

6. Кузьмин П. М., Рябиков А. Я.—Сб. докл. III научн. конфер. физиол., биохим. и фармакол. Зап. Сиб. объедин. Томск, 1965.
7. Курцин И. Т.—Механорецепторы желудка и работа пищеварительного аппарата. Изд. АН СССР, 1952.
8. Пшоник А. Т., Савченко Ю. И.—Уч. зап. Красноярского пед. ин-та, 1963, 24, 6.
9. Риккль А. В., Курцин И. Т.—В кн.: Нервно-гумор. регуляции деят. пищеварит. аппарата. Под ред. акад. К. М. Быкова, М., 1949.
10. Рощина Н. А.—Интероцепт. влияния кишечника на секреторную функцию желудка. Диссертация. Иваново, 1951.
11. Семенюк Л. А., Рябова Л. А., Труды Одесск. ун-та им. И. И. Мечникова. Сб., посвящ. 50-летию со дня смерти И. М. Сеченова, Одесса, 1957.
12. Черниговский В. Н.—Интероцепторы, М., Медгиз, 1960.

Надійшла до редакції
10.XI 1967 р.

Роль рибофлавіну в механізмі формування стійкості організму до високої температури

П. М. Казаков

*Відділ фізіології праці Донецького науково-дослідного інституту
гігієни праці і професійних захворювань*

Вишування способів і засобів, які підвищують стійкість організму до впливу екстремальних умов середовища, а також з'ясування механізмів, які забезпечують перебудову всіх функцій організму і пристосування його до діяльності в незвичних умовах, є одним з актуальних завдань сучасної біологічної науки.

Необхідність вивчення цих питань значною мірою пов'язана з тим, що, незважаючи на постійне вдосконалювання технологічних процесів та їх автоматизацію, в деяких галузях промисловості людині при трудовій діяльності до останнього часу нерідко доводиться відчувати дію високої температури і багатьох інших подібних факторів, які впливають на її працездатність і здоров'я.

В раніше виконаних у нашому відділі дослідженнях [1, 2, 5, 7, 10] були описані зрушення в різних функціях організму, що розвиваються при роботі в умовах високої температури, а також на основі дослідів, проведених у камеральних умовах на людях та експериментів на тваринах, був запропонований ряд способів (тренування теплом, гіпоксією) і засобів (аскорбінова кислота, дибазол), які підвищують стійкість організму до високої температури.

В нашій роботі для цієї мети був використаний рибофлавін.

Відомо, що пристосування організму до існування в умовах високої температури досягається не тільки за рахунок перебудови діяльності центральних механізмів терморегуляції, а й шляхом зміни стану клітинних елементів тканин, де відбуваються окисно-відновні обмінні реакції, пов'язані з утворенням теплової енергії.

При цьому виявляється, що найбільш істотна ланка в комплексній ферментативній системі організму, яка включає ряд вітамінів (піридоксин, нікотинову кислоту, пантотенову кислоту, фолієву кислоту, біотин, інозит, холін, рибофлавін) і забезпечує здійснення окисно-відновних реакцій в організмі та інші обмінні енергетичні процеси, представлена рибофлавіном. Він становить простетичну частину двох основних коензимів: флавін-мононуклеотиду («старий» жовтий дихальний

фермент) і флавін-адениндинуклеотиду («новий» жовтий дихальний фермент), які значною мірою визначають перебіг окисно-відновних реакцій в тканинах.

Тому рибофлавін був обраний в цьому дослідженні як засіб для впливу на живий організм з метою зміни його стійкості до високої температури.

Нині можна вважати встановленою благотворну дію рибофлавіну на стійкість організму до гіпоксії, радіації і деяких інших екстремальних впливів [3, 9].

Є вказівки, що в умовах високої температури навколишнього середовища виникає дефіцит рибофлавіну в організмі, оскільки його втрати з потом при температурі повітря 40°C можуть збільшуватись у п'ять і більше разів у порівнянні з тим, що спостерігається в звичайних умовах у здорових людей [6, 8]. Недостача рибофлавіну знижує працездатність організму в умовах високої температури.

В останні роки ряд вчених [11, 12] відзначав стимулюючий вплив рибофлавіну на ріст рослин в умовах посухи. Ефект застосування рибофлавіну пов'язується з його участю в окисних процесах, обміні білка і рибонуклеїнових кислот.

