

УДК 612.017.2

Д. Н. ХУДАВЕРДЯН, А. С. ТЕР-МАРКОСЯН, Г. Г. АРЦРУНИ

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ
МЫШЦЫ, ПЕЧЕНИ И ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЭКСПЕ-
РИМЕНТАЛЬНОМ ГИПОПАРАТИРЕОЗЕ

Исследованы окислительно-восстановительные потенциалы (ОВП) в печени, мышце и головном мозге при гипофункции околощитовидных желез. Показано, что во всех исследованных тканях имеет место понижение ОВП. Уменьшение ОВП указывает на смещение донорно-акцепторного равновесия в сторону превалирования восстановленных форм.

Одно из центральных мест в биохимических процессах занимают окислительно-восстановительные реакции. Такие реакции характеризуются переходом электронов с одной молекулы на другую или с одного иона на другой с изменением их заряда. Электронные переходы характеризуются величиной окислительно-восстановительного потенциала — мерой свободной энергии для данной донорно-акцепторной системы. Соотношение донорных и акцепторных групп в организме поддерживается на определенном уровне. Очевидно, любое нарушение этого состояния поведет к изменению величины окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

Исследованиями нашей лаборатории показано, что при гипофункции околощитовидных желез наблюдается нарушение снабжения тканей кислородом. Эти исследования говорят о том, что при гипофункции околощитовидных желез возможно нарушение донорно-акцепторного равновесия. Целью данной работы было определение степени и направления смещения указанного равновесия.

Материалом для исследования служили белые беспородные крысы весом 120—150 г. Животные делились на две группы — контрольную и опытную. У животных опытной группы электрокоагуляцией частично удалялись околощитовидные железы. О развитии гипопаратиреоза судили по изменению концентрации ионов Са в сыворотке крови. Определение концентрации Ca^{++} проводилось фотометрически. На пятый день после удаления желез проводилось измерение ОВП и уровня Ca^{++} , параллельно производились измерения у животных контрольной группы. Потенциометрическое определение ОВП проводилось на приборе РН—340. В качестве измерительного электрода использовался платиновый электрод игольчатого типа. Для механической прочности и электроизоляции электрод запаивался в стекло. При этом рабочая дли-

на электрода составляла 2 мм, а толщина — 0,3 мм. Электродом сравнения служил хлорсеребряный электрод.

Определение ОВП производилось следующим образом: животное фиксировалось на столике, вскрывались брюшная полость, бедренная мышца, черепная коробка, и измерительный электрод соответственно вводился в печеночную и мышечную ткани и через отверстие в черепной коробке в сенсомоторную область больших полушарий головного мозга. При всех измерениях хлорсеребряный электрод приводился в контакт с подкожной клетчаткой через разрез в коже при помощи волокна стеклянной трубки, наполненной насыщенным раствором KCl. Как известно, величина ОВП устанавливается не сразу, а в течение определенного промежутка времени из-за нанесенной при введении электрода травмы [5]. Исходя из этого, величина ОВП определялась через 15—20 мин после введения электрода в ткань и выражалась в милливольттах. В опытах при определении величин ОВП в мышце и печени животных не наркотизировали, а при измерении ОВП в мозге в связи с техническими трудностями опыты проводились под эфирным наркозом. Контрольные измерения велись в идентичных условиях.

Наши исследования показали, что величины ОВП, измеренные в тканях животных опытной группы, по сравнению с контрольной группой имеют более низкие отрицательные значения.

Смещения значений ОВП от нормы в печени, мышце и головном мозге приведены в таблице. Параллельно с этими данными представлены результаты по изменению концентраций Ca^{++} в сыворотке.

Таблица

Изменение ОВП и концентраций Ca^{++} в процентах при экспериментальном гипопаратиреозе

№ опыта	ΔCa^{++} в сыворотке	ΔE в печени	ΔE в мышце	ΔCa^{++} в сыворотке	ΔE в мозге
1	54,82	53,85	63,51	49,04	52,56
2	36,09	46,15	41,89	46,92	50,59
3	48,42	70,51	67,56	58,60	62,40
4	29,66	45,50	32,43	60,19	77,16
5	32,72	45,26	35,94	46,92	48,62
6	48,01	50,00	60,27	46,92	52,56
7	25,99	41,02	27,83	40,55	48,62
8	73,70	78,20	82,80	40,34	24,02
9	28,13	44,23	29,73	35,77	25,98
10	68,4	72,18	72,97	32,52	40,75
Мср.	$44,60 \pm 5,59$	$54,69 \pm 4,03$	$51,48 \pm 6,36$	$45,78 \pm 3,02$	$48,33 \pm 4,96$
t	3,13	10,00	5,00	4,48	7,00

Из данных таблицы следует, что величины падения ОВП четко коррелируют с результатами по изменению концентраций Ca^{++} в сыворотке, т. е. большему снижению концентрации Ca^{++} соответствует большее падение величины ОВП. Такая картина наблюдается во всех

трех исследованных тканях. Варьирование концентраций Ca^{++} , по-видимому, говорит о большей или меньшей степени удаления железа у животных опытной группы.

