

Н. А. Бобко

## Робота серцево-судинної системи диспетчерів електричних мереж за умов 12-годинних змін

*В производственных исследованиях изучались колебания артериального давления, пульса и показателей гемодинамики диспетчеров электрических сетей при двухдневном чередовании 12-часовых смен (17 человек, 1224 человеко-наблюдения). Выявлено, что прием и передача смен оказывают выраженное активирующее влияние на работу сердечно-сосудистой системы (повышение артериального давления в начале и конце смен и частоты сердечных сокращений – в начале смен), которое сопровождается неблагоприятными изменениями саморегуляции кровообращения. Преимущественно сердечная саморегуляция, формируемая в начале рабочей смены, особенно ночной, постепенно переходит в преимущественно сосудистую, что особенно выражено после 8 ч непрерывной работы в дневной смене. В течение вторых последовательных дневных смен отмечается достоверное преобладание сосудистой саморегуляции кровообращения диспетчеров, на протяжении вторых последовательных ночных смен – преобладание сердечной, что свидетельствует о сложности вторых последовательных 12-часовых смен для обеспечения со стороны сердечно-сосудистой системы. Систематически повторяющиеся нарушения саморегуляции кровообращения могут способствовать формированию стойких неблагоприятных изменений в состоянии сердечно-сосудистой системы диспетчеров.*

### ВСТУП

Праця диспетчерів електричних мереж має деякі характеристики, кожна з яких є фактором ризику розвитку серцево-судинної патології: переважно розумова праця на фоні гіподинамії, нерівномірність навантажень з високим нервово-емоційним напруженням, змінний режим роботи [4,5,7-9,10,13]. Типовим для цієї професійної групи (але відноситься до нестандартних [3]) є 12-годинна тривалість робочого дня. Поряд з соціальною привабливістю 12-годинних змін, відома їх проблематичність з точки зору збереження здоров'я та безпеки праці [11,12].

Мета цього дослідження – з'ясування впливу особливостей режиму праці диспетчерів електричних мереж на роботу їх серцево-судинної системи за умов дводенного чергування 12-годинних змін.

### МЕТОДИКА

Обстежено 17 диспетчерів електричних мереж (16 чоловіків та 1 жінка віком від 31 до 63 років зі стажем роботи в професії до 31 року), що працювали за 8-добовим робочим циклом з дводобовим чергуванням 12-годинних змін: денна – 12 год, відпочинок – 12 год, денна – 12 год, відпочинок – 48 год, нічна – 12 год, відпочинок – 12 год, нічна – 12 год, відпочинок – 72 год. Денна зміна – 8.00 – 20.00; нічна зміна – 20.00 – 8.00. На робочих місцях протягом трьох 8-добових робочих циклів кожні 2 год роботи реєстрували: артеріальний тиск систолічний (АТС) та діастолічний (АТД), частоту серцевих скорочень (ЧСС). Загальний обсяг досліджень склав 1224 людино-спостережень (17 диспетчерів · (2 денні + 2 нічні зміни) · 6 вимірювань протягом зміни · 3 робочі цикли = 1224). Обчислювали розрахункові показники ге-

модинаміки: пульсовий тиск  $ПТ=АТС-АТД$ ; систолічний об'єм крові  $СО=100\cdot0,5ПТ - 0,6АТД - 0,6В$  ( $В$  - вік обстеженого); хвилинний об'єм крові  $ХОК=СО\cdotЧСС$ ; середньодинамічний тиск  $СДТ=0,42ПТ + АТД$ ; периферичний опір судин  $ПОС=(СДТ\cdot1333\cdot60)/ХОК$ ; індекс недостатності кровообігу:  $НК=АТС/ЧСС$  [1, 6]. Для з'ясування впливу характеру праці диспетчерів на роботу їх серцево-судинної системи за нівелювання індивідуальних особливостей працівників, вище вказані показники аналізували у відсотках відносно середньозмінного (за добу), прийнятого за 100 %. Аналіз результатів проведений з використанням стандартних статистичних методів, критерію  $t$  Стьюдента, кореляційного аналізу.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Найбільші значення артеріального тиску (АТС і АТД) спостерігалися на початку та наприкінці робочих змін, ЧСС – на початку змін (рис. 1). Це віддзеркалює збільшення активності серцево-судинної системи внаслідок збільшення робочого напруження організму у періоди прийому та передачі змін відповідно і узгоджується з літературними даними [3].

