

ФИЗИОЛОГИЯ

С. С. ОГАНЕСЯН

К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ АКТИВНОСТИ
КАТАЛАЗЫ КРОВИ РАЗЛИЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Фермент каталаза широко распространен в растительном и животном мире. Выяснению его значения посвящены многочисленные исследования, однако до сегодняшнего дня ясно не определена биологическая роль этого фермента. Согласно существующему представлению основная роль каталазы заключается в расщеплении перекиси водорода, образующейся в организме. Как полагают, при расщеплении H_2O_2 на воду и кислород, последний используется в окислительно-восстановительных реакциях, таким образом каталаза участвует в экономии кислорода. Работами Кейлина и Хартри [1] показано, что при расщеплении H_2O_2 каталаза ускоряет вторичное окисление определенных продуктов метаболизма. Это окисление происходит благодаря перекиси водорода, образованной при окислении глюкозы, ксантина или аминокислот. Способность каталазы расщеплять перекись водорода обращает на себя внимание также при оценке ее роли в защите организма от радиоактивного облучения. Прямыми опытами [2, 3] показано, что фермент каталаза играет определенную роль в системе защитных механизмов организма при воздействии радиоактивного излучения. Весьма важным в этом отношении является тот факт, что сама каталаза малочувствительна к радиоактивному облучению [4, 5].

Для выяснения ряда вопросов, связанных с вышесказанным, имеют значение и сравнительно-физиологические исследования активности и роли каталазы. Такие исследования, кроме того, способствуют выяснению приспособительных изменений ферментативных систем и общей адаптации организма.

В настоящей работе представлены данные о каталазе крови сухопутных (*Testudo graeca*) и пресноводных черепах (*Emmydura caspica caspica*), лягушки (*Rana temporaria*), кролика и собаки. Активность каталазы определялась в гемолизате венозной крови по общезвестному методу Баха-Зубковой.

Активность каталазы крови у черепах*

В доступной нам литературе не были найдены данные об активности каталазы крови у черепах. Нам было известно лишь одно ис-

* Опыты данной серии проведены совместно с Л. А. Матинином.

следование Бателли и Штерн [6], однако существующие в литературе данные [7] указывают на то, что метод, которым пользовались Бателли и Штерн, дает заниженные цифры.

Для изучения каталазы у черепах нами были исследованы 15 самцов и самок (примерно одного возраста) в июле—августе. У каждой особи каталаза определялась дважды, в пробе крови, полученной из *v. safena*. Одновременно отсчитывалось количество эритроцитов. Как показали наши исследования, венозная кровь пресноводных и сухопутных черепах обладает значительной каталазной активностью. Однако у самок активность фермента уступает ей у самцов. Каталазный индекс у сухопутных черепах был значительно выше, чем у пресноводных (табл. 1 и 2).

Таблица 1
Каталаза у пресноводных и сухопутных черепах

Черепахи	Количество расщепленного H ₂ O ₂ в мг	Эритроциты в 1 мм ³ крови в млн	Каталазный индекс	Т°С среды
Самцы <i>Clemmys Casp.</i>	1,19	0,44	2,50	+27
•	1,11	0,495	2,17	+27
•	0,920	0,435	2,32	+27
•	0,930	0,440	2,30	+29
Самки	0,51	0,33	1,70	+29
•	0,70	0,500	1,50	+29
•	0,76	0,40	1,70	+29
•	0,56	0,550	1,11	+29
•	0,76	0,350	2,18	+29
Самцы <i>Testudo graeca</i>	2,85	0,560	5,1	+28
•	4,50	0,660	6,9	+23
•	4,50	0,720	6,2	+23
•	3,57	0,520	6,9	+28
•	3,40	0,640	5,3	+28

Как видно из данных таблицы, количество эритроцитов у пресноводных и сухопутных черепах особенно не отличается, но индекс каталазы у последних в три раза превышает индекс у пресноводных черепах. Следовательно, разница в каталазной активности у них обусловлена активностью самого фермента, а не количеством эритроцитов.

В связи с указаниями в литературе о сравнительно высокой щелочности крови у черепах [8, 9], для поддержания условий близких к рН крови, при определении каталазы у черепах взамен дистиллированной воды в качестве растворителя нами был использован фосфатный буфер с рН 7,17 (М) 15 Na₂HPO₄ + М/16 NaH₂PO₄). Эти опыты показали, что изменение рН среды при добавлении к гемолизату крови 1%-ного раствора пергидроля почти не отражается на активности каталазы.

