

чення сироваткового рівня ММП-9 використовували імуноферментний аналіз подвійними з антитілами та ферментною міткою.

**Результати:** Кожна досліджувана група включала 20 пацієнтів, контрольна група складала 40 пацієнтів. Рівень ММП-9 в досліджуваних групах значно відрізнявся від контрольної і склав:  $170,62 \pm 24,65$ ,  $202,33 \pm 29,18$ ,  $252,3 \pm 21,87$  нг/мл для пароксизмальної, персистуючої та хронічної форми ФП і  $75,78 \pm 14,7$  нг/мл в контрольній групі відповідно. У міру прогресування захворювання рівень ММП-9 підвищувався ( $P < 0,05$ ).

**Висновки:** Підвищення рівня ММП-9 вірогідно асоціюється з розвитком і прогресуванням ідіопатичної ФП.

**Ключові слова:** фібриляція передсердь, позаклітинний матрикс, матриксна металлопротеїназа-9, патологічні механізми.

#### Summary

INFLUENCE OF ATRIAL FIBRILLATION PROGRESSING ON THE LEVEL OF MATRIX METAL PROTEINASE-9

Gozhenko A.I., Karpenko Yu.I.,  
Levchenko E.M., Goryachy A.V.,  
Kushnirenko V.I.

**Objectives:** To investigate the levels of matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) and to evaluate its significance and role in the

various stages of the development of idiopathic atrial fibrillation (AF).

**Methods:** The study included patients with idiopathic AF. In accordance with the degree of disease progression, patients were divided into 3 groups: paroxysmal, persistent and chronic AF. The control group consisted of practically healthy patients. To determine the serum levels of MMP-9 used the double-antibody immunoassay with the enzyme label.

**Results:** Each study group consisted of 20 patients; The control group consisted of 40 patients. The level of MMP-9 in the treatment groups was significantly different from the control and amounted to:  $170,62 \pm 24,65$ ,  $202,33 \pm 29,18$ ,  $252,3 \pm 21,87$  ng/ml for paroxysmal, persistent and chronic forms of AF and  $75,78 \pm 14,7$  ng/ml in the control group, respectively. As the disease progresses the level of MMP-9 increased ( $P < 0,05$ ).

**Conclusions:** Increased levels of MMP-9 is likely associated with the development and progression of idiopathic AF.

**Key words:** atrial fibrillation, extracellular matrix, matrix metalloproteinase-9, pathological mechanisms.

*Впервые поступила в редакцию 20.04.2017 г.  
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*

УДК 616.8.

## АНАЛІЗ ДАНИХ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТАЖУ РОБОТИ

**Ткачишина Н.Ю.**

ПАТ «УЗ» філії «ЦОЗ» Київська клінічна лікарня  
на залізничному транспорті №2

Проведено аналіз варіабельності серцевого ритму у 398 працівників локомотивних бригад (РЛБ) і 116 інженерно-технічних працівників Укрзалізниці (УЗ). Результати дослідження показали, що у РЛБ мають місце компенсаторно-адаптаційні процеси, які в міру збільшення стажу роботи визначають напругу функціонування захисних регуляторних систем організму, що проявляються активацією симпатoadреналової системи.

При проведенні функціональних проб при аналізі змін показника VLF у РЛБ визначається специфічна його динаміка: в ПГ1 реакція аналогічна такій в контрольній групі, в ПГ2 реєструється гіперадаптаційний стан, в ПГ3 — тенденція до зниження резервів адаптації, а в ПГ4 — незначний енергодефіцит. Подібні зміни у РЛБ пов'язані з умовами роботи.

