

безпечував  
чок дедалі  
дновлення  
ми праце-  
еобхідного

що стано-  
антаженні  
но не від-  
3—27),  
тиця 1  
ей  
ваність

<i>m</i>	$\sigma$
,4	18
,9	8,2
,3	8,7

їя статис-  
п різниця  
но відріз-  
роботи на  
-57-річних

в. Внаслі-  
ї раз — до  
Отже пра-  
років від-  
на те, що  
віку.  
п при на-  
м: у осіб

спостері-  
до вихід-  
ть підтри-  
ть на те,  
сті і важ-  
обливостей  
кт як за  
величиною.  
ідьтіть про  
ї витрива-  
их величин  
х вікових  
, що най-  
изовою си-  
й.  
ті при ро-  
о останніх

Нашиими дослідженнями встановлено, що існує певна залежність тривалості відновного періоду від віку досліджуваного. При роботі середньої інтенсивності співвідношення між часом роботи і відпочинку становить 1:2,2 у 53—57-річних, а за даними О. Ф. Максимової при роботі максимальної інтенсивності це співвідношення становить уже 1:3,3.

Одержані нами дані дають підставу брати до уваги визначені зміни тривалості відновлення працездатності у людей різного віку в умовах виробництва.

Проведені дослідження в експериментальних умовах становлять лише перші кроки на шляху регламентування часу на відпочинок людям різного віку.

## Висновки

1. Час, необхідний на відновлення працездатності до вихідного рівня після роботи середньої інтенсивності та важкості у людей трьох вікових груп відрізняється за своєю тривалістю.

2. Співвідношення часу роботи і відпочинку у людей трьох вікових груп, нетренованих до даного виду роботи становить: 17—18 років — 1:2,5; 23—27 років — 1:2,7; 53—57 років — 1:2,2.

3. Після тренування час на відпочинок скорочується у трьох вікових групах по-різному: в 2,8 рази в I групі; в 4 рази в II групі та в 3,4 рази в III групі.

## ЛІТЕРАТУРА

- Бакулин С. А., Физiol. журнал ССР, 45, № 9, 1959, 1136.
- Балуашвили А. А., Габашвили И. И., Телия З. А., Какавидзе Ц. В., Теория и практик. физ. культ., 22, № 6, 1959, 524.
- Зимкин Н. В., Коробков А. В., в кн. «Некот. вопр. физиол. клин. и морф.», Куйбышев, 1958.
- Лейник М. В., Максимова О. Ф., в сб. «Вопросы физиологии труда», Киев, 1955.
- Эголинский Я. А., Теор. и практик. физ. культ., 22, № 8, 1959, 664.
- Яковлев Н. Н., Макарова А. Ф., Лешкевич Л. Г., Попова Н. К., Рогозкин В. А., Чаговец Н. Р., Физiol. журнал ССР, 56, № 7, 1960.
- Ваутагарт Ph., Etude trav., 86, 1958.
- Вромль D., Gerontol., 4, 1958, 13.

Надійшла до редакції  
27.VI 1962 р.

## Динаміка змін температури, напруження кисню і кровообігу скелетного м'яза під час його діяльності та після неї

В. І. Коркач

Кафедра нормальної фізіології Київського медичного інституту ім. О. О. Богомольця

На зв'язок теплоутворення м'язів з обміном речовин вказували Данилевський (1879), Мейергоф (1928), Хілл (1929), Скулачов (1962) та ін. Дослідженнями Хілла на прикладі поодинокого скорочення ізольованого м'яза жаби було показано, що загальна теплопродукція цього органа проходить три фази, які автор пов'язує із змінами обміну речовин.

В умовах хронічного дослідження на прикладі підщелепної слинної залози та інших органів (підшлункової залози, шлунка, м'яза, нирок та ін.) М. І. Путілін та його співробітники (Д. Г. Наливайко, С. І. Кондрашов, Ю. Ю. Менших та інші, 1939—1962) встановили чотири основних періоди змін температури. Автори вказують, що динаміку змін температури органа при зміні його функціонального стану не можна пояснити лише кровообігом і що вона дає можливість до деякої міри судити про інтенсивність і напрямок обмінних процесів.

