

ніж енергозвільнення. Під час стомлення виконується $34,6 \pm 1,6\%$ всієї роботи, енергії ж звільнюється $38,9 \pm 1,3\%$ загальної кількості. Різниця достовірна ($t_d=4,6$; $p<0,001$) і найімовірніше пояснюється особливостями скорочення м'яза при порушенні стану аденілової системи [4], характерному для періоду стомлення [1].

Висновки

1. Однакові величини виконаної роботи і звільненої енергії при ізотонічних скороченнях ізольованого скелетного м'яза в азоті і на повітрі, вказують на відносну ідентичність джерел енергоутворення, які і в останньому випадку є анаеробними.

2. Період стомлення визначається поряд зі зменшенням працездатності також і, в дещо меншій мірі, зниженням рівня енергозвільнення.

Література

1. Аллик Т. А.—Энергетич. обмен в изолир. скелет. мышце при работе, утомл. и патол. сниж. работоспособн. Автореф. дисс. М., 1962.
2. Бендолл Д. ж.—Мышцы, молекулы и движение, «Мир», 1970, 190.
3. В л а д и м и р о в Г. Е., П а н т е л е е в а Н. Т.—Функциональная биохимия, Л., 1965, 120.
4. К о з л о в О. Г.—Укр. біохім. журн., 1973, 45, 393.
5. П о с к о н о в а М. А., Б а б с к а я Н. Е.—В сб.: Матер. X Всес. конфер. по физиол., морфол., биомехан. и биохим. мышечн. деят., М., 1968, 3, 18.
6. П л о х и н с к и й А. Н.—Биометрия, М., 1970, 128.
7. П у т и л и н Н. И.—Утомление, БМЭ, 33, 364.
8. П у т и л и н Н. И., Г е р а щ е н к о О. А., Г о р б а н ь Е. Н.—В сб.: Тез. XI съезда Всес. физиол. об-ва им. И. П. Павлова, Л., 1970, 2, 292.
9. С о п и н Е. Ф.—Основы биохимии мышц, К., 1960, 98, 100, 29, 63.
10. Jöbsis F.—J. Gen. Physiol., 1963, 46, 929.
11. M a r g a r i a R.—Canad. Med. Ass. J., 1967, 96, 12, 770.

Надійшла до редакції
2.VII 1974 р.

УДК 612.79:612.745.5:613.731

ВИСНАЖЕННЯ БЕЗ ЗНИЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПІД ЧАС ДІЯЛЬНОСТІ

В. І. Зав'ялов

Кафедра нормальної фізіології Київського медичного інституту

Згідно з вченням Ю. В. Фольборта, працездатність органа визначається балансом двох матеріальних процесів: виснаження та відновлення його функціонального потенціалу. Поняття «виснаження функціонального потенціалу», за Ю. В. Фольбортом, поєднує матеріальні процеси в організмі, які приводять до зниження функціональної здатності органа, тобто до втоми, а «відновлення функціонального потенціалу» — матеріальні процеси протилежного значення, що ведуть до підвищення працездатності органа.

Дослідження співробітників Ю. В. Фольборта [1, 8 та ін.] свідчать про те, що, стежачи за змінами працездатності органа під час його діяльності, не завжди можна безпомилково визначити глибину його виснаження. Ми звернули увагу на те, що при тривалій діяльності органа в робочому режимі, який звичайно приводить до глибокого виснаження його функціонального потенціалу, це виснаження може зовсім не проявлятися під час діяльності органа у зниженні його працездатності. Метою цього повідомлення і є розгляд згаданого явища.

Методика досліджень

Досліди проведені в хронічній формі на привушних слинних залозах собак і в гострій формі — на литковому м'язі кролика. Крім того проводились ергографічні дослідження на людях. Рівень працездатності слинної залози оцінювали на підставі складу її секрету (в слині визначали азот за методикою К'ельдаля—Банга і рефракцію). Подразником слинних залоз були сухарі вагою 1 г, кількістю від 4 до 10 на хвилину.

Щоб викликати виснажливу секрецію, сухарі давали собаці на протязі 1—1,5 год, до відмовлення від їжі, а для визначення рівня працездатності залози в певний момент відновлення — на протязі 3 хв.

Непряме подразнення литкового м'яза кролика викликали електричним струмом частотою 120 ударів на хв на протязі 1—2 год.

