

Процеси стомлення і відновлення у людини в умовах виробництва

Є. О. Теплицька

Роботи, в яких беруть участь переважно м'язи кисті і пальців, застосовуються дуже широко. Рухи пальців руки людини в процесі праці досягають високої вправності і точності. Тому можна передбачити особливості в розвитку процесів стомлення і відновлення при інтенсивній і тривалій діяльності кисті та пальців.

Більшість дослідників — Демет'єв (1888), Вітте (1949), Шустін (1935), Лейнік (1950), Дуріг (1916), Лягранж (1912), Сімонсон (1930, 1947) — вказує на виражену стомливість одноманітних робіт з переважним навантаженням на м'язи кисті і пальців. Суперечать цій думці вказівка Левицького (1926) про меншу стомливість автоматизованих робіт, здійснюваних нібито без участі кори головного мозку, а також припущення Вебера (1914) про те, що чим більше механізована робота, тим менше стомлюється мозок.

Методика

Як найбільш адекватний, загальний і об'єктивний показник ступеня стомлення і відновлення ми вивчали професійну працездатність.

Як робоча гіпотеза в даному дослідженні припускалося, що окремі ланки рефлексорної дуги цього процесу можуть характеризуватися: 1) станом клітин кори великих півкуль головного мозку, 2) функціональним станом ефекторного апарата, 3) рефлексорними судинними реакціями, які забезпечують пристосування кровопостачання до різних потреб тканин при різних функціональних станах, 4) станом рецепторного апарата кисті і пальців та ін.

Характеристика цих окремих функцій була прийнята як аналітичні показники, які посередньо характеризують динаміку відновлення працездатності на протязі відпочинку.

Для характеристики функціонального стану клітин кори головного мозку було застосовано дослідження швидкості зорово-моторної реакції, яка має, як вказує Іванов-Смоленський (1949), усі властивості умовного тимчасового зв'язку, що утворюється в корі великих півкуль головного мозку. За допомогою методів, які застосовуються для характеристики стану ефекторного апарата, можна визначити також функціональний стан кори головного мозку.

Функціональні властивості м'язів кисті і пальців вивчали методами ергографії і динамометрії. Крім того, була досліджена координація рухів пальців, для чого застосовували запропонований нами спеціальний прилад (див. журн. «Врачебное дело», № 10, 1951).

Для характеристики кровообігу кисті і пальців провадили капіляроскопію, а також вимірювали температуру шкіри пальців електротермометром опору Шахбазяна. Стан шкірної рецепції досліджували методом естезіометрії (рис. 1).

Крім зазначених методів, провадили опит досліджуваних осіб анкетним методом. Числові матеріали цього дослідження оброблені за методом варіаційної статистики.

Результати досліджень

Проведені дослідження дозволили встановити певні закономірності в перебігу відновних процесів і відзначити деякі особливості розвитку процесів стомлення при зазначеному виді виробничої діяльності.

Дослідження процесів стомлення і відновлення при різних видах ручної праці — робота на лінотипі, набір шрифту, ручні процеси в ряді виробництв (20 серій досліджень, при тривалості кожної серії 8 днів) — показують, що відновлення працездатності після робочого дня має хви-

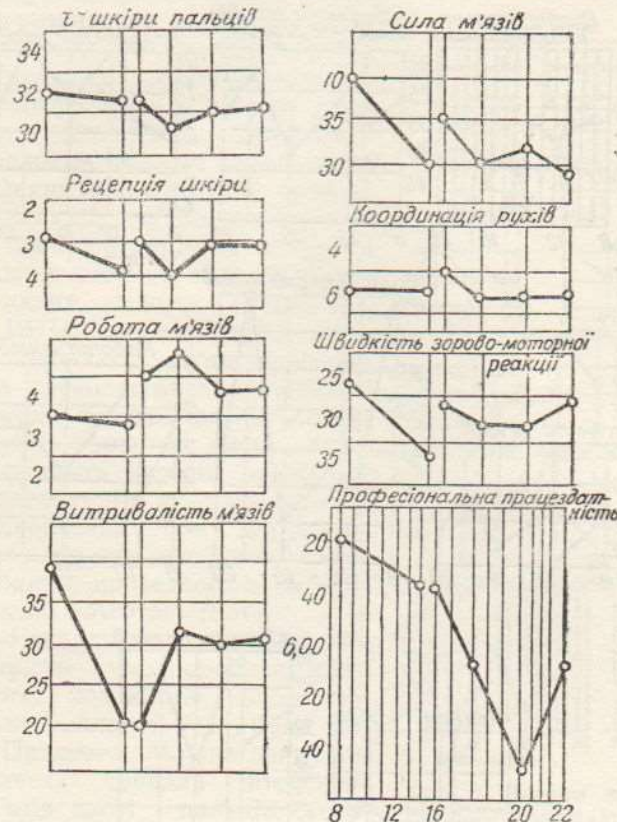


Рис. 1. Коливання професійної працездатності і показників, які посередньо характеризують її протягом одного дня спостережень.

