

ческих положениях применения стиму-
ли. Параклинические методы исследо-

ности двигательных нарушений миа-
ной электромиографии, Вильнюс, 1973.

duction velocity measurements on repea-
143.

ec J.—Motor nerve conduction velo-
yography, 1968, 8, 159.

motor nerves in normal subjects and
s, Graduate School, Univ. of Minnesota,

n W.—The human electromyogram in
tion velocity of motor axons. Studies
rch. Neurol. Psychiat. (Chic.), 1948, 60,

. A., Wagman I. H.—Low thresh-
rch. Neur., 1965, 12, 510.

chungen über die funktionelle Gliede-
Psychiat., 1961, 8, 429.

Stoll J.—Electrophysiological stu-
n. II The effect of peripheral ischemia.

n J. A., Sprague R. C.—The neu-
rology (Minneapolis), 1961, 11, 275.

Надійшла до редакції
17.III 1975 р.

tskij, M. Ju. Klevets,
kaja, L. G. Siglova

HUMAN SKELETAL MUSCLES

actor digiti quinti and m. abductor
lation of n. ulnaris and n. medianus.
de of M-waves, duration of their first
se decreases. The increase in the am-
ver-growing number of the nerve and
shows that they involve into the pro-
tion velocity. The decrease in the res-
place of excitation onset from beneath
ue to the branching of the stimulating

УДК 612.014.32—015.36

В. М. Прудніков

ДИНАМІКА ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ВІДНОВНОЇ ТЕПЛОПРОДУКЦІЇ ПРИ СТОМЛЕННІ СКЕЛЕТНОГО М'ЯЗА ЖАБИ

Відомо, що явною ознакою метаболічної активності після скорочення м'яза є тривала теплопродукція зверху тепла спокою під час відновного періоду [5, 7]. Це тепло відновлення значною мірою належить до аеробних феноменів і динаміка його виділення в часі схожа з кінетикою поглинання кисню [8]. Таким чином за динамікою теплопродукції після скорочення можна судити про рівень поглинання кисню м'язом під час відновлення. При цьому ступінь приросту теплопродукції після скорочення і ступінь приросту виконаної роботи при повторному подразненні м'яза буде тим більший, чим інтенсивніше відбуваються окисно-відновні процеси в період відпочинку. Проте перебіг відновних процесів при стомленні м'яза таким методом не аналізували, як і не оцінювали напруженості дихання при цьому. Тому метою нашого дослідження було порівняти, як при стомленні м'яза змінюється відновна теплопродукція і відновлення працездатності для визначення напруженості дихання і його вкладу у відновлення працездатності м'яза.

Методика досліджень

Досліди проводили в осінньо-зимовий період на ізольованих кравцевих м'язах жаби, вагою 80—120 мг. Після препарування симетричні м'язи однієї і тієї ж жаби занурювали в оксигенований розчин Рінгера на 45—120 хв. В дослід м'язи брали послідовно.

Пряме подразнення м'яза здійснювали з допомогою стимулятора ЕСЛ-1 прямкутними імпульсами. Тривалість імпульсу 1 мсек, частота 1 ім/сек, напруга 5 в. М'яз працював в ізотонічному режимі з вантажем 10 г. Скорочення м'яза реєстрували міографічно на кімографі. Теплопродукцію вимірювали за допомогою мікрокалориметра [4] і реєстрували електронним самописцем ЕПП-09 МЗ, на який подавали підсилений підсилювачем І-37 сигнал термобатарей калориметра. Загальна чутливість установки $3,93 \times 10^{-3}$ Дж/см² діаграмної стрічки. Постійна часу мікрокалориметра 90 сек.

Після періоду інкубації в розчині Рінгера м'яз переносили в камеру мікрокалориметра ємністю 4 см³. На дно камери наливали 0,5 см³ розчину Рінгера. М'яз у камері розташовували так, щоб він знаходився поза розчином. Для цього його перегинали в середній частині і в такому вигляді одягали на станок, закріплений у пробці камери. Аеробні умови створювали продуванням крізь рідину камери понад 1 л газової суміші O₂ і CO₂ (95 і 5% за об'ємом), а анаеробні — N₂ і CO₂ (95 і 5% відповідно). Отвір, через який проходила нитка міографа, герметизували краплею рицинової олії. Подразнення м'яза починали через 40—45 хв після продування камери. Було проведено дві серії дослідів.

