

УДК 656.071.6

## ПРАЦЯ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ. ГРУПА РИЗИКУ: КРИТЕРІЇ ТА ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ

Є. О. Ніколаєв, М. М. Степанчук, Є. А. Паламарчук, Л. Г. Тітова

Дорожня клінічна лікарня № 1 на станції Київ,  
Вузлова лікарня на станції Фастів Південно-Західної залізниці

**Ключові слова:** варіабельність ритму серця, загальна спектральна потужність, симпатикотонія, типи гемодинаміки, вегетативний гомеостаз, параметри активності систем регуляції, група ризику, локомотивна бригада.

Визначення груп ризику серед контингенту, пов'язаного з безпекою руху на залізничному транспорті, може сприяти розв'язанню низки проблем, що виникли останніми роками в системі транспортної медицини. При цьому поняття «група ризику» потрібно чітко визначити, члени таких груп мають отримати офіційний статус і гарантії.

Праця в екстремальних умовах стає причиною захворювань серцево-судинної і нервової систем, зумовлює розлади основних біологічних ритмів організму, а отже, і розвиток патологічних станів практично у кожній функціональній системі організму [3–5, 11, 12, 16, 18, 23, 24].

З огляду на результати аналізу захворюваності на гіпертонічну хворобу (ГХ) в лікувально-профілактичних закладах Південно-Західної залізниці за 2001 рік, можна зробити висновок про пряму залежність рівня захворюваності й кількості закріплених за цими закладами локомотивних бригад. Захворюваність на ГХ у закладах, за якими закріплені великі локомотивні господарства залізниці, у 2,5–3 рази перевищує показники для інших лікарень.

Опубліковані результати анкетування, яке провів у кількох локомотивних депо у 1996–1998 роках Київський інститут гігієни праці [4], виявили, що у членів локомотивних бригад біологічний вік перевищує календарний на 8–12 років. Дані про захворюваність та смертність працівників провідних професій на Південній та Львівській залізницях дають підставу вважати роботу, пов'язану з безпекою руху, працею в екстремальних умовах зі значним перевантаженням систем організму і свідчать про важливість цілеспрямованої реабілітації членів локомотивних бригад [3, 12]. Наші спостереження за зміною гемодинамічних параметрів із зростанням виробничого стажу засвідчили, що праця в екстремальних умовах призводить до посилення клінічних ознак серцево-судинних захворювань. Виявлено тенденцію до поліпшення

параметрів гемодинаміки у другому та третьому п'ятиріччі виробничого стажу [3]. Це може бути наслідком того, що частина осіб з обмеженими адаптаційними можливостями припиняють роботу в складі локомотивних бригад протягом перших п'яти років професійної діяльності.

Визначення групи ризику та впровадження тактики «агресивної» диспансеризації, коли цехові лікарі вестимуть цілеспрямований пошук осіб з обмеженими адаптаційними резервами серед здорових працівників, сприятиме підвищенню ефективності професійного добору та проведенню цільових реабілітаційних циклів для збереження висококваліфікованих спеціалістів у виробничому процесі.

Група ризику має визначатися на підставі об'єктивних критеріїв. Потрібно застосовувати числові значення показників, що характеризують стан адаптаційних можливостей організму. Ставити за мету профілактику захворювання серцево-судинної системи у здорових робітників, запобігаючи виникненню хвороб. Оцінювати ефективність реабілітації за допомогою сучасних діагностичних технологій.

З метою обґрунтування та уточнення викладеної концепції проведено дослідження серед членів локомотивних бригад моторвагонного депо станції Фастів Південно-Західної залізниці.

### Матеріали і методи

Ми обстежили 131 особу — членів локомотивних бригад (машиністів та помічників), усі вони, за висновком лікарсько-експертної комісії, були визнані здоровими та допущені до роботи у складі локомотивної бригади. У складі цієї (основної) досліджуваної групи були особи з гіпер-, еу- та гіпокінетичним типом гемодинаміки — 37, 32 і 31 % відповідно. Група контролю складалася з 80 осіб віком від 18 до 55 років, які не працювали у складі локомотивних бригад, серед них до гіпер-, еу- та

гіпокінетичного типу належали відповідно 41,2; 38,8 і 20%. Усім обстежуваним провели короткотермінове моніторування ЕКГ з оцінюванням варіабельності ритму серця (ВРС), трансторакальну реографію для контролю за параметрами центральної гемодинаміки.

