

Зміни мускульної працездатності у людей різного віку під час і після статичної роботи

О. Ф. Максимова

При нормуванні часу на роботу і відпочинок радянське законодавство враховує не лише професіональні особливості різних видів праці і фізіологічні особливості організму жінок, але й вікові особливості організму підлітків. Вікові особливості організму людини враховуються також при встановленні тривалості трудового стажу, необхідного для переходу на пенсію.

В передвоєнні роки ряд радянських дослідників висловився за необхідність при нормуванні часу на роботу і відпочинок враховувати вікові особливості організму не тільки підлітків, але й осіб літнього віку (Г. В. Фольборт і А. В. Семерніна, З. Е. Григор'єв, А. М. Кузнецов та ін.).

В літературі є багато даних, які характеризують вікові особливості основних нервових процесів, мускульної сили, збудливості, процесів розпаду й синтезу в органах і тканинах, вмісту енергетичних речовин в органах і тканинах. Проте надто мало є даних, що характеризують працездатність людини у віковому розрізі.

Це значно утруднює розв'язання проблеми нормування часу на роботу і відпочинок з урахуванням вікових особливостей організму людини.

В зв'язку з цим вивчення працездатності людей різного віку набуває дуже важливого значення.

Перед нами було поставлене завдання вивчити мускульну працездатність і швидкість її відновлення у людей молодого, середнього й літнього віку.

Показниками працездатності людей різного віку були обрані тривалість періоду роботи без втоми і втомлюваність, а відновних процесів — тривалість стадій відпочинку.

Визначення тривалості періоду роботи без втоми, втомлюваності і тривалості стадій відпочинку провадилось за методикою, яку описав М. В. Лейник.

Результати досліджень

Нижче наводимо фактичний матеріал дослідження мускульної працездатності людей різного віку.

На рис. 1 показані статодинамограми 30-секундного статичного скорочення і наступні динамограми скорочень у досліджуваних Р-й (19 років), М-ко (42 роки) і Л-й (65 років). З рисунка видно, що найменша тривалість періоду роботи без втоми (а—б) спостерігається у досліджуваного віком 19 років (Р-й), найбільша—у досліджуваного віком 42 роки

(М-ко) і дещо менше, ніж у середньому віці,— у досліджуваного віком 65 років (Л-й).

Стомлюваність (σ_1 — σ_2) у досліджуваного Р-й вдвоє більша, ніж у досліджуваних старших віків.

Тривалість стадії відновлення збудливості після 30-секундного статичного скорочення також з віком змінюється. Висота динамограми другого скорочення (2), проведеного через 5 сек. після першого, у досліджуваного віком 19 років (Р-й) перевершує висоту статодинамограми (1).

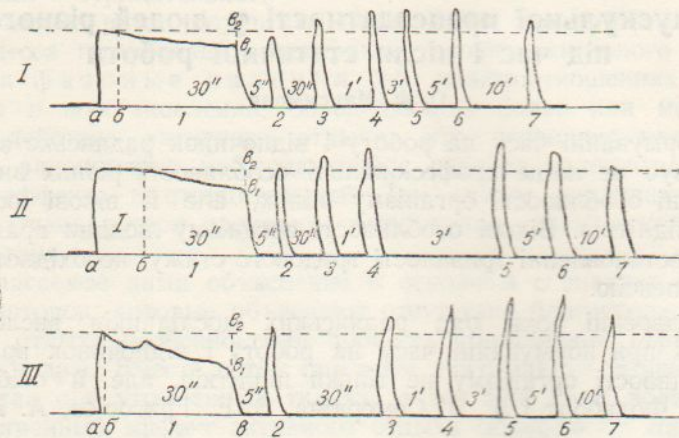


Рис. 1. Зміна м'язової працездатності досліджуваних осіб різного віку під час і після максимального 30-секундного витягання станового динамографа.
I — Л-й, 65 років; II — М-ко, 45 років; III — Р-й, 19 років; а — б — передстомлюючий період діяльності; б — в — стомлюючий період; σ_1 — σ_2 — величина, на яку зменшилась м'язова сила наприкінці роботи. 1 — динамограма 30-секундного статичного напруження, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — динамограми пробних витягувань динамографа. Числа між динамограмами — час відпочинку між витягуваннями динамографа.