Как видно из таблицы, наибольшая тенденция к понижению ОВП наблюдается в печеночной ткани, что и следовало ожидать, т. к. печень является самым реактивным органом, и окислительно-восстановительные реакции в ней наиболее ярко выражены. В этом смысле мышечная ткань более индифферентна, и соответственно эта тенденция здесь проявляется слабо. Что касается мозговой ткани, то она обладает большой саморегулирующей способностью, поэтому наблюдаемое изменение ОВП по отношению к другим тканям менее выражено.

Процентные соотношения между величинами ОВП тканей в норме и ОВП при гипофункции околощитовидных желез представлены на рисунке.

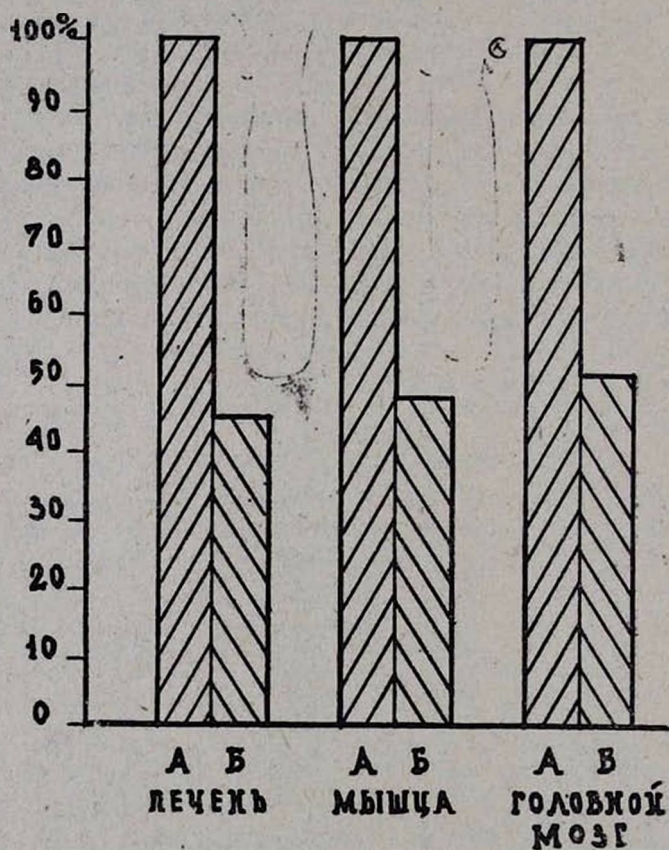


Рис. 1. Процентные соотношения между величинами ОВП тканей в норме (А) и при гипопаратиреозе (Б).

Как известно, мерой ОВП является величина электродного потенциала, определяемого формулой Нернста:

$$E = E'_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[ox]}{[red]}, \quad (1)$$

где E — величина ОВП, R — газовая постоянная, T — абсолютная температура, $[ox]$ — концентрация окисленных форм, $[red]$ — концентрация восстановленных форм, n — число переходящих электронов. Для биологических систем

$$E'_0 = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln [H^+], \quad (2)$$

где E_0 — величина стандартного ОВП, $[H^+]$ — концентрация водородных ионов.

Из формулы (1) следует, что для данных условий всякое изменение ОВП должно определяться $\frac{[ox]}{[red]}$ отношением, которое может

уменьшиться либо при снижении концентрации акцептора электронов, либо при увеличении концентрации донора электронов. Следовательно, понижение ОВП в тканях животных опытной группы, по-видимому, есть следствие уменьшения напряжения кислорода или увеличения количества восстановленных эквивалентов, или того и другого вместе взятых. Как уже было сказано, гипофункция околотитовидных желез приводит к кислородной недостаточности, что может служить причиной падения ОВП в тканях. Понижение ОВП при гипоксии показано В. Н. Серяковым и Л. И. Деевым [4]. Этими авторами гипоксия была имитирована переводом животного на дыхание газовой смесью ($6\% O_2 + 94\% He$ или $6\% O_2 + 94\% N_2$). Факт падения ОВП при кислородной недостаточности констатируется в ряде работ [1—3, 5].

Изменение ОВП в исследованных нами тканях, вероятно, обусловлено нарушением хода биохимических реакций, катализируемых ферментами окислительно-восстановительного действия: оксидаз, пероксидаз и дегидрогеназ. Уменьшение ОВП указывает на смещение донорно-акцепторного равновесия в сторону превалирования восстановленных форм.

ЦНИЛ Ереванского
медицинского института

Поступила 23/II 1977 г.

Դ. Ն. ԽՈՒՒԱՎԵՐԴՅԱՆ, Ա. Ս. ՏԵՐ-ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ, Գ. Գ. ԱՐՇՐՈՒՆԻ

ՄԿԱՆԻ, ԼՅԱՐԴԻ ԵՎ ԳԼԽՈՒՂԵՂԻ ՕՔՍԻԴԱՎԵՐԱԿԱՆԳՆՄԱՆ
ՊՈՏԵՆՑԻԱԼՆԵՐԸ ԷՔՍՊԵՐԻՄԵՆՏԱԼ ՀԻՊՈՊԱՐԱԹԻՐԵՈԶԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա. մ. փ. n. փ. n. i. մ

Սպիտակ առնետների մոտ էլեկտրական գոլայացիայի միջոցով մասնակիորեն հեռացվել են հարվահանաձև գեղձերը: Վիրահատման հինգերորդ օրը պոտենցիոմետրիկ եղանակով որոշվել են մկանի, լյարդի և գլխուղեղի օքսի-