Активность каталазы черепах при изменении рН среды
(оценка по мл O_2 в 0,1N $KMnO_4$).

Растворитель—дистиллированная вода рН=6		Растворитель—фосфатный буфер рН=7,17	
Опыт	1	2,60	2,75
Опыт	2	2,65	2,65
Опыт	3	2,20	2,35
Опыт	4	1,70	1,65

Высокая активность каталазы у сухопутных черепах по сравнению с пресноводными указывает на большое значение экологических условий и на приспособительные изменения ферментов крови. Возможно она связана с тем, что у сухопутных черепах окислительно-восстановительные процессы, связанные с дыханием, отличны от таковых у пресноводных; например, гемоглобин у сухопутных черепах обладает большим сродством к кислороду, чем гемоглобин пресноводных [9, 10, 11]. Однако сравнительно-физиологические исследования показали, что не существует прямой зависимости между дыхательной функцией эритроцитов и их каталазной активностью. Эритроциты млекопитающих, обладающие слабой дыхательной функцией, показывают более высокую каталазную активность, чем эритроциты птиц [12].

Вероятно высокая каталазная активность крови черепах играет определенную роль в их резистентности к радиоактивному облучению. Показано, что лишь облучение интенсивностью в 10000 R является смертельным при общем облучении черепах [13], причем они продолжают жить 18—48 дней. Однако это предположение еще нуждается в проверке.

Каталаза крови лягушек

Кровь для анализа бралась из бедренной вены лягушек. Всего было сделано 20 определений в сентябре (табл. 2).

Таблица 2

Каталаза у лягушек

Лягушки	Количество расщепленного H_2O_2 в мг	Количество эритроцитов в 1 мм ³ в млн.	Каталазный индекс	Т °С среды
Самец	0,59	0,30	1,9	+26
•	0,68	0,36	1,9	+26
•	0,85	0,35	2,3	+26
•	0,59	0,32	1,89	+26
•	0,61	0,32	1,9	+29
Самка	0,59	0,34	1,7	+26
•	0,63	0,36	1,75	+26
•	0,55	0,34	1,62	+26
•	0,51	0,30	1,65	+29

Как видно из таблицы, активность каталазы у лягушек-самцов выше, чем у самок. На это также указывают и другие авторы [7]. В общем же лягушки также показывают значительную активность каталазы крови.

Каталаза крови кроликов

Фермент каталаза у кроликов определялся многочисленными авторами при различных исследованиях. Кровь для анализа бралась из ушной вены с одновременным определением количества эритроцитов. Было сделано всего 20 определений. Опыты ставились на самцах в июне (табл. 3).

Таблица 3

Активность каталазы кроликов (самцы)

№№ опытов	Количество расщепленного H_2O_2 в мг	Эритроциты в 1 мм^3 крови в млн.	Каталазный индекс	Т °С среды
Оп. 1	10,71	5,20	2,0	+26
· 2	10,82	5,11	2,0	+26
· 3	10,79	6,50	1,60	+26
· 4	10,71	5,52	1,90	+26
· 5	11,27	5,25	2,10	+26
· 6	9,85	5,57	1,59	+26
· 7	10,36	5,47	1,86	+26
· 8	8,33	5,02	1,66	+26
· 9	11,56	5,95	1,94	+25
· 10	10,38	5,55	1,80	+25

Полученные нами данные приближаются к данным других авторов. Каталазная активность кролика, согласно П. П. Сахарову [14], имеет индекс в среднем 1,48, по Е. Н. Лисункиной [15] индекс в среднем равен 1,43. Определенный нами индекс в среднем равен 1,79.

Каталаза крови собак

Кровь для анализа бралась из наружной яремной вены. Всего проделано 50 определений в летние месяцы. Наши исследования показали, что активность каталазы крови собак значительно уступает активности каталазы у других животных. В среднем индекс каталазы был равен 0,14.

Различная активность фермента каталазы у разных животных безусловно объясняется особенностями обмена веществ у них. Даже у черепах, активность каталазы крови резко отличается в зависимости от их экологических условий.

Нам не удалось найти зависимость между количеством эритроцитов и активностью каталазы у различных животных. Ярким примером этого служит различие активности каталазы у кроликов и собак.