У першій серії контрольний м'яз працював в аеробних умовах без перерви до фази глибокого стомлення (зниження амплітуди скорочень на 95—98% від максимуму), а подразнення дослідного м'яза припиняли в одній з чотирьох фаз його діяльності: I — фаза впрямцювання — 60 скорочень, відповідала наростанню амплітуди скорочень; II — фаза стійкої працездатності — 120 скорочень, відповідала максимальній амплітуді скорочень; III — фаза стомлення — початок зменшення амплітуди скорочень; IV — фаза

глибокого стомлення — аналогічна фазі контрольного м'яза. Через 15 хв починали повторне подразнення дослідного м'яза до фази глибокого стомлення. Під час відпочинку м'яз звільняли від вантажу. Реєстрацію тепла, що виділялось, здійснювали безперервно. Виконана робота — A , виділене тепло — Q та відношення другої величини до першої — Q/A були прийняті для контрольного м'яза за 100%. Для дослідного м'яза обчислювали кількість виконаної роботи, виділеного тепла та Q/A до початку повторного подразнення та після його закінчення, а також їх суму по відношенню до аналогічних величин контрольного м'яза.

В другій серії дослідів один з м'язів працював до згаданих фаз в анаеробних умовах (контрольний), а симетричний — в аеробних. Вимірювані величини роботи, тепла і відношення Q/A порівнювали між собою в аналогічних фазах. Контрольні величини в кожному випадку приймали за 100%.

Статистичну обробку одержаних даних провадили на ЕОМ МИР-1. Зміни в процентах знаходили для парних м'язів обчисленням середньої геометричної [3]. Прийнята в досліді достовірність — $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

У першій серії дослідів в аеробних умовах вивчали динаміку відновлення працездатності та відновної теплопродукції після 15 хв припинення подразнення у згаданих чотирьох фазах ергограми. Результати дослідів наведені в табл. 1 (І серія) і табл. 2 (І серія).

Як свідчать наведені дані, кількість виконаної м'язом роботи після відпочинку, по відношенню до роботи симетричного м'яза, який працював без перерви, зменшується від 102% у фазі впрацювання до 11% у фазі глибокого стомлення (табл. 1, І серія). Хоч у сумі робота дослідного м'яза (до відпочинку + після відпочинку) завжди перевищувала роботу контрольного м'яза, проте її величина при стомленні також зменшувалась.

Таблиця 1

Динаміка відновлення працездатності (виконаної роботи — A) після відпочинку в зазначених фазах ергограми (в процентах по відношенню до контролю)

Фаза	І серія				ІІ серія			
	n	$A \times 10^{-3} \text{ Дж}$ ($M \pm m$)	%	p	n	$A \times 10^{-3} \text{ Дж}$ ($M \pm m$)	%	p
I	8	82,2 ± 8,64	102	>0,6	9	85,0 ± 10,12	113	<0,02
II	8	78,5 ± 3,11	79	<0,01	8	75,4 ± 6,45	135	<0,01
III	6	41,4 ± 2,48	43	<0,001	7	55,5 ± 8,45	110	>0,4
IV	9	11,1 ± 1,70	11	<0,001	6	12,3 ± 2,29	102	>0,9

Крім того, чим пізніше був зроблений відпочинок для м'яза, тим менше було співвідношення виділеного тепла до величини виконаної роботи Q/A (табл. 2, І серія). Внаслідок того, що вимірювана в досліді теплопродукція дорівнювала сумі теплоти скорочення і теплоти відновлення, зміна відношення Q/A може бути зумовлена як зміною виділення тепла при скороченні, так і при відновленні. Але показано [2, 6], що кравецький м'яз жаби звільнює тепло скорочення пропорційно до виконаної роботи. Тому можна припустити, що знайдена зміна Q/A обумовлена теплом відновлення, яке виділялось в період відпочинку м'яза.

З літературних джерел [5, 7, 8] відомо, що збільшення відновної теплопродукції після скорочення м'яза відбувається, в основному, за рахунок дихання. Виходячи з цього, згадане зменшення відновної теплопродукції (відношення Q/A) та відновлення працездатності пов'язане з тим, що стомлення пригнічувало аеробні відновні процеси в ізолюваному м'язі.

На нашу думку, це можна збільшується кисневий борг [7] ваним м'язом жаби [9], а зменше до зниження ресинтезу вико [1]. Тому зрозуміло, що при так відновлення його працездатност

Динаміка відновної теплопродукції (в зазначених фазах ергограми)

Фаза	І серія		
	n	$Q/A \text{ М} \pm m$	%
I	8	4,67 ± 0,13	124
II	8	4,33 ± 0,09	111
III	6	3,86 ± 0,13	102
IV	9	3,80 ± 0,11	100

На те, що при стомленні дій новних процесів, вказують дані еробними умовами. Достовірно відбулось тільки після припинення та стійкої працездатності ной м'язом роботи в аеробних і а чинку була однакова ($p > 0,9$), і шення тепла до роботи (табл. 2) співвідношення могло відбутись виділення якого пов'язують з в новленні енергетичних запасів м форилювання [5, 7].