Розраховані показники гемодинаміки (за виключенням СДТ і СО) не виявляли такої виразної залежності від початку та кінця (прийому та передачі) робочих змін, а, швидше, свідчили про поступове збільшення частки ПОС ( $r=+0,096$ ,  $n=1224$ ,  $P<0,001$ ) і зниження частки ХОК ( $r=-0,139$ ,  $n=1224$ ,  $P<0,001$ ) у саморегуляції кровообігу диспетчерів з накопиченням втоми, особливо після 8 год безперервної роботи (рис. 2).

Індекс ХОК у саморегуляції кровообігу був вірогідно більший, ніж ПОС на початку зміни ( $P=0,009$ ) та за 5-6 год роботи ( $P=0,028$ ). Індекс ПОС, навпаки, був вірогідно вищий за 9-10 год роботи ( $P=0,047$ ) та наприкінці зміни ( $P=0,001$ ).

Таким чином, збільшення активності серцево-судинної системи на початку зміни, та

виконання роботи за 5-6 год зміни супроводжуються вірогідним збільшенням активності серцевого ланцюга саморегуляції кровообігу, в той час як продовження роботи після 8 год, включаючи кінець зміни, супроводжується вірогідним збільшенням частки судин у цьому процесі. Відомо, що в нормі внесок серцевого та судинного ланцюгів до саморегуляції кровообігу має бути однаковим; порушення

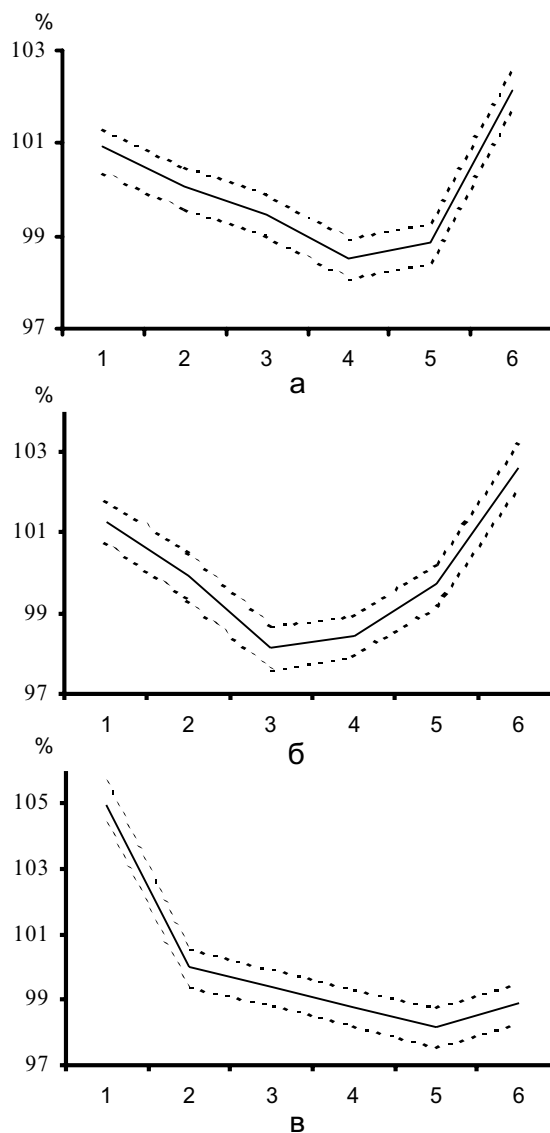


Рис. 1. Динаміка систолічного (а), діастолічного (б) артеріального тиску і частоти серцевих скорочень протягом робочої зміни в диспетчерів. Вказано середню та стандартну статистичну похибку. Вісь абсцис – порядковий номер вимірювання протягом зміни.

