

Термометрія шкіри людини при фізичній роботі

С. И. Кондрашов

Г. В. Фольбогт та його співробітники дослідили основні закономірності перебігу процесів стомлення і відновлення при діяльності різних органів. Ці дослідження показали, що при повертанні стомленого органу до нормального стану слід розрізняти два процеси — процес відновлення і процес усталення стану відновлення. Тому повторна діяльність залежно від того, коли вона відбуватиметься, може привести або до розвитку тренованості, або до хронічного виснаження органу.

Працями Г. В. Фольборта та його співробітників встановлено, що період відновлення після діяльності має складний мінливий характер (Фольборт, Семерніна, Путілін, Менших, Фролькіс, Плотникова та ін.).

Як відомо, для з'ясування питання про ступінь відновлення після діяльності застосовується метод функціонального аналізу, тобто через певний час повторюється така сама робота. Проте цьому методу властивий ряд недоліків. Насамперед слід мати на увазі, що повторні навантаження змінюють характер перебігу процесів відновлення. Це перешкоджає встановленню правильних режимів роботи і відпочинку при наступній діяльності.

Співробітник Г. В. Фольборта М. І. Путілін для визначення ступеня відновлення залозистого апарата вивчав енергетичні зрушення в залозистій тканині під час діяльності та після неї.

В 1937 р. М. І. Путілін в гострому досліді показав фазовий характер температурних змін привушної слинної залози собаки, який, на думку автора, залежав від інтенсивності і напрямку трофічних процесів, що відбуваються в органі під час його діяльності та при наступному спокої.

В дослідженнях (1946—1953 рр.) на ряді внутрішніх органів (слинна залоза, печінка, серце, підшлункова залоза) Путілін встановив чотири основних періоди зміни температури внутрішніх органів після їх діяльності, коли працездатність залозистого апарата неоднакова. Так, повторна діяльність в другому і четвертому періодах приводила до дальшого підвищення температури залози і збільшення кількості і щільного залишку секрету, тобто до певної тренованості залози. Повторна діяльність в третьому періоді приводила до дальшого зниження температури і зменшення щільного залишку слини.

Таким чином, температурна крива служила показником для встановлення режимів повторної діяльності залозистого апарата.

Користуючись методом функціонального аналізу, Виноградов, Васильєв і Князева, Лейнік та ін. також відзначають, що період відновлення після м'язової роботи має складний коливальний характер. Васильєв і Князева вважають, що в періоді відновлення слід розрізняти три фази: неповного відновлення працездатності, працездатності більшої, ніж вихідна, і фазу вторинного пригнічення працездатності.

Лейнік встанови
ти: 1) відновлення з
ного збудження і 4)

Ми вирішили з ряду питань, зв'язану при фізичній роботі температуру шкіри і здатності м'язів після

Як показали дос.
до деякої міри служ
ганів.

Досліджуючи тем-
перити, Гіпенрейтер
(біг) спостерігається
нів. Температура шкі-
потім починала зни-
рівня. При цьому сп-
температури шкіри д-

Маршак (1931),
ратуру шкіри у людей
підвищується (іноді
брали участі в робот
вчав несиметричні ді

Дудник (1939), д
ної роботи, встанови
над м'язами, що беру

Маршак (1931) і
ної реакції шкіри над
зміною кровонаповнен

Дослідження проводили на пальцевому ергографі вітря 21°С. Для спостереження мідно-константановими термометрами з малим внутрішнім

Термопарі прикріплю згинача пальців. Одну з працював на ергограф. Цю термопару прикріплю сів до ергографа й ого. однаковому положенні — з печити теплово ізоляцію, а кладали в кілька разів ск початку до кінця досліду ваний сидів нерухомо. До час роботи — через 5 сек

Робота починалась чеположення. Цього часу буся на постійному рівні. Ронавантаженні в 5 кг до п

Після визначення тем відновлення ми приступили до роботи, доводячи історичну криву; в кінці її, висхідній її частині. В ряді аналогічних фазах темпів.