На осі абсцис — години спостережень; на осі ординат — професійна працездатність, що характеризується виробітком за одиницю часу; швидкість зорово-моторної реакції в 0,001 сек. Координація рухів пальців, яка характеризується процентом її порушення; сила м'язів, що характеризується висотою ергограми в мм. Витривалість м'язів, що характеризується тривалістю роботи на ергографі в сек. Робота м'язів у кілограмометрах і температура шкіри пальців в градусах Цельсія (те саме стосується рис. 2 і 3).

леподібний характер і що в окремі періоди відпочинку працездатність може перевищувати вихідну (рис. 2). Це спостереження підтверджує основну закономірність перебігу відновних процесів після тривалої діяльності; ця закономірність була встановлена Г. В. Фольбортом (1951) і співробітниками в лабораторних умовах.

Крім того, можна було спостерігати стадії відпочинку, описані Лейніком (1950) при вивченні процесу стомлення і відпочинку у представників інших професійних груп.

Дослідження динаміки відновлення професійної працездатності у дні відпочинку показало, що напрям кривих професійної працездатності й аналітичних показників, які її посередньо характеризують, ідентичний для днів відпочинку і для робочих днів (рис. 3). Це явище, вже

відзначене в літературі, але не пояснене в достатній мірі, є проявом встановленої І. П. Павловим стереотипії процесів у корі головного мозку, ксності стереотипу і можливості відтворення всієї зафіксованої стереотипної системи при відсутності реальних подразників, які утворили її.

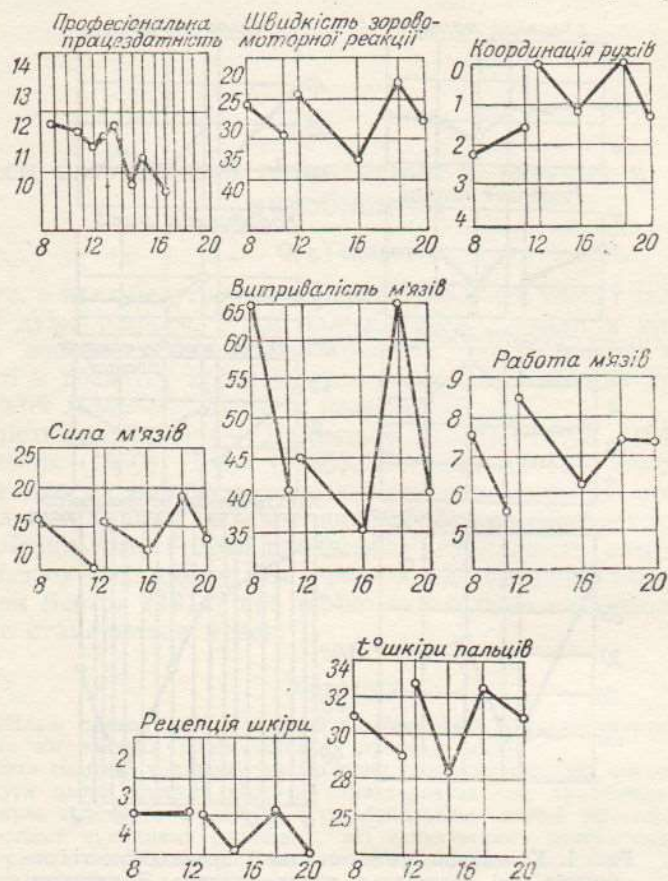


Рис. 2. Хвилюватий характер зміни кривих професійної працездатності, швидкості зорово-моторної реакції рухів, витривалості і сили м'язів, температури шкіри і порога шкірної чутливості.

Вивчення відновного впливу відпочинку при досліджуваному виді праці виявило, що не в усі дні тижня відбувається досить повне відновлення професійної працездатності під час позавиробничого відпочинку.

