

НЕРВОВО-ЕМОЦІОНАЛЬНЕ НАПРУЖЕННЯ ЯК ПРОБЛЕМА СУЧАСНОЇ ФІЗІОЛОГІЇ ПРАЦІ

О. О. Навакатикян, Ю. І. Кундієв, Г. Г. Лисина, В. П. Бузунов,
Ф. І. Гришко, В. С. Деркач, О. П. Капшук, А. Є. Кириєнко,
А. Н. Каракашян, Г. І. Ковальова, А. М. Ратушна,
Л. І. Томашевська, А. М. Нагорна, Ю. Л. Майдигов

Київський інститут гігієни праці та профзахворювань

УДК 612.8+612.766.1

Сучасна науково-технічна революція характеризується механізацією та автоматизацією промислового і сільськогосподарського виробництва, створенням нових складних технологічних процесів, запровадженням у всі галузі народного господарства складної техніки і обладнання. У зв'язку з цим неухильно зменшується кількість людей, зайнятих тяжкою фізичною працею, та збільшується кількість професій, що вимагають від робітників напруження аналізаторних систем, швидких і координованих дій, пов'язаних з розумовою діяльністю. Різко збільшується об'єм інформації, яка надходить до робітника, та його відповідальність при керуванні складними і високопродуктивними агрегатами. Все це значно підвищує нервово-емоціональне напруження в процесі виробничої діяльності людини, спричиняючи інколи небажані впливи на стан його організму.

Залежно від конкретних умов професії виникають фізіологічні зрушення, що зумовлюють своєрідність їх впливу на стан організму [2, 11, 15, 35].

Сучасні тенденції зміни характеру праці та його впливу на організм робітників можна проілюструвати на прикладах фізіологічних зрушень, спостережуваних в організмі апаратниць теплових електростанцій та складачів-лінотипістів.

У апаратниць хімічних цехів поєднуються елементи розумового і фізичного навантаження. До перших належить контроль за показниками приладів і проведення хімічного аналізу технічної води, фізичне навантаження полягає у здійсненні операцій по пуску, установці, переключенню обладнання, проведенні регенерації і промивки фільтрів. За ступенем механізації і автоматизації трудомістких операцій хімічні цехи можна поділити на три групи: I — цехи, де всі операції виконуються вручну, II — з елементами механізації, III — з високим ступенем механізації процесів.

Як видно з табл. 1, в міру збільшення ступеня механізації трудомістких робіт зменшується фізичне навантаження, що сприятливо позначається на стані м'язової, серцево-судинної системи та деяких показників центральної нервової системи.

Проте, нерідко впровадження нової техніки здійснюється без достатнього урахування фізіологічних особливостей роботи людини на нових машинах, внаслідок чого у робітників спостерігається напруження і стомлення. Так наприклад, в поліграфічній промисловості на складальних процесах дістали застосування високопродуктивні букво- і рядковиливні машини, що дозволило підняти продуктивність праці у порів-

нянні з ручним складанням у чотири рази. Проте, робота на цих машинах пов'язана із значним напруженням фізіологічних функцій, оскільки при роботі на них, хоч і відпала необхідність складання літер з касореалів вручну та постійна фіксація і розрізнення дрібних деталей шрифту, проте значно збільшилось навантаження на зоровий аналізатор і центральну нервову систему у зв'язку зі збільшенням об'єму тексту, який читається в одиницю часу, та постійним візуальним контролем матриць.

Результати фізіологічних досліджень апаратниць хімічних цехів теплових електростанцій

Ступінь автоматизації і механізації хімічного цеху	Середня частота пульсу за зміну (кількість ударів за хв)	Зміна функцій напруженості роботи в порівнянні з вихідною величиною, в %			
		Зниження			Подовження латентного періоду простої зорово-моторної реакції
		м'язової витривалості	об'єму оперативної пам'яті	здатності до концентрації і переключення уваги	
Низький	84	33	26	10	8
Середній	79	17	15	7	17
Високий	76	9	8	10	5

Літературні дані свідчать про те, що напружена розумова робота, виконувана особами різних професій, сприяє розвитку серцево-судинних захворювань, зокрема, гіпертонічної хвороби і інфаркту міокарда, частота яких за останні десятиріччя значно збільшилась [5, 27, 36 та ін.]. Відзначена також залежність нервових і психічних захворювань від розумового напруження [1, 31].

Проте, досі недостатньо з'ясовано механізми негативного впливу напруженої розумової праці на стан серцево-судинної і нервової системи. Не встановлено, при якому напруженні зрушення, викликані роботою, стають шкідливими і ведуть до розвитку патології; якою мірою це зумовлено темпом роботи, з якою — емоціогенними факторами (конфліктні ситуації, відповідальність, небезпека, дефіцит часу тощо). Яке напруження і протягом якого часу допустиме для дорослого чоловіка, жінки, підлітка, та якими мають бути принципи побудування раціональних режимів?

На підставі досліджень працівників металургійної промисловості, сільського господарства, поліграфії та інших виробництв [3, 20, 25], була розроблена фізіологічна класифікація для кількісної оцінки тяжкості і напруженості праці [30].

Класифікація передбачає оцінку тяжкості і напруженості праці по чотирибальній системі з допомогою семи фізіологічних показників м'язової, серцево-судинної, центральної нервової системи. Два показники — величина енерговитрат за 1 год і середня частота пульсу за зміну — обчислюються в абсолютних величинах, оскільки вони мало залежать від застосованої апаратури. Перевагою є й те, що вони безпосередньо характеризують рівень фізіологічної активності скелетних м'язів і міокарда. З іншого боку, такі показники, як м'язова витривалість, швидкість зорово-моторної реакції, об'єм оперативної пам'яті, ступінь концентрації і розподілу уваги значною мірою залежать від методики їх дослідження, в зв'язку з чим у класифікації використовуються відносні величини їх зрушень до кінця роботи в процентах від вихідного. Деяким

недоліком цих показ не прямо, а посеред

Незважаючи на якій класифікації, во гічної характеристик медичних протипоказ досліджень напружен ті показників та заст