Всього було поставлено

Всього було поставлен

Лейнік встановив чотири стадії відновлення після стомливої роботи: 1) відновлення збудження, 2) наднормального збудження, 3) вихідного збудження і 4) зниженого збудження.

Ми вирішили застосувати температурну методику для з'ясування ряду питань, зв'язаних з визначенням деяких режимів праці і відпочинку при фізичній роботі. Зокрема, нас цікавило, чи не можна вважати температуру шкіри під час м'язової діяльності показником змін працездатності м'язів після діяльності.

Як показали дослідження Слоніма (1952), температура шкіри може до деякої міри служити показником змін температури внутрішніх органів.

Досліджуючи температуру м'язів і шкіри собак в хронічному експерименті, Гіпенрейтер (1949) встановив, що після 20-хвилинної роботи (біг) спостерігається паралелізм температурних змін зазначених органів. Температура шкіри після роботи тривалістю 5 хв. підвищувалась, потім починала знижуватись і через 60—65 хв. досягала початкового рівня. При цьому спостерігалось деяке відставання в швидкості змін температури шкіри від температури м'язів.

Маршак (1931), вивчаючи за термоелектричною методикою температуру шкіри у людей над м'язами, що скорочувались, показав, що вона підвищується (іноді до 3°C). Температура шкіри над м'язами, що не брали участі в роботі, знижувалась. Слід відзначити, що Маршак вивчав несиметричні ділянки шкіри.

Дудник (1939), досліджуючи у людей температуру під час динамічної роботи, встановив, що температура шкіри підвищується не тільки над м'язами, що беруть участь в роботі, а й на інших ділянках тіла.

Маршак (1931) і Дудник (1939) вважають, що зміни температурної реакції шкіри над м'язами, що не брали участі в роботі, викликані зміною кровонаповнення шкіри при діяльності.

Методика досліджень

Дослідження провадились у людей за звичайною ергографічною методикою (на пальцевому ергографі типу Дюбуа) в той самий час дня при температурі повітря 21°C . Для спостережень за температурними змінами шкіри ми користувались мідно-константовими термопарами і високочутливими дзеркальними гальванометрами з малим внутрішнім опором. Чутливість установок — $0,05^{\circ}\text{C}$ на 1 мм шкали.

Термопари прикріплювали до шкіри липким пластирем в ділянці спільного згинача пальців. Одну з термопар прикріплювали до лівої руки, якою досліджуваний працював на ергографі, другою термопарою контролювали температурні зміни. Цю термопару прикріплювали до симетричного місця правої руки. Досліджуваний сидів до ергографа й оголював руки з прикріпленими термопарами. Руки були в однаковому положенні — злегка напівзігнуті в ліктях і на одному рівні. Щоб забезпечити теплову ізоляцію, а також щоб досліджуваному було зручніше, під руки підкладали в кілька разів складену шільну тканину. Середній палець лівої руки від початку до кінця дослідів залишався в петлі ергографа. Під час дослідів досліджуваний сидів нерухомо. До і після роботи температуру реєстрували через 1 хв., під час роботи — через 5 сек. Реєстрація візуальна.

Робота починалась через 20—25 хв. після того, як досліджуваний займав певне положення. Цього часу було досить для того, щоб температура шкіри встановилася на постійному рівні. Робота провадилася в ритмі 120 скорочень за хвилину при навантаженні в 5 кг до повного стомлення.

Після визначення температурної кривої під час діяльності і при наступному відновленні ми приступили до її функціонального аналізу. Для цього ми повторювали роботу, доводячи її до стомлення досліджуваного в різні моменти температурної кривої; в кінці її, в різних ділянках при її зниженні, на вершині та на висхідній її частині. В ряді дослідів такі навантаження провадились в третій раз в аналогічних фазах температурної реакції.

Всього було поставлено 45 дослідів, в яких були досліджені 10 чол.

Результати досліджень

Температура шкіри рук після кількох коливань (в межах від 0,05 до 0,1—0,2° С) перед початком досліду встановлюється на одному певному рівні. Необхідно відзначити, що різкі зовнішні подразники, особливо звукові, можуть викликати короточасне підвищення температури шкіри руки, що працювала (в межах до 0,15—0,2° С).

