

- метод оценки функционального состояния организма при экстремальных воздействиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— М., 1974.— 18 с.
6. Парин В. В. Применение количественных методов в медицине и физиологии // Математические методы анализа сердечного ритма.— М.: Наука, 1968.— С. 3—10.
 7. Парин В. В., Баевский Р. М. Важнейшие аспекты комплексных исследований процессов регуляции висцеральных систем организма человека // Успехи физиол. наук.— 1970.— 1, № 2.— С. 100—116.
 8. Парин В. В., Баевский Р. М., Волков Ю. Н., Газенко О. Г. Космическая кардиология.— Л.: Медицина, 1967.— 207 с.
 9. Соловьев А. И. Спонтанная и вызванная сократительная активность сосудистых гладких мышц при различных температурных режимах перфузата // Физиол. журн.— 1981.— 27, № 5.— С. 650—655.
 10. Султанов Ф. Ф., Ткаченко Б. И., Ходжаева Г. Е. Реакции микроциркуляторного русла брыжейки кошек в динамике теплового воздействия // Физиол. журн. СССР.— 1978.— 64, № 7.— С. 1004—1013.
 11. Тилис А. Ю. Гемодинамика и биохимические сдвиги при солнечно-тепловом перегревании.— Ташкент: Медицина, 1964.— 214 с.
 12. Ткаченко Б. И., Султанов Г. Ф. Сдвиги в системе кровообращения при воздействии на организм высокой внешней температуры // Успехи физиол. наук.— 1983.— 14, № 2.— С. 28—52.
 13. Rowell L. B. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress // Physiol. Rev.— 1974.— 54, N 1.— P. 75—112.
 14. Thauer R. Circulatory adjustments to climatic requirements // Circulation.— London; New York, 1965.— P. 118—138. (Handbook of physiology; Sect. 2).

Ин-т физиологии АН УзССР,
Ташкент

Поступила 05.02.86

УДК 577.152

Активность кислой и щелочной фосфатаз тканей при охлаждении и перегревании организма

М. Ш. Усенова, З. Я. Долгова, Е. Г. Долгов

Литературные данные последних 2—3 лет свидетельствуют о существенной функции кислой (КФ 3.1.3.2) и щелочной (КФ 3.1.3.1) фосфатаз — обеспечении нормального протекания обменных процессов в органах и системах животного организма [5], обусловленном способностью этих ферментов катализировать все виды тканевого обмена, протекающие с участием фосфорных соединений [16]. Не менее существенной функцией фосфатаз является также их участие в переносе метаболитов через клеточные и тканевые мембраны [17].

Известно, что воздействие низких и высоких температур сопровождается развитием метаболических сдвигов, приводящих к возникновению разносторонних нарушений жизнедеятельности [4, 14]. Вместе с тем отсутствуют подробные сведения о характере изменений фосфатазной активности тканей животного организма в условиях воздействия экстремальных температурных факторов.

Методика

Опыты проведены на белых крысах обоего пола массой 150—180 г, находившихся на обычном смешанном рационе. Действие высокой температуры на подопытных животных моделировали их выдерживанием в течение 3 ч в тепловой вентилируемой камере при температуре +41 °С, действие низкой температуры — в холодильнике при температуре +5 °С. После окончания температурных воздействий подопытных животных декапитировали и определяли активность кислой и щелочной фосфатаз в тканях головного мозга, печени, скелетной мышцы, миокарда, почек, легких и надпочечников биохимическим и гистохимическим методами. Энзиматическую активность тканевых фосфатаз определяли модифицированным методом Боданского [12]. Гистохимически фосфатазную реакцию тканей выявляли методом Гомори [9]. При гистохимическом анализе об изменении активности фосфатаз судили по интенсивности окраски.