Насамперед ми з кора надниркових з

Вплив емоцій на вчають у спостереже рівні 17-ОКС у люде Хворі з психічними р ностей, неспокою, ви і сечі. Водночас у л нів у крові та сечі з дів, який звичайно ви підвищенням внаслід

Емоції негативно кори надниркових за визначається не ступ рядом» (вміст корти час змагання і не зм навантаження було підвищення кортико відміну від цього Ер екскреція 17-ОКС зб мірної інтенсивності,

Реакція гіпофіза згасає, тобто настає периментах з умови сяців [56, 58]. Перед механізм гіпоталамі

Беручи до уваги ри надниркових зал тривалі, але більш п різного ступеня, хар експериментальних у різний ступінь нерво щенням темпу работ них умовах. В міру швидкість екскреції

У виробничих ум шин і швачок паліту ву темпу роботи на ф роботи в II групі у т ви праці цих груп а професіональної дія вихідними даними н характер екскреції п її на 8% (табл. 2).

17-ОКС збільшується 57%. В експеримент швидкому темпі збі дини роботи, а у вир

та цих маши-
ній, оскільки
літер з касо-
еталей шриф-
аналізатор і
ему тексту,
контролем

блиця 1
пелів

нянні з

довження
атентного
періоду
простої
авомоторної
реакції

8
17
5

мова робота,
зво-судинних
карда, часто-
та ін.]. Від-
нь від розу-

ного впливу
ової систем.
ні роботою,
мірою це зу-
а (конфлікт-
). Яке напру-
віка, жінки,
ональних ре-

омисловості,
20, 25], була
тяжкості і

сті праці по
азників м'я-
показники —
за зміну —
ю залежать
зпосередньо
язів і міо-
ність, швид-
ступінь кон-
методики їх
ься відносні
ого. Деяким

недоліком цих показників є те, що вони характеризують напруженість не прямо, а посередньо, за ступенем стомлення, викликаного роботою.

Незважаючи на певну схематичність оцінки, неминучу при будь-якій класифікації, вона цілком придатна для практичних цілей (фізіологічної характеристики роботи, вибору типових режимів праці, розробки медичних протипоказань для даної професії тощо). Для більш глибоких досліджень напруженості праці необхідне використання більшої кількості показників та застосування найсучасніших, хоч і складних методів.

Насамперед ми звернули увагу на системи гіпоталамус — гіпофіз — кора надниркових залоз і симпатико-адреналову.

Вплив емоцій на гіпофізарно-наднирковий комплекс успішно вивчають у спостереженнях на людях. Показана достовірна відмінність у рівні 17-ОКС у людей, які відрізняються за ступенем збудливості [48]. Хворі з психічними розладами, які страждають від очікування неприємностей, неспокою, виявляють підвищений вміст кортикостероїдів у крові і сечі. Водночас у людей у затишній спокійній обстановці вміст гормонів у крові та сечі знижений [52]. Очевидно, той рівень кортикостероїдів, який звичайно виявляють у людей у стані «спокою», є якоюсь мірою підвищеним внаслідок дії емоціогенних факторів середовища.

Емоції негативного характеру, як правило, стимулюють функцію кори надниркових залоз [43, 45, 46, 50, 59]. Гадають, що секреція АКТГ визначається не ступенем моторної активності, а її «емоціональним зарядом» (вміст кортикостероїдів у крові збільшувався у спортсменів під час змагання і не змінювався у звичайні дні тренування, коли фізичне навантаження було таким самим). Крім того, у команди-переможниці підвищення кортикостероїдів було виражено меншою мірою [53, 54]. На відміну від цього Ерез [42] в експериментальних умовах встановив, що екскреція 17-ОКС збільшується вже після фізичного навантаження помірної інтенсивності, але значно сильніше — після тяжкої.

Реакція гіпофізарно-надниркової системи на нову ситуацію швидко згасає, тобто настає адаптація [44]. З іншого боку, ця ж реакція в експериментах з умовними рефlekсами зберігається протягом багатьох місяців [56, 58]. Передбачається, що в обох випадках може бути різний механізм гіпоталамічної активації АКТГ [7].

Беручи до уваги, що у виробничих умовах функціональний стан кори надниркових залоз досліджений недостатньо, ми вивчали більш тривалі, але більш помірні впливи нервово-емоціонального напруження різного ступеня, характерного для умов виробничої діяльності [9]. В експериментальних умовах (розумове навантаження протягом 1 год) різний ступінь нервово-емоціонального напруження створювався підвищенням темпу роботи і моделюванням розумової роботи в екстремальних умовах. В міру наростання нервово-емоціонального напруження швидкість екскреції 17-ОКС поступово збільшувалась (табл. 2).

У виробничих умовах професіональні групи друкарів тигельних машин і швачок палітурних машин служили моделлю для вивчення впливу темпу роботи на функціональний стан кори надниркових залоз. Темп роботи в II групі у три рази вищий, ніж у I, в іншому характер та умови праці цих груп аналогічні. Встановлено, що при низькому темпі професіональної діяльності швидкість екскреції 17-ОКС в порівнянні з вихідними даними наприкінці робочого дня знижується, повторюючи характер екскреції гормону в дні відпочинку, але сумарно перевищують її на 8% (табл. 2). При високому темпі роботи швидкість екскреції 17-ОКС збільшується в другу половину робочого дня в середньому на 57%. В експериментальних умовах при розумовому навантаженні в швидкому темпі збільшення екскреції 17-ОКС одержане після години роботи, а у виробничих — після чотирьох годин роботи.

У нейрохірургів виділення 17-ОКС найбільш високе під час операції. Приріст щодо вихідного рівня становить 42%. В другу половину робочого дня після операції швидкість екскреції знижується, але залишається вище вихідного рівня. Сумарне виділення 17-ОКС за операційний день більше на 43%, ніж у неопераційний. Та сама напружена розумова діяльність у другу половину робочого дня приводить до більшого підвищення швидкості екскреції 17-ОКС, ніж у першу половину робочого дня.