Оскільки однією з основ енергетичних процесів, які відбуваються з виділенням тепла, є окислювальні процеси, ми вирішили зіставити в динаміці змін температури, напруження кисню і кровообігу в скелетному м'язі при виконанні ним роботи.

### Методика досліджень

Дослідження провадили на кроликах вагою 1,8—2,0 кг в умовах гострого експерименту. Під місцевим обезболюванням виділяли і перерізували сідничний нерв. Під нього підкладали заглибні срібні електроди, з'єднані з електронним стимулатором прямокутних імпульсів. Ахіллове сухожилля з'єднували з міографом. В литковий м'яз вводили робочий сплав термопарі, контрольний сплав якої знаходився в судині Дюара при температурі танучого льоду ( $0^{\circ}\text{C}$ ). Термопару з'єднували з дзеркальним гальванометром типу М/25/з. Чутливість установки становила  $0,033^{\circ}\text{C}$  на 1 мм шкали.

Напруження кисню в м'язі вимірювали полярографічним методом. Цей метод застосовували численні дослідники для вивчення в динаміці окислювальних процесів

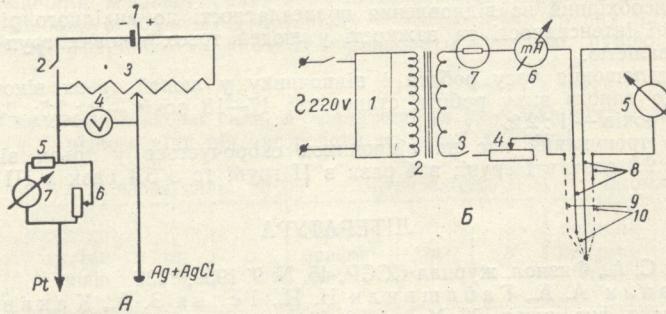


Рис. 1. Принципові схеми установок.

*A*—1 — батарея, 2 — ключ, 3 — реостат, 4 — вольтметр, 5 — постійний додатковий опір, 6 — магазин опору, 7 — гальванометр, Pt — платиновий електрод,  $\text{Ag}+\text{AgCl}$  — хлорсрібний електрод.

*B*—1 — стабілізатор напруги, 2 — знижувальний трансформатор, 3 — ключ, 4 — реостат, 5 — гальванометр, 6 — амперметр, 7 — батарея. Схема термозонда: 8 — мідний дрот, 9 — стінка канюлі, 10 — константановий дріт.

у тканинах (Ентіна і Яковлев, 1951; Сніжко, 1956, та ін.). Принципова схема установки показана на рис. 1, А. Електродами були: а) платинова голка (катод) діаметром 0,3 мм і довжиною 7 мм, заізольована рідким органічним склом так, що незаізольованим залишався кінчик голки в 3 мм; і б) срібний стержень (анод) діаметром 3 мм і довжиною 40 мм, який хлорували в однопроцентному розчині кухонної солі, а потім вимочували в двічі дистильованій воді. Катод вколоювали в литковий м'яз, анод вводили в пряму кишку кролика. На електроди подавали напругу постійного струму, струмом 0,6 в. Зміни напруження кисню визначали за величиною дифузійного струму, який реєстрували дзеркальним гальванометром.

М'язовий кровообіг реєстрували термозондом Хензеля (1954). Принципова схема установки показана на рис. 1, Б. Зміни кровообігу визначали в умовах одиницях (міліметри шкали). Всі показники записували на фотопапір фотокімографа. Крім того, реєстрували пневмограму й ергограму.

Дослідження починали через 1,5—2 год після операції, коли температура, напруження кисню і кровообіг встановлювались на відносно сталому рівні. Сідничний нерв подразнювали прямокутними імпульсами надпорогової сили (0,6—0,8 в) з частотою 2 імпульси на секунду протягом 5 хв. Вага навантаження, яке підіймав м'яз, була 100 г, 300 г, 500 г. Проведено 21 дослід. З навантаженням вагою 100 г проведено 8 дослідів, 300 г — 5 дослідів, 500 г — 8 дослідів. За змінами температури, напруження кисню і кровообігу стежили як в період діяльності, так і після неї протягом 2,5—3 год.