Отже, за 5 сек. відпочинку мускульна сила у досліджуваного, яка знизилась під час 30-секундного скорочення, встигла не тільки відновитись, але й перевершити вихідний рівень. У 42-річного досліджуваного (М-ко) висота динамограми першого пробного скорочення (2) не відрізняється від висоти статодинамограми (1). Отже, мускульна сила в нього за 5 сек. відпочинку встигла лише відновитися до вихідного рівня.

Тривалість стадії відновлення збудливості у досліджуваного 65 років (Л-й) найбільша. Це видно з того, що висота динамограми другого пробного скорочення (2) менша за висоту статодинамограми (1). Це означає, що для відновлення мускульної сили після 30-секундного скорочення потрібно більше 5 сек.

Тривалість стадії надвихідної збудливості, яка визначалася за допомогою коротких пробних скорочувань, у 19-річного досліджуваного (Р-й) становить 29 хв.

Це видно з того, що висота динамограм третього, четвертого, п'ятого, шостого і сьомого пробних скорочень перевершує висоту вихідної статодинамограми (1). Висота восьмого пробного скорочення, зробленого через 20 хв. після сьомого, була вже менша попередньої.

У 42-річного досліджуваного (М-ко) висота динамограми третього,

четвертого, п'ятого і шостого пробних скорочень перевершувала висоту вихідної статодинамограми, а висота динамограми сьомого скорочення, зробленого після десятихвилинного відпочинку, була на рівні вихідної статодинамограми. Це свідчить про те, що за час відпочинку збудливість у досліджуваного (М-ко) встигла завершити надвихідну стадію й вступити в стадію доробочої збудливості. Звідси видно, що стадія надвихідної збудливості у 42-річного досліджуваного (М-ко) тривала 19 хв.

Щодо тривалості стадії надвихідної збудливості у 65-річного досліджуваного (Л-й), то, як бачимо з рисунка, вона тривала понад 19 хв. Це видно з того, що висота динамограми третього, четвертого, п'ятого і шостого пробних скорочень перевершила висоту вихідної статодинамограми; висота динамограми сьомого пробного скорочення нижча від висоти динамограм попередніх скорочень, але все-таки вища від висоти вихідної статодинамограми (1).

Описана закономірність спостерігається у більшості досліджуваних. Одержаний матеріал був також підданий аналізу за методом варіаційної статистики.

В таблиці наведені середні арифметичні різних показників мускульної працездатності у досліджуваних різного віку під час і після статичної роботи.

Вікові зміни мускульної працездатності людини під час і після статичної роботи

Показники працездатності	Вік (роки)	n	$M \pm m$	σ
Тривалість періоду роботи без стомлення (опірність стомленню) в сек.	17—19	113	$5,3 \pm 0,27$	$\pm 2,9$
	37—42	101	$6,7 \pm 0,29$	$\pm 2,9$
	52—65	97	$6,3 \pm 0,28$	$\pm 2,7$
Стомлення в %	17—19	113	$28,5 \pm 1,55$	$\pm 16,5$
	37—42	104	$20,5 \pm 1,1$	$\pm 11,4$
	52—65	101	$24,5 \pm 1,75$	$\pm 17,7$
Тривалість стадії відновлення збудливості в сек.	17—19	101	$5,1 \pm 0,24$	$\pm 2,45$
	37—42	92	$6,7 \pm 0,48$	$\pm 4,7$
	52—65	80	$9,2 \pm 0,83$	$\pm 7,5$
Тривалість стадії відновлення і стадії надвихідної збудливості в хв.	17—19	71	$34,0 \pm 2,1$	$\pm 19,7$
	37—42	71	$17,3 \pm 1,11$	$\pm 8,5$
	52—65	71	$24,7 \pm 1,34$	$\pm 11,24$

Тривалість передстомлюючого періоду під час статичного скорочення становить 5,3 сек. у досліджуваних віком 17—19 років, 6,7 сек. — у досліджуваних віком 37—42 роки і 6,3 сек. — у досліджуваних віком 52—65 років.