Відповідно до відомих методик [10, 11, 15, 17, 19, 20, 22, 25, 29] контролювали такі параметри: серцевий індекс (СІ); ударний індекс (УІ); потужність серцевих скорочень; кінцевий діастолічний тиск у лівому шлуночку (КДТ); рівень енерговитрат міокарда на переміщення одного літра крові; загальна спектральна потужність нейрогуморальної регуляції (ТР); потужність симпатичної складової (LF); потужність вагусної складової (HF); рівень вегетативного балансу (LF/HF); локалізація частотної домінанти в межах низькочастотно-го спектра (FL).

У процесі аналізу ми виділили в досліджуваних групах підгрупи за типом гемодинаміки, в основній групі також — за тривалістю виробничого стажу (до одного року включно; від 1 до 5 років; від 5 до 10 років; понад 10 років), у контрольній — віковій підгрупі (до 20 років, від 20 до 25, від 25 до 30 і т. д. через п'ять років).

Усі обстеження провели за допомогою апаратури вітчизняного виробництва: застосовували електрокардіограф DX (Харків), реоплетизмограф РПГ-2, пакет програмного забезпечення, розроблений вінницькою фірмою «Палар», програми «Кардіо-10» та «Рео-5».

### Результати та обговорення

Результати обстеження осіб основної та контрольної груп подано в табл. 1, 2.

Аналіз отриманих результатів виявив зв'язок зміни рівнів ТР та параметрів гемодинаміки, що узгоджується з даними лабораторії Р. М. Баєвського стосовно взаємозв'язку між механічними можливостями міокарда та станом нейрогуморальної регуляції [2, 9, 11, 18, 21, 26–30]. Зміна гемодинамічних параметрів із зростанням виробничого стажу, на нашу думку, означає адаптацію до екстремальних умов шляхом перетворення гемодинамічного типу від гіперкінетичного через еу- до гіпокінетичного. Про це свідчить зростання частки обстежуваних з гіпокінетичним типом відповідно до зростання виробничого стажу. Під впливом чинників ризику йде стимуляція гемодинамічних перетворень за рахунок зростання напруженості адаптаційних резервів [1, 5–9, 11, 13, 14, 19, 26, 28]. Контингент працівників, у яких відбуваються зміни типу гемодинаміки, потрібно відносити до групи ризику.

Оцінюючи ВРС у членів локомотивних бригад з виробничим стажем різної тривалості, виявили зміни рівнів нейрогуморальної регуляції та вегетативного балансу (мал. 1).

Протягом першого року виробничої діяльності відбуваються значні зміщення вегетативного балансу в бік симпатикотонії незалежно від типу гемодинаміки. Водночас показник ТР в обстежуваних з гіперкінетичним типом гемодинаміки у перший рік роботи зростає, у першому п'ятиріччі виробничої діяльності настає його нормалізація; в осіб з еукінетичним типом спостерігається тільки зростання без нормалізації, а в гіпокінетиків — зниження з подальшим зростанням. На перших двох етапах поряд із зростанням показника ТР збільшується УІ, а стабілізація настає лише у другому п'ятиріччі.