### Результати досліджень

На рис. 2, А показано в динаміці зміни температури, напруження кисню і кровообігу м'яза, який за 5 хв виконав роботу в 0,07 кгм. З цього досліду видно, що на початку діяльності м'яза температура його знижується на  $0,06^{\circ}\text{C}$ . Це зниження змінюється підвищеннем на  $1,12^{\circ}\text{C}$ . Температура підвищується доти, поки триває подразнення м'яза. Через 18 хв після закінчення діяльності температура досягає початкового рівня, але продовжує знижуватись і через 118 хв була нижче вихідного рівня на  $1^{\circ}\text{C}$ , залишаючись на цьому рівні до кінця спостереження.

Кровообіг м'яза у перші 2 хв сповільнюється, а потім прискорюється. Навіть після закінчення діяльності він ще протягом 3 хв продовжує збільшуватись. Через

55 хв після подачі неї і на цьому

В стані фізичного спокою. З трохи підвищують кінчення роботи, але її стає вище стає нижче вихід-

1,2-10<sup>-6</sup>

10MMI

I

0,2°C

1,2-10<sup>-6</sup>

10MMI

I

0,2°C

Рис. 2. Пружини 0,07 кг кальяні штрихи калібрі

На рис. 2, Б, вообіг в м'язі, які санах вище показані. Так, зниження темп.  $0,12^{\circ}\text{C}$ , в процесі діяльності, що на  $0,5^{\circ}\text{C}$  після  $2,5$  год температура прискорюється і краті після неї. До чого знижується.

Напруження кисню зменшується більша, інтенсивність напруження кривої зникає на цьому

В досліді, наважений, як і в дослідах зменшення кисню і кровообігу, відбувається повторне підняття рівня. В решті діяльності такий самий, як і середні дані змін температури м'яза. Результати дослідів арифметичні.

З початком діяльності кровообігу. Це зниження стерігається він не з початком діяльності, а з початком відновлення вантаження м'яза вагою 500 г. Величина зниження та вантаження вагою 500 г зниження температури м'яза вагою 500 г.

7-Фізіологічний журнал

55 хв після подразнення кровообіг досягає початкової величини, після чого стає нижче неї і на цьому рівні залишається до кінця дослідження.

В стані фізіологічного спокою напруження кисню періодично коливається. Ці коливання пов'язані зі змінами обміну речовин, які відзначаються в стані фізіологічного спокою. З початком діяльності напруження кисню в м'язі знижується, потім трохи підвищується, але весь час залишається нижче початкового рівня. Після закінчення роботи, поступово збільшуючись, воно не тільки досягає вихідного рівня, але й стає вище нього. Через 30 хв воно починає поступово збільшуватись і згодом стає нижче вихідного рівня.

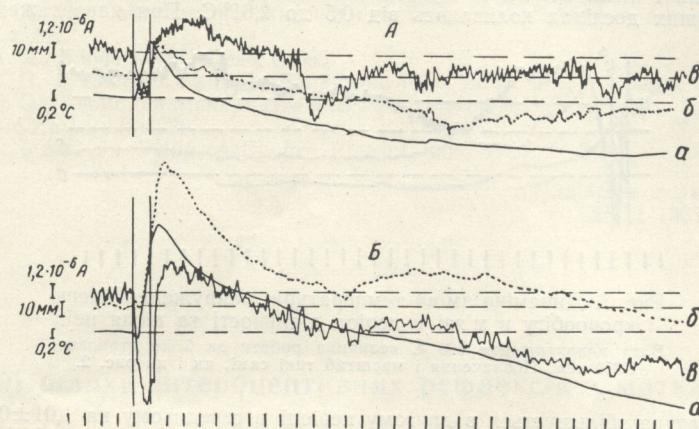


Рис. 2. Динаміка зміни температури (а), кровообігу (б) і напруження кисню (в) м'яза під час виконання ним роботи 0,07 кгм (А) і 0,365 кгм (Б) та в період відновлення. Вертикальні лінії показують період діяльності м'яза, горизонтальні штрихові — початковий рівень. Ліворуч від рисунка показана калібрівка амплітуд. Внизу відмітка часу через кожні 5 хв.