Все це вказує на те, що є багато підстав до використання рибофлавіну для підвищення стійкості організму тварин і людини до впливу високої температури.

В цьому дослідженні вивчено вплив одноразового введення рибофлавіну в дозі 1 мг на 1 г ваги тіла на стійкість дорослих і молодих тварин до високої температури, а також проведено визначення зміни стійкості до високої температури у дорослих і молодих тварин при щоденному введенні їм рибофлавіну в тій самій дозі в процесі тренування теплом протягом місяця.

Проведені чотири серії дослідів на 102 дорослих і молодих щурах-самцях. Вік молодих щурів був від трьох до п'яти місяців. Вік дорослих тварин становив від шести місяців до одного року і більше.

В двох серіях дослідів вивчали вплив одноразового введення рибофлавіну дорослим і молодим тваринам на їх стійкість до дії сухого повітря, нагрітого до 50°C .

В третій і четвертій серіях дослідів ми вивчали вплив щоденного введення рибофлавіну щурам, яких протягом місяця піддавали тренуванню теплом при температурі 40°C , на їх стійкість до впливу сухого повітря температурою 50°C . В кожній серії дослідів було по дві групи тварин. Одній з них вводили рибофлавін у вигляді 0,05%-ного розчину в дозі 1 мг на 1 г ваги тіла. Інша група була в таких самих умовах, як і піддослідна, але цим тваринам рибофлавіну не вводили і вони служили контролем.

В процесі дослідів у всіх тварин проводили спостереження за їх руховою активністю, поведінкою, диханням, станом шкірних покривів, потовиділенням, а також ураховували втрати води шляхом зважування кожної тварини до і після дослідів, вимірювали реактивну температуру до і після перебування в тепловій камері.

У тварин, які були піддані тренуванню теплом, вивчали функціональний стан надниркових залоз за допомогою проби Торна. Після загибелі тварин їх розтинали і досліджували мозок і внутрішні органи.

Про ступінь стійкості тварин до високої температури судили на підставі тривалості життя в термостаті при температурі 50°C .

Проведені дослідів дозволили встановити благотворний вплив рибофлавіну на стійкість дорослих і молодих щурів до високої температури.

Одноразове введення рибофлавіну збільшувало тривалість життя молодих щурів при температурі 50°C на 9 хв, а дорослих — на 3,9 хв.

Середня тривалість життя при температурі 50°C у молодих щурів контрольної групи становила 21,4 хв. Щури, яким при такій температурі вводили рибофлавін, жили в середньому 30,4 хв.

Щоб можна було судити про індивідуальні строки тривалості життя тварин при температурі 50°C , наводимо узагальнену таблицю дослідів для тварин обох груп (табл. 1).

Середня тривалість життя дорослих щурів контрольної групи при температурі 50° С становила 22 хв. В групі дорослих тварин, яким вводили рибофлавін, тривалість життя при 50° С також виявилась вищою. Вони жили при таких умовах в середньому 25,9 хв. Тривалість життя дорослих щурів у кожній групі наведена в табл. 2.

В досліді на тваринах, підданих тренуванню теплом протягом місяця, достовірної різниці в строках життя при температурі 50° С між групами щурів, яким щодня вводили рибофлавін, і контрольними виявлено не було.

Таблиця 1

Вплив одноразового введення рибофлавіну на тривалість життя молодих щурів при високій температурі

№ тварини	Тривалість життя (в хв) при 50°С	
	Контрольні щури	Щури, яким вводили вітамін В ₂
1	20	38,5
2	22	33,5
3	20	29,5
4	20	26,5
5	20	23,5
6	22	23,0
7	20	24,5
8	20	23,5
9	23	23,5
10	25	34,5
11	23,5	60,0
12	20,5	24,5
Середня тривалість життя	M=21,4 m=±0,43	M=30,4 m=±3,22

Таблиця 2

Вплив одноразового введення рибофлавіну на тривалість життя дорослих щурів при високій температурі

№ тварини	Тривалість життя (в хв) при 50°С	
	Контрольні щури	Щури, яким вводили вітамін В ₂
1	22	26,5
2	23	28,0
3	24	25,0
4	22	25,0
5	19	25,0
6	27	25,0
7	20	26,5
8	19	27,5
9	23	23,5
10	23	28,5
11	22	24,0
12	23	26,0
Середня тривалість життя	M=22,0 m=±0,43	M=25,9 m=±0,43

Разом з тим встановлено благотворний вплив тренування теплом на тривалість життя при температурі 50° С дорослих тварин як в контрольній групі, так і, особливо, у щурів, яким вводили рибофлавін.