Таблиця 2
Вплив напруженої роботи на швидкість екскреції 17-ОКС (мкг/год)

Експериментальне розумове навантаження протягом 1 год	Вихідні дані	Період навантаження	Приріст швидкості екскреції
У вільному темпі	339,9±37,2	374,3±26,2	34,4±35,7
У навантаженому швидкому темпі	290,2±25,2	425,4±34,2	135,2±45,2
В умовах емоціонального напруження	267,7±43,7	469,0±63,4	201,3±59,1
Робота в умовах виробництва	Вихідні дані	I половина робочого дня	II половина робочого дня
Друкарі тигельних машин (малий темп)	220,8±44,6	185,0±12,0	172,6±19,9
Швачки палітурних машин (високий темп)	219,4±19,5	190,3±26,1	339,2±41,7
Нейрохірурги (операційні дні)	272,0±35,8	388,0±45,7	345,0±8,0
Друкарі великих машин (напружена робота в I половині дня)	321,5±16,9	411,8±23,9	277,8±20,1
Друкарі великих машин (напружена робота в II половині дня)	344,0±33,2	267,4±27,7	497,5±44,5

В реакціях на нервове напруження і емоційні подразники велике значення має симпатико-адrenalова система, що зумовлено її роллю в гомеостазі та пристосувальних реакціях. Є багато даних про роль змін функцій цієї системи в генезі серцево-судинної патології. Тому при вивченні впливу на організм нервово-емоціонального напруження та пошуку об'єктивних критеріїв його оцінки великий інтерес становить дослідження адренергічних гормонів-медіаторів катехоламінів.

Літературні відомості з даного питання ґрунтуються, переважно, на обслідуванні льотчиків, парашутистів, космонавтів [47], експериментальних дослідженнях, а також спостереженнях під час екзаменів [6, 8, 10, 49, 55].

Нашими дослідженнями встановлено, що в міру збільшення ступеня нервово-емоціонального напруження у виробничій і експериментальній діяльності поступово підвищується функціональна активність симпатико-адrenalової системи з появою більш ранніх змін гормональної ланки [37, 38]. При аналізі індивідуальних реакцій звертають увагу на значення вихідного рівня активності симпатико-адrenalової системи в наступній її реакції на розумове навантаження різного напруження. У частини обслідуваних осіб спостерігалось також явище гормонально-ме-

діаторної дисоціації з зниженням виділення в окремих випадках відзначено ко-адrenalової системи.

Збільшення екскреції 17-ОКС ті поєднується зі з-

мкг/год

20

16

12

8

4

0

Рис.
у прА — а
у пер
ший п
вний
виділе
воджу

показників (часто P , R , T , тривалості ступеня показників до нормального рівня).

Виявлена нам від ступеня нерво-емоціонального напруження дозволяє рекомендації щодо режиму роботи.

Беручи до уваги, що на питому вагу напруження нерво-емоціонального напруження вивчити вплив напруження нерво-емоціонального напруження.

Підлітковий період характеризується динамікою мінливості різко посилюється елементи серця і судини вплив [32, 33, 41].

Ми вивчали вплив нерво-емоціонального напруження на учнів V—IX класів.

ас опера-
вину ро-
е зали-
операцій-
пружена
до біль-
половину

діаторної дисоціації — високе виділення адреналіну супроводжується зниженням виділення норадреналіну до нуля (рис. 1); в багатьох випадках відзначено тривале збереження підвищеної активності симпатико-адреналової системи після припинення напруженої роботи.

Збільшення екскреції катехоламінів і 17-ОКС при напруженій роботі поєднується зі зрушеннями гемодинамічних і електрокардіографічних

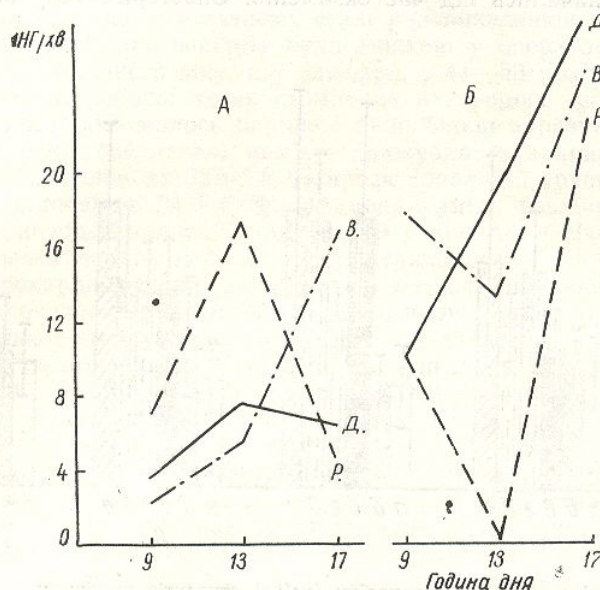


Рис. 1. Динаміка екскреції катехоламінів (нг/хв) у провідних інженерів при виникненні конфліктної ситуації під час роботи.

А — адреналін, Б — норадреналін, Д. — інженер Д., конфлікт у першій половині дня, Р. — інженер Р., конфлікт у першій половині дня, В. — інженер В., конфлікт у другій половині дня. (Як видно з рисунка, у інженера Р. збільшення виділення адреналіну в період конфліктної ситуації супроводжується зменшенням виділення норадреналіну до нуля).

показників (частота пульсу, артеріального тиску, амплітуд зубців P , R , T , тривалості інтервалу PQ тощо), але нерідко із збереженням частини показників вищої нервової діяльності на високому функціональному рівні.

Виявлена нами залежність рівня екскреції катехоламінів і 17-ОКС від ступеня нервово-емоціонального напруження при розумовій роботі дозволяє рекомендувати її як об'єктивний критерій для оцінки напруженості роботи.

Беручи до уваги, що в учово-виробничій діяльності підлітків значна питома вага належить напруженій розумовій праці, становило інтерес вивчити вплив такої праці на організм підлітків різного віку.

Підлітковий період характеризується рядом особливостей, зв'язаних з динамікою морфологічних і функціональних перетворень. У цьому віці різко посилені симпатичні впливи, зокрема на нервово-м'язові елементи серця і судин [14], що може спричиняти на них несприятливий вплив [32, 33, 41].