На рис. 2, Б показано в динаміці зміни температури, напруження кисню і кровообігу в м'язі, який виконав за 5 хв роботу величиною 0,36 кгм. Характер змін описаних вище показників такий самий, як на рис. 2, А, з деякою кількісною різницею. Так, зниження температури на початку подразнення м'яза в цьому досліді становить 0,12° С, в процесі дальнього скорочення температура підвищується на 1,6° С, і крім того, ще на 0,5° С після скорочень. Початкового рівня вона досягає через 62 хв. Через 2,5 год температура була нижче початкового рівня на 1,3° С. На більшу величину прискорюється і кровообіг, у порівнянні з попереднім дослідом, як під час діяльності, так і після неї. До вихідного рівня він повертається лише через 2 год 20 хв, після чого знижується.

Напруження кисню з початком подразнення різко зменшується і величина цього зменшення більша, ніж у досліді, показаному на рис. 2, А. Після закінчення діяльності напруження кисню піднімається вище вихідного рівня на меншу величину і тримається на цьому рівні тільки 20 хв, а далі поступово зменшується.

В досліді, наведеному на рис. 3, характер змін цих трьох показників такий самий, як і в дослідах, викладених вище, але тепер після падіння температури, напруження кисню і кровообігу нижче їх початкового рівня в період відновлення, відзначається повторне підвищення цих показників. Перші два навіть стають вище вихідного рівня. В решті дослідів характер змін температури, напруження кисню і кровообігу такий самий, як і в описаних вище, тому ми їх не наводимо, а нижче наводимо середні дані змін температури, напруження кисню і кровообігу в період діяльності м'яза. Результати дослідів оброблені статистично. Встановлена висока достовірність середніх арифметичних і різниці між ними.

З початком діяльності м'яза спостерігається незначне зниження температури і кровообігу. Це зниження температури М. І. Путілін назавв первім періодом. Спостерігається він не завжди. В наших дослідженнях зниження температури в цьому періоді було виявлене в 17 дослідах, зниження кровообігу в 15 дослідах. При навантаженні м'яза вагою 100 г перший період спостерігався в п'яти дослідах. Середня величина зниження температури в цих дослідах дорівнює  $0,026 \pm 0,0088^{\circ}\text{C}$ . При навантаженні вагою 500 г перший період спостерігався у семи випадках. Середня величина зниження температури в цих дослідах становила  $0,11 \pm 0,035^{\circ}\text{C}$ . В 12 дослі-

дах температура і кровообіг в цьому періоді змінювались паралельно, в одному доді спостерігалось зниження кровообігу без зниження температури, в решті — температура знижувалась, тимчасом як кровообіг підвищувався. Напруження кисню в цьому періоді в усіх дослідах різко зменшувалось.

В період дальнього подразнення м'яза температура і кровообіг весь час збільшуються доти, поки провадиться подразнення, а інколи і після подразнення. Напруження кисню різко зменшується в перші 2—3 хв діяльності, потім трохи збільшується, але весь період скорочення м'яза тримається нижче початкового рівня, і тільки після закінчення діяльності перевищує його. Підвищення температури в період діяльності, а інколи і після неї М. І. Путілін назвав другим періодом. Величина другого періоду в наших дослідах коливалась від 0,5 до 2,61° С. При навантаженні м'яза в

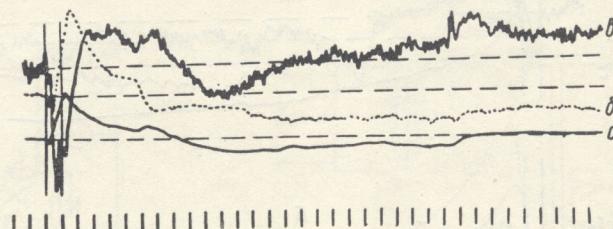


Рис. 3. Динаміка зміни температури, напруження кисню і кровообігу в м'язі в період діяльності та після неї.  
Вага навантаження 300 г, величина роботи за 5 хв становить 0,350 кгм. Позначення і масштаб такі самі, як і на рис. 2.