Таблиця 1

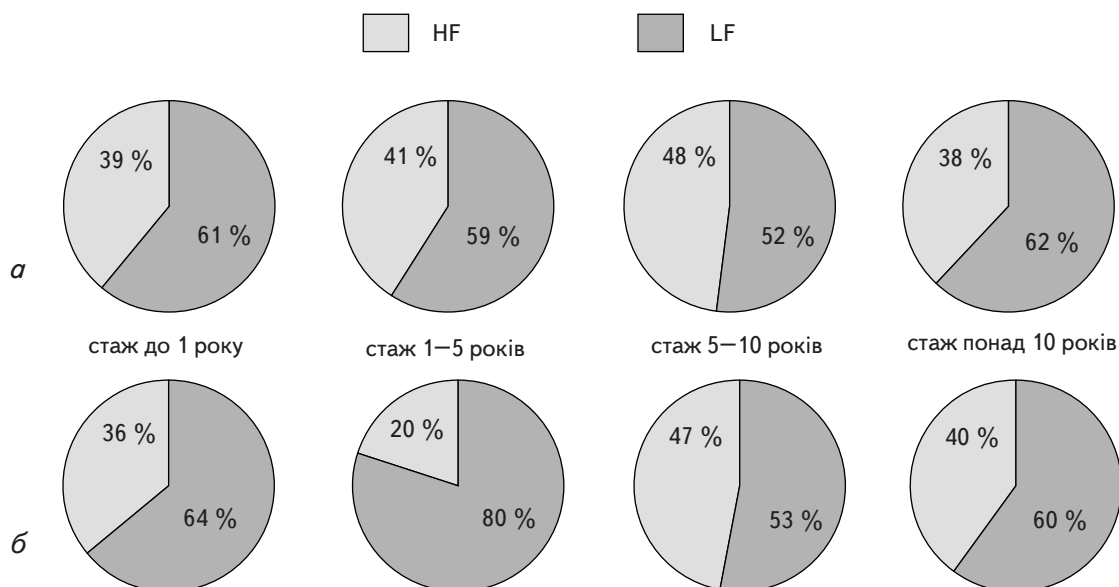
Гемодинамічні та спектральні характеристики варіабельності ритму серця в осіб основної групи

Стаж, роки	Середній вік, роки	СІ, л·хв <sup>-1</sup> /м <sup>2</sup>	УІ, мл/м <sup>2</sup>	Потужність, Вт	КДТ, мм рт. ст.	Енерговитрати, Вт/л	ТР, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF/HF	FL, Гц
<i>Гіперкінетичний тип</i>											
≤1	20,2	4,71	72,5	4,3	16,7	12,2	8602	3877	1319	2,78	0,085
1–5	23,1	4,00	60,9	3,8	15,2	12,0	3594	1179	835	1,40	0,093
5–10	28,1	4,50	75,7	4,6	15,9	12,8	5669	1640	1512	1,08	0,109
>10	39,2	4,20	72,9	4,9	14,1	12,9	3959	1439	885	1,63	0,079
<i>Еукінетичний тип</i>											
≤1	19,6	3,24	51,5	3,1	16,6	12,4	7447	2652	2558	1,04	0,098
1–5	22,9	2,99	51,1	3,1	15,0	12,9	7256	3021	1804	1,67	0,089
5–10	26,5	3,13	53,2	3,3	15,8	12,9	3417	1287	1070	1,20	0,093
>10	42,3	2,90	44,4	3,1	13,2	13,7	5174	1581	1599	0,99	0,087
<i>Гіпокінетичний тип</i>											
≤1	20,8	1,45	21,4	1,64	14,9	12,9	3620	1379	781	1,77	0,078
1–5	22,5	1,61	30,5	1,93	14,9	13,0	1267	5972	1473	4,05	0,060
5–10	25,9	1,68	25,6	1,84	14,7	13,9	4670	1624	1413	1,15	0,086
>10	41,9	1,56	22,1	1,64	12,4	14,0	3923	1238	834	1,78	0,083