Т а б л и ц а 4

Активность каталазы у собак (самцы)

№№ опытов	Количество расщепленного H_2O_2 в мг	Количество эритроцитов в млн.	Каталазный индекс	Т °С среды
Оп. 1	0,51	4,28	0,12	+29
· 2	0,68	4,66	0,14	+29
· 3	0,62	4,6	0,13	+29
· 4	0,68	4,77	0,17	+29
· 5	0,70	5,00	0,14	+28

С другой стороны, отсутствует определенная зависимость активности каталазы от морфологии эритроцита. Лягушка и сухопутная черепаха обладают ядерными эритроцитами, однако активность каталазы крови, как было показано, у них резко отличается.

Видимо активность каталазы также не связана с объемом эритроцитов, который отличен у различных животных [16], обладающих близким каталазным индексом крови. В таблице 5 приведены данные о количестве эритроцитов и каталазном индексе исследованных нами животных.

Т а б л и ц а 5

Сравнительная активность каталазы у черепах, лягушек, кроликов и собак (средние данные)

Животные	Количество расщепленного H_2O_2 в мг.	Количество эритроцитов в 1 мм^3 в млн.	Каталазный индекс
Собаки	0,51—0,68	4,28—5,79	0,10—0,18
Кролики	8,33—11,56	5,02—6,50	1,59—2,00
Лягушки	0,51—0,85	0,30—0,37	1,62—2,30
Черепаха пресноводная	0,51—1,19	0,33—0,49	1,11—2,50
Черепаха сухопутная	2,85—4,50	0,56—0,72	5,10—6,90

Высокая каталазная активность у черепах, значительно превышающая своим индексом каталазный индекс у человека, говорит о том, что мнение некоторых авторов относительно того, что активность каталазы в крови человека выше, чем у животных (Е. Н. Лисункова [15]) ошибочное.

Ս. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԵՍՅԱՆ

ԱՐՅԱՆ ԿԱՏԱԼԱԶԱ ՖԵՐՄԵՆՏԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԶԱՆԱԶԱՆ
ԿԵՆՒԱՆԻՆԵՐԻ ՄՈՏ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրությունները կատարվել են շների, ճագարների, գորտերի, ցամաքային և ջրային կրիաների վրա: Կատալազային ակտիվությունը որոշվել է Բախի — Ջուրկովայի մեթոդով: Փորձերը ցույց են տվել, որ գորտերի և հատկապես կրիաների արյան մեջ գտնվող կատալազան իր ակտիվությամբ մի քանի անգամ գերազանցում է շների և ճագարների կատալազային: Հավանական է, որ դա սլայմանավորվում է հենց իր՝ կատալազայի սեփական հատկություններով, քանի որ արյան կարմիր գնդիկների քանակը սառնարյուն կենդանիների մոտ շատ քիչ է տաքարյունների կարմիր գնդիկների քանակից: Տարբերություն նկատվել է նաև ցամաքային ու ջրային կրիաների արյան կատալազայի ակտիվության միջև, այն ավելի ուժեղ է արտահայտվում ցամաքային կրիաների մոտ: Մեր փորձերը հիմք են տալիս եզրակացնելու, որ ճիշտ չէ հեղինակներից ոմանց կարծիքը, թե մարդու արյան կատալազան ավելի ակտիվ է, քան կենդանիներինը:

ЛИТЕРАТУРА

1. D. Keilina. E. Hartree, Biochem. J. 39, 213 1945.
2. G. Barron et al, Journ. Gen. Physiol. 33, 3, 1950.
3. Feinstein et al, Journ. Amer. Physiol. 177, 156, 1954
4. L. Stephana. A. Chanutin, Arch. Biochem. 29, 2. 1950.
5. A. Forssberg, Acta Radiol. 27, 3, 1: 46.
6. F. Batelliu. Stern L., Die Katalase. Ergeb. d. physiol. 10, 531, 1910.
7. A. Serfaty, Bull. biol. France et Belg. 76 3, 1942.
8. E. M. Крепс, Журн. общ. биол. 4, 3. 1943.
9. Mc. Cuteeno, Physiol. Zool 16 3, 1943.
10. A. E. Gaumeer, Anat. Rec 113, 29, 1952.
11. M. Basogly Rev. Fasc. Sci. Univ. Istambul. 15, 2, 1950.
12. Д. М. М и х л и н, Оксидазы и каталазы. Сб. Ферменты под ред. В. А. Энгельгардта 9, 1940.
13. P. D. Atlant, B. Highman, B. Wood—Journ. exp. Zool. 118, 1, 1951.
14. П. П. Сахаров и др., Лабораторные животные, Медиз, 1952.
15. Е. Н. Лисункина, Архангельский гос. мед. инст-т, Сб. трудов 12, 1954.
16. П. А. Коржув, Эволюция дыхательной функции крови, Москва, 1949.