100 г температура збільшується в другому періоді в середньому на  $1,01 \pm 0,18^{\circ}$  С; кровообіг — на  $38,4 \pm 8,6$  мм, а напруження кисню на  $37,92 \cdot 10^{-7} \text{ А} \pm 9,12 \cdot 10^{-7} \text{ А}$  зменшується. При навантаженні в 500 г температура підвищується на  $1,65 \pm 0,14^{\circ}$  С; кровообіг — на  $80 \pm 13,7$  мм, а напруження кисню зменшується на  $92,4 \cdot 10^{-7} \text{ А} \pm 10,68 \cdot 10^{-7} \text{ А}$ .

Другий період, як вказує М. І. Путілін, зв'язаний з тепловим ефектом анаеробних і аеробних процесів, що мають інтенсивний перебіг. З наших дослідів видно, що незважаючи на збільшення кровообігу в період діяльності м'яза, напруження кисню в ньому різко зменшується. Отже, температура, кровообіг і окислювальні процеси м'яза в період його скорочення змінюються паралельно.

В період відновлення температура і кровообіг м'яза зменшуються і через деякий час стають ніжче вихідного рівня. Це зниження температури, інколи по-нижче початкового рівня, названо третім періодом. Падіння температури нижче початкового рівня в цьому періоді ми спостерігали тільки в 11 дослідах. При навантаженні м'яза вагою 100 г падіння температури і кровообігу нижче початкового рівня спостерігалось у шести дослідах, а при навантаженні в 500 г в двох випадках. Це, очевидно, пов'язано з тим, що при тій кількості роботи, яку виконував м'яз у наших дослідах, повністю третій період за 2,5 год після закінчення діяльності спостерігати не вдається. Тому ми не можемо говорити про залежність величини цього періоду від ваги навантаження і кількості роботи, але можна сказати, що тривалість його, мабуть, пов'язана з інтенсивністю і кількістю роботи. Паралельно температурі і стану кровообігу в третьому періоді змінюється і напруження кисню (див. рис. 2 і 3). В цьому періоді напруження процесів відновлення (синтезу) перевершує інтенсивність розкладу, що і веде до поглинання тепла.

Інколи після третього періоду спостерігається повторне підвищення температури (четвертий період). Спостерігається він рідко. В наших дослідах він був відзначений у семи випадках, при цьому підвищення температури було незначним. В деяких дослідах повторне підвищення температури спостерігалось без її падіння нижче початкового рівня. В цьому періоді зміни температури не завжди паралельні змінам кровообігу. Буває так, що температура підвищується вище вихідного рівня, а кровообіг залишається нижче нього.

З наведених вище даних видно, що температура, напруження кисню і кровообіг змінюються періодично як в період діяльності, так і після неї. Амплітуда і тривалість періодів цих коливань залежать від навантаження м'яза. З початком діяльності м'яза температура, напруження кисню і кровообіг в ньому знижуються, але не завжди температура і кровообіг змінюються паралельно в цьому періоді. В період дальнього подразнення м'яза температура, напруження кисню і показники кровообігу підвищуються, але напруження, кисню залишається весь час нижче початкового рівня. В період відновлення всі ці три показники змінюються паралельно.

Отже, на динаміку змін температури м'яза при зміні його функціонального стану впливають як кровообіг, так і окислювальні процеси.

Данилевский  
Кондратов С.  
ганизма», Киев,  
Менших Ю.Ю.,  
Наливайко Д.  
новления на при-  
Путилин Н.И.,  
физического процес-  
Скулачев В.П.,  
пи, 1962, с. 89.  
Снежко А.Д., Би-  
Энтина И.Д. и  
Мейергоф О., Те-  
Хилл А., Работа м  
Hensel H., Ruef

## Аферентні шляхи

Кафедра фі-  
кортико-вісі

Аферентну іннервацію ділянок вказаних органів.

Завданням на-  
тивних рефлексів з  
Проведено 48  
жили: зміни кров'я-  
ки. Подразнення ре-  
лоном, заповненим

Для виявлення  
серії дослідів, в я-  
вів, 4) симпатичних  
них судин.

I серія. Для п-  
від матки після ко-  
підчревин нервів,  
Як денервуючий за-  
фітоніцидами часни-  
тобто висхідні вну-  
трами тазових нервів

В цьому випад-  
слабше виражені.