Тренування теплом збільшило тривалість життя дорослих тварин контрольної групи на 17,3 хв, а тих, що одержували рибофлавін, — на 20,8 хв.

У молодих тварин тренування теплом на їх стійкість до високої температури помітного ефекту не дало.

Істотною особливістю цих дослідів було те, що завершальні експерименти з перевіркою тривалості життя при температурі 50° С проводили в усіх групах тварин в жаркі дні, коли температура навколишнього повітря в приміщенні досягала 28—30° С. Це привело до виснаження терморегуляторних механізмів тварин ще до вміщення їх в термостат з температурою 50° С.

Спостереження за загальним станом тварин і дослідження у них фізіологічних функцій під час перебування в умовах високої температури дозволило відзначити цікаві факти, які вказують на вікові особливості реакції на високу температуру, а також з'ясувати деякі особливості реакції в зв'язку з введенням тваринам рибофлавіну.

Посилене виділення поту і розширення судин шкірних покривів під впливом високої температури в усіх випадках розвивались раніше у щурів, яким вводили рибофлавін.

Різниця в часі настання цієї реакції між піддослідними і контрольними тваринами становила у молодих щурів 3—5 хв, у дорослих — 2—3 хв.

Явища кисневого голодування і розладу життєво-важливих функцій дихання і кровообігу, так само, як і порушення рухової активності під впливом високої температури у щурів, яким вводили рибофлавін, розвивались пізніше, ніж у тварин контрольної групи.

Функціональна активність надниркових залоз, за результатами проби Торна, у щурів, яким вводили рибофлавін, була вища, ніж у тварин контрольної групи.

Різниця в реакціях на вплив високої температури між молодими і дорослими тваринами полягали насамперед в тому, що зрушення в усіх функціях у молодих тварин виявлялись раніше, ніж у дорослих. Ця особливість пов'язана, очевидно, з тим, що інтенсивність обмінних процесів у молодому віці більш висока і утворення тепла відбувається в більшій кількості на кожну одиницю ваги тіла. Отже, при високій температурі у молодих тварин скоріше настає перегрівання. З віком механізми терморегуляції стають досконалішими.

Більш високим рівнем енергетичних процесів в організмі молодих щурів пояснюється також відзначений у них високий вихідний рівень температури тіла і часті випадки підвищення її до 42° С після перебування тварин в термостаті.

На відміну від дорослих тварин у молодих щурів під впливом високої температури різко змінювалась поведінка. Щури-самці ставали вкрай агресивними один до одного. Це пов'язано, очевидно, з тим, що при високій температурі посилювалась діяльність статевих залоз, і гормональна перебудова, яка наставала в ростучому організмі, призводила до зміни поведінки тварин. Про зміну діяльності статевих залоз свідчить спостережуване щоразу у щурів набухання яєчок після проведення досліду в термостаті.

Отже, перебування в умовах високої температури молодих тварин в період їх статевого дозрівання несприятливо впливає на діяльність статевих залоз і призводить до порушення вищої нервової діяльності (поведінки) тварин.

Торкаючись механізму благотворного впливу рибофлавіну на стійкість організму до високої температури, можна вказати на деякі сторони його дії, обґрунтовані в працях ряду вітчизняних і зарубіжних вчених.

Рибофлавін нормалізує перебіг обмінних процесів у печінці та м'язах — головних джерелах теплоутворення в організмі. Інтимний механізм цього впливу полягає в тому, що рибофлавін перешкоджає розпаду глікогену в тканинах і згорянню його, а тим самим попереджає перегрівання організму [4, 13].

Не виключена можливість і опосередкованого впливу рибофлавіну на стійкість організму до високої температури завдяки його регулюючій дії на рівень аскорбінової кислоти в тканинах, яка також протистоїть перегріванню організму [1, 5].

Не менш важливим механізмом впливу рибофлавіну на стійкість організму до високої температури є його дія на гіпофізарно-адреналову систему організму. На існування такого взаємозв'язку між обміном рибофлавіну і функцією гіпофіза та надниркових залоз вказується в працях японських дослідників [14]. Експерименти із застосуванням рибофлавіну в умовах високої температури, виконані нами і висвітлені в цій роботі, також свідчать про те, що рибофлавін стимулює діяльність надниркових залоз.