В каждой экспериментальной группе использовали по 12 животных. Контрольную группу составляли 12 интактных животных. Цифровые результаты исследования статистически обрабатывали [7], их различия считали существенными при $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Из полученных данных (таблица) следует, что охлаждение животных приводит к снижению активности кислой и щелочной фосфатаз в тканях головного мозга (на 33,45 и 54,3 % соответственно), печени (на 31,58 и 44,7 %), скелетной мышцы (на 26,73 и 68,8 %), почек (на 35,57 и 17,9 %), миокарда (на 50,88 и 45,14 %), легких (на 43,26 и 29,69 %). Наряду с этим отмечается усиление фосфатазной активности в ткани надпочечников (на 107,24 и 90,44 % соответственно).

Изменение активности фосфатаз ($M \pm m$) в тканях различных органов белых крыс, подвергнутых воздействию низких и высоких температур, мкг Р/100 мг ткани

Исследуемый орган	Контроль		Охлаждение
	Кислая фосфатаза	Щелочная фосфатаза	Кислая фосфатаза
Головной мозг	53,18±3,48	46,34±3,85	35,39±2,81
Печень	495,46±37,10	91,82±10,65	339±20,95
Скелетная мышца	17,81±1,50	47,73±5,11	13,05±1,38
Почки	372,31±40,43	1900±91,99	240,05±26,17
Миокард	40,94±4,20	53,99±2,93	20,11±2,75
Легкие	71,70±5,97	149,18±9,83	40,68±4,95
Надпочечники	71,79±10,68	125,06±6,78	148,8±21,72

Исследуемый орган	(+5 °C)	Перегревание (+41 °C)	
	Щелочная фосфатаза	Кислая фосфатаза	Щелочная фосфатаза
Головной мозг	21,16±3,34	36,26±1,12	28,62±3,34
Печень	50,78±8,43	392,20±17,55	28,14±4,18
Скелетная мышца	14,89±3,79	8,52±0,36	12,62±1,55
Почки	1560,35±114,10	261,64±27,38	1494,55±83,38
Миокард	29,62±6,61	23,63±3,15	28,02±2,93
Легкие	104,89±12,21	108,92±6,86	179,88±12,98
Надпочечники	238,16±43,91	190,62±20,02	200,67±14,95

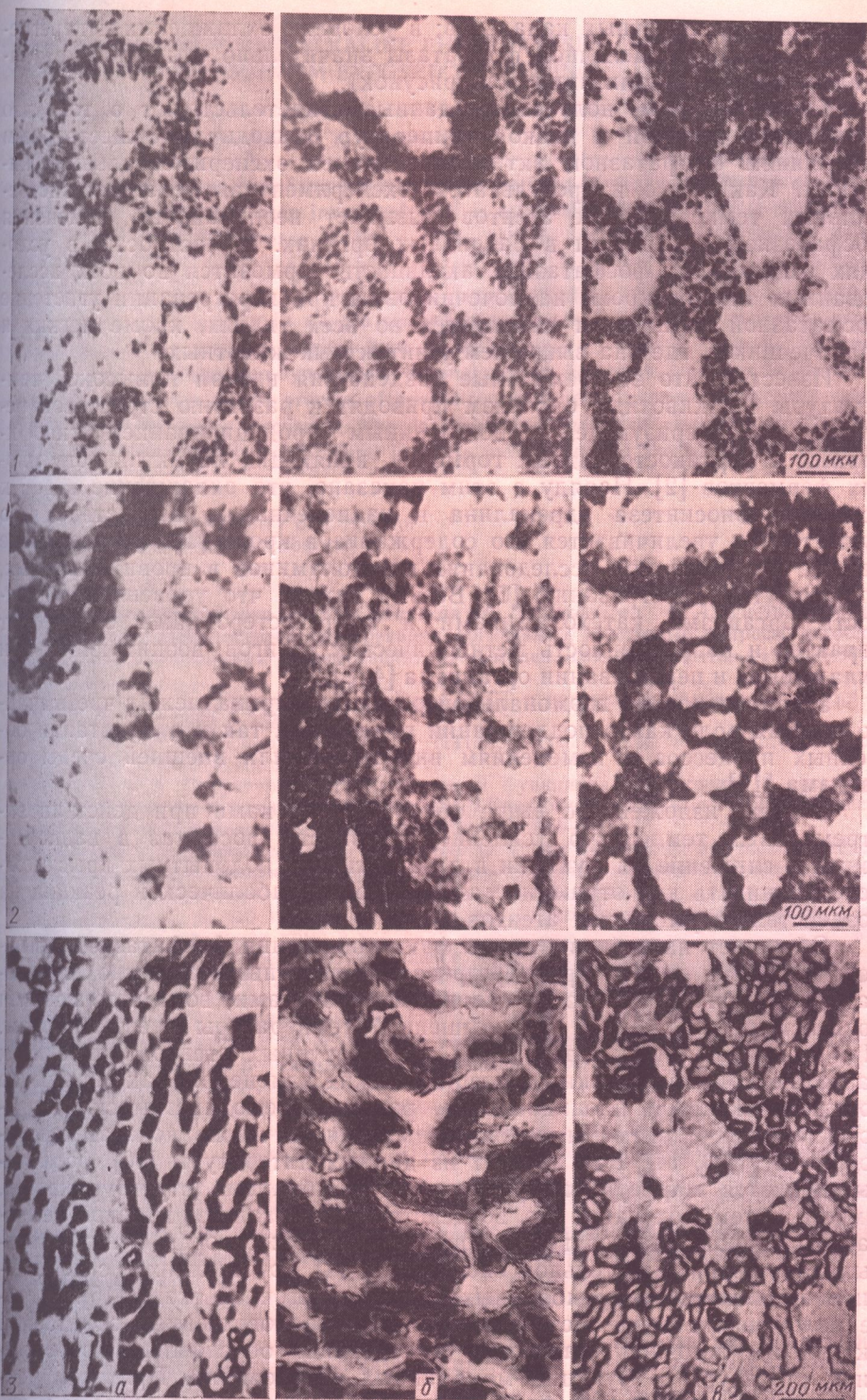
Примечание. Во всех случаях различие показателей существенно по сравнению с контролем $P < 0,05$.