цього співвідношення є фактором ризику розвитку серцево-судинної патології [1, 6]. Такі порушення спостерігаються протягом значного часу робочої зміни диспетчерів. При цьому, після 8 год роботи збільшується судинна саморегуляція кровообігу – найбільш прогностично несприятлива з точки зору розвитку серцево-судинної патології.

Протягом денних змін (за винятком початку та кінця зміни) артеріальний тиск був вірогідно вищий, ніж протягом нічних змін (АТС:  $P=0,008$ ; АТД:  $P=0,001$ ), що узгоджується з відомим з літератури нормальним добовим ритмом цього показника [2]. Різниця пульсу недостовірна, але має інвертовану тенденцію відносно нормального добового ритму, тобто, протягом нічних змін пульс дещо вищий, ніж впродовж денних ( $P=0,272$ ). Це, певно, віддзеркалює дещо більшу акти-

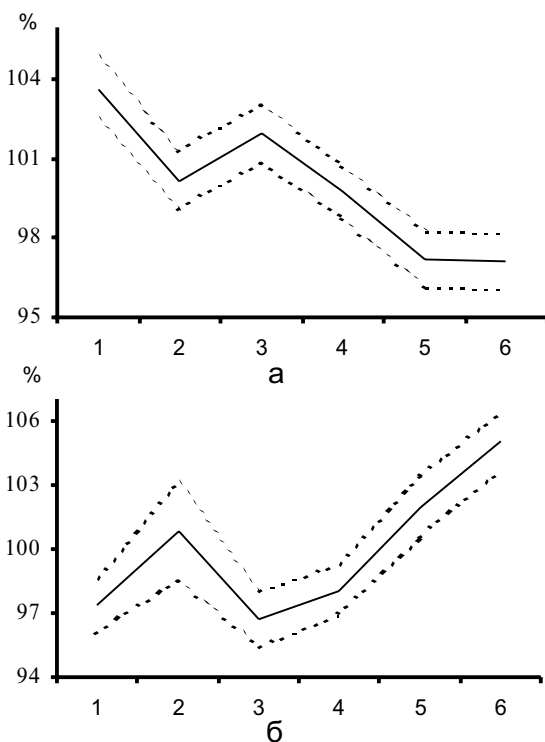


Рис. 2. Динаміка показників гемодинаміки протягом робочої зміни диспетчерів: а – хвилинний об'єм кровотоку, б – периферичний опір судин. Вісь абсцис – порядковий номер вимірювання протягом зміни.

вацію серця робочим навантаженням у нічні години порівняно з активацією судин.

Деякі показники гемодинаміки також вірогідно відрізняються у нічні та денні зміни, засвідчуючи різні особливості саморегуляції кровообігу диспетчерів за виконання однакової роботи вночі та вдень. Так, у денні зміни були вищі, ніж у нічні, СДТ ( $P=0,001$ ), НК ( $P=0,007$ ), ПОС ( $P=0,002$ ), і навпаки, у денні зміни були нижчі, ніж у нічні, СО ( $P=0,014$ ) та ХОК ( $P=0,016$ ), що відображує збільшення частки ПОС і зниження частки ХОК у саморегуляції кровообігу диспетчерів у денні зміни, і протилежні змінювання у нічні зміни (збільшення частки ХОК і зменшення частки ПОС відповідно).

Протягом перших 4 год роботи у нічних змінах спостерігалася вірогідне збільшення частки ХОК порівняно з ПОС у саморегуляції кровообігу (початок зміни:  $P<0,001$ ; 3-4 год роботи  $P=0,027$ ). У денні зміни вірогідних різниць не було.

За 5-6 год роботи спостерігалася однакова тенденція до збільшення частки ХОК порівняно з ПОС у нічних ( $P=0,116$ ) і денних ( $P=0,123$ ) змінах.