Ми вивчали стан симпатико-адреналової і серцево-судинної систем у учнів V—IX класів середньої школи (11—15 років) і студентів техніку-

му радіоелектроніки (16—20 років) під час екзамєнів, при виконанні контрольної роботи та в умовах експерименту.

Під час звичайних уроків, тобто розумовій праці, не пов'язаній із значним психо-емоціональним напруженням, істотних змін в досліджуваних показниках, як правило, не виявилось (рис. 2). Виконання контрольної роботи супроводжувалось вираженими змінами у осіб шкільного віку та у студентів 17—18-річного віку. Найбільш істотні зрушення відзначались під час екзамєнів. Спостерігалось збільшення

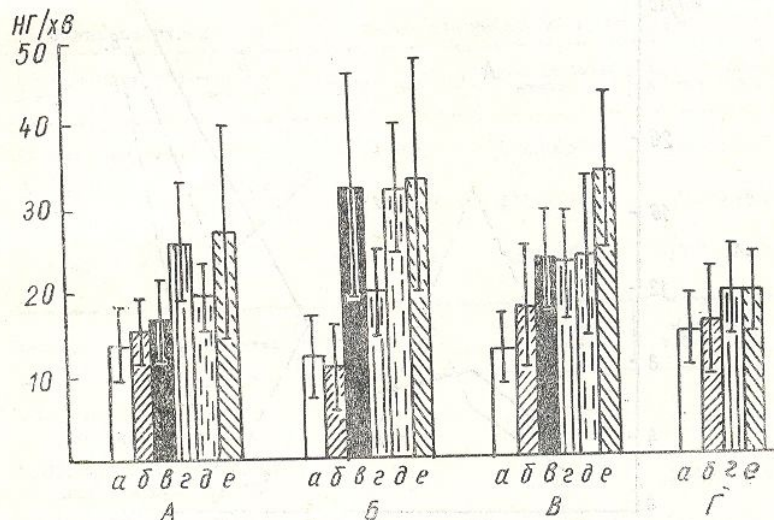


Рис. 2. Зміна екскреції адреналіну (нг/хв) студентів технікуму при виконанні розумової роботи різної інтенсивності (середні величини з довірним інтервалом 95%).

а — у спокої від 7 до 10 год дня, б — у спокої від 10 до 13 год дня, в — теоретичні заняття, г — арифметичний рахунок в умовах експерименту, д — контрольна робота, е — екзамєн. А — 16 років, Б — 17 років, В — 18 років, Г — 19—20 років.

екскреції адреналіну і норадреналіну та зрушення гемодинаміки, які свідчать про значне напруження організму в цей період. Дослідження показали, що реакція симпато-адреналової і гемодинамічної систем на розумову діяльність визначається віком підлітків, вона найбільш висока в 17—18 років, після чого вона знижується.

Останнім часом зібрано багато даних, які свідчать про те, що в похилому віці відбуваються зрушення в метаболізмі, функціях і механізмах регуляції, що призводить до зниження адаптаційних можливостей організму, до формування кількісно та якісно відмінного рівня пристосування до середовища; при цьому знижується швидкість та інтенсивність окисних процесів у тканинах, максимальне споживання кисню, резервні можливості серця й дихання [22], подовжується час умовно-рухових реакцій, знижується оперативна пам'ять, увага, погіршуються інформативні параметри зорового і більшою мірою зорово-моторного каналів зв'язку [4, 17, 23, 29].

У осіб розумової праці, які не зазнали впливу несприятливих факторів середовища, виробничі та деякі психічні показники, що визначають кількість та якість продукції, поступово збільшуються до 50—54 років і в дальшому до 60—69 років зберігаються на достатньо високому рівні [18]. Проте наші відомості про вікові відмінності впливу на орга-

нізм напруженості і вості їх практичного праці і відпочинку, аспекти ми вивчали цій, яка вимагає зв значних м'язових на слюсарів по ремонт тяжкою фізичною п

Встановлено, ш діяльності (увага, наючи з 31—40-річ

В динаміці ро (41—50 років) роз рів 20—30 років оп 11%, у 41—50 років становили відповіді динаміці дня відзна ливості зареєстрована

Електрокардіог рущення кровопоста ції (зміщення сегме Т, розширення ком 31—40 років — у 33

Одержані дані вікові зміни фізіол різні функції в кож Одержані дані пок пруженістю роботи у осіб старших віко

Якщо взяти до скорочуються, змен зрушень неоднаков диференційованої к ності з урахуванням

Велике значен гічних функцій в у щів, оскільки до з повинні відімати м вість провадити ма точними. З методів виробництва цим в переробки інформа [19, 29], а також та дження уваги в мо

Великого знач розвиваються в орг які дозволяють об системи.

Останнім часом функціонального ст вважають електрое в експериментальн вом роботи (в осно нема єдиної думки ків ЕЕГ, а результ великою варіативні

нізм напруженості і тяжкості праці досить обмежені і не дають можливості їх практичного застосування для створення раціональних режимів праці і відпочинку, визначення професійної придатності тощо. В цьому аспекті ми вивчали працю операторів сучасних теплових електростанцій, яка вимагає значного нервово-емоціонального напруження при незначних м'язових навантаженнях. Для порівняння обслідували електро-слюсарів по ремонту електрообладнання цих самих станцій, зайнятих тяжкою фізичною працею.

Встановлено, що у вихідному стані ряд показників вищої нервової діяльності (увага, час реакції) були знижені у операторів вже починаючи з 31—40-річного віку, а у слюсарів з 41—50 років.

В динаміці робочої зміни стомлення в старших вікових групах (41—50 років) розвивалось раніше і було більш виразним. У операторів 20—30 років оперативна пам'ять знижувалась наприкінці зміни на 11%, у 41—50 років на 32%. В II професійній групі ці показники становили відповідно 24 і 52%. Найменші зміни психічних функцій в динаміці дня відзначались у віці 31—40 років. Аналогічні вікові особливості зареєстровані у зміні м'язової витривалості.