**Ключові слова:** локомотивні бригади, умови праці, варіабельність серцевого ритму.

### Актуальність

На сучасному етапі на залізниці існує ряд професій, діяльність яких пов'язана з ризиком для життя і здоров'я значних контингентів осіб. Одною з таких професій є робота працівників локомотивних бригад (ПЛБ). Перевезення великих контингентів людей на пасажирських потягах, різноманітних небезпечних для навколишнього середовища та для людини вантажів на вантажних потягах, різні нестандартні ситуації під час рейсу — всі ці фактори вимагають від машиністів постійної уваги, зосередженості і психоемоційної напруги. При цьому провідну роль грає зміна реактивності організму під впливом нервово-емоційних та стресових факторів. Крім зазначеного, на організм даної категорії працівників постійно впливають ряд негативних виробничих факторів, зокрема: вібрація, шум, несприятливий мікроклімат, неіонізуюче випромінювання і вимушена робоча поза.

Тому вивчення стану здоров'я, попередження, рання діагностика і своєчасне лікування загальносоматичних захворювань у працівників локомотивних бригад (ПЛБ) завжди лишається актуальною задачею транспортної медицини [1]. У зв'язку з цим великого значення набувають періодичні медичні огляди ПЛБ [2,3].

Визначення патологічних процесів у ПЛБ на ранніх етапах призведе до запобігання виникнення нозологій, що несумісні з виконанням професійних обов'язків означеної категорії. Особливого значення набувають серцево-судинні захворювання (ССЗ) та предиктори виникнення їх і розвитку [4]. Варіабельність серцевого ритму — метод, що оцінює стан механізмів регуляції фізіологічних

функцій людини, а саме — загальної активності регуляторних механізмів, нейрогуморальної регуляції серця, а також співвідношення між симпатичним та парасимпатичним відділами вегетативної нервової системи [5,6,7].

**Метою** проведених нами досліджень є аналіз даних варіабельності серцевого ритму у ПЛБ в залежності від стажу роботи.

### Матеріали і методи

Всього було обстежено 398 ПЛБ, які мали стаж роботи не менше 1 року та вік від 19 р. до 61 р., середній вік становить  $39,47 \pm 2,78$ . Дані особи склали основну групу.

У якості контрольної групи, рандомізованої за своїми основними параметрами (стать, вік, стаж роботи), було взято інженерно-технічних працівників Укрзалізниці (ІТП) у кількості 116 осіб. Дана категорія осіб, на відміну від ПЛБ, не зазнає впливу комплексу негативних виробничих факторів, що пов'язані зі специфікою роботи на локомотиві.

Під час проведення досліджень враховували стаж роботи ПЛБ та ІТП. Були сформовані підгрупи (ПГ): ПГ1 — зі стажем роботи < 10 років, ПГ2 — зі стажем роботи 11-20 років, ПГ3 — зі стажем роботи 21-30 років, ПГ4 — зі стажем роботи > 30 років.

Дослідження варіабельності ритму серця проводилися за допомогою комплексу діагностичного автоматизованого «Кардіо+» МНДИ 944150.001 виробництва НПП «МЕТЕКОЛ» м.Ніжин.

Було проведено 5-хвилинні записи ВСР у проміжку часу з 9.00 до 14.00. Для отримання коректних даних дотримувалися необхідних умов проведення корот-

котривалих записів ВСР.

Оцінювалися показники статистичні: SDNN — стандартне відхилення (SD) величин нормальних R-R інтервалів (NN), RMSSD — квадратний корінь із середнього значення суми квадратів різниць між сусідніми R-R інтервалами, рNN50 % — відсоток послідовних інтервалів NN, різниця між якими перевищує 50 мс, показники аналізу ВСР за Р.М. Баєвським: АМо (амплітуда моди) — число кардіоінтервалів у %, що відповідають діапазону моди, де Мо (мода) — значення R-R, що найбільш часто зустрічається, ІН (індекс напруження регуляторних систем)  $ІН = АМо / (2ВРЧМо)$  відображає ступінь централізації управління серцевим ритмом, де ВР різниця між максимальним та мінімальним значеннями R-R, триангулярний індекс — вираховується як відношення загальної кількості R-R інтервалів до висоти гістограми всіх R-R інтервалів (побудованої за дискретною шкалою з кроком 1/128 с) та відображає загальну ВСР і є прямо пропорційним парасимпатичній активності, а також спектральні показники: HF — високочастотні коливання, LF — низькочастотні коливання, VLF — дуже низькочастотні коливання, LF/HF — симпато-парасимпатичний індекс, HFn — потужність в діапазоні високих частот, виражена в нормалізованих одиницях, LFn — потужність в діапазоні низьких частот, виражена в нормалізованих одиницях.