Стомлюваність в кінці 30-секундного статичного скорочення становить: 28,5% — у досліджуваних віком 17—19 років, 20,5% — у досліджуваних віком 37—42 роки і 24,5% — у досліджуваних віком 52—65 років.

Після 30-секундного статичного максимального мускульного скорочення на відновлення мускульної сили й збудливості до вихідного рівня потрібно: 5,1 сек. у віці 17—19 років, 6,7 сек. — у віці 37—42 років і 9,2 сек. — у віці 52—65 років, тобто швидкість відновлення силових і швидкісних елементів мускульної працездатності сповільнюється від однієї вікової групи до другої.

Інакше змінюється тривалість стадії надвихідної збудливості. Після статичного максимального скорочення, яке тривало 30 сек., стадія надвихідної збудливості займає близько 34 хв. у досліджуваних віком

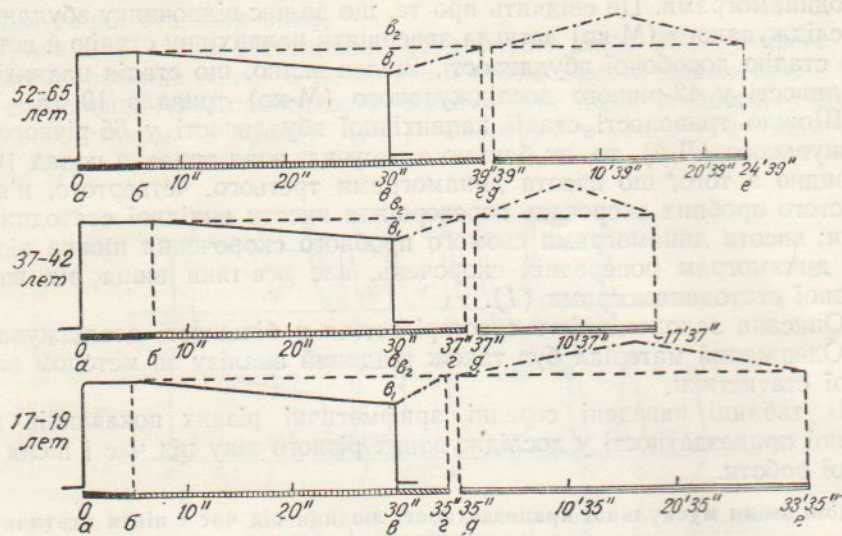


Рис. 2. Зміна м'язової працездатності досліджуваних осіб трьох вікових груп під час і після однакового за зусиллям і тривалістю статичного напруження.

$a-b$ — передстомлюючий період напруження; $b-v$ — стомлюючий період; $v-g$ — стадія відновлення збудливості; $d-e$ — стадія надвихідної збудливості; $\theta_1-\theta_2$ — стомлюваність. Час для передстомлюючого і стомлюючого періодів діяльності і стадії відновлення збудливості в сек., для стадії надвихідної збудливості в хв.

17—19 років, 17,3 хв. — в осіб віком 37—42 роки і 24,7 хв. — у досліджуваних віком 52—65 років.

Визначення середньої помилки різниці між середніми арифметичними тривалості передстомлюючого періоду, стомлюваності, тривалості стадії відновлення збудливості і тривалості перших двох стадій відпочинку у досліджуваних віком 17—19 і 37—42 роки за відповідною формулою показали, що ця різниця статистично імовірна.

Різниця між тривалістю перших двох стадій відпочинку у досліджуваних віком 37—42 і 52—65 років так само статистично доведена.

Різниця між середніми арифметичними тривалості передстомлюючого періоду, стомлюваності й тривалості стадії відновлення збудливості у досліджуваних 37—42 і 52—65 років виявилась статистично неймовірною.