Електрокардіографічні дослідження дозволили виявити ознаки порушення кровопостачання міокарда, його провідної і скоротливої функції (зміщення сегмента *S—T* понад 1,5 мм, зниження амплітуди зубця *T*, розширення комплексу *QSR*) у операторів віком 20—30 років у 10%, 31—40 років — у 33%, 41—50 років у 56% випадків.

Одержані дані свідчать про те, що в різних професійних групах вікові зміни фізіологічних функцій настають у різний час, крім того, різні функції в кожній професійній групі уражуються не одночасно. Одержані дані показали, що виконання однакової за тяжкістю або напруженістю роботи викликають, як правило, більш виражені зрушення у осіб старших вікових груп.

Якщо взяти до уваги, що з віком адаптаційні можливості організму скорочуються, зменшується діапазон змін функцій, і ціна фізіологічних зрушень неоднакова в різних вікових групах, питання про створення диференційованої класифікації праці за ступенем тяжкості і напруженості з урахуванням віку набуває важливого значення.

Велике значення має удосконалення методів дослідження фізіологічних функцій в умовах виробництва. Воно пов'язано з рядом труднощів, оскільки до згаданих методів пред'являються суворі вимоги: вони повинні віднімати мало часу у обслідуваних робітників, давати можливість провадити масові обслідування і водночас мають бути достатньо точними. З методів дослідження вищої нервової діяльності в умовах виробництва цим вимогам відповідає методика дослідження швидкості переробки інформації в зорово-моторному і зоровому каналах зв'язку [19, 29], а також таблиці Шульте—Платонова, застосовані для дослідження уваги в модифікації Крижанівської [18].

Великого значення при дослідженнях функціональних станів, що розвиваються в організмі в процесі розумової праці, набувають методи, які дозволяють об'єктивно реєструвати зміни в центральній нервовій системі.

Останнім часом одним з перспективних методів для дослідження функціонального стану головного мозку та рівня працездатності людини вважають електроенцефалографію. Дослідження, проведені, переважно, в експериментальних умовах, виявили різні зміни ритмів ЕЕГ під впливом роботи (в основному β - і Θ -ритмів). Слід, проте, відзначити, що досі нема єдиної думки про ступінь інформативності тих чи інших показників ЕЕГ, а результати досліджень нерідко суперечливі, що пов'язано з великою варіативністю показників ЕЕГ залежно від області відведення

біопотенціалів, вихідного фону, умов проведення досліджень тощо. Дальший розвиток цього методу і особливо удосконалення телеметричної реєстрації дозволить встановити адекватність окремих показників ЕЕГ стосовно до розв'язання завдань фізіології напруженої розумової діяльності та обрати з них найбільш інформативні [12, 13, 35].

Особливе місце в сучасних дослідженнях з фізіології праці відводиться вивченню стану серцево-судинної системи, що зумовлено більшою інформативністю її показників. Складність таких досліджень у виробничих умовах полягає в тому, що для виявлення особливостей зрушень нерідко необхідні тривалі, а іноді й безперервні спостереження. У наших виробничих дослідженнях були застосовані дистанційні радіотелеметричні методи реєстрації ЕКГ і машинний математичний аналіз серцевої ритміки із застосуванням теорії випадкових процесів.

У тих випадках, коли характер роботи обслідуваного не потребує часто і надовго залишати робоче місце, великі можливості представляє дистанційний спосіб реєстрації ЕКГ у кількох пацієнтів одночасно з допомогою звичайних чорнилопишучих електрокардіографів, які мають спеціальну дистанційну електродну систему. Нами розроблена система, що складається з кількох комплектів грудних відвідних електродів, достатньо довгих, гнучких, екранованих сполучних кабелів, комутатора-перемикача і одноканального портативного електрокардіографа. Відвідні електроди закріплювали на пацієнтах перед початком робочої зміни і знімали після її закінчення. При необхідності залишити постійне місце роботи більш ніж на 10 м обслідуваний мав можливість самостійно відключитися від системи, а після закінчення знову включитися.

Досить зручний радіотелеметричний спосіб реєстрації ЕКГ протягом усієї робочої зміни, оскільки при цьому способі обслідуваний не тільки не відволікався від роботи, але й не знав, у які саме моменти його трудової діяльності провадився запис.

При аналізі серцевої діяльності методами інтервалографії звичайно доводиться витрачати велику кількість ручної праці. Нами разом з співробітниками Київського політехнічного інституту сконструйований і виготовлений прилад, який автоматично вимірює інтервали $R-R$ та наносить результати вимірювань на перфострічку у службовому коді ЕОМ «Мінськ-22», що значно спростило підготовку первинної інформації. Крім того був сконструйований і виготовлений пульсомагнітограф, що дозволяє розподілити за часом і місцем реєстрацію електрокардіограми (пульсу) та вимірювання інтервалів $R-R$ з допомогою згаданого приладу.

Досі залишається нез'ясованим вплив нерівномірного навантаження в процесі праці на напруженість фізіологічних функцій, їх порушення і розвиток патології нервової і серцево-судинної системи. Ці питання в цілому можна розв'язати тільки з допомогою виробничих досліджень. Проте, ми не маємо достатньо задовільних способів оцінки рівномірності навантаження. В окремих випадках про це можна судити за хронометражними даними, за якими, проте, не завжди можна дістати чіткі кількісні характеристики. Телеелектрокардіографічні дослідження [28] ритму серцевої діяльності протягом робочої зміни показали, що автокореляційна функція і дисперсія серцевого ритму можуть служити критерієм рівномірності напруження серцево-судинної системи і посередньо характеризувати рівномірність навантаження організму в цілому. Беручи до уваги також можливості кількісних оцінок, слід гадати, що зіставлення особливостей серцевого ритму з клініко-функціональними показниками сприятимуть з'ясуванню ролі нерівномірності навантаження в розвитку патології серцево-судинної системи.