Таблиця 2

## Гемодинамічні та спектральні характеристики варіабельності ритму серця в осіб групи контролю

Підгрупа	Середній вік, роки	CI, л·хв <sup>-1</sup> /м <sup>2</sup>	УІ, мл/м <sup>2</sup>	Потужність, Вт	КДТ, мм рт. ст.	Енерговитрати, Вт/л	TR, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF/HF	FL, Гц
<i>Гіперкінетичний тип</i>											
1	17,8	4,50	75,9	4,4	15,6	12,8	4 526	1 134	1 453	0,78	0,095
2	21,5	4,59	71,3	4,2	16,0	12,3	6 336	2 083	2 105	0,99	0,096
3	26,5	4,80	87,5	5,1	15,8	13,3	1 533	3 666	4 295	0,85	0,110
4	33,0	4,30	69,2	4,7	15,1	13,3	3 060	1 144	4 267	2,70	0,082
5	38,0	4,10	68,2	4,4	16,4	14,4	1 593	542	646	0,83	0,096
<i>Еукінетичний тип</i>											
6	18,2	2,97	47,5	2,9	15,8	12,9	8 397	2 077	3 424	0,60	0,066
7	21,8	3,04	49,3	2,8	16,3	12,0	4 436	1 278	1 882	0,68	0,076
8	24,8	2,98	46,5	3,2	14,9	14,5	2 662	944	782	1,20	0,079
9	37,5	2,54	50,4	3,7	14,5	13,0	7 855	1 611	2 227	0,72	0,119
10	42,8	3,10	41,3	2,8	14,3	14,4	2 135	683	281	2,43	0,098
11	49,0	2,75	44,3	3,2	13,3	14,9	2 136	816	380	2,15	0,057
<i>Гіпокінетичний тип</i>											
12	22,0	1,60	37,7	1,8	16,2	12,0	4 470	925	1 918	0,48	0,114
13	26,8	1,80	31,5	1,9	12,6	11,9	4 054	986	1 127	0,87	0,095
14	33,0	1,70	33,7	2,1	15,2	13,5	7 406	2 043	1 459	1,40	0,076
15	41,3	1,60	27,5	2,1	13,8	16,0	2 015	592	327	1,80	0,065
16	52,6	1,30	20,0	1,7	15,8	15,2	1 126	424	108	3,90	0,054



Мал. 1. Динаміка змін вегетативного балансу (LF/HF) у робітників локомотивних бригад з гіперкінетичним (ряд а) та гіпокінетичним (ряд б) типами гемодинаміки

Результати проведених досліджень узгоджуються з даними, які отримали на Львівській залізниці, вивчаючи активність калікреїн-кінінової системи у членів локомотивних бригад з різними типами гемодинаміки [6].

Таким чином, симпатикотонію, що розвивається на перших етапах трудової діяльності робіт-

ників локомотивних бригад, слід розглядати як адекватну реакцію на екстремальні умови праці, коли проявів хвороб ще зазвичай немає. Адаптація спрямована на перетворення типу гемодинаміки, це сприяє оптимізації енерговитрат серця [23]. Симпатикотонія, що спостерігається на подальших етапах, із зростанням тривалості вироб-

ничої діяльності, на тлі формування гіпокінетичного типу гемодинаміки, характеризує виснаження адаптаційних резервів і загрожує «зламати» систему нейрогуморальної регуляції. Особи з гіпокінетичним типом та симпатикотонією мають стати об'єктом уваги цехових лікарів, саме їх потрібно віднести до групи ризику.

### Висновки

1. Умови праці у складі локомотивних бригад зумовлюють великі навантаження на регуляторні системи організму і мають розглядатися як екстремальні.

2. У таких умовах відбувається швидке виснаження адаптаційних резервів організму, це сприяє ранньому розвитку серцево-судинних захворювань та старінню, призводить до втрати значної

кількості висококваліфікованих робітників у період можливої найвищої їхньої працездатності.

3. Контроль за ВРС дасть змогу оцінювати стан регуляторних систем організму та виявляти їхнє виснаження або дезадаптацію ще на донозологічних етапах.

4. Особливу увагу слід приділяти контингенту робітників першого року та першого п'ятиріччя виробничої діяльності.

5. Гемодинамічні параметри і показники ВРС потрібно використовувати як предиктори стану виснаження адаптаційних резервів. Осіб з обмеженими адаптаційними резервами слід відносити до групи ризику та встановлювати за ними активний диспансерний нагляд. Це допоможе зберегти працездатний стан у досвідчених працівників.