Наступне пере-  
вих нервів усуває в-

II серія. Фізіо-  
мітного нерва, як о-  
нерва в аферентній  
ланцюжки, а також  
ін tactnimi. Интеро-  
проте були слабо ви-  
ля додаткового пер-

III серія. Роль  
соромітних нервів, як  
спинний мозок зали-

## ЛІТЕРАТУРА

- Данилевский В. Я., Термофизиологические исследования мускулов, СПб., 1879.
- Кондрашов С. И., сб. «Процессы утомления и восстановления в деятельности организма», Киев, 1958, с. 51.
- Менших Ю. Ю., Там же, с. 49.
- Наливайко Д. Г., Температурная характеристика процессов утомления и восстановления на примере слюнной железы. Дисс., Киев, 1955.
- Путилин Н. И., Изменения температуры внутренних органов как показатель трофического процесса в них. Дисс., Киев, 1954.
- Скулачев В. П., Соотношение окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи, 1962, с. 89.
- Снежко А. Д., Биофизика, I, 1956, с. 585.
- Этина И. Д. и Яковлев В. А., Биохимия, 16, 6, 1951.
- Мейергоф О., Термодинамика жизненных процессов, 1928.
- Хилл А., Работа мышц, 1929.
- Hensel H., Ruef J., Pflüg. Arch. ges Physiol., 259, 1954, S. 269.

Надійшла до редакції  
25.XI 1963 р.

## Аферентні шляхи інтероцептивних рефлексів з матки собаки

М. Б. Разумович, В. Н. Марголін

Кафедра фізіології Брестського педагогічного інституту, лабораторія кортико-вісцеральної фізіології Інституту фізіології АН БРСР, Мінськ

Аферентну іннервацію різних внутрішніх органів (шлунка, тонкого кишечника, ілеоцеальної ділянки кишечника, прямої кишки, сечового міхура тощо) докладно вивчали І. А. Булагін і співробітники. Вони встановили множинну аферентну іннервацію вказаних органів.

Завданням нашого дослідження було вивчення аферентних шляхів інтероцептивних рефлексів з матки собаки.

Проведено 48 гострих дослідів на собаках-самках. Рефлекторною реакцією служили: зміни кров'яного тиску в сонній артерії, дихання і рухи дванадцятинапії кишки. Подразнення рецепторів матки здійснювали розтягненням її стінки гумовим балоном, заповненим 50—150 мл повітря.

Для виявлення аферентних шляхів вказаних рефлексів було проведено шість серій дослідів, в яких вивчали роль 1) тазових, 2) соромітних, 3) підчревних нервів, 4) симпатичних ланцюжків, 5) черевних нервів, 6) нервових сплетень кровоносних судин.

**I серія.** Для перевірки ролі тазових нервів як провідників аферентних імпульсів від матки після контрольних проб здійснювали одночасне перерізання соромітних, підчревних нервів, симпатичних ланцюжків і денервациєю крупних кровоносних судин. Як денервуючий засіб (замість формаліну) застосували молоко, збагачене летучими фітонцидами часнику. Тазові нерви і спинний мозок при цьому не пошкоджували, тобто висхідні внутріцентральні шляхи цього органа, з'язані з аферентними волокнами тазових нервів, зберігались.

В цьому випадку рефлекси на кров'яний тиск і дихання зберігались, хоч і були слабше виражені. Рухова реакція тонкого кишечника звичайно зникала.

Наступне перерізання спинного мозку (в грудопоперековому відділі) або тазових нервів усуває вказану рефлекторну реакцію.

**II серія.** Фізіологічними методами дослідження ми також з'ясували роль соромітного нерва, як одного з аферентних шляхів матки. Для вивчення ролі соромітного нерва в аферентній іннервації матки перерізали тазові і підчревні нерви, симпатичні ланцюжки, а також денервували судини; спинний мозок і соромітні нерви залишались інтактними. Інтероцептивні впливи з матки, як і в контролі (рис. 1, A) зберігались, проте були слабо виражені (рис. 1, B). Інтероцептивні рефлекси з матки зникали після додаткового перерізання соромітних нервів або спинного мозку (рис. 1, C).

**III серія.** Роль підчревних нервів вивчали в дослідах з перерізанням тазових, соромітних нервів, симпатичних ланцюжків і денервациєю судин. Підчревні нерви і спинний мозок залишались інтактними. Подразнення рецепторів матки в цих умовах,