Воздействие на организм белых крыс высокой температуры сопровождается уменьшением энзиматической функции фосфатаз во всех исследованных тканях, кроме легких и надпочечников. В частности, перегревание вызывает угнетение активности кислой и щелочной фосфатаз в тканях головного мозга (на 31,82 и 38,24 % соответственно), печени (на 20,84 и 69,35 %), скелетной мышцы (на 52,16 и 73,56 %), почек (на 29,99 и 21,36 %), миокарда (на 42,28 и 41,1 %). Отмеченные изменения сочетаются с повышением активности кислой и щелочной фосфатаз в легких (на 51,91 и 20,58 % соответственно) и надпочечниках (на 165,52 и 60,46 %).

Результаты гистохимического изучения содержания и распределения кислой и щелочной фосфатаз в исследованных тканях в условиях охлаждения и перегревания животных полностью коррелируют с данными биохимических исследований. Так, в легочной ткани интактных животных реакция на кислую и щелочную (рисунок, 1, 2) фосфатазы выявлялась преимущественно в эндотелии и адвентиции легочных и бронхиальных сосудов всех калибров, а также в капиллярах межаль-

Реакция
фосфата
а — переоз

веолари
вышеук
увелич
(см. ри
щелочн



Реакция на кислую (1) и щелочную (2) фосфатазы в ткани почек и на щелочную фосфатазу в ткани почек (3) у крыс при разном режиме температуры:
 а — переохлаждение; б — intactные животные (контроль); в — перегревание.

веоллярных перегородок и в стенках бронхов. В легких крыс во всех вышеуказанных местах локализации фермента фосфатазная активность увеличивалась при перегревании и уменьшалась при охлаждении (см. рисунок). В почечной ткани intactных белых крыс реакция на щелочную фосфатазу особенно отчетливо выявлялась в щеточной ка-

емке эпителия почечных канальцев; в условиях охлаждения и перегревания активность щелочной фосфатазы значительно снижалась в указанных местах локализации (см. рисунок).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что воздействие высокой и низкой температур приводит к существенным изменениям фосфатазной активности тканей экспериментальных животных. Как видно из результатов экспериментов, действие экстремальных температурных агентов вызывает неодинаковые изменения фосфатазной активности в различных органах. В частности, в условиях охлаждения фосфатазная активность тормозится во всех исследованных тканях, кроме надпочечников, а при перегревании угнетение фосфатазной активности выявляется во всех тканях, кроме легких и надпочечников, где она выше, чем у интактных животных.