### Цитована література

1. Анохин П. К. Прогресс биологической и медицинской кибернетики. — М.: Медицина, 1975. — 234 с.
2. Баевский Р. М. Холтеровское мониторирование в космической медицине: анализ variability сердечного ритма / Р. М. Баевский, Г. А. Никулина // Вестник аритмологии. — 2000. — № 1. — С. 2–7.
3. *Вариабельность* ритма сердца для контроля адаптационных процессов у работников локомотивных бригад / Е. А. Николаев, М. М. Степанчук, Е. А. Паламарчук и др. // Анализ variability ритма сердца в клинической практике: Материалы междунар. науч. конф. — К., 2002. — С. 93–94.
4. Диордичук Т. И. Биологический возраст членов локомотивных бригад // Информационно-управляющие системы на ж.-д. трансп. — 1999. — Т. 21, № 6. — С. 61–62.
5. Жолоб А. В. Динаміка показників добового моніторингу артеріального тиску у машиністів локомотивів, котрі хворіють на артеріальну гіпертензію / А. В. Жолоб, Є. З. Доскач, В. М. Жолоб // Медицина залізн. трансп. України. — 2002. — № 1. — С. 39–41.
6. Жолоб А. В. Калікреїн-кінінова система крові під час гіпертонічного кризу різних гемодинамічних варіантів / А. В. Жолоб, В. І. Кобільник, В. М. Жолоб // Медицина залізн. трансп. України. — 2002. — № 4. — С. 39–42.
7. Коркушко О. В. Вікові зміни структурно-функціонального стану серця / О. В. Коркушко, І. В. Долот // Фізіол. журн. — 2001. — Т. 47, № 1. — С. 26–28.
8. Коркушко О. В. Максимальная гемодинамическая производительность у практически здоровых лиц различного возраста / О. В. Коркушко, Ю. Т. Ярошенко // Укр. кардіол. журн. — 2002. — № 2. — С. 83–85.
9. Методика оценки функционального состояния организма человека / Р. М. Баевский, Ю. А. Кукушкин, А. В. Марасов, Е. А. Ромашов // Медицина труда и пром. экология. — 1995. — № 3. — С. 30–32.
10. Новые диагностические возможности тетраполярной грудной реографии: Метод. рекомендации / Н. А. Елизарова, М. П. Рубанова, В. Ю. Мареев и др. — М., 1992. — 30 с.
11. Панов Ю. П. К вопросу о возрастных особенностях хроно- и инотропной регуляции сердца // Функциональные особенности сердца при физических нагрузках в возрастном аспекте / Ю. П. Панов, Р. М. Баевский, Н. Я. Панова. — Ставрополь, 1975. — 364 с.
12. Параметры variability ритма сердца в качестве маркера адаптации при работе на железнодорожном транспорте / Е. А. Николаев, М. М. Степанчук, Е. А. Паламарчук, Л. Л. Каминская // Вестник аритмологии. — 2002. — № 25. — С. 125.
13. Рябинкина Г. В. Анализ variability ритма сердца / Г. В. Рябинкина, А. В. Соболев // Кардиология. — 1996. — Т. 36, № 10. — С. 86–89.
14. Тарский Н. А. Спектральный анализ сердечного ритма: проблемы оценки результатов // Анализ variability ритма сердца в клин. практике: Материалы междунар. науч. конф. — К., 2002. — С. 109.
15. Фуркало Н. К. Клинико-инструментальная диагностика поражений сердца и венечных сосудов / Н. К. Фуркало, Г. В. Яновский, И. К. Следзевская. — К.: Здоров'я, 1990. — 190 с.
16. Шевела Л. Н. «Узкие места» и пути совершенствования экспертизы профессиональной пригодности на железнодорожном транспорте // Медицина залізн. трансп. України. — 2002. — № 1. — С. 25–27.
17. Яблунанский Н. И. Основы практического применения неинвазивной технологии исследования регулятор-

ных систем человека / Н. И. Яблчанский, А. В. Мартыненко, А. С. Исаева.— Х.: Основа, 2000.— 360 с.