Після початку досліду на ергографі температура шкіри руки, що працює, залишається протягом деякого часу незмінною, але з настанням стомлення, як показує ергографічна крива, починає підвищуватись.

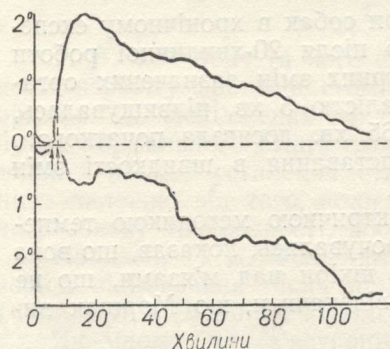


Рис. 1. Зміни температури шкіри рук під впливом фізичного навантаження.

Верхня крива — температура шкіри лівої руки; нижня крива — температура шкіри правої руки. Стрілками позначено початок і кінець роботи лівої руки. 0° — вихідна температура.

Після закінчення роботи температура шкіри швидко підвищується і досягає максимуму через 5—10 хв. Залежно від кількості виконаної роботи це підвищення становить від 1 до 2° С. Вслід за підвищенням температури настає деяка її стабілізація на період від 2 до 5 хв. і потім температура починає поступово знижуватись і повертається до вихідного рівня (рис. 1).

Слід зауважити, що при порівнянні температурних кривих шкіри різних досліджуваних треба враховувати товщину шкіри і підшкірної жирової клітковини в місці закріплення термодатів — остання може значно змінити температурну криву.

В ряді дослідів на початку роботи ми відзначали зниження температури шкіри руки, яка працювала, на 0,05—0,1° С. Це зниження тривало 5—10 сек., іноді більше, та змінювалось підвищенням температури. Цей період спостерігається частіше при застосуванні повторних навантажень.

На правій руці ми відзначали кілька різних за характером температурних реакцій. В деяких дослідях спостерігалось незначне підвищення температури в межах від 0,2 до 0,3° С, яке змінювалось її падінням нижче від вихідного рівня до кінця досліду. В інших випадках температура шкіри правої руки, залишаючись більш-менш сталою, знижувалась на 0,1° С до кінця досліду. В ряді досліджень температура правої руки знижувалась на 0,3—0,5° С з початку роботи лівої руки і поверталась наприкінці досліду до вихідного рівня. Нарешті, температурна крива правої руки, що найбільш часто спостерігалась, свідчила про швидке і різке падіння температури на початку роботи лівої руки, причому до кінця досліду температура не поверталась до норми (див. рис. 1). В ряді випадків температура знижувалась на 3—4° С. Останній тип температурної кривої правої руки, як правило, спостерігався при повторних навантаженнях лівої руки.

Після того як були визначені форма і деякі особливості температурної кривої руки, що працювала, перед нами виникло питання — чи не можна судити про інтенсивність процесів відновлення на основі змін температурної кривої.

Щоб з'ясувати це питання, ми почали застосовувати повторну роботу в тому самому ритмі аж до стомлення. Для порівняння результатів ми приймали роботу, виконану на початку досліду, за 100%.

В табл. 1 наведені результати дослідження гр. Б. при повторних

навантажень, які

Оскільки дослідів у татах не відбивався впливу, застосовуючи їх

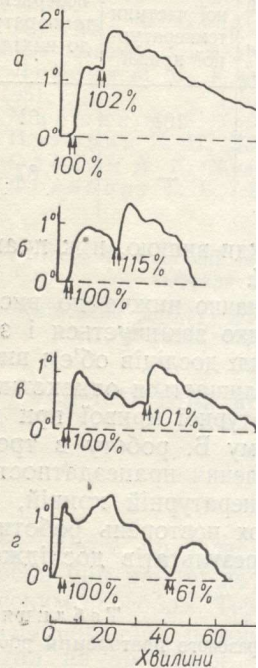


Рис. 2. Застосування повторних навантажень в різних частини температурної кривої, що утворилася в результаті стомлення роботи.

