

- ликов Р. М., Попко Н. А. Активация синтеза белка и РНК в головном мозге как фактор адаптации к высотной гипоксии.— Доклады АН СССР, 1969, 187, 3, 697.
6. Меерсон Ф. З. Пластическое обеспечение функций организма, М., «Наука», 1967.
7. Пухова Г. Г. Гальмування гемоглобіном активності панкреатичної ДНКазы.— Укр. біохім. журн., 1971, 2, 240.
8. Сиротинин Н. Н. Патогенное действие атмосферы.— В кн.: Патологическая физиология экстремальных состояний, М., «Медицина», 1973, 58.
9. Хурсін М. Ю.— Дезоксирибонуклеази в нормі та патології.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1971, 17, 2, 175.
10. Шапот В. С. Нуклеазы, М., «Медицина», 1968, 156.
11. Gupta S., Herriot R. M. Nucleases and their inhibitors in the cellular components of human blood.— Arch. Biochem. Biophys., 1963, 101, 1, 88.

Інститут фізіології
ім. О. О. Богомольця
АН УРСР, Київ

Надійшла до редакції
15.X 1975 р.

УДК 612.015.11

Л. І. Жаліло, І. М. Новомінська

АКТИВНІСТЬ ТКАНИННОГО ДИХАННЯ ПРИ РІЗНОМУ ВМІСТІ ІОНІВ КАЛІЮ В ІНКУБАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Знаходячись у великій кількості у внутріклітинному середовищі, 30% якого припадає на частку мітохондрій, іон калію відіграє важливу роль у метаболізмі і в здійсненні процесів енергетичного обміну [4, 6, 9]. Відомо, що мітохондрії здатні накопичувати та вивільнювати значну кількість K^+ залежно від ступеня енергізації [4].

При нестачі іонів калію в середовищі показане зменшення швидкості дихання, роз'єднання дихання та фосфорилування і функціональна недостатність органа [7].

Для розуміння механізму впливу іонів калію на процеси тканинного дихання важливо розглянути ці процеси в динаміці, що можливо при використанні методики полярографічного визначення швидкості споживання кисню.

Методика досліджень

Визначення швидкості споживання кисню при диханні мітохондрій здійснювалось методом хроноамперометрії, при напрузі 0,7 в, на полярографі LP-60. Використовувались електроди: робочий — відкритий платиновий, допоміжний — хлор-срібний. Мітохондрії печінки білих щурів виділяли широковідомим методом диференціального центрифугування в середовищі сахарози 0,25 М та 0,001 М ЕДТА.

Дихання здійснювалось *in vitro* в середовищі інкубації, в якому містилось 0,15 М сахарози, 0,075 М KCl, 5 мМ фосфатного буфера (pH=7,4), 2,5 мМ $MgCl_2$ в об'ємі 1 мл, в якому було 1,5—2 мл білка (білок визначали за Лоурі, 1951). Субстратом дихання служив сукцинат (40 мМ), АДФ (250 мМ).

Визначали такі показники: V_0 — швидкість дихання без додавання субстрату та АДФ; V_2 — швидкість споживання кисню після внесення сукцинату; V_3 — швидкість споживання кисню при фосфорилуванні внесеного АДФ; V_4 — швидкість дихання після закінчення фосфорилування. На підставі цих показників обчислювали: дихальний контроль (ДК) — V_3/V_4 (за Чансом) та співвідношення V_2/V_4 , за яким судили про стан ланцюга переносу електронів та накопичення енергії.

Статистична обробка одержаних даних здійснювалась за Сепетлієвим [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Як показали одержані результати, вміст калію в інкубаційному середовищі має значення для швидкості споживання кисню мітохондріями уже на стадії ендогенного дихання (табл. 1, рисунок). В контролі інкубаційне середовище містило 75 мМ калію, при цьому швидкість ендогенного дихання дорівнювала $2,61 \pm 0,61$ нА O_2 /хв·мг. При зменшенні вмісту калію в інкубаційному середовищі (до 5 мМ) спостерігалось зниження швидкості споживання кисню до $1,61 \pm 0,5$ нА O_2 /хв·мг. Збільшення концентрації калію в середовищі інкубації приводить до гальмування споживання кисню при ендогенному диханні: при 100 мМ — $1,81 \pm 0,6$; при 120 мМ — $1,59 \pm 0,7$; при 150 мМ — $1,12 \pm 0,3$. Але значне зменшення вмісту калію до 50 і 25 мМ приводить до прискорення швидкості ендогенного дихання, відповідно $2,88 \pm 0,61$ та $2,92 \pm 0,6$. Крива на рисунку, що зображує