Вплив розумової праці різної напруженості на серцево-судинну

систему ми вивчали у інженерно-технічних працівників, операторів ЕОМ, нейрохірургів, складальників друкарень і студентів вищих учбових закладів з допомогою радіотелеметричних і дистанційних методів реєстрації ЕКГ, полікардіографії і механокардіографії. Серцевий ритм оброблювали методами варіаційної пульсографії, обчислювали автокореляційну функцію та її спектральний розклад. Паралельно провадили клініко-фізіологічне дослідження системи кровообігу.

Результати досліджень свідчать про те, що розумова праця залежно від ступеня нервово-емоціонального напруження впливає на серцево-судинну систему, зміни якої можуть коливатися в широкому діапазоні — від початкових функціональних порушень до вираженої патології.

Зі збільшенням напруженості розумової праці знижується кореляційний зв'язок між підвищенням систолічного і діастолічного тиску, який при помірному напруженні чітко відзначається. Це, видимо, пов'язано з дискоординацією регулюючих впливів центрів судинного тону.

Високе емоціональне напруження викликає частіші серцевого ритму з явищами синусової аритмії і підвищенням питомої ваги «повільних» хвиль серед періодичних складових спектра дисперсій частоти серцевої діяльності. Наявність дискоординації у центрах, що регулюють систему кровообігу, підтверджується також змінами електрокардіографічних показників, збільшенням варіабільності фаз серцевого циклу, порушенням нормальних взаємовідношень у показниках гемодинаміки та клініко-фізіологічними спостереженнями. Поступове збільшення екскреції катехоламінів та 17-ОКС в міру підвищення напруженості розумової праці свідчить про зміни регуляторних впливів вищих вегетативних центрів.

Становить інтерес зіставлення функціональних змін у період роботи з клініко-фізіологічними даними у математиків крупного науково-дослідного інституту. При вивченні їх праці істотних змін вищої нервової діяльності не відзначено. Очевидно, високий рівень активності підтримується за рахунок вегетативної нервової і ендокринної систем, про що свідчить підвищення екскреції норадреналіну. Зміни системи кровообігу були значними. Наприкінці робочого дня відзначена тенденція до підвищення діастолічного та зниження пульсового тиску, достовірне зменшення ударного і хвилинного об'ємів крові, збільшення швидкості поширення пульсової хвилі по судинах м'язового і еластичного типу, достовірне посилення загального і питомого периферичного опору току крові. Частина із згаданих змін (зниження рівня функціонування), видимо, була наслідком гіподинамії. Проте, певна роль належить і напруженій розумовій праці, оскільки найвиразніші зміни виявлені у математиків з найбільш високим напруженням праці (завідуючі відділами, керівники лабораторій, старші наукові співробітники, провідні інженери).

Клініко-фізіологічними спостереженнями були виявлені в 11,6% випадків передгіпертонічні стани, в 13,2% — порушення типів саморегуляції, у 40% вегетосудинні дистонії, в 90% випадків — термоасиметрії шкіри, асиметрія тисків на кінцівках та підвищення скроневого тиску. Це свідчить про порушення в центрах, що регулюють систему кровообігу, про зміни, що сприяють появі серцево-судинної патології.

Клініко-фізіологічні зміни в системі кровообігу, що розвиваються при тривалій розумовій праці в результаті зниження компенсаторно-приспосувальних можливостей організму, можуть перерости у патологічні. Про це свідчать також наші дані про захворюваність на гіпертонічну хворобу осіб розумової праці у різні вікові періоди.

Вивчення захворюваності з тимчасовою втратою працездатності у працівників електростанцій показало, що у начальників змін енергоблоків та машиністів енергоблоків, робота яких пов'язана із значним нервово-емоціональним напруженням, захворюваність на гіпертонічну хворобу у віці до 40 років значно вища, ніж у осіб фізичної праці. Особливо високою була захворюваність у віці 20—25 років, що пов'язано, очевидно, з попереднім навчанням у вищому навчальному закладі та з періодом адаптації до досить відповідальної і напруженої роботи.

Різноманітність професій, різні вимоги до тих чи інших функцій організму, природно, ставлять перед фізіологами праці питання про доцільність підбору працівників у відповідності з їх фізіологічними можливостями та особливостями. Науковою розробкою цих питань поки ще мало займаються, тому нема апробованих принципів професіонального відбору.

Один з наших співробітників [16] досліджував фізіологічні функції у операторів сучасного прокатного стану, робота яких пов'язана з сприйняттям великого потоку інформації та великою кількістю відповідних реакцій. Зіставлення фізіологічних показників нервової діяльності з оцінками їх виробничої цінності в балах виявило середній ступінь кореляції між ними. Отже, з допомогою дослідження кількох фізіологічних функцій можна з певною часткою вірогідності передбачити професіональну придатність працівника. Якість передбачення можна підвищити з допомогою множинної кореляції, оскільки в цьому випадку вдається досягти більш високого коефіцієнта (0,7—0,8 і більше).

На деяких виробництвах вдається безпосередньо брати до уваги продуктивність праці. У таких випадках відповідає необхідність користуватися бальними оцінками, а слід обчислювати кореляцію фізіологічних функцій безпосередньо з показниками продуктивності праці. Природно, що для різних професій необхідний відповідний підбір адекватних методик.

Одним з важливих завдань фізіології праці є розробка режимів праці і відпочинку, які мають забезпечити раціональне поєднання роботи з перервами, високу працездатність та продуктивність праці. Останнім часом запропоновано кілька режимів праці для різних професій і виробництв [11, 24, 25], в основу яких покладено додатковий час на відпочинок, фізкультпаузи та функціональну музику. На підставі цих принципів нами розроблені фізіологічні раціональні режими для ряду професій.

Проте загальні принципи побудування режимів праці ще далекі від досконалості. Зокрема невідомо, якою має бути тривалість перерв, що краще — виходити з кривої працездатності і давати перерви через різні проміжки часу, прагнучи одержати якомога рівномірну працездатність за зміну, або давати перерви через рівномірні проміжки часу, намагаючись виробити більш стійкий динамічний стереотип, хоч при цьому крива працездатності буде не такою рівномірною. Принципи побудування раціональних режимів праці мають бути різними залежно від ступеня напруженості роботи та динаміки працездатності.