Водночас відпочинок м'яза ня не супроводжувався в аеробн лення працездатності та віднош рія).

Отже, досліді з анаеробним щення, що при стомленні знижу сів в ізолюваному м'язі жаби. К ного тепла до величини викона вах показало, що за допомогою значити (в процентах) приріст [8], що динаміка виділення аер тикою поглинання кисню м'язом мікрокалориметричного визначе дихання м'яза.

Дослідження особливостей відновної теплопродукції, прове крокалориметрії, показало, що і бувається зменшення ступеня а зумовлене зниженням інтенсивн тезу використаних під час скоро

за. Через 15 хв починали пов-
стомлення. Під час відпочинку
лось, здійснювали безперервно.
нення другої величини до пер-
0%. Для дослідного м'яза об-
та Q/A до початку повторного
по відношенню до аналогічних

аданих фаз в анаеробних умо-
вані величини роботи, тепла і
фазах. Контрольні величини в

на ЕОМ МИР-1. Зміни в про-
оті геометричної [3]. Прийнята

оворення

вивчали динаміку віднов-
жкції після 15 хв припи-
ергограми. Результати
серія).

аної м'язом роботи після
ного м'яза, який працю-
працювання до 11% у
у сумі робота дослідного
ди перевищувала роботу
иленні також зменшува-

Таблиця 1

оти — А) після відпочинку
пошешню до контролю)

II серія			
$Q/A \pm M \pm m$	%	p	
$5,0 \pm 10,12$	113	<0,02	
$5,4 \pm 6,45$	135	<0,01	
$5,5 \pm 8,45$	110	>0,4	
$5,3 \pm 2,29$	102	>0,9	

починок для м'яза, тим
величини виконаної ро-
вимірювана в дослідях
чення і теплоти віднов-
ена як зміною виділення
показано [2, 6], що кра-
опорційно до виконаної
іна Q/A обумовлена те-
инку м'яза.

о збільшення відновної
ься, в основному, за ра-
шення відновної тепло-
цездатності пов'язане з
і процеси в ізолювано-

На нашу думку, це можна пояснити тим, що в період стомлення збільшується кисневий борг [7] та знижується поглинання кисню ізолюваним м'язом жаби [9], а зменшення інтенсивності дихання м'яза приведе до зниження ресинтезу використаних під час скорочення макроергів [1]. Тому зрозуміло, що при такому стані м'яза має зменшитись ступінь відновлення його працездатності.

Таблиця 2

Динаміка відновної теплопродукції (відношення Q/A) після припинення подразнення в зазначених фазах ергограми (в процентах по відношенню до контролю)

Фази	I серія				II серія			
	n	$Q/A \pm M \pm m$	%	p	n	$Q/A \pm M \pm m$	%	p
I	8	$4,67 \pm 0,13$	124	<0,01	9	$4,88 \pm 0,19$	124	<0,02
II	8	$4,33 \pm 0,09$	111	<0,01	8	$4,22 \pm 0,18$	112	<0,05
III	6	$3,86 \pm 0,13$	102	>0,1	7	$4,38 \pm 0,09$	110	>0,1
IV	9	$3,80 \pm 0,11$	100	—	6	$3,90 \pm 0,15$	107	>0,1

На те, що при стомленні дійсно зменшується величина аеробних відновних процесів, вказують дані паралельних дослідів з аеробними і анаеробними умовами. Достовірне збільшення відновлення працездатності відбулось тільки після припинення подразнення м'яза в фазі впрацювання та стійкої працездатності (табл. 1, II серія). Хоч кількість виконаної м'язом роботи в аеробних і анаеробних умовах у цих фазах до відпочинку була однаковою ($p > 0,9$), проте виявлено значне збільшення відношення тепла до роботи (табл. 2, II серія). Напевне, підвищення цього співвідношення могло відбутися тільки за рахунок тепла відновлення, виділення якого пов'язують з витратою енергії у вигляді тепла при відновленні енергетичних запасів м'яза (АТФ) за рахунок дихального фосфорилування [5, 7].

Водночас відпочинок м'яза у фазу стомлення та глибокого стомлення не супроводжувався в аеробних умовах додатковим приростом відновлення працездатності та відношення Q/A (табл. 1, II серія, табл. 2, II серія).

