

УДК 591.147.6 612.015.31:616.001.17

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПЕЧЕНИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ У ИНТАКТНЫХ И АДРЕНАЛЭКТОМИРОВАННЫХ КРЫС

Г. Л. ПОЛОНСКАЯ

Приводятся результаты исследования содержания и перераспределения микроэлементов в печени, ее ядерных и митохондриальных структурах у животных с термической травмой в условиях нормального и нарушенного гормонального статуса.

Полученные данные свидетельствуют о роли кортикостероидных гормонов в изменении уровня содержания и перераспределении минеральных элементов печени при ожоговом поражении.

Ожоговая травма вызывает значительные изменения в содержании и перераспределении минеральных элементов в органах и тканях [1, 2]. В настоящее время нет разногласий в вопросе о влиянии термического ожога на регулирующие системы, в частности на адреналовые железы [3—6]. Этим железам отводится важное место в регуляции минерального обмена [7, 8]. Работ о связи гормонального статуса с наблюдаемыми сдвигами в минеральном балансе при ожоговой болезни в доступной литературе мы не встретили. Разрешение данного вопроса может иметь не только теоретическое, но и практическое значение, ибо откроет определенные возможности целенаправленной регуляции компенсаторных и восстановительных процессов путем применения соответствующих гормональных препаратов. В указанном аспекте значительный интерес представляют стероидные гормоны, так как установлено, что ожоговая травма вызывает выраженные изменения функциональной активности надпочечников, а также нарушения в регуляции минерального обмена.

Материал и методика. Опыты проводились на половозрелых беспородных белых крысах-самцах.

Тест-объектом для изучения минерального баланса служила печень и ее субклеточные структуры, что обусловлено первостепенной ролью печени в минеральном обмене [9, 10] и ранним вовлечением ее в патологический процесс [11—13].

Двустороннее удаление надпочечников проводилось через разрез в поясничной области под эфирным наркозом. Оперированные животные содержались на обычном рационе с заменой питьевой воды 0,1-процентным раствором хлористого натрия. Адреналэктомированные крысы признавались годными к эксперименту на 5-й день после операции. Печень извлекалась после декапитации животных. Субклеточные структуры (ядра и митохондрии) выделялись из 10% гомогената печени в 0,25 М сахарозе методом дифференциального центрифугирования. Исследования проводились в пери-

оды, соответствующие определенным стадиям ожоговой болезни: 1, 7 и 14 сутки после нанесения ожога. Стандартный ожог, соответствующий III степени, наносился на спинно-боковой участок, площадью, составляющей 10% поверхности тела. Определение минеральных элементов (Fe, Mg, Mn, Cu, Zn, Ti) производилось методом спектрального анализа в модификации Айдиняна [14]. Полученные результаты выражаются в условных единицах: отношение значения плотности почернения линии исследуемого элемента к значению линии внутреннего стандарта (0,1% раствор ванадия, 0,1 мл/4 г свежей ткани). Указанный метод в отличие от химико-аналитических предназначен именно для решения задач биологического порядка, ибо дает возможность выявить статистически достоверные сдвиги в пределах обычно наблюдаемых (физиологических) колебаний в содержании элементов. Критерием оценки, следовательно, являются не весовые категории, а сравнение с распределением соответствующего элемента при иных состояниях организма.

Результаты и обсуждение. Как видно из табл. 1, ожоговая травма вызывает достаточно выраженные изменения в содержании микроэлементов цельной печеночной ткани. За исключением Ti изменяется уровень всех изучаемых элементов, однако направленность этих изменений и сроки их появления различны. Так, через сутки после травмы отмечается повышение уровня Fe и Zn при одновременном снижении Mg и Cu. На 7-е сутки картина несколько изменяется: содержание Mn снижается, Zn по-прежнему остается на высоком уровне, продолжается снижение уровня Cu. Изменения Fe и Mg, по сравнению с предыдущим сроком исследования, имеют прямо противоположную направленность, а именно концентрация Fe снижается, а Mg—повышается. К концу исследования (14 сутки) уровень большинства изучаемых элементов находится в пределах нормы. Исключение составляет Zn, накопление которого в печеночной ткани сохраняется. Таким образом, в цельной печеночной ткани термический ожог вызывает сдвиги в уровне содержания Fe, Mg, Mn, Cu, Zn с наиболее стабильными изменениями со стороны Zn.