Все ж фізіологічний аналіз одержаних даних показує, що у досліджуваних віком 52—65 років значно менша тривалість періоду роботи без стомлення, більша стомлюваність і більша тривалість стадії відновлення збудливості, ніж у досліджуваних віком 37—42 роки, тобто у них спостерігається зменшення тривалості періоду роботи без стомлення, збільшення стомлюваності і тривалості стадії відновлення збудливості.

Описані результати досліджень в узагальненому вигляді відображені на діаграмах (рис. 2), побудованих на середніх арифметичних показниках мускульної працездатності.

Діаграми показують, що під час максимального 30-секундного витягування станового динамографа найбільший період роботи без стом-

ления ($a-b$) спостерігається у досліджуваних віком 37—42 роки, а найкоротший — у досліджуваних віком 17—19 років.

Найменша стомлюваність (v_1-v_2) під час статичної роботи буває у досліджуваних віком 37—42 роки.

Після максимального 30-секундного статичного напруження завершення стадії відновлення збудливості ($v-g$) найшвидше відбувається у досліджуваних віком 17—19 років, а найповільніше — у досліджуваних віком 52—65 років.

Нарешті, стадія надвигідної збудливості ($d-e$) триває найдовше у досліджуваних віком 17—19 років, а найменше — в осіб віком 37—42 роки.

Висновки

Описані в даній роботі результати дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Мускульна працездатність людей різного віку під час і після виконаної ними однакової статичної роботи змінюється неоднаково.

2. З досліджених вікових груп найтриваліший період роботи без стомлення, тобто найбільша опірність стомленню і найменша стомлюваність під час статичної роботи, спостерігається у людей віком 37—42 роки, а найкоротша тривалість періоду роботи без стомлення (найменша опірність стомленню) і найбільша стомлюваність під час статичної роботи — у досліджуваних віком 17—19 років.

3. Тривалість стадії відновлення збудливості найменша у віці 17—19 років і найбільша — в 52—65 років.

4. Тривалість стадії надвигідної збудливості (найбільша швидкість відновлення опірності стомленню) найменша у людей віком 37—42 роки і найбільша (найменша швидкість відновлення опірності стомленню) — у віці 17—19 років.

ЛИТЕРАТУРА

Фольборт Г. В. и Семернина А. В., Изменение работоспособности центральных элементов, обеспечивающих высшую нервную деятельность при старении у собак, Тр. конфер. по проблеме генеза старости и профилактики преждевременного старения организма, Киев, 17—19 декабря 1938 г., стор. 199—205.

Григорьев З. Э., Сохранение психомоторных функций у работающих стариков-инвалидов. Старость и трудоспособность, Сб. трудов по экспертизе трудоспособности и трудоустройству лиц старческого возраста, 1937, стор. 67—75.

Кузнецов А. М., Эффективность работы стариков на производстве, Сб. трудов по экспертизе трудоспособности и трудоустройству лиц старческого возраста, 1937, стор. 53—66.

Лейник М. В., К учению о физиологических основах рационального режима труда и отдыха, Монография, 1951.

Київський інститут гігієни праці і профзахворювань,
відділ фізіології

Изменения мышечной работоспособности у людей разного возраста во время и после статической работы

О. Ф. Максимова

Резюме

При нормировании времени, затрачиваемого на работу и отдых, советское трудовое законодательство учитывает не только профессиональные особенности различных видов труда и физиологические особенности организма женщин, но и возрастные особенности организма подростков.

Возрастные особенности организма человека учитываются также при установлении продолжительности трудового стажа, необходимого для перехода на пенсию.

В предвоенные годы ряд советских исследователей указал на необходимость при нормировании времени на работу и отдых учитывать возрастные особенности организма не только подростков, но и лиц пожилого возраста (Г. В. Фольборт и А. В. Семернина, В. Э. Григорьев, А. М. Кузнецов и др.).

В литературе имеется много данных по вопросу о возрастных особенностях основных нервных процессов, мышечной силы, возбудимости, процессов распада и синтеза в органах и тканях, содержания энергетических веществ в органах и тканях.

