше контрольного, а градиент K/Ca изменяется в сторону повышения. Необходимо подчеркнуть, что градиент K/Ca при комбинированном поражении более лабилен, чем при облучении и адреналэктомии в отдельности.

Таблица 2

Достоверность изменений содержания натрия, калия и кальция в сердечной мышце адреналэктомированных крыс

Группа животных	Дни исследования после адреналэктоми	Сроки после облучения	Na			K			Ca		
			M±m	P с интакт. животн.	P с адреналэкт. животн.	M±m	P с интактн. животн.	P с адреналэкт. животн.	M±m	P с интактн. животн.	P с адреналэкт. животн.
I — интактные	—	—	38,9±2,2	—	—	69,5±2,0	—	—	4,24±0,13	—	—
II — адреналэктомированные	3	—	44,6±1,8	0,05	—	94,6±3,3	0,001	—	4,02±0,1	0,2	—
	4	—	32,5±1,2	0,05	—	67,0±1,4	0,5	—	3,8 ±0,01	0,001	—
	6	—	46,2±0,9	0,01	—	98,6±2,8	0,001	—	5,3 ±0,08	0,001	—
	8	—	39,5±2,1	0,5	—	82,0±3,7	0,1	—	4,0 ±0,37	0,5	—
III облученные + адреналэктомированные	3	10—15 мин.	48,4±1,5	0,01	0,1	94,0±3,4	0,001	—	5,22±0,2	0,001	0,001
	4	24 часа	40,2±0,6	0,5	0,01	79,0±1,4	0,01	0,001	3,42±0,04	0,001	0,001
	6	3 дня	36,4±0,6	0,1	0,001	68,8±2,4	0,7	0,001	3,7 ±0,18	0,02	0,001
	8	5 дней	45,0±2,5	0,05	0,1	81,8±0,9	0,01	—	3,3 ±0,04	0,001	0,1

Таблица 3

Изменение соотношений Na/K и K/Ca сердечной мышцы у крыс, подвергнутых облучению в дозе 800 р, адrenaлэктомированию, адrenaлэктомированию и облучению

Группа животных	Сроки исследований	Время после облучения	Na/K	K/Ca
Интakтные	—	—	0,56	16,4
Облученные	—	10—15 мин.	0,49	17,3
	—	24 часа	0,51	17,4
	—	3 дня	0,31	17,9
	—	5 дней	0,51	17,3
Адrenaлэктомированные	3	—	0,47	23,5
	4	—	0,48	17,6
	6	—	0,47	18,6
	8	—	0,48	20,5
Облученные + адrenaлэктомированные	3	10—15 мин.	0,51	17,0
	4	24 часа	0,51	23,1
	6	3 дня	0,53	18,6
	8	5 дней	0,55	24,8

Наши данные подтверждают мнение, что адrenaлэктомированные крысы значительно более чувствительны к облучению, чем нормальные [7, 12].

Выводы

1. Облучение крыс дозой 800 р приводит к снижению содержания натрия сердечной мышцы, содержание калия не меняется, а кальция снижается только на пятый день.

2. Удаление надпочечников у необлученных крыс вызывает лабильные изменения в балансе электролитов сердечной мышцы, что, по-видимому, связано с отсутствием регуляции со стороны гормонов надпочечников.

3. Адrenaлэктомирование в комбинации с облучением вызывает значительные изменения как в балансе электролитов, так и в изменении катионных градиентов сердечной мышцы. Это указывает на неполную компенсацию функций надпочечников у адrenaлэктомированных животных, что является причиной более резкого изменения содержания электролитов сердечной мышцы.

Ա. Գ. ՍԱՐՈՒԽԱՆՈՎ

ՀԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՎԱԾ ԿԵՆՌԱՆԻՆԵՐԻ ՍՐՏԱՄԿԱՆՈՒՄ ԷԼԵԿՏՐՈԼԻՏՆԵՐԻ ՔԱՆԱԿԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ՄԱԿԵՐԻԿԱՄՆԵՐԻ ԴԵՐԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո ռ մ

Ուսումնասիրված են առնետների սրտամկանում էլեկտրոնային փոխանակության խանգարումները (Na, K, Ca) կենդանիներին 800 p դոզայով ճառագայթահարելուց, ադրենալինեկտոմիայից և այս գործոնների համակրված (ադրենալինեկտոմիա, ճառագայթահարում) ազդեցությունից հետո: Վերջին դեպքում կենդանիները ճառագայթահարվել են մակերիկամների հեռացումից 3 օր հետո: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ինտակտ առնետների ճառագայթավորումը իջեցնում է Na և Ca քանակները, իսկ K-ի քանակը՝ ոչ: Na/K հարաբերությունն ակնառու փջնում է ճառագայթահարումից 3 օր հետո, իսկ K/Ca հարաբերությունը ընդհակառակը բարձրանում է: Մակերիկամների հեռացումը առաջացնում է Na և K քանակների անկայունություն, իսկ Ca-ի ավելացում: Na/K հարաբերությունը իջնում է, իսկ K/Ca-ն մեծանում: Մակերիկամները հեռացված առնետների ճառագայթահարումը առաջացնում է Na-ի ավելացում 3-րդ և 8-րդ օրերին, K-ի իջեցում՝ 6-րդ օրը, Ca-ի սկզբնական ավելացում, և հետագայում նրա իջեցում մինչև հետազոտության վերջին օրերը: Na/K հարաբերությունը մնում է նորմայի սահմաններում, իսկ K/Ca-ն մեծանում է:

Հետազոտությունների արդյունքները խոսում են օրգանիզմում մակերիկամների կարևոր դերի մասին, մասնավորապես սրտամկանում էլեկտրոլիտային փոխանակության կանոնավորման գործում՝ ինչպես ադրենալինեկտոմիայի ու ճառագայթահարման համակցված, այնպես էլ այդ գործոնների առանձին ազդեցության ժամանակ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Балмуханов С. Б. Труды ин-та краевой патологии АН Казахской ССР, IV. Алма-Ата, 1956, стр. 235.
2. Жанбаева Г. Е., Сергазин А. Г. Труды Алма-Атинского медицинского института, 23. Алма-Ата, 1956, стр. 202.
3. Иваненко Т. Н. Автореферат. М., 1959.
4. Киселев Н. П., Нахильницкая З. Н. Медицинская радиология, 1960, 9, стр. 73.
5. Лениц Ф. В. в кн.: Достижения кардиологии. М., 1959, стр. 153.
6. Лебединский А. В. Медицинская радиология, 1957, I, стр. 35.
7. Мовсесян М. А., Мелик-Мкртчян Л. Н. Вопросы рентгенологии и онкологии, VIII. Ереван, 1965, стр. 253.
8. Могильняцкий В. Н., Брумштейн М. С. Архив патологии, 1946, VIII, 3, стр. 48.
9. Пигалев Н. А., Мороз Б. Б., Гроздов С. П. Медицинская радиология, 1961, 12, стр. 29.
10. Сергазин А. Г. Автореферат. Алма-Ата, 1967.
11. Штерн Л. С. В кн.: Гисто-гематические барьеры и ионизирующая радиация. М., 1963, стр. 5.
12. Betz E. H. Contribution a l'etude dy syndrome endocrinen provoqué par l'irradiation totale de l'organusme. Paris, 1956.
13. Buchner M. Moderne chemische Methoden in der Klinik. Leipzig, 1958.
14. Marini U., Zeladi F. F., Beretta R., Cavalca L. Folia endocrinol., 1961, 14, 13, 430.