

Про механізм змін білкових фракцій сироватки крові у собак при важких м'язових навантаженнях

Г. Г. Діденко

Лабораторія вищої нервової діяльності і трофічних функцій Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

В наших роботах (1958) було відзначено, що в збільшенні вмісту альбуміну в сироватці крові, яке спостерігалось при м'язовому стомленні у собак (1955, 1958), значна роль належить печінці.

Отже, особливого значення набуває вивчення механізму участі печінки в збільшенні кількості сироваткового альбуміну.

Зважаючи на роль печінки в білковому обміні, збільшення кількості альбуміну при м'язовому стомленні можна пояснити посиленням синтетичної функції печінки або мобілізацією під час м'язової роботи так званих «резервних» лабільних білків печінки.

Метою цієї роботи було з'ясувати можливість збільшення вмісту альбуміну при стомленні в результаті мобілізації резервного білка печінки.

Питання про існування резервних білків в організмі досі ще остаточно не розроблене. Проте на підставі літературних даних (Данилевський, 1895; Лак, 1950; Поппер, Шафнер, 1957; Груза, 1956, 1958, 1959, та ін.) можна вважати, що в організмі тварин безперечно є запаси білка, які локалізовані переважно в печінці.

Висловлена також думка, що запас білків є функцією цитоплазми печінкових клітин (Костерлітц, 1944; Гаррісон, Лонг, 1945; Поппер, Шафнер, 1957) і що резервні білки печінки є більш лабільними і «перебувають у більш динамічному стані, ніж білки, які утворюють тканинні структури» (Груза, 1959).

Щоб з'ясувати питання, чи є збільшення кількості сироваткового альбуміну при м'язовому стомленні наслідком мобілізації лабільного резервного білка печінки, ми вивчали зміни білкових фракцій сироватки крові під час важкої м'язової роботи у собак, білкові резерви яких були вичерпані в результаті білкового голодування.

Методика досліджень

Досліди провадилися на двох собаках-самцях, добре привчених до бігу в топчаку з вантажем на спині.

Загальний вміст білків і окремих білкових фракцій сироватки крові визначали за методом дифузного висолоювання (Зеленський, 1959).

Порядок проведення дослідів був такий: спочатку у собак кількаразово досліджували зміни білкових фракцій сироватки крові під час важких м'язових навантажень в умовах утримання їх на раціоні, багатому на білок. Після цього собак переводили на раціон, який практично не містив білка, але забезпечував споживання достатньої кількості калорій. Денний раціон кожного собаки складався з картопляного крохмалю, вершкового масла, глюкози, тріскового жиру, полівітамінів і сольової суміші. Собак утримували на цій дієті 15 днів.

Протягом цього часу в організмі ще не виникає глибоких патологічних змін, пов'язаних з відсутністю білка (Буланкін та ін., 1951; Ган та ін., 1957). Але, за літературними даними (Елман, Хейфетц, 1941; Буланкін, Паріна та ін., 1951; Груза, 1956; Ган та ін., 1960; Поппер, Шафнер, 1957, та ін.), вміст лабільного білка печінки за цей час помітно знижується. За даними Капланської і Старосельцевої (1959), при білковій недостатності у щурів різко знижується кількість білків печінки, імунологічно ідентичних сироватковому альбуміну.

Досліди в умовах м'язового стомлення провадилися на 16-й день білкового голодування. Були застосовані навантаження, які при звичайному харчуванні викликали у цих собак дуже значні зміни білкових фракцій сироватки крові. Потім собак протягом місяця утримували на раціоні, багатому на білок, після чого у них знову досліджували вплив м'язового стомлення на склад білків сироватки крові.

В усіх дослідках із стомленням кров досліджували тричі: до початку м'язової роботи, відразу після її припинення і через одну годину після її припинення. Одночасно визначали вміст гемоглобіну.

Проведено дві серії дослідів в умовах білкового голодування; друга серія провадилася через чотири місяці після закінчення першої. Протягом чотиримісячної перерви тварини одержували повноцінну звичайну їжу. Під час усього періоду утримання собак на дієті, позбавленій білка, стежили за їх вагою та рівнем вмісту білків у сироватці крові.

Результати досліджень

В умовах звичайного, повноцінного харчування стомливі м'язові навантаження в усіх дослідках, проведених на собаках Іртиші та Бобіку, викликали значне збільшення у них вмісту сироваткового альбуміну (на 50—80%) та альбуміно-глобулінового коефіцієнта (на 35—65%). Показник загального глобуліну зазнавав незначних змін (5—12%). Зміни окремих глобулінових фракцій були незакономірними. Загальний вміст білка також збільшувався (на 12—40%). Усі зазначені зміни були чітко виражені через одну годину після припинення роботи (рис. 1, I; 2, I; 3, I; 4, I).