В тех же условиях в субклеточных структурах печеночной ткани изменения носят иной характер. В ядрах печени наблюдаются лишь незначительные колебания в содержании микроэлементов в сторону увеличения или уменьшения. Единственным элементом, подверженным повышению уровня на 7-е сутки после ожоговой травмы, оказался Zn. Иными словами, минеральный состав ядер печеночной ткани оказывается весьма стабильным к действию термического фактора.

Этого нельзя сказать в отношении других изучаемых субклеточных структур—митохондрий. Как видно из таблицы, содержание Mg, Cu, и Zn четко реагирует на нанесение ожоговой травмы. Направленность изменений Mg и Cu сходна: в течение первых 7-ми суток содержание их достоверно снижается. В стадии токсемии происходит обеднение митохондриальных структур Zn, уровень которого снижается вплоть до последнего срока исследования.

Анализируя влияние ожоговой травмы на минеральный состав печени и ее субклеточных структур, можно заметить, что в большинстве случаев все изменения происходят на первых двух стадиях ожогового

Таблица 1

Содержание микроэлементов в цельной печеночной ткани и ее субклеточных структурах при ожоге

Объект исследования	Сутки	Fe	Mg	Mn	Cu	Zn	Ti
		(условные единицы)					
Контроль Печень		$0,39 \pm 0,03$	$0,72 \pm 0,06$	$0,61 \pm 0,05$	$1,56 \pm 0,14$	$0,42 \pm 0,04$	$0,47 \pm 0,05$
	1	$0,50 \pm 0,02^*$	$0,52 \pm 0,04^*$	$0,72 \pm 0,03$	$1,07 \pm 0,12^*$	$0,65 \pm 0,06^*$	$0,53 \pm 0,05$
	7	$0,24 \pm 0,01$	$0,94 \pm 0,07^*$	$0,46 \pm 0,04^*$	$0,98 \pm 0,09^*$	$0,57 \pm 0,04^*$	$0,60 \pm 0,05$
	14	$0,30 \pm 0,03$	$0,88 \pm 0,06$	$0,49 \pm 0,03$	$1,80 \pm 0,15$	$0,60 \pm 0,05^*$	$0,56 \pm 0,03$
Контроль Ядра		$0,39 \pm 0,02$	$0,76 \pm 0,07$	$0,40 \pm 0,05$	$1,17 \pm 0,09$	$0,74 \pm 0,03$	$0,53 \pm 0,05$
	1	$0,44 \pm 0,04$	$0,84 \pm 0,06$	$0,49 \pm 0,05$	$1,06 \pm 0,10$	$0,43 \pm 0,05$	$0,50 \pm 0,07$
	7	$0,45 \pm 0,03$	$0,89 \pm 0,05$	$0,47 \pm 0,05$	$1,24 \pm 0,13$	$0,47 \pm 0,05^*$	$0,48 \pm 0,03$
	14	$0,40 \pm 0,02$	$0,81 \pm 0,07$	$0,46 \pm 0,04$	$1,32 \pm 0,11$	$0,28 \pm 0,01$	$0,60 \pm 0,07$
Контроль Митохондрии		$0,56 \pm 0,06$	$0,59 \pm 0,04$	$0,67 \pm 0,05$	$1,50 \pm 0,12$	$0,47 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,05$
	1	$0,63 \pm 0,06$	$0,43 \pm 0,04^*$	$0,75 \pm 0,05$	$0,95 \pm 0,07^*$	$0,40 \pm 0,03$	$0,43 \pm 0,02$
	7	$0,46 \pm 0,04$	$0,46 \pm 0,03^*$	$0,80 \pm 0,07$	$1,02 \pm 0,09^*$	$0,34 \pm 0,02^*$	$0,42 \pm 0,05$
	14	$0,59 \pm 0,06$	$0,61 \pm 0,06$	$0,61 \pm 0,05$	$1,35 \pm 0,13$	$0,22 \pm 0,02^*$	$0,56 \pm 0,06$