Для виявлення прихованого дисбалансу при проведенні обстеження ВСР була також застосована схема оцінки станів з використанням серії функціональних проб (рахунок у розумі й гіпервентиляція) з визначенням показників VLF.

### Результати та обговорення

За результатами обстеження складено таблиці 1 та 2.

При аналізі коротких записів зростання SDNN вказує на посилення автономної регуляції, тобто ріст впливу вдиху на ритм серця, на більший вплив автономного контуру регуляції на стан серця. У ІТП цей показник більший  $82,11 \pm 26,21$  мс, ніж у ПЛБ  $78,15 \pm 21,32$  мс. Таким чином у ПЛБ відмічається посилення симпатичної регуляції, що пригнічує автономний контур.

Показник RMSSD, що показує активність автономного контуру регуляції (чим вище значення, тим активніше ланка парасимпатичної регуляції), також вищий у ІТП —  $33,58 \pm 14,21$  мс, ніж у ПЛБ —  $37,51 \pm 10,68$  мс.

Аналогічну інформацію можна одержати по показнику рNN50 (виражає в % число пар послідовних інтервалів NN, що різняться більше, ніж на 50 мс) з показниками  $8,57 \pm 2,15$  % у ІТП і  $7,71 \pm 3,23$  % у ПЛБ та по показнику триангулярного індекса, який відображає сумарну ВСР та є прямопропорційним тону парасимпатичної ланки і становить: у ІТП

Таблиця 1  $12,05 \pm 2,94$  та у ПЛБ  $11,19 \pm 3,46$ .

Статистичні показники ВСР ПЛБ та ІТП

Групи	SDNN мс	RMSSD мс	рNN50 %	АМо %	ІН %/сек <sup>2</sup>	Триангулярний індекс
ПЛБ	$78,15 \pm 21,32$	$33,58 \pm 14,21$	$7,71 \pm 3,23$	$10,82 \pm 2,45$	$114,51 \pm 31,37$	$11,19 \pm 3,46$
ІТП	$82,11 \pm 26,21$	$37,51 \pm 10,68$	$8,57 \pm 2,15$	$8,91 \pm 1,97$	$98,50 \pm 28,75$	$12,05 \pm 2,94$

Таблиця 2

Спектральні показники ВСР ПЛБ та ІТП

Групи	VLF мс <sup>2</sup>	LF мс <sup>2</sup>	LFn %	HF мс <sup>2</sup>	HFn %	LF/HF
ПЛБ	$13131,12 \pm 2413,45$	$1561,33 \pm 153,12$	$69,37 \pm 9,87$	$440,11 \pm 54,42$	$30,13 \pm 6,87$	$3,61 \pm 0,45$
ІТП	$11250,10 \pm 2807,76$	$1354,31 \pm 178,98$	$61,22 \pm 7,12$	$475,78 \pm 49,35$	$38,88 \pm 5,12$	$2,78 \pm 0,31$

Що стосується показників, які характеризують симпатичний тонус, а саме: АМо та ІН, то їх значення для ПЛБ становлять  $10,82 \pm 2,45$  % та  $114,51 \pm 31,37$  %/сек<sup>2</sup> відповідно та є більшими, ніж в контрольній групі: АМо =  $8,91 \pm 1,97$  % та ІН =

98,50 ± 28,75 %/сек<sup>2</sup>. Отже, аналізуючи таблицю 5.1.1 в цілому, маємо висновок про переважання тонусу симпатичної ланки вегетативної нервової системи над парасимпатичною у ПЛБ при порівнянні з ІТП, проте різниця між показниками ПЛБ та ІТП не є достовірною.