Известно, что экстремальные воздействия низкой и высокой температуры на животный организм приводят к развитию стрессовой реакции, характеризующейся повышенным продуцированием гипоталамических и кортикостероидных гормонов, влияющих на активность многих ферментов [2]. Наряду с этим показано, что охлаждение ведет к усилению биосинтеза адреналина в надпочечниках, вследствие чего существенно увеличивается его содержание в крови [13]. Аналогичные данные получены при исследовании катехоламинов в крови животных, подвергнутых перегреванию [6]. Весьма важно, что уровень насыщенности организма катехоламинами и кортикостероидами определяет характер и направленность метаболических сдвигов, возникающих при охлаждении и перегревании организма [4, 8].

Установлено, что гормональной регуляции принадлежит чрезвычайно важная роль как в поддержании гомеостаза, так и в адаптации обменных процессов к изменениям внутренней или внешней среды организма [11].

В свете изложенного выше обнаруженное нами при действии экстремальных температур усиление активности фосфатаз в надпочечниках и снижение их функции в других тканях подопытных крыс можно расценивать как отражение адаптивной метаболической реакции на воздействие термических агентов.

Обращает на себя внимание факт повышения фосфатазной активности в ткани легких при перегревании животных. Известно, что дыхательные органы являются основными системами, воспринимающими воздействие пониженной и повышенной температуры внешней среды. При этом действие неадекватных температурных агентов приводит к развитию комплекса таких неспецифических изменений, как повышение сосудисто-тканевой проницаемости, развитие гемодинамических сдвигов, нарушение ритма и глубины дыхания, а также показателей газообмена [1, 3, 14]. Как следует из данных литературы [10], фосфатазы являются маркерными ферментами мембранных структур клеток. Вместе с тем показано, что воздействие на организм высокой температуры сопровождается возникновением глубоких морфо-функциональных нарушений дыхательной системы [1, 14], сочетающихся с повышением проницаемости мембранных структур легочной ткани [15]. В свете изложенного выше можно заключить, что повышение фосфатазной активности легочной ткани при перегревании обусловлено повреждением структуры и функции мембранных образований. При этом усиление активности кислой фосфатазы, входящей в состав лизосом и являющейся их маркером [10], свидетельствует о том, что перегревание животного организма сопровождается возникновением в легочной ткани так называемого лизосомного эффекта.

Результаты проведенных исследований характеризуют особенности и механизмы метаболических реакций органов и тканей животного организма в условиях воздействия экстремальных температурных факторов. Выявленные изменения, по-видимому, могут иметь существенное значение для понимания интимных механизмов биологического действия холода и тепла.

THE AC
IN TISS
AND SU

M. Sh.

The inf
tases in
organ
myocar
of the c
sion of
glands
nificanc
vity of
perature
of the r
the extr

Pedagog
of the K

1. Ани
легк
хим.
С. 6
2. Гор
3. Гор
М. :
сост
4. Дол
пр
и ме
5. Заг
ной
ного
6. Мих
кото
и па
7. Мон
диц
1964
8. Пев
слоя
59, М
9. Пир
10. По
11. Про
1975
12. Сав
вотн
13. Ста
симп
С. 53
14. Тил
грев
15. Яко
разл
мед.
16. Brac
cient
17. Dani
port
142, I

Усть-Кам
М-ва про

THE ACTIVITY OF ACID AND ALKALINE PHOSPHATASES IN TISSUES OF THE ORGANISM EXPOSED TO COOLING AND SUPERHEATING

M. Sh. Usenova, Z. Ya. Dolgova, E. G. Dolgov

The influence of low and high temperatures on the activity of acid and alkaline phosphatases in tissues of rats has been investigated. It is established that cooling of the animal organisms results in a decrease of the enzyme activity in tissues of the brain, liver, myocardium, kidneys, lungs and skeletal muscle which is accompanied by an increase of the enzyme function in the adrenal glands. Superheating is responsible for the depression of phosphatase activity in all the studied tissues except for the lungs and adrenal glands where this activity is higher than in the organism of intact animals. The significance of the hypothalamo-hypophyseal-adrenal system in the modification of the activity of redox enzymes in the process of adaptation of animals exposed to different temperature factors is under discussion. The data obtained permitted assuming significance of the revealed changes to comprehend intimate mechanisms of the biological action of the extreme temperatures.