* Достоверные различия.

болезни (1-е и 7-е сутки). К концу исследования уровень почти всех изучаемых элементов находится в пределах физиологических колебаний. Исключение составляет Zn, содержание которого в цельной печеночной ткани в этот период повышено, а в митохондриях—снижено. Минеральный состав субклеточных структур, в особенности ядер, более устойчив к действию ожога, чем цельной печеночной ткани. Снижение содержания в цельной печеночной ткани Cu и Mg, очевидно, в некоторой степени связано с обеднением ее митохондриальных структур этими компонентами. Изменение уровня остальных микроэлементов в цельной печеночной ткани, надо полагать, обусловлено изменением их содержания в крови, тканевой жидкости, цитоплазме.

В условиях адреналэктомии ожоговая травма также вызывает значительные изменения в содержании неорганических элементов в печени и ее структурах (табл. 2). В цельной печеночной ткани наблюдается общая закономерность в изменении всех исследуемых элементов. Уже через сутки после термической травмы отмечается достоверное снижение содержания микроэлементов почти в два раза. В стадии токсемии изменения имеют ту же направленность, но еще более выражены. К 14-м суткам содержание исследуемых элементов повышается, и в уровне Mg, Mn, Cu не обнаруживается достоверных различий с контрольной группой. Содержание же Fe, Zn и Ti по-прежнему остается низким. Сравнивая результаты опытов на адреналэктомизированных и интактных животных, можно отметить существенные различия, вызванные, очевидно, нарушением гормонального баланса в момент нанесения травмы и в период развития болезни. Наиболее существенны эти различия в начальный период и в период токсемии.

У адреналэктомизированных животных весьма значительные колебания минерального баланса выявлены в ядерных структурах, чего не наблюдалось у животных с интактными надпочечниками. В начальной стадии болезни отмечается достоверное снижение Cu, Zn, Ti. Через 7 суток после поражения снижение этих элементов прогрессирует, ядра обедняются Fe и Mn, происходит накопление Mg. На 14-е сутки содержание всех изучаемых элементов оказывается в пределах физиологических колебаний. Следовательно, в ядерных структурах изменения в содержании микроэлементов достигают наибольшего развития к 7-м суткам. Сравнительный анализ указывает на абсолютное несоответствие изменений в двух группах исследований. Отмеченная нами устойчивость минерального состава ядерной фракции печени к ожоговой травме у животных с сохраненными надпочечниками, сменяется его значительной чувствительностью в условиях искусственно вызванного гипокортицизма.

В митохондриях печеночной ткани адреналэктомизированных животных также обнаруживаются значительные изменения в содержании минеральных элементов при ожоговой травме. В начальной стадии наблюдается только снижение Cu и Ti, но к 7-м суткам снижается содержание Fe и Zn и повышается Mg. К концу наблюдения (14 сутки)

Таблица 2

Содержание микроэлементов в печени и ее субклеточных структурах у адреналэктомированных животных с ожоговой травмой