Аналіз спектральних показників показав відносну перевагу симпатичного тонусу над парасимпатичним у ПЛБ у порівнянні з ІТП при співставленні показника LF: у ПЛБ 1561,33 ± 153,12 мс<sup>2</sup>, а у ІТП — 1354,31 ± 178,98 мс<sup>2</sup>, показника HF: у ПЛБ 440,11 ± 54,42 мс<sup>2</sup>, а у ІТП — 475,78 ± 49,35 мс<sup>2</sup> та LF/HF: у ПЛБ 3,61 ± 0,45, а у ІТП — 2,78 ± 0,31.

Отже при аналізі показників обох таблиць отримуємо висновок про переважання симпатичного тонусу у ПЛБ у

порівнянні з ІТП. Адаже при оптимальному регулюванні управління ритмом серця відбувається за мінімальною участю вищих рівнів управління з мінімальною централізацією. Стимуляція симпатичної активності з пригніченням автономного контуру регуляції — прямий механізм підвищення ЧСС. Таким чином, хронічна симпатична активація у ПЛБ, на яку вказує аналіз ВСР, приводить до перенапруження життєвих процесів з формуванням адаптаційного синдрому, де найбільш слабкою ланкою є ССС.

Для більш глибокого дослідження ВСР в залежності від стажу був проведений аналіз по групах стажу в основній та контрольній групах за тими ж показниками. Результати представлені в таблицях 3 та 4.

Таблиця 3

Статистичні показники ВСР у ПЛБ (n = 398) та ІТП (n = 116) в залежності від стажу роботи

Статистичні показники M ± m	Стаж роботи							
	ПГ1		ПГ2		ПГ3		ПГ4	
	ПЛБ n = 109	ІТП n = 29	ПЛБ n = 84	ІТП n = 26	ПЛБ n = 123	ІТП n = 35	ПЛБ n = 82	ІТП n = 26
SDNN мс	95,92 ± 22,15	85,21 ± 20,23	85,92 ± 20,12	83,21 ± 19,76	68,29 ± 17,87	78,25 ± 18,01	65,18 ± 17,66	74,42 ± 18,75
RMSSD мс	47,31 ± 9,06	41,34 ± 10,12	38,63 ± 8,32	39,54 ± 9,25	27,61 ± 6,18	35,88 ± 10,21	21,32 ± 7,98	33,98 ± 9,77
pNN50 %	12,84 ± 2,65	10,47 ± 2,44	9,45 ± 2,18	9,11 ± 2,29	5,53 ± 1,42	7,95 ± 2,01	3,26 ± 1,11	6,85 ± 1,31
AMo %	8,32 ± 2,08	8,51 ± 1,26	9,36 ± 2,02	8,82 ± 1,33	11,45 ± 2,98	9,16 ± 1,75	14,12 ± 3,12	9,53 ± 1,88
ІН %/сек <sup>2</sup>	78,95 ± 19,11	87,22 ± 21,16	94,18 ± 21,77	90,71 ± 20,65	125,84 ± 23,11	103,42 ± 20,19	157,84 ± 34,88	112,77 ± 22,21
Триангулярний індекс	14,13 ± 2,12	13,22 ± 2,08	12,41 ± 2,10	12,67 ± 2,34	9,65 ± 1,77	10,98 ± 1,98	8,74 ± 1,57	10,21 ± 2,16

Таблиця 4

Спектральні показники ВСР у ПЛБ (n = 398) та ІТП (n = 116) в залежності від стажу роботи