Обслідувані особи працювали на ручному ергографі, підіймаючи вантаж вагою 5—10 кг частотою 120 на хв, доки не відмовлялись від роботи. Працездатність м'язів у періоді відновлення визначали методом повторних короткочасних навантажень.

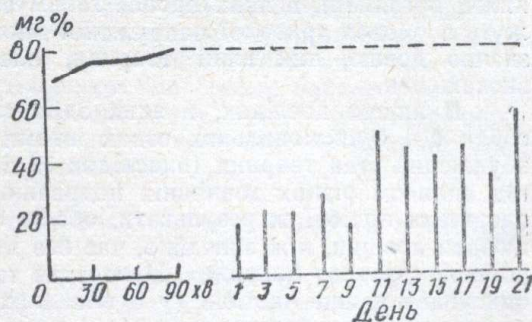
В більшості дослідів термоелектричним методом провадилося вимірювання температури працюючого органа.

Результати досліджень

В усіх серіях дослідів ми визначали характер змін працездатності слинної залози або м'яза на протязі всього періоду відновлення. Було встановлено, що коливання рівня працездатності органів під час відновлення мають закономірний характер.

Тривалість періоду відновлення після діяльності м'яза досягала 60—120 хв, а слинної залози — 10—14 днів. В ході розвитку періоду відновлення, згідно з даними

Зміни концентрації азоту в слині собаки під час тривалої секреції слинних залоз (зліва) і концентрація азоту в слині в різні дні відновлення працездатності залоз на протязі трьох тижнів після тривалої секреції (справа).



Ю. В. Фольборта та його співробітників, можна було визначати фазу відновлення працездатності до вихідного рівня і фазу закріплення стану відновлення, під час якої коливання рівня працездатності, згладжуються, а її величина перевищує вихідний рівень.

В перші хвилини відпочинку органа ми в усіх випадках спостерігали фазу початкового зниження працездатності, під час якої працездатність органа дещо зменшується у порівнянні з показником наприкінці діяльності. Амплітуда і тривалість цієї фази перебуває в прямій залежності від ступеня зниження працездатності органа під час діяльності.

В перших серіях дослідів, проведених на слинних залозах собак, ми звернули увагу на те, що в ряді випадків, незважаючи на тривалу напружену секрецію, яка звичайно веде до глибокої втоми, на протязі усього робочого періоду працездатність залози утримується на початковому рівні (див. рисунок). Отже, можна було б гадати, що в ході діяльності слинних залоз виснаження їх функціонального потенціалу не досягає значного розвитку. Однак з'ясувалося, що в цих випадках повторні функціональні навантаження, запропоновані залозам під час відпочинку, виявляють низький рівень їх працездатності. Працездатність залоз знижується на протязі перших хвилин відпочинку і утримується на низькому рівні кілька тижнів.

Аналогічне явище ми спостерігали в окремих дослідях на скелетних м'язах. Під час тривалої м'язової діяльності рівень працездатності може і не знижуватись, але зміни працездатності під час наступного відпочинку свідчать про наявність глибокого виснаження.

Зміни температури органа під час тривалої діяльності без зниження працездатності на протязі роботи також підтверджують глибоке виснаження його функціонального потенціалу. Температура органа після стабілізації на певному рівні в ході робочого періоду поступово починає знижуватись, а наприкінці роботи — знову проявляє тенденцію до підвищення. Такі коливання температури органа ми звичайно спостерігали під час його діяльності, що супроводжується значним зниженням працездатності. Аналогічні спостереження зроблені також рядом інших авторів [3—6].

Отже, наведені дані свідчать, що і тривала секреція слинної залози, і м'язова діяльність супроводжуються глибоким виснаженням, яке можна діагностувати тільки при визначенні функціонального стану органа під час наступного відпочинку. Певну допомогу в цій діагностиці також може надати вимірювання температури органа під час його діяльності.

Аналогічне явище описане [6] в хронічних дослідях на шлункових залозах собак. Під час тривалої секреції, що веде до перенапруження функціонального стану шлункових залоз, автори не відзначили змін у стані аденілової системи слизової оболонки

шлунка, але повторні функціональні навантаження, що проводились в наступні дні, виявляли його значне порушення.