Объект исследования	Сутки	Fe	Mg	Mn	Cu	Zn	Ti
		(условные единицы)					
Контроль		0,39±0,04	0,65±0,05	0,51±0,03	1,46±0,12	0,48±0,02	0,42±0,05
Адреналэктомированные	6	0,36±0,05	0,86±0,06*	0,46±0,05	0,62±0,05*	0,29±0,05*	0,33±0,06
Печень	1	0,22±0,01*	0,46±0,06*	0,30±0,04*	0,86±0,10*	0,27±0,01*	0,25±0,04*
	7	0,18±0,01*	0,23±0,03*	0,28±0,04*	0,57±0,07*	0,18±0,009*	0,13±0,01*
	14	0,27±0,03*	0,52±0,06	0,45±0,06	0,17±0,13	0,36±0,04*	0,28±0,01*
Контроль		0,37±0,03	0,60±0,05	0,42±0,05	1,10±0,09	0,41±0,03	0,43±0,05
Адреналэктомированные	6	0,38±0,07	0,68±0,09	0,31±0,04*	1,15±0,15	0,30±0,04*	0,29±0,04*
Ядра	1	0,29±0,03	0,71±0,09	0,51±0,06	0,77±0,06*	0,23±0,03*	0,24±0,03*
	7	0,25±0,02*	0,78±0,07*	0,22±0,02*	0,48±0,05*	0,18±0,01*	0,23±0,02*
	14	0,42±0,05	0,74±0,08	0,47±0,06	0,86±0,11	0,34±0,05	0,31±0,03
Контроль		0,42±0,03	0,56±0,05	0,63±0,05	1,67±0,13	0,53±0,04	0,46±0,05
Адреналэктомированные	6	0,47±0,08	0,43±0,4*	0,55±0,05	0,95±0,07*	0,41±0,06	0,43±0,07
Митохондрии	1	0,47±0,05	0,63±0,05	0,72±0,07	0,85±0,06*	0,46±0,04	0,24±0,04*
	7	0,24±0,02*	0,74±0,05*	0,76±0,06	0,45±0,02*	0,35±0,03*	0,28±0,02*
	14	0,25±0,01*	0,68±0,09	0,74±0,08	0,78±0,09*	0,57±0,05	0,33±0,04

* Достоверные различия.

уровень большей части элементов возвращается к контрольным показателям, и только содержание Fe и Cu по-прежнему низкое. Таким образом, в митохондриях также проявляется иной характер реакции минерального состава на ожоговую травму в зависимости от исходного гормонального статуса. В то же время необходимо отметить, что направленность изменений в основном одинакова у интактных и адrenaлэктомированных животных (за исключением Mg), различия касаются времени возникновения изменений и степени их выраженности. В целом у адrenaлэктомированных животных изменения в митохондриях носят более глубокий характер.

Таким образом, ожоговая травма у адrenaлэктомированных крыс вызывает существенные нарушения минерального баланса как в цельной печеночной ткани, так и в ее субклеточных структурах. Наибольшие изменения в содержании микроэлементов происходят в цельной ткани и выражаются значительным снижением всех компонентов в начале поражения и в период токсемии. Надо полагать, что в определенной мере это снижение обусловлено обеднением субклеточных структур данными элементами.

Для выяснения насколько вышеизложенные изменения определяются отсутствием самих адrenaловых желез были поставлены контрольные опыты на адrenaлэктомированных животных. Как видно из табл. 2, на 6-ой день после операции в цельной печеночной ткани отмечается повышение Mg с одновременным снижением Cu и Zn. Этот факт позволяет считать, что снижение Mg в печеночной ткани адrenaлэктомированных животных с ожоговой травмой объясняется действием термического фактора, ибо ожог сам по себе вызывает аналогичные сдвиги. В ядерных структурах наблюдается снижение уровня Mn, Zn, Ti, а в митохондриях—Mg и Cu. В митохондриальных фракциях изменения Mg в ту или иную сторону при нанесении ожоговой травмы животным, лишенным надпочечников, связано, очевидно, с сочетанным влиянием на организм адrenaлэктомии и ожога, так как изолированное их воздействие обуславливает совершенно иную реакцию указанного элемента.