а (дослід № 8) — з початку падіння температури; б — дослід № 5) — в кінці падіння температури; в (дослід № 7) — в нижній третині падіння температури; г (дослід № 4) — в верхній третині падіння температури. Стрілками позначено початок і кінець роботи.

роботи у порівнянні з першою кривою. Працездатність продовжує зростати в третині спадної частини кривої знову почала знижуватись і становила 87%.

Таким чином, найнижчий рівень температури кривої в третині її спадної частини межує в міру розвитку стомлення. Слід відзначити, що така висока працездатність

навантаженнях, які були застосовані в різні фази температурної кривої.

Оскільки досліди провадилися часто, то для того, щоб на їх результатах не відбивався вплив тренування, ми чергували повторні навантаження, застосовуючи їх в різні фази температурної кривої.

Як видно з наведених табл. 1 та рис. 2, 3, повторні навантаження, засто-

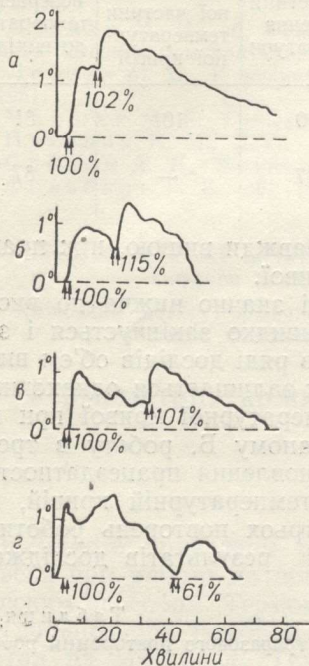


Рис. 2. Застосування повторних навантажень в різні частини температурної кривої, що утворилася в результаті стомливої роботи.

а (дослід № 8) — з початку падіння температури; б — (дослід № 5) — в кінці першої третини низхідної частини температурної кривої; в (дослід № 7) — в нижній третині низхідної частини температурної кривої; г (дослід № 4) — коли температура повернулася до вихідної. Стрілками позначено початок і кінець роботи.

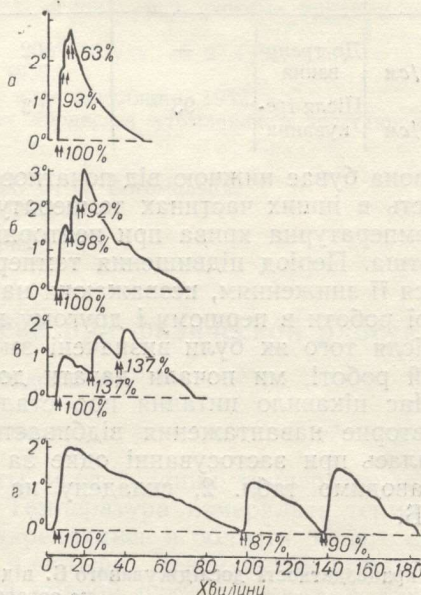


Рис. 3. Застосування навантаження в третій раз.

Стрілками позначено початок і кінець роботи. 0° — вихідна температура.

совані в різні фази температурної кривої, викликали неоднаковий ефект.

Найефективнішими виявились навантаження, застосовані в період від початку зниження температурної кривої після її максимуму до середини спадної частини температурної кривої. Так, повторне навантаження на підйомі температурної кривої дало можливість виконати 93% роботи у порівнянні з первинною. Навантаження, застосоване на початку падіння температури після її максимального рівня, вже дало 103%. Працездатність продовжувала далі зростати і досягла до кінця першої третини спадної частини температурної кривої 137%. Після цього вона знову почала знижуватись і до моменту повернення температури до норми становила 87%.

Таким чином, найнижча працездатність спостерігалася в той час, коли температурна крива поверталася до норми, а найвища — в кінці першої третини її спадної частини. Як можна бачити з наведеної таблиці, ці межі в міру розвитку тренуваності розширюються.

Слід відзначити, що не завжди вдається спостерігати відповідність такої високої працездатності зазначеній частині температурної кривої.