Щотижневий відпочинок здебільшого забезпечує відновлення працездатності до вихідних величин. Зазначений перебіг відновних процесів, очевидно, зв'язаний з особливостями розвитку процесів стомлення при досліджуваному виді праці.

Одноманітні роботи, які потребують тривалої, інтенсивної і беззмінної діяльності м'язів кисті і пальців при відсутності динамічної роботи великих м'язових груп, супроводжуються судинними порушеннями. При зазначених роботах під впливом стомлення спостерігалися зміни капілярного кровообігу шкіри пальців, які полягали в спазмі капілярів, а іноді в зміні проникності і набряку. Стомлення супроводжується також зниженням температури шкіри пальців, а іноді інертністю судинних ре-

акцій, яка виражається у відсутності коливань температури шкіри пальців як під час роботи, так і протягом відпочинку. Це свідчить про порушення тонкого пристосування судинних реакцій до функціонального стану тканин, що здійснюється корою головного мозку.

Спостережувані при стомленні судинні зміни слід розглядати як рефлекторну реакцію. Початком аферентної частини рефлекторної дуги цієї реакції, очевидно, є пропріорецептори кисті і пальців і рецептори шкіри; еферентною частиною — симпатичні волокна. Можна припустити, що при стомленні порушуються судинні рефлекторні реакції, які виникають на подразнення пропріорецепторів м'язів і рецепторів шкіри кисті та пальців. З літературних даних відомо (Баркрофт, 1937; Круг, 1937), що капілярна сітка шкіри може відбивати функціональний стан, зокрема кровопостачання органів і тканин. Зазначені судинні зміни, безсумнівно, порушують кровообіг кисті і пальців та сповільнюють перебіг відновних процесів. У літературі є вказівки на сповільнення відновлення при порушенні кровообігу пальців під час досліджень стомлення людини, проведених в лабораторній обстановці (Мертов, 1954).

Тонкість і складність рухів руки людини, складність умовнорефлекторних координаційних механізмів, що регулюють ці тонкі і складні рухи, були відзначені І. П. Павловим. Можна припустити, що зазначена тривала інтенсивна діяльність м'язів кисті і пальців, здійснювана складними умовнорефлекторними механізмами, які регулюють рухи пальців, легко викликає стомлення клітин кори головного мозку — найбільш реактивного і стомлюваного відділу.

Одноманітність і статичний компонент видів праці, що були предметом вивчення, ще більше посилюють стомлення, яке легко розвивається при інтенсивній діяльності кисті і пальців. Пояснюючи стомлюючий вплив одноманітності, Павлов (1919) відзначає стомлення клітин кори головного мозку.

Спостережуване в цьому дослідженні виражене стомлення при одноманітних роботах з переважною участю м'язів кисті і пальців не підтверджує вказівок Левицького (1926) і Вебера (1914). Очевидно, саме стомлення клітин кори головного мозку при одноманітній інтенсивній діяльності м'язів кисті і пальців лежить в основі вираженої стомливості цих робіт.

Експериментальним вивченням впливу, який справляє порушення режиму праці і відпочинку, було встановлено, що несвоечасність відпочинку знижує відновлення професійної працездатності, сповільнюючи розвиток відновних процесів.

Це явище, яке спостерігалось при вивченні стомлення і відновлення у людини в умовах виробничої діяльності, відповідає встановленому в

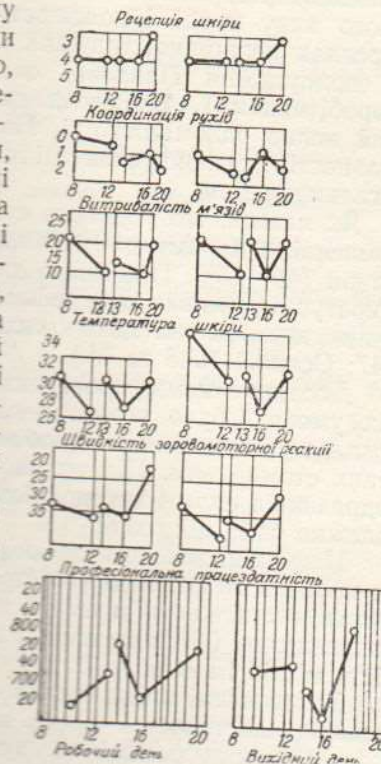


Рис. 3. Напрямок кривих професійної працездатності, швидкості зорово-моторної реакції, витривалості м'язів, координації рухів пальців і шкірної рецесії в робочі дні і дні відпочинку.