Pedagogical Institute, Ministry of Education
of the Kazakh SSR, Ust-Kamenogorsk

1. Анисимова-Александрова В. В., Синявская Н. Е., Яковлева Ж. А. Гистопатология легких в условиях острого перегревания организма // Некоторые вопросы патофизиологии и гистопатологии перегревания: Тр. Смолен. гос. мед. ин-та.— 1970.— 30.— С. 67—73.
2. Горизонтов П. Д., Протасова Т. Н. Роль АКГТ и кортикостероидов в патологии.— М.: Медицина, 1968.— 335 с.
3. Горизонтов П. Д., Сиротинина Н. Н. Патологическая физиология экстремальных состояний.— М.: Медицина, 1973.— 266 с.
4. Долгова З. Я. Структурно-метаболические и функциональные сдвиги в организме при общем переохлаждении и перегревании // Биохимия и патохимия обмена веществ и механизм его регуляции.— Алма-Ата, 1975.— С. 203—221.
5. Загурский А. А., Алексеев С. Б., Степанова Л. Г. Избирательное накопление щелочной фосфатазы в микросомах культивируемых клеток человека в G₀-фазе клеточного цикла // Биохимия.— 1984.— 49, № 10.— С. 1616—1622.
6. Михайленко М. А. Об изменении содержания адреналина и норадреналина в некоторых тканях и крови крыс в условиях экзогенного перегревания // Патофизиология и патогистология перегревания.— Смоленск, 1974.— С. 15—17.
7. Монцевичюте-Эрингене Е. В. Упрощенные математико-статистические методы в медицинской исследовательской работе // Патол. физиология и эксперим. терапия.— 1964.— 8, № 4.— С. 71—78.
8. Певный С. Я., Соболев В. И. О роли гормонов щитовидной железы и мозгового слоя надпочечников в реакциях терморегуляции // Физиол. журн. СССР.— 1973.— 59, № 4.— С. 600—605.
9. Пирс Э. Гистохимия.— М.: Наука, 1962.— 405 с.
10. Покровский А. А., Тутельян В. А. Лизосомы.— М.: Наука, 1976.— 382 с.
11. Протасова Т. Н. Гормональная регуляция активности ферментов.— М.: Наука, 1975.— 215 с.
12. Савронь Е. С., Воронянский В. И., Киселев Г. И. и др. Практикум по биохимии животных.— М.: Наука, 1967.— 155 с.
13. Стабровский Е. М., Коровин К. М. Влияние воздушного охлаждения на функцию симпат-адреналовой системы у крыс // Физиол. журн. СССР.— 1971.— 57, № 4.— С. 539—545.
14. Тилис А. Ю. Гемодинамика и биохимические сдвиги при солнечно-тепловом перегревании.— Ташкент: Медицина, 1964.— 214 с.
15. Яковлева Ж. А. Активность щелочной фосфатазы в легких крыс при перегревании различной степени // Патофизиология и патогистология перегревания: Тр. Смолен. гос. мед. ин-та.— 1974.— 40.— С. 101—105.
16. Brachet J. Localisation de la phosphatase alkaline pendant le development des Batre-cient // Experimentia.— 1946.— 2.— P. 143.
17. Danielli J. F. Phosphatases and other enzymes considered in relations to active transport and the functions of fibrous protein structures // Proc. Roy. Soc. Biol.— 1954.— 142, N 907.— P. 146.

Усть-Каменогор. пед. ин-т
М-ва просвещения КазССР

Поступила 12.06.86