Отже, сучасний науково-технічний прогрес докорінно змінює характер праці на виробництві і пред'являє якісно нові вимоги до характеру використання фізичної і розумової енергії людини. Це висуває перед фізіологією праці ряд нових завдань, частина яких тепер успішно розв'язується, частина ж потребує проведення значної кількості нових наукових досліджень.

1. Вашетко В. Н.—В симпоз., М., 1969, 23.
2. Виноградов М. И.
3. Витте Н. К.—Гигиена
4. Витте Н. К. и др.—1
5. Вовси М. С.—Здрав
6. Волкова Н. П.—В симпоз., М., 1969, 3
7. Гельсгорн Ф. И., 1966.
8. Гришко Ф. И., Ра физиол. и биохим., М.
9. Деркач В. С.—В сб
10. Длусская И. Г., М и биохим. биогенных
11. Золина З. М.—Фи
12. Зыбковец Л. Я.—в промышл., М.—И
13. Зыбковец Л. Я.—М., 1971.
14. Калюжная Р. А.—
15. Косилов С. А.—Оч
16. Кубатова Б. И.—прокатного цеха и во
17. Кулак И. А., Гур IX научн. конфер. по
18. Крыжановская И
19. Крыжановский болевания, 1971, 7, 28.
20. Крыжановский И Гигиена и физиол. тр 228.
21. Лейник М. В.—В
22. Леман Г.—Практи
23. Максимова О. с жимов труда и отд
24. Максимова О. Ф.
25. Максимова О. Ф санитария, 1968, 2.
26. Муравов И. В.—В
27. Мясников А. Л.—
28. Навакатикян А.
29. Навакатикян О 1970, 5.
30. Навакатикян А. ва О. Ф.—Гигиена т
31. Полищук И. А., творч. труда. Матер
32. Рааб В.—В кн.: Дос
33. Райскина М. Е.—
34. Ратушная А. Н.—трудом. Автореф. д
35. Розенблат В. В. дова, М., 1969, 249; в
36. Стациславская 1969, 122.
37. Томишевська Л.
38. Томашевская Л
39. Фролькис В. В.—1
40. Чеботарев Д. Ф., физиол. системы ор
41. Хегглин Р.—Дости
42. Эрез В. М.—Измен у пожилых людей, за
43. Berkun M.—Huma
44. Bronson F., Elef
45. Endröczy E., Lis
8. Физиологический журнал

Література

1. Вашетко В. Н.—В сб.: Физиол. характеристика умств. и творч. труда. Матер. симпоз., М., 1969, 23.
 2. Виноградов М. И.— Физиол. трудовых процессов, М., 1966.
 3. Витте Н. К.— Гигиена труда и профзаболевания, 1968, 3, 3.
 4. Витте Н. К. и др.— В кн.: Основы геронтологии, М., 1969, 513.
 5. Вовси М. С.— Здравоохранение Белоруссии, 1968, 7, 3.
 6. Волкова Н. П.— В сб.: Физиол. характеристика умств. и творч. труда. Матер. симпоз., М., 1969, 30.
 7. Гельгорн Ф. И., Луфборроу Дж.— Эмоции и эмоцион. расстройства, М., 1966.
 8. Гришко Ф. И., Ратушная А. Н.— В сб.: Матер. научн. конфер. по морфол. физиол. и биохим., М., 1969, 2, I, 196.
 9. Деркач В. С.— В сб.: Гигиена труда, К., 1971, 104.
 10. Длусская И. Г., Машнин И. Д., Балаховский И. С.— В сб.: Физиол. и биохим. биогенных аминов, М., 1969, 129.
 11. Золина З. М.— Физиол. основы рацион. организ. труда на конвейере, М., 1967.
 12. Зыбковец Л. Я.— В кн.: Физиол. и гигиен. вопросы режимов труда и отдыха в промышл., М.—Иваново, 1970, 165.
 13. Зыбковец Л. Я.— Физиол. характер. напряжен. умствен. труда. Автореф. дисс., М., 1971.
 14. Калужная Р. А.— Советская медицина, 1968, 51.
 15. Косилов С. А.— Очерки физиол. труда, М., 1965.
 16. Кубатько Б. И.— Физиол. характеристика труда операторов соврем. сорто-прокатного цеха и вопросы проф. отбора. Автореф. дисс., Донецк, 1971.
 17. Кулак И. А., Гуринович Л. А., Кувшинникова Л. А.— В кн.: Матер. IX научн. конфер. по возрастн. морфол., физиол. и биохим., 1969, 2, I, 375.
 18. Крыжановская В. В.— В сб.: Образ жизни и старение человека, 1970, 65.
 19. Крыжановский В. В., Навакатилян А. О.— Гигиена труда и профзаболевания, 1971, 7, 28.
 20. Крыжановский В. Г., Охрименко А. П., Максимова О. Ф.— В кн.: Гигиена и физиол. труда, производств. токсикол., клиника проф. забол., К., 1963, 228.
 21. Лейник М. В.— В кн.: Вопросы физиол. труда, 1957, 140.
 22. Леман Г.— Практич. физиол. труда, М., 1967.
 23. Максимова О. Ф., Охрименко Г. П.— Физиол. и гигиенич. вопросы режимов труда и отдыха в промышл., М.—Иваново, 1970.
 24. Максимова О. Ф.— Гигиена труда и профзаболевания, 1970, 11, 30.
 25. Максимова О. Ф., Охрименко А. П., Василенко Ю. И.— Гигиена и санитария, 1968, 2, 27.
 26. Мурахов И. В.— В кн.: Двигат. активн. и старение, К., 1969, 9.
 27. Мясников А. Л.— Гипертонич. болезнь и атеросклероз, М., 1965.
 28. Навакатилян А. О., Гребняк В. П.— Физиол. журн. СССР, 1970, VI, 4, 645.
 29. Навакатилян А. О., Крижанівська В. В.— Физиол. журн. АН УРСР, 1970, 5.
 30. Навакатилян А. О., Кундиев Ю. И., Охрименко А. П., Максимова О. Ф.— Гигиена труда и профзаболевания, 1971, 7, 3.
 31. Полищук И. А., Бирюкович П. В.— В сб.: Физиол. характер. умств. и творч. труда. Матер. симпоз., М., 1969, 101.
 32. Рааб В.— В кн.: Достиж. кардиол., М., 1959, 67.
 33. Райскина М. Е.— Успехи соврем. биол., 1964, 58, 3, 6, 345.
 34. Ратушная А. Н.— Гипертонич. реакция у подростков, занимающихся умств. трудом. Автореф. дисс., К., 1971.
 35. Розенблат В. В. и др.— Руковод. по физиол. труда под ред. М. И. Виноградова, М., 1969, 249; в кн.: Биологич. телеметрия, М., 1971, 136.
 36. Станиславская Ц. Д.— Физиол. характеристика умств. и творч. труда, М., 1969, 122.
 37. Томашевська Л. І.— Физиол. журн. АН УРСР, 1969, XV, 6, 825.
 38. Томашевская Л. И.— В сб.: Гигиена труда, К., 1970, 109.
 39. Фролькис В. В.— В кн.: Атеросклероз сосудов гол. мозга и возраст., К., 1971, 33.
 40. Чеботарев Д. Ф., Коркушко О. В., Иванов Л. А.— В кн.: Старение и физиол. системы организма, К., 1969, 221.
 41. Хегглин Р.— Достижения кардиологии, М., 1959, 15.
 42. Эрез В. М.— Изменение функциональной системы гипофиз — кора надпочечников у пожилых людей, занимающихся физкультурой. Автореф. дисс., М., 1963.
 43. Berkun M.— Human Factors, 1964, 6, 21.
 44. Bronson F., Elefherion G.— Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 1965, 18, 146.
 45. Endröczy E., Lissak K.— Acta Physiol., Acad. Sci. hung., 1960, 17, 39.
8. Физиологічний журнал № 4