Однако очень мало имеется данных, характеризующих работоспособность человека в возрастном разрезе. Те же данные, которые касаются работоспособности человека (мышечная сила), могут быть использованы лишь при нормировании тяжести работы, а не длительности работы и отдыха.

Создавшееся положение значительно затрудняет решение проблемы нормирования времени, затрачиваемого на работу и отдых, с учетом возрастных особенностей организма человека. В связи с этим изучение работоспособности людей разного возраста приобретает весьма важное значение.

Перед нами была поставлена задача изучить мышечную работоспособность и скорость ее восстановления у людей молодого, среднего и пожилого возраста.

Показателями работоспособности людей разного возраста были избраны продолжительность предутомительного периода работы и утомляемость, а восстановительных процессов — продолжительность стадий отдыха. Эти показатели определялись по методике, описанной М. В. Лейником.

Исследованиями установлено, что при выполнении лицами разного возраста одинаковой работы мышечная работоспособность изменяется неодинаково. Так, наименьшая сопротивляемость утомлению отмечалась у исследуемых в возрасте 17—19 лет, наибольшая у исследуемых в возрасте 37—42 лет. Сопротивляемость утомлению у лиц в возрасте 52—65 лет несколько меньше сопротивляемости у исследуемых в возрасте 37—42 лет и больше, чем у лиц в возрасте 17—19 лет.

Что касается утомляемости, то, по нашим данным, наибольшая утомляемость во время тридцатисекундного сокращения развивается у исследуемых в возрасте 17—19 лет (28,5%) и наименьшая — у исследуемых в возрасте 37—42 лет (20,5%). По утомляемости исследуемые в возрасте 52—65 лет занимают среднее место между исследуемыми молодой и средней групп (24,5%).

О восстановительных свойствах организма человека мы судим, как уже указывалось, по продолжительности стадии восстановления возбудимости, с одной стороны, и по продолжительности стадии восстановления и стадии сверхисходной возбудимости, с другой.

Наши исследования восстановительных свойств организма человека показывают, что после тридцатисекундного статического максимального напряжения на восстановление мышечной силы и возбудимости к исходному уровню требуется: 5,1 сек. в возрасте 17—19 лет, 6,7 сек. — в возрасте 37—42 лет и 9,2 сек. — в возрасте 52—65 лет.

Эти данные указывают на то, что скорость восстановления силовых

и скоростных элементов мышечной работоспособности замедляется от одной возрастной группы к другой.

Иначе изменяется продолжительность стадии сверхисходной возбудимости. После статического максимального напряжения, продолжающегося в течение 30 сек., стадия сверхисходной возбудимости занимает около 34 мин. у исследуемых в возрасте 17—19 лет, 17 мин. в возрасте 37—42 лет и 24 мин. — в возрасте 52—65 лет. Отсюда видно, что наибольшей скоростью восстановления сопротивляемости утомлению обладают исследуемые в возрасте 37—42 лет, а наименьшей — исследуемые в возрасте 17—19 лет.

Полученные в наших исследованиях результаты позволяют прийти к следующим выводам:

1. Мышечная работоспособность людей разного возраста во время и после выполнения ими одинаковой статической работы изменяется неодинаково.

2. Из исследованных возрастных групп самый продолжительный предутомительный период, т. е. самая большая сопротивляемость утомлению и наименьшая утомляемость во время статической работы, отмечается у людей в возрасте 37—42 лет, а самая короткая продолжительность предутомительного периода (наименьшая сопротивляемость утомлению) и самая большая утомляемость во время такой же статической работы — у исследуемых в возрасте 17—19 лет.

3. Стадия восстановления возбудимости наименее продолжительна в возрасте 17—19 лет и наиболее продолжительна — в возрасте 52—65 лет.

4. Наименее продолжительная стадия сверхисходной возбудимости (наибольшая скорость восстановления сопротивляемости утомлению) отмечается у людей в возрасте 37—42 лет, а наиболее продолжительная — в возрасте 17—19 лет.