Отже, досліді з анаеробними умовами підтвердили висунуте припущення, що при стомленні знижується ступінь аеробних відновних процесів в ізолюваному м'язі жаби. Крім того, порівняння відношення виділеного тепла до величини виконаної роботи в аеробних і анаеробних умовах показало, що за допомогою зміни цього співвідношення можна визначити (в процентах) приріст аеробного тепла відновлення. Але відомо [8], що динаміка виділення аеробного тепла відновлення схожа з кінетикою поглинання кисню м'язом, отже, можна гадати, що за допомогою мікрокалориметричного визначення Q/A можна судити про інтенсивність дихання м'яза.

Висновки

Дослідження особливостей динаміки відновлення працездатності та відновної теплопродукції, проведене методами міографії та прямої мікрокалориметрії, показало, що при стомленні скелетного м'яза жаби відбувається зменшення ступеня аеробного відновлення, що можна гадати, зумовлене зниженням інтенсивності дихання, а тому і зменшенням ресинтезу використаних під час скорочення макроергів.

Література

1. Аллик Т. А.— Энергетич. обмен в изолир. скелет. мышце при работе, утомл. и патол. сниж. работоспособности. Автореф. дисс. М., 1963.
2. Бендолл Дж.— Мышцы, молекулы и движение, «Мир», 1970.
3. Лакин Г. Ф.— Биометрия, «Высшая школа», М., 1973.
4. Путилин Н. И., Чимисов Ю. М., Геращенко О. А., Карпенко В. Г., Горбань Е. Н., Хрипко П. Л.— Дифференциальный калориметр для медико-биологических исследований. Авт. свид. № 298841 от 25.XII 1969 г. Опубликовано 16.III 1971 г. Бюлл. № 11.
5. Godfraind-de Becker A.— Heat production and fluorescent changes of toad sartorius muscle during aerobic recovery after a short tetanus. J. Physiol., 1972, 223, 3, 719—734.
6. Hill A. V.— Production and absorption of work by muscle. Science, 1960, 131, 3404, 897—903.
7. Hill A. V.— Trails and Trails in Physiology, London, 1965.
8. Hill D. K.— The time course of the oxygen consumption of stimulated frog's muscle. J. Physiol., 1940, 2, 207—227.
9. Wittenberger C., Popea J.— Variation of some metabolic indexes during the recovery after effort, in the isolated frog muscle. Rev. roumaine biol. Ser. Zool., 1969, 14, 1, 55—61.

Кафедра нормальної фізіології
Київського медичного інституту

Надійшла до редакції
1.VII 1975 р.

V. M. Prudnikov

DYNAMICS OF WORKING ABILITY RESTORATION AND RESTORATION THERMOPRODUCTION WITH THE FROG SKELETAL MUSCLE FATIGUE

Summary

Peculiarities in dynamics of working ability restoration and restoration thermoproduction were studied by the methods of myography and direct microcalorimetry. The examination showed that, when the frog tailor's muscle is tired, the degree of aerobic restoration decreases, which may be due to a drop in the respiration intensity and, consequently, due to a drop in resynthesis of macroergs used during contraction.

Department of Normal Physiology,
Medical Institute, Kiev

УДК 612.17:612.018.2

О. В. О

ДО АНАЛІЗ ЕМОЦІОНАЛЬНИ

Зміна серцевої діяльності при емоційному збудженні (ЕЗ) переважно для емоційної цією, в літературі є відомою [8, 15, 16, 17].

Починаючи з дослідженнями речовини надниркових залоз, почастішанні серцевих скорочень при штучній серцевій діяльності при ЕЗ тлумачені й відомості про настання при введенні холіну значна на фоні ЕЗ, ніж у одиничні дослідження, спеціальні в емоційних змінах серцевої діяльності почастішого навантаження почастілюється після максимального вів [13].

В раніше проведених дослідженнях частішання серцевих скорочень при емоційній реакції

Ми досліджували шляхи впливу блукаючих та симпатичних нервів на зміни ЕКГ методами аналізу

ЕЗ у вигляді агресивної реакції так і в повторних дослідженнях, ЕКГ у трьох стандартних і одночасно 15 хв перед ЕЗ, під час його і безпосередньо після подразнення контрольними дослідженнями без ЕЗ. гілки *ansa viessensii* поблизу нервових гілочок. Парасимпатичний розчин за 20—30 хв до ЕЗ на шні. Відносно повну денервацію 30—40 хв до ЕЗ або видаленням десятих днів. ЕЗ викликали в період, яку заздалегідь визначали у валості почастішання серцевої діяльності