46. Euler U., Gemzell C., Levi L., Ström G.—Acta endocrinol., 1959, 30, 567.
47. Euler U.—Clin. Pharmacol. Therap., 1964, 5, 4, 398.
48. Fiorica V., Muchl S.—Psychosom. Med., 1962, 1, 162.
49. Frankenhaeuser M., Post B.—Acta physiol. scand., 1962, 55, 74.
50. Franksson C., Gemzell C.—J. Clin. Endocrinol. Metabol., 1955, 15, 1069.
51. Hale H.—Amer. J. Physiol., 1952, 171, 732.
52. Handlon J., Wadeson R., Fishman R., Sachar E., Hamburg D., Mason J.—Psychosom. Med., 1962, 24, 535.
53. Hill S., Fox H., Goetz F.—A. M. A. Arch. Internat. Med., 1965, 97, 269.
54. Hill S., Goetz P., Fox H.—J. Clin. Endocrinol. Metabol., 1955, 15, 887.
55. Kato Juichi, Kojima Ayako, Niiyama Voshiaki—Indust. Health, 1965, 3, 1-2, 1.
56. Lissak K., Endöczi E.—In: Major Probl. Neuroendocrinol., Basel, 1964, 4, 1.
57. Mason I.—Rec. Progr. Horm. Res., 1959, 15, 345.
58. Mason I., Harwood T., Rosenthal N.—Amer. J. Physiol., 1957, 190, 429.
59. Pace V., Schaffer C., Elmadjan F.—Physiol. Rev., 1956, 34, 563.

Надійшла до редакції
21.II 1972 р.

NERVE-EMOTIONAL TENSION AS A PROBLEM OF MODERN LABOUR PHYSIOLOGY

A. O. Navakatikyan, Yu. I. Kundiyeu, G. G. Lysina, V. A. Buzunov,
F. I. Grishko, V. S. Derkach, A. P. Kapshuk, A. E. Kiriyenko,
A. N. Karakashyan, A. I. Kovaleva, A. N. Ratushnaya,
L. I. Tomashevskaya, A. M. Nagornaya, Yu. L. Maidikov

Institute of Labour Hygiene and Professional Diseases, Kiev

Summary

Scientific and technical progress conditions a change in the labour content and character in modern production towards a decrease in physical activity and an increase in nerve-emotional tension. In this connection the objective estimation of organism tension of working people appears as a primary task in modern labour physiology. The authors on the basis of own and literature data analyse the changes appearing during strenuous labor on the part of higher nervous activity (HNA) cardiovascular system, adrenal function, etc. It is shown that the labour strenuousness is conjugated with the intensive functioning of different organs and systems providing professional activity, which conditions the specificity of physiological shifts on the one hand and pathological manifestations on the other hand. An attempt is made in the paper to establish the interrelation between the character of physiological shifts and morbidity typical of persons taking part in strenuous labour. The necessity is emphasized of creating rational labour and rest regimes for the purpose of overtension prophylaxis.

НАПРУЖЕННЯ ГІРНИКІВ В У

А. Л. Решетюк, Л.

Донецький

Підвищення темпе-
ри підземних виробок шах-
праці [16, 27, 28, 29] п-
вантаження на організ-
[23, 24, 30]. Можливі т-
удари [5, 14, 24, 31].

Отже, поряд з впр-
ного мікроклімату, не-
регламентації праці, с-
праці в умовах нагрівів

Для вивчення взаєм-
стану гірників використан-
сучасні методи фізіології с-

Фізіолого-ергометрич-
перервного ергометричного
моменти зміни виду діяль-
випадкові або фіксовані і-
ня трудових процесів з до-
боти [24].

На підставі одержан-
інтегральні показники. Ос-
фізіологічних функцій (пу-
тивності праці за той же
організму. Зворотна велич-

Тривалість робочого-
роботою. Темп роботи виз-
ції до часу виконання ці-
часу відпочинку до часу
пальпаторно. М'язову сил-
пульсу м'язової сили, які
мання¹. В останньому до-

Ми обслідували ада-
понад п'ять років) гірник-
робіт у підготовчих та оч-
в процесі адаптації та ре-
боких шахт.

Резул

Основні результа-
кліматичних умов сл-
повітря. На основі д-

¹ Тут використано