Таблиця 1

Зміни працездатності досліджуваного Б. під впливом повторної роботи на ергографі

Робота на ергографі до стомлення в % і кг/см (середні дані)	Ступінь тренуваності	Повторна робота до стомлення в % до першої				
		Висхідна частина температурної кривої	Початок зниження температури	Кінець першої третини зниження температури	Нижня третина низхідної частини температурної кривої	В умовах повернення температури до вихідної
100% 451 кг/см	До тренування	—	102	110	101	61
100% 685 кг/см	Після тренування	93	103	137	—	87

Іноді вона буває нижчою від початкової, але завжди вищою, ніж працездатність в інших частинах температурної кривої.

Температурна крива при повторній роботі значно нижча по висоті і коротша. Період підвищення температури швидко закінчується і змінюється її зниженням, незважаючи на те, що в ряді дослідів об'єм виконуваної роботи в першому і другому випадках залишається однаковим.

Після того як були визначені зміни температурної кривої при повторній роботі, ми почали давати досліджуваному Б. роботу в третій раз. Нас цікавило питання про сталість відновлення працездатності і як повторне навантаження відбивається на температурній кривій, що утворилась при застосуванні одне за одним трьох повторень роботи.

Наводимо табл. 2, складену на підставі результатів досліджень у гр. Б.

Таблиця 2

Зміни працездатності досліджуваного Б. під впливом триразового повторення роботи на ергографі

Перша робота на ергографі до стомлення в %	Друга робота до стомлення в % до першої				Третя робота до стомлення в % до першої			
	а	б	в	г	а	б	в	г
100%	93	98	137	87	63	92	137	90

Примітка: Значення букв а, б, в, г див. на рис. 2.

З наведених табл. 2 і рис. 3 можна бачити, що стан підвищеної працездатності, який утворився в результаті повторного навантаження, можна зберегти на високому рівні при третьому повторенні роботи. Необхідною умовою для цього є застосування навантаження в кінці першої третини низхідної частини кривої. При застосуванні роботи в інших частинах температурної кривої працездатність прогресивно знижується.

Особливо слід відзначити зміни форми і тривалості температурної кривої. Швидкість зниження температури шкіри після повторення роботи в третій раз помітно зростає, і температура скоріше повертається до норми. Висота підйому температури в міру повторення роботи знижується.

Висновок

Зміни температури шкіри над м'язом під час діяльності та після неї можуть служити одним з показників рівня працездатності м'яза.

Наведені в цій статті дані потребують дальшого вивчення в гострій і хронічній формах досліджень на тваринах.

Васильев и Кня
с. 59.
Виноградов М. И.
1935, с. 67.
Виноградов М. И.
Гиппенрейтер Б.
1949, с. 98.
Дудник М. И., сб.
условиях высоких температур
Лейник М. В., К у
К., 1951.
Маршак М. Е., Гиг
Путин Н. И., До
Слоном А. Д., Жив
Фольборт Г. В., сб
1951

Київський медичний ін
кафедра в

Київський інститут фіз
кафедра фізі

Термометрия ко

В работе приведены
человека при работе на
трическим способом. Тер
теля пальцев при помощи
работал на эргографе.
контроля.

Установлено, что в
руки понижается. Это сн
шением температуры. Д
кожи некоторое время
жается.

Высота подъема темп
му уровню зависят от к

Применяя повторные
ность, соответствующая
одинакова.

Наиболее высокая
верхней трети нисходящ
этих границах.