Наприкінці білкового голодування вага собак трохи знижувалась: втрата у вазі становила у Бобіка 14%, у Іртиша — 8% вихідної величини. Вміст же альбуміну, загального білка і глобуліну змінювався незначно і залишався в межах звичайних коливань.

У дослідках, проведених після 15-денного утримання собак на безбілковому раціоні, було показано, що важкі м'язові навантаження у білкововиснажених собак не викликали звичайно спостережуваного збільшення вмісту сироваткового альбуміну та альбуміно-глобулінового коефіцієнта (собака Іртиш), або це збільшення було не таким значним, як у дослідках із стомленням в умовах звичайного харчування (собака Бобік).

В дослідках першої і другої серій одержані ідентичні результати.

Особливо виразні і цікаві були результати дослідів на собаці Іртиші. У цього собаки в період утримання на дієті, багатій на білок, під впливом важкої м'язової роботи (бігу в топчаку протягом 2 год. 30 хв.—3 год. з вантажем, який становив 70% ваги собаки з швидкістю 6 км/год) вміст альбуміну звичайно збільшувався на 65—77%; альбуміно-глобуліновий коефіцієнт на 40—60%. Кількість загального білка підвищувалася на 30—40%. Через одну годину після припинення роботи ці зміни були ще значними (рис. 1, I). Але в досліді, проведеному після 15-денного білкового голодування, під час виконання такої самої роботи не спостерігалось звичайних змін білкових фракцій сироватки крові; м'язова робота не викликала збільшення кількості альбуміну, альбуміно-глобулінового коефіцієнта і загального білка. Навпаки, ці показники під впливом м'язової роботи знижувались у порівнянні з вихідним рівнем; вміст альбуміну зменшився на 5%, альбуміно-глобуліновий коефіцієнт — на 15% (рис. 1, II, A). Через одну го-

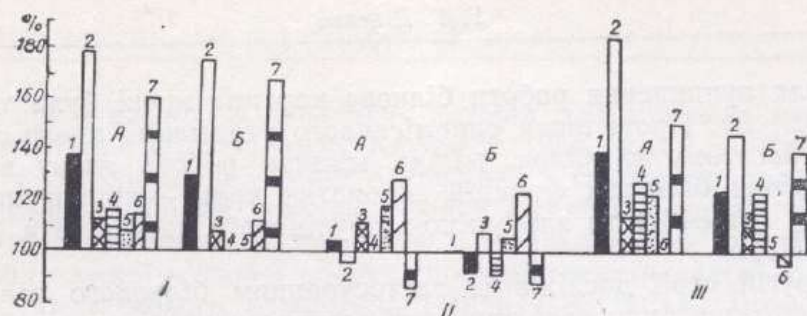


Рис. 1. Собака Іртиш. Перша серія дослідів. Зміни білкових фракцій сироватки крові під впливом м'язової роботи (в % до концентрації білка перед роботою).

I, III — в умовах звичайної годівлі; II — після 15-денного білкового голодування.

1 — загальний білок, 2 — альбумін, 3 — загальний глобулін, 4, 5, 6 — окремі глобулінові фракції, 7 — альбуміно-глобуліновий коефіцієнт. А — відразу після роботи, Б — через 1 год. після її припинення.

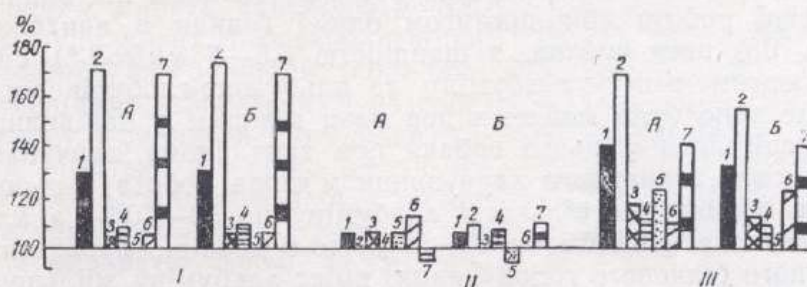


Рис. 2. Собака Іртиш. Друга серія дослідів. Зміни білкових фракцій сироватки крові під впливом важкої м'язової роботи (в % до концентрації білка перед роботою).

Позначення такі самі, як на рис. 1.