Спектральні показники M ± m	Стаж роботи							
	ПГ1		ПГ2		ПГ3		ПГ4	
	ПЛБ n = 109	ІТП n = 29	ПЛБ n = 84	ІТП n = 26	ПЛБ n = 123	ІТП n = 35	ПЛБ n = 82	ІТП n = 26
VLF мс <sup>2</sup>	10851,22 ± 2012,54	10124,15 ± 2632,09	11564,35 ± 2132,10	10987,42 ± 1987,98	14911,17 ± 2438,77	11543,64 ± 2247,51	15187,74 ± 3109,17	12802,1 ± 2557,8
LF мс <sup>2</sup>	1256,11 ± 175,44	1210,38 ± 143,16	1448,32 ± 184,99	1328,65 ± 149,18	1632,56 ± 181,98*	1390,87 ± 137,93	1901,10 ± 198,43*	1505,49 ± 138,12
LFn %	56,21 ± 9,33	59,24 ± 8,29	68,65 ± 9,29	62,15 ± 8,99	74,96 ± 10,06	65,73 ± 9,03	80,29 ± 10,37*	69,15 ± 9,54
HF мс <sup>2</sup>	528,85 ± 47,98	492,37 ± 43,16	442,72 ± 42,86	481,93 ± 43,03	407,38 ± 40,42	469,39 ± 42,18	385,14 ± 39,04*	452,9 ± 40,9
HFn %	43,15 ± 6,93	40,75 ± 6,54	31,32 ± 5,37	37,25 ± 6,09	25,10 ± 4,29*	34,1 ± 5,37	19,16 ± 3,87*	31,9 ± 4,9
LF/ HF	2,42 ± 0,21	2,48 ± 0,24	3,35 ± 0,29	2,78 ± 0,25	4,14 ± 0,34	2,95 ± 0,28	4,98 ± 0,39*	3,11 ± 0,29

Примітка: \* — різниця достовірна між аналогічними показниками обстежених груп (p < 0,05).

При аналізі таблиці 3 показники, які визначають переважання симпатичного тону (АМо та ІН), вказують на динаміку їх зростання по мірі збільшення стажу у ПЛБ: для АМо — від  $8,32 \pm 2,08$  % в ПГ1 до  $14,12 \pm 3,12$  % в ПГ4 (в 1,7 разів — різниця достовірна ( $p < 0,05$ )), для ІН — відповідно від  $78,95 \pm 19,11$  %/сек<sup>2</sup> до  $157,84 \pm 34,88$  %/сек<sup>2</sup> (в 2 рази — різниця достовірна ( $p < 0,05$ )). В контрольній групі ці ж показники змінюються недостовірно: для АМо — від  $8,51 \pm 1,26$  % в ПГ1 до  $9,53 \pm 1,88$  % в ПГ4 та для ІН — відповідно від  $87,22 \pm 21,16$  %/сек<sup>2</sup> до  $112,77 \pm 22,21$  %/сек<sup>2</sup>. Динаміку ІН демонструє рис. 1.

Відповідно показники, що характеризують парасимпатичний тонус (RMSSD, рNN50) та відображають сумарну ВСР, але є прямопропорційні парасимпатичній активності (SDNN та триангулярний індекс) у ПЛБ зменшуються по мірі зростання стажу. Так RMSSD у ПЛБ в ПГ1 становить  $47,31 \pm 9,06$  мс, а у ПЛБ в ПГ4 вдвічі зменшується і становить

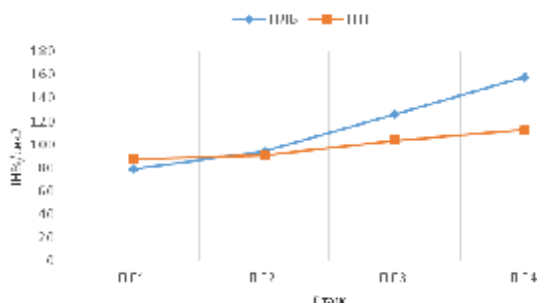


Рис. 1. Динаміка ІН у ПЛБ та ІТП в залежності від стажу роботи.