Другим частям темп
работоспособность мышц

Приведенные нами д
температуры кожи над м
служить одним из показ

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев и Князева, сб. «Новое в рефл. и физиол. нервн. сист.», 1926, с. 59.
Виноградов М. И., Тезисы сообщ. XV Международного физиол. конгресса, 1935, с. 67.
Виноградов М. И., Физиол. журн. СССР, т. XIX, в. 1, 1935.
Гиппенрейтер Б. С., Учен. записки ГЦОЛИФК им. Сталина, в. 3, 1949, с. 98.
Дудник М. И., сб. «Физиология нервной деятельности и кровообращения в условиях высоких температур», Днепропетровск, 1939, с. 173.
Лейник М. В., К учению о физиол. основах рац. режима труда и отдыха, К., 1951.
Маршак М. Е., Гигиена безоп. и патол. труда, № 2, 1931, с. 7.
Путилин Н. И., Докт. дисс., К., 1953.
Слоним А. Д., Животная теплота и ее регуляция, 1952.
Фольбоорт Г. В., сб., «Физиология процессов утомления и восстановления», 1951.

Київський медичний інститут ім. акад. О. О. Богомольця,
кафедра нормальної фізіології,

Київський інститут фізичної культури,
кафедра фізіології.

Термометрия кожи человека при физической работе

С. И. Кондрашов

Резюме

В работе приведены результаты исследования температуры кожи человека при работе на эргографе. Температура измерялась термоэлектрическим способом. Термопары прикреплялись в области общего сгибателя пальцев при помощи липкого пластыря. Лево́й рукой испытуемый работал на эргографе. Температура правой руки служила в качестве контроля.

Установлено, что в начале работы температура кожи работающей руки понижается. Это снижение через некоторое время сменяется повышением температуры. Достигнув определенной высоты, температура кожи некоторое время остается на этом уровне и затем плавно снижается.

Высота подъема температуры и скорость ее возвращения к исходному уровню зависят от количества произведенной работы.

Применяя повторные нагрузки, мы установили, что работоспособность, соответствующая различным частям температурной кривой, не одинакова.

Наиболее высокая работоспособность отмечалась нами в конце верхней трети нисходящей части температурной кривой или же в этих границах.

Другим частям температурной кривой соответствует более низкая работоспособность мышцы.

Приведенные нами данные позволяют утверждать, что изменения температуры кожи над мышцей во время работы и после нее могут служить одним из показателей состояния работоспособности мышцы.

Thermometry of Human Skin during Physical Work

S. I. Kondrashov

Summary

This paper presents results of an investigation of human skin temperature during work on an ergograph. The temperature was measured by thermoelectric means. The thermocouples were attached to the region of the common digital flexor by means of a sticky plaster. The left hand of the subject worked on an ergograph. The temperature of the right hand served as a control.

It was established that at the beginning of work, the skin temperature of the hand is reduced. This fall in temperature is succeeded after some time by a rise. On attaining a definite point, the skin temperature remains at this level for some time and then gradually falls. The rise in temperature and the rate of its return to the initial level depends on the amount of work done.

Employing repeated loadings, the author found that the efficiency corresponding to various points of the temperature curve was not identical. The highest efficiency was noted at the end of the upper third of the descending portion of the temperature curve or within these limits. Other portions of the temperature curve were correlated with a lower efficiency of the muscle.

The data obtained allows the author to affirm that temperature changes the skin over the muscles may serve as an indication of the efficiency of the muscle.

Вплив м'язо-

У 1930 р. В. Ю. тенціалів шкіри і, зок феномена Тарханова.

Як відомо, Тарханов встановив, що «при зби- ни» в її шкірі спостері-

В період з 1930 по казали принципову пер- хо-гальванічним феном- ваним в медицині. Ми Тарханова, впровадили- ли його практичне знач- впливу високої темпер-

Наші праці періоду розробленої нами мет- клініки при вивченні по- военної травми.

Ми показали тако- взаємовідношень кори- застосовуємо цю метод- тенціалів шкіри як пок- здатності туберкульозн-

В цій праці ми по- м'язової роботи на пот- з тими змінами, які м-

Ще в 1903 р. В. Ю- лів має закономірний х- вологості або сили буд- шкірний струм раптом п- (т. I, стор. 237). Чаго- них потенціалів, говоря- нів, що в своєрідній грі- тів слід вбачати причи- ний струм залозистих- ватись цими, на перши- тоншим показником се- (т. I, стор. 260—261).

І. П. Павлов зазна- відбиваються усі нерво- торах: шкірних, кінесте- говорив: «Я переконани-