Активність

залежність
вищі, свід
центрації

Спож

досліджен

2). При з

вищується

концентра

дихання з

та $5,50 \pm 0$

дуже низь

дуже висо

ній законо

Спож

3) (V_3) — у

чя АДФ, у

ність, а са

кубаційном

швидкість

Швидкість
ріями печін

в

a — ендогенн

дещо підв
підвищенні
ня кисню п
 $6,44 \pm 1,3$; p

Швидкіс

Ендогенне
дихання
(V_0)

M

$\pm m$

n

p

Примі
контроле

Вплив іо

Досліджувані
показники

Стан 2 (V_2)

Стан 3 (V_3)

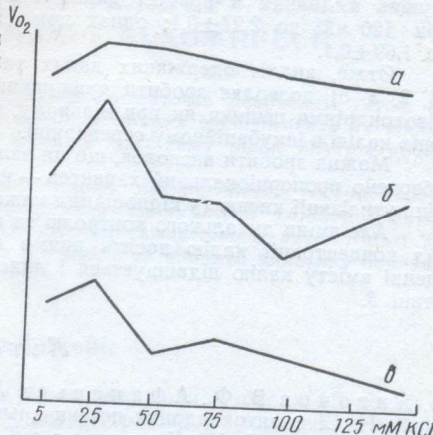
Дихальний
контроль
(V_3/V_4)

Примітка

залежність швидкості ендогенного дихання від вмісту калію в інкубаційному середовищі, свідчить про наявність обернено пропорційної залежності в межах змін концентрації калію від 25 до 150 мМ.

Споживання кисню мітохондріями в метаболічному стані 2 (V_2), як показали наші дослідження, також залежить від вмісту іонів калію в інкубаційному середовищі (табл. 2). При зниженні концентрації калію до 50–25 мМ швидкість споживання кисню підвищується відповідно до $6,89 \pm 1,05$ та $10,83 \pm 2,6$ (в контролі $6,50 \pm 1,2$). При підвищенні концентрації калію до 100–120 мМ швидкість дихання зменшується відповідно до $4,23 \pm 1,1$ та $5,50 \pm 0,9$ ($p=0,5-0,02$). Зміни дихання при дуже низькій концентрації калію (5 мМ) та при дуже високій (150 мМ) не відповідають згаданий закономірності (рисунок, б).

Споживання кисню в метаболічному стані 3 (V_3) — у високоенергізованому після додавання АДФ, у принципі повторює ту ж закономірність, а саме, при зниженні вмісту калію в інкубаційному середовищі до 50, 25 та 5 мМ швидкість споживання кисню мітохондріями



Швидкість споживання кисню (VO_2) мітохондріями печінки щурів при різному вмісті калію в інкубаційному середовищі.

а — ендогенне дихання (V_0), б — в стані 2 (V_2), в — в стані 3 (V_3).

дещо підвищується, але не так послідовно, як у метаболічному стані 2; при підвищенні концентрації калію в полярографічному осередку 100, 120, 150 мМ споживання кисню поступово зменшується, відповідно до $4,87 \pm 1,2$, $5,17 \pm 0,2$, $4,80 \pm 1,3$ (в контролі $6,44 \pm 1,3$; $p=0,2$, рисунок, в).

Таблиця 1
Швидкість споживання кисню мітохондріями печінки щурів при ендогенному диханні в середовищі з різним вмістом калію (нА O_2 /хв·мг)

Ендогенне дихання (V_0)	Концентрація калію (мМ)						
	5	25	50	75	100	120	150
M	1,64	2,92	2,88	2,61	1,81	1,59	1,12
$\pm m$	0,5	0,6	0,61	0,61	0,6	0,7	0,3
n	23	10	20	19	8	6	14
p	$>0,001$	$=0,05$	$=0,2$		$>0,01$	$>0,01$	$>0,001$

Примітка. Достовірність різниці p наведена між відповідним показником і контролем (75 мМ).

Таблиця 2
Вплив іонів калію на швидкість споживання кисню мітохондріями печінки щурів (відносні одиниці)

Досліджувані показники	Концентрація калію (мМ)						
	5	25	50	75	100	120	150
Стан 2 (V_2)	$7,37 \pm 1,2$	$10,83 \pm 2,6$	$6,89 \pm 1,05$	$6,50 \pm 1,2$	$4,23 \pm 1,1$	$5,50 \pm 0,9$	$6,82 \pm 2,1$
Стан 3 (V_3)	$7,87 \pm 1,5$	$8,74 \pm 2,1$	$5,92 \pm 0,8$	$6,44 \pm 1,3$	$5,87 \pm 1,2$	$5,17 \pm 0,2$	$4,80 \pm 1,3$
Дихальний контроль (V_3/V_4)	$1,61 \pm 0,07$	$1,92 \pm 0,2$	$2,04 \pm 0,09$	$1,88 \pm 0,1$	$2,38 \pm 0,2$	$2,27 \pm 0,1$	$1,69 \pm 0,1$
	23	10	20	19	8	6	14

Примітка. Достовірність різниці p наведена в тексті.