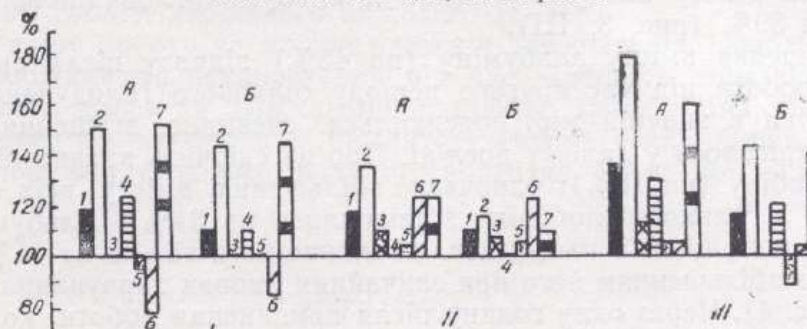


Рис. 3. Собака Бобік. Перша серія дослідів. Зміни білкових фракцій сироватки крові під впливом важкої м'язової роботи (в % до концентрації білка перед роботою).

Позначення такі самі, як на рис. 1.

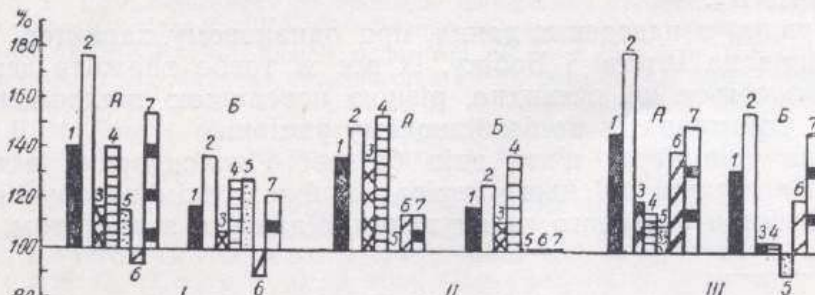


Рис. 4. Собака Бобік. Друга серія дослідів. Зміни білкових фракцій сироватки крові під впливом важкої м'язової роботи (в % до концентрації білка перед роботою).

Позначення такі самі, як на рис. 1.

дину після припинення роботи білкова картина крові була така сама (рис. 1, II, B). Проте після одномісячного утримання цього собаки на раціоні, багатому на білок, важка м'язова робота знову викликала описані зміни білкових фракцій сироватки крові — збільшення вмісту альбуміну (на 84%) та альбуміно-глобулінового коефіцієнта (на 49%) (рис. 1, III).

В другій серії дослідів із застосуванням білкового голодування у собаки Іртиша були одержані такі самі результати, а саме, при білковій недостатності важка м'язова робота не викликала змін білкових фракцій сироватки крові (рис. 2, II). Але через місяць, протягом якого собака одержував звичайну, багату на білок їжу, під час виконання м'язової роботи ми знову спостерігали зазначені зміни вмісту альбуміну й альбуміно-глобулінового коефіцієнта (рис. 2, II).

У собаки Бобіка в період білкової недостатності під впливом важкої м'язової роботи (біг протягом однієї години з вантажем, який становив 70% ваги собаки, з швидкістю 6,5—7 км/год*) спостерігалось збільшення вмісту альбуміну та альбуміно-глобулінового коефіцієнта, але воно було майже в два рази меншим у порівнянні з тим, яке спостерігалось у цього собаки при звичайному харчуванні. Так, якщо в умовах звичайного харчування м'язова робота у цього собаки викликала збільшення кількості альбуміну на 50—70%, а альбуміно-глобулінового коефіцієнта на 40—50%, то в досліді, проведеному після 15-денного білкового голодування, вміст альбуміну збільшувався на 35%, а альбуміно-глобуліновий коефіцієнт на 22% (перший період білкового голодування) (рис. 3, II). Після утримання цього собаки на білковому раціоні протягом місяця така сама м'язова робота викликала збільшення вмісту альбуміну на 80%, альбуміно-глобулінового коефіцієнта на 59% (рис. 3, III).

Збільшення вмісту альбуміну (на 48%) відразу після виконання м'язової роботи під час другого періоду білкового голодування у собаки Бобіка в значній мірі пояснюється, очевидно, згущенням крові, яке спостерігалось у даному досліді. Про це свідчить значне підвищення гемоглобіну (на 18%); одночасне збільшення вмісту всіх фракцій (кількість загального глобуліну збільшилась на 34%). Альбуміно-глобуліновий коефіцієнт в цьому досліді підвищився тільки на 15% (у порівнянні із збільшенням його при звичайних умовах харчування на 40—50%) (рис. 4). Через одну годину після припинення роботи, коли гемоконцентрація вирівнювалась, вміст альбуміну залишався підвищеним на 25%, а альбуміно-глобуліновий коефіцієнт досягав вихідного рівня, чого не спостерігалось у цього собаки в дослідях з м'язовим стомленням в умовах утримання його на раціоні, багатому на білок (рис. 4, II, B).