експерименті на тваринах і в лабораторній обстановці на людині факту сповільнення відновних процесів при глибоких ступенях стомлення (Моссо, 1893; Іотейко, 1900; Введенський, 1950; Фольборт, 1951).

Дослідження показало переваги активних видів відпочинку і зміни діяльності над пасивним відпочинком. Це залежить від особливостей даного виду праці і пояснюється розвитком процесів гальмування в осередках негативної індукції, що сприяє посиленню відновних процесів (припущення Павлова, експериментально доведене Фольбортом і співробітниками). Вказуючи на загальноприйняту думку про стомлюючий вплив одноманітності, Павлов підкреслював легкість і вигідність діяльності, яка припускає зміну збудження клітин кори головного мозку їх гальмуванням.

Як методи, що усувають судинні порушення, які розвиваються при стомленні, в даному дослідженні були застосовані місцеві температурні впливи ($40-15^{\circ}$). Підставою для випробування цього заходу послужили літературні вказівки про рефлекторний характер місцевих фізіотерапевтичних впливів, які дають складні і віддалені реакції (Черніговський, 1947; Осипов, 1938 та ін.).

Дослідженнями, проведеними як у виробничих, так і в лабораторних умовах, було встановлено, що щоденне застосування зазначених температурних впливів запобігає розвиткові судинних порушень, зумовлених стомленням. Під впливом місцевого застосування температурних подразників сила і витривалість м'язів кисті та пальців змінюються незалежно одна від одної.

Найбільш закономірні зміни спостерігалися під впливом застосування холодового фактора (15° протягом 3—4 хв.), який здебільшого підвищував витривалість м'язів і зменшував їх силу і збудливість. Теплове подразнення (40° протягом 5 хв.) найчастіше підвищує силу і збудливість м'язів і зменшує їх витривалість.

Встановлені зміни капілярного кровообігу шкіри пальців і функціональних властивостей м'язів під впливом температурних подразників є рефлекторними реакціями, зумовленими подразненням аферентних систем, які, очевидно, посилюють кортикальні впливи.

Зазначені температурні впливи справляють позитивну дію на відновлення професійної працездатності.

Висновки

1. Роботи, зв'язані з тривалою, інтенсивною і беззмінною діяльністю м'язів кисті і пальців при відсутності динамічної діяльності великих м'язових груп, є дуже стомливими.
2. Під впливом стомлення при досліджуваному виді праці спостерігаються судинні порушення, які, очевидно, сповільнюють розвиток відновних процесів.
3. Особливості зазначених робіт зумовлюють перевагу активних видів відпочинку і зміни діяльності над пасивним відпочинком.
4. Місцеве застосування температурних подразників усуває спазм капілярів шкіри, сприяє більш швидкому перебігу відновних процесів, а також підвищує функціональну працездатність м'язів кисті.
5. Сила і витривалість м'язів кисті під впливом місцевих температурних подразників змінюються незалежно одна від одної.
6. Вивчення динаміки відновлення на протязі відпочинку показує:
 - а) явища динамічної стереотипії кори головного мозку;
 - б) хвилеподібний характер відновлення після виробничої діяльності людини.