Після 6-ї години зміни спостерігалися різнонаправлені тенденції змінювання саморегуляції кровообігу під час нічних і денних змін. У денні зміни після 8 год роботи вірогідно збільшувалася частка ПОС порівняно з ХОК (9-10 години зміни:  $P=0,006$ ; 11-12 години зміни:  $P<0,001$ ). У нічні зміни вірогідні різниці не спостерігалися. Проте, наприкінці зміни спостерігалася слабка тенденція до збільшення частки ПОС ( $P=0,273$ ).

Таким чином, робота у денні зміни спричинює несприятливі змінювання у саморегуляції кровообігу диспетчерів у напрямку перевантаження її судинного ланцюга, особливо – після 8 год роботи, певне, внаслідок втоми. Робота у нічні зміни сприяє розвитку перевантаження серцевого ланцюга саморегуляції кровообігу, особливо – протягом перших 4 год роботи, що може бути пов'язано зі з'ясованою у цьому дослідженні відносно меншою активацією судин робочим навантажен-

ням у нічні години, ніж у денні - порівняно з серцем – внаслідок відомого меншого резерву приросту АТС у відповідь на різні впливи щодо ЧСС [6].

Порівняння перших денних і перших нічних змін не виявило вірогідних різниць досліджуваних показників, засвідчуючи приблизно однаковий стан системи гемодинаміки робітників у ці періоди робочого циклу.

У другу послідовну денну зміну пульс був нижчий, ніж у першу ( $P=0,039$ ), вірогідно відрізнялися показники гемодинаміки – ХОК ( $P=0,030$ ), ПОС ( $P=0,026$ ), НК ( $P=0,031$ ) – так, що свідчили про підвищення частки ПОС і зниження частки ХОК у саморегуляції кровообігу (періоди початку та кінця зміни до розрахунку не бралися).

У другу послідовну нічну зміну АТД був нижчий, ніж у першу ( $P=0,021$ ), СО був вищий ( $P=0,035$ ).

На початку обох нічних змін частка ХОК у саморегуляції кровообігу була вищою, ніж частка ПОС (перша нічна зміна:  $P=0,007$ , друга:  $P=0,019$ ). Аналогічне співвідношення спостерігалось в цілому за 3-10 год роботи у другій послідовній нічній зміні ( $P=0,005$ ), в той час як у першій нічній зміні вірогідні різниці не виявлені.

У денних змінах, навпаки, спостерігалось вірогідне перевантаження ПОС у саморегуляції кровообігу – наприкінці першої денної зміни ( $P=0,022$ ) та другої ( $P=0,018$ ), протягом 9-10 год роботи у другій послідовній денній зміні ( $P=0,038$ ), та в цілому за 3-10 год роботи у другій денній зміні ( $P=0,016$ ) на відміну від першої.

Таким чином, робота у других послідовних змінах є більш важкою для забезпечення з боку серцево-судинної системи і більшою мірою спричинює (і проявляє) несприятливі зміни стану системи гемодинаміки та саморегуляції кровообігу диспетчерів, ніж у перших. Систематично повторювані протягом робочого циклу диспетчерів перевантаження серцевого та судинного ланцюгів саморегуляції кровообігу можуть спричинювати формування стійких несприятливих змін у стані серцево-судинної системи працівників.

## ВИСНОВКИ

1. Характер діяльності диспетчерів протягом зміни зумовлює перехід від переважно серцевої (на початку зміни) до переважно судинної (після 8 год роботи) саморегуляції кровообігу. Виконання роботи у вечірні та нічні години спричинює зсування саморегуляції кровообігу до переважно серцевого, у денні години з накопиченням втомитості протягом зміни – до переважно судинного.

2. Прийом та передача зміни справляють виразний активуючий вплив на роботу серцево-судинної системи, що проявляється у збільшенні артеріального тиску (на початку і наприкінці змін) і пульсу (на початку зміни), і супроводжується несприятливими змінами саморегуляції кровообігу у напрямку серцевого типу – на початку змін (особливо нічних), у напрямку судинного типу – наприкінці змін (особливо денних). Протягом других послідовних змін відмічається вірогідне переважання серцевої саморегуляції кровообігу, впродовж других послідовних денних змін – переважання судинної саморегуляції, що засвідчує важкість других послідовних 12-годинних змін для забезпечення з боку серцево-судинної системи.