Як видно з наведених даних, при однаковому характері результатів дослідів на Іртиші і Бобіку, їх все ж треба вважати дещо різними. Пояснюється це, очевидно, різною поведінкою піддослідних собак в період утримання їх на безбілковому раціоні.

Іртиш уже через п'ять днів білкового голодування відмовлявся від їжі і в останні дні цього періоду майже зовсім голодував, тоді як Бобік до кінця білкового голодування з'їдав усе з апетитом.

* Для цього собаки дане навантаження було важким, але не граничним. Проте, ми не змогли застосувати більш важкі навантаження в зв'язку з появою функціонального гемолізу, який заважав визначенню білкових фракцій. Про збільшення гемолізу під час фізичної роботи повідомляв ще в 1913 р. Карпент'єрі та пізніше Гатінге (цит. за Каплун, 1926).

Виходячи з висновків численних авторів про значення вуглеводів у збереженні білка (Алісон, 1958; Кауфман, 1957, та ін.), можна припустити, що у собаки Бобіка, який одержував в складі їжі велику кількість вуглеводів, білкові резерви печінки за період годівлі безбілковою їжею не були повністю вичерпані і завдяки цьому при виконанні в цей період важкої м'язової роботи спостерігалися наведені вище зміни вмісту сироваткового альбуміну. Навпаки, у собаки Іртиша, який голодував майже повністю, білкові резерви були вичерпані і важка м'язова робота не викликала підвищення вмісту альбуміну в сироватці крові.

Отже, проведені досліді вказують на те, що збільшення показника сироваткового альбуміну під час м'язового стомлення у собак відбувається, мабуть, внаслідок мобілізації при цьому білкових «резервів» печінки.

Ці положення, нам здається, добре ілюструється дослідями, проведеними на собаках різного віку. Виявилось, що у дуже старого собаки Макарки гранична для нього м'язова робота, під впливом якої у молодших тварин виникають значні зміни білкових фракцій сироватки крові, не змінила вмісту альбуміну, загального білка, а також величини альбуміно-глобулінового коефіцієнта (рис. 5).

Відомо, що відкладання азоту в організмі з віком зменшується (Нікітін, 1951). Тому одержані дані можна пояснити відсутністю в печінці старого собаки лабільного білкового запасу.

Проте нашу роботу не можна вважати завершеною. Необхідно ще дослідити можливість використання під час м'язового стомлення білкових резервів лімфи та міжклітинної рідини (Уїле, Уїпл, 1959, та ін). Можливо, що підвищення біосинтезу сироваткових білків є причиною збільшення білкових фракцій сироватки крові при м'язовому стомленні.

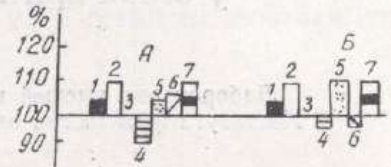


Рис. 5. Собака Макарка. Бір протягом 2,5 год. з вантажем, який становить 70% ваги собаки, з швидкістю 5 км/год. Зміни білкових фракцій сироватки крові під впливом важкої м'язової роботи (в % до концентрації білка перед роботою).

Позначення такі самі, як на рис. 1.