ЛИТЕРАТУРА

- Баркрофт Дж., Архитектоника физиол. функций, Госмедиздат, М.—Л., 1937.
- Введенский Н. Е., Избр. произв., ч. I., Изд-во АН СССР, 1950.
- Витте Н. К., Тезисы научной сессии Киевск. института гигиены труда, 1949.
- Дементьев К. М., Диссертация, М., 1888.
- Иванов-Смоленский А. Г., Физиолог. журн. СССР, т. XXXV, в. 5, 1949.
- Крог А., Анатомия и физиология капилляров, 1937.
- Лейник М. В., Диссертация, Киев, 1950.
- Левицкий В. А., Гигиена труда, № 1—4, стор. 10—11, 1926.
- Моссо А., Усталость, СПб, 1893.
- Сеченов И. М., Автобиографические записки. Изд-во «Научное слово», М., 1907.
- Сеченов И. М., Очерк рабочих движений человека, М., 1901.
- Осипов В. Я., Дисс., Киев, 1938.
- Павлов И. П., Двадцатилетний опыт объективного изучения высш. нервн. деятельности (повед. животных), Медгиз, 1951.
- Павлов И. П., Лекции по физиологии, 1912—1913. Изд-во АН СССР, 1949.
- Симонсон Э., Физиолог. журн. СССР, т. XXI, в. 5—6, 1936.
- Черниговский В. Н., Успехи современной биологии, т. XXIII, в. 2, 1947.
- Хлопин В. Г., Курс общей гигиены, 1930.
- Фольбольт Г. В., Сб. «Физиология процессов утомления и восстановления», Госмедиздат УССР, 1951.
- Шахбазян Г. Х., Диссертация, Киев, 1947.
- Шустин Н. А., Труд и отдых, Л., 1935.
- Durig A., Die Ermüdung, Herausgegeben v. Teleky, Wien, 1916.
- Joteyko J., La fatigue. Comptes rendus Acad. Sc., t. CXXX, 1900.
- Lagrange A., La fatigue et le repos, Paris, 1912.
- Mertov P. A., Voluntary Strength and Fatigue. Journ. Physiol. (London), 1954, 123, № 3, p. 553—564.
- Simonson E., Arbeitsphysiologie, Sonderabdruck aus Handbuch der norm. u. pathol. Physiol., Berlin, 1930.
- Simonson E., Outline analysis of research problems in industrial physiology, Occup. Med., v. 3, № 2, 1947.
- Weber E., Das Verhältnis der Muskelermüdung zur Gehirnermüdung bei Muskelarbeit. Arch. f. Anat. und Physiol., Physiol. Abt., H. 1., v. 11, 1914.
- Науково-дослідний інститут комунальної гігієни, лабораторія фізіології, Київ.

Процессы утомления и восстановления у человека в условиях производства

Е. О. Теплицкая

Резюме

Настоящим исследованием установлено, что работы, связанные с продолжительной, интенсивной и беспрерывной деятельностью мышц кисти и пальцев при отсутствии динамической деятельности крупных мышечных групп, являются в высокой степени утомительными. Это противоречит некоторым литературным данным о меньшей утомительности автоматизированных работ, осуществляемых будто бы без участия коры головного мозга (Левицкий, 1926), и предположению, что чем механичнее работа, тем меньше утомляется мозг (Вебер, 1914).

Можно предположить, что интенсивная продолжительная деятельность мышц кисти и пальцев, осуществляемая сложными условно-рефлекторными механизмами, регулирующими движения пальцев, легко вызывает утомление клеток коры головного мозга — отдела наиболее реактивного и наиболее утомляемого, как указывает И. П. Павлов (1914).

Однообразие и статический компонент изучавшихся видов труда еще более усугубляют легко развивающееся при интенсивной деятельности кисти и пальцев утомление. Очевидно, именно утомление клеток коры головного мозга лежит в основе выраженной утомительности изучавшейся производственной деятельности.

При указанных работах под влиянием утомления наблюдались изменения капиллярного кровообращения кожи пальцев, выражающиеся в спазме капилляров, а иногда изменении проницаемости и отеке. Утомление сопровождается также понижением температуры кожи пальцев, а иногда инертностью сосудистых реакций, выражающейся в отсутствии колебаний температуры кожи пальцев во время работы и в течение отдыха. Это свидетельствует о нарушении тонкого приспособления сосудистых реакций к функциональному состоянию тканей, осуществляемого корой головного мозга. Указанные сосудистые нарушения, очевидно, замедляют развитие восстановительных процессов (Мертв, 1954). Исследование влияния характера отдыха на восстановление работоспособности показывает преимущества активного отдыха и смены деятельности перед пассивным отдыхом, что обусловлено особенностями изучавшихся видов труда. Местное применение температурных факторов ($40-15^{\circ}$) устраняет спазм капилляров кожи и способствует развитию восстановительных процессов. Это объясняется сложными рефлекторными реакциями на местное температурное воздействие (Черниговский, 1947; Осипов, 1938). Под влиянием температурных факторов сила и выносливость мышц изменяются независимо друг от друга.

Настоящее исследование дает возможность на довольно большом материале, обработанном методом вариационной статистики, дать оценку уровня профессиональной работоспособности и показателей, примененных для суждения о развитии восстановительных процессов в разные периоды отдыха. Профессиональная работоспособность является наиболее общим, объективным и закономерно меняющимся показателем утомления и развития восстановительных процессов. Скорость зрительно-моторной реакции, показатели функциональных свойств мышц и рецепторного аппарата кисти, сосудистые реакции и др. являются аналитическими, косвенными показателями. Они могут характеризовать динамику восстановления профессиональной работоспособности в разные периоды отдыха.