Однак така закономірність, відзначена нами щодо утилізації кисню, не спостерігається при обчисленні дихального контролю. Дихальний контроль, який свідчить про ступінь з'єднання споживання кисню з енергоутворенням при диханні, з'єднаному з фосфорилуванням, обчислений за Чансом (V_3/V_4), в контролі дорівнює $1,88 \pm 0,1$ (табл. 2). Приблизно такий же дихальний контроль спостерігається при концентраціях калію, близьких до контролю — 50 та 25 мМ ($2,04 \pm 0,09$ та $1,92 \pm 0,2$); при 5 мМ калію дихальний контроль дорівнює $1,61 \pm 0,07$. При збільшенні вмісту калію підвищується і ступінь з'єднання в процесі дихання з фосфорилуванням — при 100 мМ до $2,38 \pm 0,2$ при 120 мМ до $2,27 \pm 0,1$; однак при 150 мМ дихальний контроль знову знижується до $1,69 \pm 0,1$.

Отже, аналіз одержаних даних та порівняння їх з літературними відомостями [1, 2, 3, 8] дозволяє зробити припущення про залежність процесу споживання кисню мітохондріями печінки як при вільному, так і при фосфорилуючому диханні від вмісту іонів калію в інкубаційному середовищі.

Можна зробити висновок, що ця залежність для процесів споживання кисню носить обернено пропорційний характер — чим більша концентрація калію, тим нижче ступінь утилізації кисню (у відповідних межах).

Але зміни дихального контролю та швидкості споживання кисню в стані 3 залежно від концентрації калію носять прямо пропорційний характер, тобто, при підвищенні вмісту калію підвищується і дихальний контроль та швидкість в метаболічному стані 3.

Література

1. Антонов В. Ф., Афанасьев Л. А. Индуцированный 2,4-ДФ перенос ионов К, Н, Сі в митохондриях печени крыс. — Биопизика, 1972, XVII, 6, 817—821.
2. Голубков В. И., Казакова Т. Б., Леонтьева В. Г. Активный транспорт калия в митохондриях дикого типа и дыхательных мутантов. — Биохимия, 1969, 34, 5, 944—950.
3. Долгов В. В., Райкина М. Е., Антонов В. Ф. Действие адреналина на содержание калия в митохондриях сердца собаки и зависимость транспорта калия от дыхания и окислительного фосфорилирования. — Биопизика, 1974, 19, 6, 1025—1030.
4. Ленинджер А. Митохондрия, М., «Мир», 1966.
5. Сепетлиев Д. Статистические методы в научных медицинских исследованиях, М., 1968.
6. Щипакина В. Н., Евтодиденко Ю. В., Кудзина Л. Ю. Влияние ионов калия на реакции распада и синтеза богатых энергией соединений в митохондриях. — В сб.: Митохондрии, 1979, 79—83.
7. Harrison C. E., Cooper G. Iy., Zujko K. J., Kolem an H. N. Myocardial and mitochondrial function in potassium depletion cardiomyopathy. — J. Mol. and Cell. Cardiol., 1972, 4, 6, 633—649.
8. Kovacs I., Groot G. S. P., Racker E. Translocation of protons and potassium ions across mitochondrial membrane of respiring and respiration deficient yeasts. — Biochim. biophys. acta, 1972, 256, 55—65.
9. Rossum G. D. V. On the coupling of respiration to cation transport in slices of rat liver. — Biochim. biophys. acta, 1970, 205, 1, 7—17.

Відділ фізіології водно-сольового обміну
Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
АН УРСР, Київ

Надійшла до редакції
5.IX 1975 р.

КИСЛО

Ш

І

Актуальні народилися в на відновлені гіпоксії не ви

Ми вважаємо утробне кисне ритмічно аб хання, усунен ків кислотно-л

Досліді експериментал пуповини вво абдомінальну Контролем бу становили шу одержану при за допомогою ховували за стично.

Проведен паротомії, на трація іонів в ацидозу визна ням кислих пр $15,70 \pm 1,31$ ме

Визначен несли внутрішн ацидозу зі зр пичення недос них резервів Одночасно у т що свідчить і гіпоксії зумов

В нормі і істотним коли після народже народженого д

Так, вели $7,11 \pm 0,04$ і до показники кис

Гостра в народжених т

Динамічн кисневу забор початку самос ції водневих іс $49,05 \pm 1,21$ мМ ВВ $28,68 \pm 0,93$

Аналіз п нішньоутробн