ЛІТЕРАТУРА

- Буланкин И. Н., Парина Е. В., Сергиенко Е. Ф., Возрастные изменения обмена веществ и реактивности организма, 1951, с. 27.
 Груза З., Вопросы питания, I, 1959, с. 7.
 Данилевский А. Я., Лекции по физиологической химии, 1895.
 Диденко Г. Г., Конференция по проблеме физиологии процессов утомления и восстановления. Тезисы докладов, 1955; сб. «Физиология процессов утомления и восстановления», Изд-во АН УССР, 1958; Физиол. журн. АН УРСР, т. IV, № 6, 1958, с. 760.
 Зеленський М. В., Дифузне висолювання білків; Вид-во АН УРСР, 1959.
 Капланский С. Я., Старосельцева Л. К., Биохимия, 24, 1, 1959, с. 87.
 Каплун С. И., Основы общей гигиены труда, ч. II, М.—Л., 1926, с. 349.
 Нагорный А. В., сб. «Возрастные изменения обмена веществ и реактивности организма», 1951, с. 5.
 Allison J. B., Ann. New York Acad. Sc., 69, Art. 5, 1958, 1009.
 Elman R., Heifetz C., Journ. Exp. Med., 73, Nr. 3, 1941.
 Hahn P., Koldovsky O., Zak R., Phys. Biochemosl., 9, F. I, 1960.
 Harrison H. C., Long N. H., J. Biol. Chem., 161, Nr. 2, 1945, 545.
 Hrůza Z., Physiol. Biochemosl., 3, 3, 1954.
 Hrůza Z., Phys. Biochemosl., 5, 1956, 149.
 Hrůza Z., Prys. Biochemosl., 591, 1956, 38.
 Hrůza Z., Smetana R., Phys. Biochemosl., 7, 1, 1958, 80.
 Kaufmann E., Wertheimer E., Am. J. Physiology, 190, 1, 1957, 133.
 Kosterlitz H. W., Proc. Biol. Soc., XIV.

Luck J. M., Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology, V. XIV. Amino Acids and Proteins, New York, 1950, 127.

Popper H., Shaffner F., Liver structure and Function.
Yuile C. L., Lucas F. V., Neubecker R. D., Cochrane C. C. and
Whipple G. H., J. Exp. Med., 109, Nr. 2, 1959, 165.

Надійшла до редакції
15.IX 1960 р.

О механизме изменений белковых фракций сыворотки крови у собак при тяжелых мышечных нагрузках

Г. Г. Диденко

Лаборатория высшей нервной деятельности и трофических функций
Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев

Резюме

В предыдущих работах (1955, 1958) было показано, что под влиянием тяжелой мышечной работы увеличивается содержание альбумина в сыворотке крови и что в этом значительная роль принадлежит печени.

Задача настоящей работы заключалась в дальнейшем изучении механизма увеличения количества альбумина в сыворотке крови при мышечном утомлении, а именно, в выяснении вопроса, является ли увеличение результатом мобилизации резервного белка печенью.

Установлено, что у собак, у которых резервные белки печени исчерпаны в результате 15-дневного белкового голодания, утомительная мышечная работа не вызывала повышения содержания сывороточного альбумина в сыворотке и увеличения альбумино-глобулинового коэффициента или же это повышение было незначительным по сравнению с тем, которое наблюдалось у этих же собак при утомлении в период кормления их по диете, богатой белком.

Проведены также опыты с применением утомительных нагрузок на собаках различного возраста. Известно, что отложение азота в организме с возрастом понижается. Оказалось, что у очень старой собаки вследствие, очевидно, отсутствия белковых «резервов» тяжелая мышечная работа, которая у более молодых собак сопровождалась значительными изменениями в составе белковых фракций сыворотки крови, не вызывала изменений в содержании сывороточного альбумина и общего белка. Альбумино-глобулиновый коэффициент также не изменялся.

Полученные данные дают основание считать, что увеличение содержания альбумина в сыворотке крови при мышечном утомлении наступает в результате мобилизации белковых «резервов» печени.

On the Mechanism of Changes in the Albumin Fraction of the Serum in Dogs during Heavy Muscular Loads

G. G. Didenko

Laboratory of the Higher Nervous Activity and Trophic Functions of the A. A. Bogomoletz
Institute of Physiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

Summary

On studying the mechanism of the increase in the serum albumin content during muscular fatigue, it was found that in dogs whose albumin «reserves» have been exhausted as a result of protein hunger, fatiguing

muscular work did not cause a rise in the quantity of blood serum albumin and in the albumin-globulin coefficient, or if it did, the rise was slight in comparison with that observed in the same dogs during fatigue in the period when they received a protein-rich diet.

The result of experiments conducted on animals of various age showed that in a very old dog no increase was observed in the quantity of blood albumin during heavy muscular loads, apparently because of the absence of protein reserves.

The data obtained indicate that the increase in the albumin content of the serum during muscular fatigue sets in as a result of mobilization of the albumin «reserves» of the liver.

XIV. Amino

C. C. and

редакції
р.

и крови

ий
Киевпод влия-
альбуми-
надлежитизучении
рови при
ается ли
ью.
чени ис-
ительная
роточно-
ового ко-
равнению
в периодрузок на
в орга-
й собаки
лая мы-
ась зна-
тки кро-
бумина
е не из-ение со-
ении на-
ени.ction
adsBogomoletz
Kievmin con-
albumin
fatiguing