Розвиток періоду відновлення свідчить, що виснажуюча діяльність органа без ознак під час робочого періоду коштує значно дорожче, ніж діяльність у тому ж робочому режимі, але супроводжувана швидким зниженням його працездатності. Якщо функціональні ознаки виснаження під час роботи відсутні, відновлення працездатності після неї значно подовжується, фаза закріплення стану відновлення звичайно не спостерігається, суб'єктивний стан обслідуваної людини, як правило, значно гірший, ніж звичайний (обслідувані скаржаться на загальну слабкість, біль в руці, тощо). Все це свідчить про те, що в описуваних випадках процес виснаження функціонального потенціалу працюючого органа досягає більшої глибини, ніж при звичайному розвитку робочого періоду.

Аналізуючи наведені дані з позицій вчення Ю. В. Фольборта, нам здається можливим дати їм таке пояснення. Згідно з одним із «правил Фольборта», виснаження, викликане діяльністю, є одним із збудників процесу гальмування, що виконує захисну функцію. Своєчасний розвиток процесу гальмування веде до зниження рівня працездатності працюючого органа і, крім того, стимулює його відновлення раніше, ніж виснаження функціонального потенціалу досягне загрозливої для організму глибини.

В дослідях проведених під керівництвом Ю. В. Фольборта [2], було показано, що нижчі організми, в яких процес гальмування ще не досягає достатнього розвитку, можуть в умовах тривалої напруженої діяльності зберігати високий рівень працездатності значно довше, ніж вищі тварини, але при цьому відбувається дуже глибоке їх виснаження.

В наших дослідях, в яких здійснювалася виснажлива діяльність слинних залоз собак без функціональних ознак втоми під час секреції, ми завжди констатували збуджений стан тварини (внаслідок її зіткнення з іншими собаками, зустрічі з самкою, під впливом різних зовнішніх подразників). В спостереженнях на людях, в яких ми одержали подібні ж результати, обслідувані звичайно пояснювали свою здатність працювати довший, ніж звичайно, час без втоми повторним припливом сил під час роботи, появою «другого дихання». Привертає також увагу, що в дослідях на м'язах кроликів описуване явище частіше (у 3 випадках з 12) спостерігалось в групі кроликів з експериментальним атеросклерозом, в яких дослідним шляхом було виявлено порушення в нервовій системі балансу процесів збудження і гальмування.

Крім того, як показано дослідями М. І. Путиліна та співробітників, розвиток процесу гальмування завжди супроводжується зниженням температури органів. В наших дослідях у випадках, коли орган працював «без втоми», його температура наприкінці робочого періоду звичайно починала підвищуватися.

Наведені дані дозволяють припустити, що зберігання високого рівня працездатності під час діяльності, незважаючи на розвиток глибокого виснаження, являє собою результат порушення зв'язку між процесами виснаження і гальмування. Якщо розвиток процесу гальмування з тієї чи іншої причини затримується, виснаження досягає більшої глибини, ніж звичайно при даному режимі роботи.

Нам здається, що наведені дані становлять певний практичний інтерес, оскільки можуть послужити експериментальною моделлю випадків виконання людиною тривалої напруженої роботи, що за своїми вимогами перевищує функціональні можливості організму. Утримання, наприклад, спортсменом, на протязі тривалого часу високого рівня працездатності не завжди може бути показником дійсних можливостей його організму, високого рівня тренуваності. Якщо цей рівень досягається за рахунок ослаблення процесу гальмування, організм за таку роботу розплачується дорогою ціною: виснаження досягає значної глибини, що згідно з вченням Ю. В. Фольборта, може перетворити цей процес у хронічний, тобто привести до патології.

Література

1. Алексенцева Е. С.— В сб.: Физиол. процессов истощ. и восстанов., Харьков, 1941, 27.
2. Герасимов В. Д.— В сб.: Вопросы физиол. процессов утомл. и восстанов., К., 1958, 195.
3. Муратов О. О.— В сб.: Тези 18 конф. аспірантів, КМІ, К., 1961, 52.
4. Наливайко Д. Г.— В сб.: Процессы утомл. и восстан. деят. организма, К., 1958, 43.
5. Путилин Н. И.— В сб.: Процессы утомл. и восстан. деят. организма, К., 1958, 13.
6. Путилін М. І., Старицька Л. М., Пунінська В. К., Кожара С. П.— В зб.: Тези IX з'їзду укр. фізіол. т-ва, К., 1972, 308.
7. Фольборт Ю. В.— В сб.: Физиол. процессов истощ. и восстан. Харьков, 1941, 5.
8. Холодный Ю. И.— В сб.: Физиол. процессов истощ. и восстан., Харьков, 1941, 68.

Надійшла до редакції
20.IX 1974 р.