Полученные данные показывают, что отсутствие надпочечников меняет характер сдвигов минеральных элементов у животных с ожоговой травмой во всех объектах исследования, и особенно это относится к ядерным структурам. Можно предположить, что более глубокие изменения у адrenaлэктомированных животных при указанном воздействии на организм связаны с исключением стероидных гормонов, как одного из регулирующих звеньев минерального баланса.

ՄԻԿՐՈԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՏԵՂԱՇԱՐԺԵՐԸ ԶԵՐՄԱՅԻՆ
ԱՆՏԱՀԱՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ԻՆՏԱԿՏ ԵՎ ԱԴՐԵՆԱԼԷԿՏՈՄԻԱՅԻ
ԵՆԹԱՐԿՎԱԾ ՍՊԻՏԱԿ ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ ՄՈՏ

Գ. Լ. ՊՈԼՈՆՍԿԱՅԱ

Ուսումնասիրվել են միկրոէլեմենտների տեղաշարժերը լյարդի հյուսվածքում և նրա ենթաբջջային կառուցվածքներում՝ ապիտակ առնետների ջերմային ախտահարման և օրգանիզմի նախապես փոփոխված կորտեկոստերոիդային բալանսի պայմաններում:

Ստացված տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնելու, որ ադրենալ գեղձերի բացակայությունը նշանակալից չափով փոխում է միկրոէլեմենտների ռեակցիան ուսումնասիրված հյուսվածքներում: Միկրոէլեմենտների քանակի ավելի արտահայտված և յուրահատուկ փոփոխություններ առավելապես նկատվում են ջերմային ֆակտորի և ադրենալէկտոմիայի զուգակցված ազդեցության ժամանակ:

REDISTRIBUTION OF MICROELEMENTS IN LIVER UNDER
THE INFLUENCE OF THERMAL INJURIES IN INTACT
AND ADRENALECTOMIZED RATS

G. L. POLONSKAYA

The results of research of redistribution of microelements in liver, its nuclear and mitochondrial structures in animals with thermal injuries depending on the normal and abnormal hormonal status are brought out in the paper.

The adrenal gland role question in the regulation of mineral exchanges is discussed.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мовшев Б. Е. Пат. физиол. и эксп. терапия, 7, 2, 58—62, 1963.
2. Строев А. Е. Мат-лы юбил. научн. сессии Иваново-Франковского мед. ин-та, 74—76, Киев, 1968.
3. Markley K., Vocanegra M., Ghiappori M., Morales G. Surgery, 47, 3, 389—398, 1960.
4. Беляев В. Е. Автореф. канд. дисс., Л., 1963.
5. Колкер И. И., Усванова И. Я., Букатян А. Ф. ДАН СССР, 179, 1, 242—244, 1968.
6. Пугачев А. Д. Научная конф. по пробл. «Ожоги», 2, 98—99, ВМСЛА, Л., 1967.
7. Ворошиловская С. П. Пробл. эндокрин. и гормонотерапии, 9, 2, 15—17, 1963.
8. Evans G. W., Wlederanders R. E. Am. J. Phystol. 214, 5, 1152—1154, 1968.
9. Бала Ю. М., Лифшиц В. М., Мазуха С. В. Тез. секц. сообщ. 2-й Всес. биохим. съезда Секц. 13, 39—40, Ташкент, 1969.
10. Айзман Р. И., Пантюхин И. В., Тернер А. Я. Мат-лы 5-й научн. конф. физиол., биохим., фармак. Зап.-Сиб. объединения, 2, 3, Гомск, 1973.
11. Втюрин Б. В. Автореф. канд. дисс., М., 1965.
12. Сосновская Т. Ф. Бюлл. эксп. биол. и мед., 64, 9, 54—56, 1963.
13. Artursson G. Acta Chir. Scand., 120, 5, 309—317, 1961.
14. Айдинян Р. А. Сб. кафедры суд. мед., 69, Ереван, 1961.