18. *Adaptive responses of the cardiovascular system to prolonged spaceflight conditions: assessment with Holter monitoring* / R. M. Baevsky, B. S. Bennet, M. W. Bungo et al. // *J. Cardiovasc. Diagn. Proc.*— 1997.— Vol. 14, N 2.— P. 53–57.
19. *Akaike H.* A new look at the statistical model identification // *IEEE Trans. Auto Cont.*— 1974.— Vol. 19.— P. 716–723.
20. *An efficient algorithm for spectral analysis of heart rate variability* / R. D. Berger, S. Akselrod, D. Gordon, R. J. Cohen // *IEEE Trans. Biomed. Eng.*— 1986.— Vol. 33.— P. 900–904.
21. *Analysis of long-term heart rate variability: methods, 1/f scaling and implications* / J. P. Saul, P. Albrecht, R. D. Berger, R. J. Cohen // *Computers in Cardiology* — 1987.— Washington, DC: IEEE Computer Society Press, 1988.— P. 419–422.
22. *Box G. E. P.* Time Series Analysis: Forecasting and Control / G. E. P. Box, G. M. Jenkins.— San Francisco, Cal.: Holden Day, 1976.
23. *Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain* / A. Malliani, M. Pagani, F. Lombardi, S. Cerutti // *Circulation.*— 1991.— Vol. 84.— P. 1482–1492.
24. *Continuous 24-hour assessment of the neural regulation of systemic arterial pressure and RR variability's in ambulant subjects* / R. Furlan, S. Guzzetti, W. Crivellaro et al. // *Circulation.*— 1990.— Vol. 81.— P. 537–547.
25. *Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction* / J. T. Bigger, J. L. Fleiss, R. C. Steinman et al. // *Circulation.*— 1992.— Vol. 85.— P. 164–171.
26. *Heart rate dynamics during long-term space flight: Report on Mir cosmonauts* / A. L. Goldberger, M. W. Bungo, R. M. Baevsky et al. // *Am. Heart J.*— 1994.— Vol. 128.— P. 202–204.
27. *Heart rate variability* (review) / C. M. van Ravenswaaij-Arts, A. A. Kollee, C. W. Hopman j. et al. // *Annals of Internal Medicine.*— 1993.— Vol. 1184.— P. 436–447.
28. *Heart rate variability in relation to prognosis after myocardial infarction: selection of optimal processing techniques* / M. Malik, T. Farrel, T. Cripps, A. J. Camm // *Eur. Heart J.*— 1989.— Vol. 10.— P. 1060–1074.
29. *Heart rate variability.* Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // *Circulation.*— 1996.— Vol. 93.— P. 1043–1065.
30. *Holter H. J.* New method for heart studies // *Science.*— 1961.— Vol. 134.— P. 1214–1218.

### **Работа в экстремальных условиях. Группа риска: критерии и целевые задачи**

*Е. А. Николаев, М. М. Степанчук, Е. А. Паламарчук, Л. Г. Титова*

Особенности труда на железнодорожном транспорте, в составе локомотивных бригад провоцируют перегрузку систем регулирования и инициируют раннее развитие заболеваний сердечно-сосудистой системы. Возникает угроза потери значительного количества квалифицированных работников в возрасте возможной наивысшей трудоспособности. Определение группы риска с предоставлением трудовых гарантий работающим может разрешить существующую проблему.

Критерием для отнесения к группе риска может служить уровень параметров нейрогуморальной регуляции и центральной гемодинамики с учетом гемодинамического типа работника. В качестве удобного инструмента можно использовать краткосрочное мониторирование ЭКГ с дальнейшей оценкой variability ритма сердца. Оценка вегетативного гомеостаза дает возможность выявить склонность к заболеванию на донозологическом этапе.

### **The work in extreme conditions. Risk groups: principles and aims of tasks**

*Ye. O. Nikolaiev, M. M. Stepanchuk, Ye. A. Palamarchuk, L. H. Titova*

Specific peculiarities of work at the railway transport in the locomotive brigade provoke the overstrain of regulation systems and initiate the early cardiovascular diseases development. The threat appears of the significant losses qualified personal in the age of the possible highest of capacity for work. The identification of the risk group with the provision of the working insurance may be a solution of this problem.

Neurohumoral regulation and central homodynamic parameters could serve as criteria for the risk group identification. Short-term ECG monitoring with further evaluation of heart rate variability can be used as a suitable tool for this purpose. Vegetative homeostasis evaluation gives us a possibility to reveal a susceptibility to illness on the prenosological stage.