**N.A.Bobko**

## CARDIOVASCULAR SYSTEM WORK IN DISPATCHERS OF ELECTRIC NETWORKS UNDER 12-HOUR SHIFTS

Blood pressure, heart rate and haemodynamics parameters in dispatchers of electric networks were studied in productive conditions under two days rotation of 12-hour shifts (17 subjects, 1224 subject-observations). It was revealed, that taking and giving periods of the shifts activate cardiovascular system work to the pronounced extent (significant increase of blood pressure at the beginning and in the end of the shifts and heart rate – at the beginning of the shifts). That is accompanied with unfavourable changes of bloodcirculation selfregulation (BCS): Predominantly heart BCS that is forming at the beginning of the shifts, especially in the evening, gradually convert towards the mainly vascular one, that is especially pronounced after 8 hours of continuous working in

the day shifts. Significant predominance of the vascular BCS is noted during second consecutive day shifts, predominance of the heart BCS is noted during second consecutive night shifts. This evidences the difficulty of the second consecutive 12-hour shifts to be maintained from the cardiovascular system. Breaking of BCS, that is repeated systematically, can promote forming of the steady unfavourable changes of dispatchers' cardiovascular system state.

*Institute for Occupational Health Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аринчин Н.И., Кулаго Г.В. Гипертоническая болезнь как нарушение саморегуляции кровообращения. – Минск: Наука и техника, 1969. – 104 с.
2. Заславская Р.М. Хронодиагностика и хроноterapia заболеваний сердечно-сосудистой системы. – М.: Медицина, 1991. – 320 с.
3. Медведев В.И., Аверьянов В.С., Бриедис Ю.Э. и др. Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха. – М.: Наука, 1984. – 140 с.
4. Навакатилян А.О., Крыжановская В.В. Возрастная работоспособность лиц умственного труда. – К.: Здоров'я, 1979. – 208 с.
5. Навакатилян А.О., Крыжановская В.В., Кальниш В.В. Физиология и гигиена умственного труда. – К.: Здоров'я, 1987. – 157 с.
6. Храмов Ю.А., Вебер В.Р. Вегетативное обеспечение и гемодинамика при гипертонической болезни. – Новосибирск: Наука, 1985. – 129 с.
7. Boggild H., Knutsson A. Shift work and heart disease: meta analysis of the epidemiological literature. In.: Shiftwork International Newsletter. Abstracts from the XIV International Symposium on Night & Shiftwork.- Karlsruhe, 1999. - 16, N2. - P.99.
8. Knutsson A. Shift work and coronary heart disease // Scan. J. Social. Med. - 1989.- 44, N1. - P.1-36.
9. Knutsson A., Akersedt T., Johnsson B., Orth-Gomer K. Increased risk of ischemic heart disease in shift workers // Lancet. - 1986. - N2.- P.89-92.
10. Pashkow F. J. Is stress linked to heart disease? The evidence grows stronger [clinical conference] // Cleve Clin. J. Med. - 1999. - 66, N 2. - P. 75-77.
11. Rosa R. Performance, alertness and sleep after 3-5 years of 12h shifts: a follow-up study // Work and Stress. - 1991. - 5, №2. - P.107-116.
12. Spurgeon A., Harrington J.M., Cooper C.L. Health and safety problems associated with long working hours: a review of the current position // Occup. Environmen. Medicine. - 1997. - 54. - P.367-375.
13. Tenkanen L., Harma M., Sjoblom T. Shiftwork as a risk factor of coronary heart disease // Tyoter-veiset. - Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health. - 1997. –Special Issue. - P.16-17.

*Ин-т медицини праці АМН України, Київ*

*Матеріал надійшов до редакції 12.05.2000*