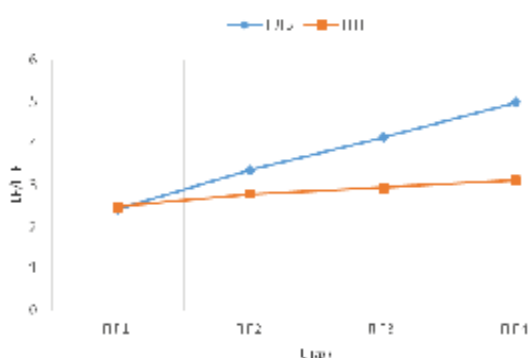


Рис. 2. Динаміка LF/ HF у ПЛБ та ІТП в залежності від стажу.

$21,32 \pm 7,98$  мс (різниця достовірна ( $p < 0,05$ )) в той час, як в контрольній групі цей показник також відповідно зменшується з  $41,34 \pm 10,12$  мс до  $33,98 \pm 9,77$  мс, але недостовірно. Це ж стосується і показника рNN50: у ПЛБ по відповідних групах стажу йде зменшення майже в 4 рази від  $12,84 \pm 2,65$  % до  $3,26 \pm 1,11$  % (різниця достовірна ( $p < 0,01$ )), а у ІТП — зменшення від  $10,47 \pm 2,44$  % до  $6,85 \pm 1,31$  %. Подібна динаміка має місце і при порівнянні показників SDNN та триангулярного індексу.

Застосування спектрального аналізу дозволяє кількісно оцінити частотні складові коливань ритму серця та наочно продемонструвати співвідношення різних компонентів регуляції серцевого ритму, що відображають активність різних ланок регуляторного механізму. При аналізі спектральних показників таблиці 5.1.4, що характеризують симпатикотонію: LF, LFn та LF/ HF маємо наступну картину. У ПЛБ: LF збільшується в 1,5 разів (різниця достовірна ( $p < 0,05$ )) від  $1256,11 \pm 175,44$  мс<sup>2</sup> в ПГ1 до  $1901,10 \pm 198,43$  мс<sup>2</sup> в ПГ4, LFn достовірно ( $p < 0,05$ ) збільшується в 1,43 рази від  $56,21 \pm 9,33$  % до  $80,29 \pm 10,37$  % по групах стажу відповідно, LF/ HF достовірно ( $p < 0,05$ ) збільшується в 2 рази від  $2,42 \pm 0,21$  до  $4,98 \pm 0,39$  по групах стажу відповідно. В контрольній групі також спостерігається збільшення цих показників при порівнянні групи ПГ1 із ПГ4, але з недостовірною різницею: LF з  $1210,38 \pm 143,16$  мс<sup>2</sup> до  $1505,49 \pm 138,12$  мс<sup>2</sup>, LFn з  $59,24 \pm 8,29$  % до  $69,15 \pm 9,54$  %, LF/ HF з  $2,48 \pm 0,24$  до  $3,11 \pm 0,29$ . Динаміку LF/ HF у ПЛБ та ІТП в залежності від стажу демонструє рис. 2.

Відповідно даним таблиці спостерігаються зміни показників, що характеризують парасимпатичний тонус, а саме: показник HF у ПЛБ достовірно ( $p < 0,05$ ) зменшується в 1,37 разів з  $528,85 \pm$

47,98 мс<sup>2</sup> в ПГ1 до 385,14 ± 39,04 мс<sup>2</sup> в ПГ4, а показник HFn достовірно ( $p < 0,05$ ) зменшується в 2 рази з 43,15 ± 3,87 % до 19,16 ± 6,93 % по групах стажу відповідно. В контрольній групі також спостерігається зменшення, але недостовірно: HF зменшується з 492,37 ± 43,16 мс<sup>2</sup> до 452,86 ± 40,99 мс<sup>2</sup> відповідно, а HFn зменшується з 40,75 ± 6,54 % до 31,98 ± 4,99 % відповідно.

Отже показники, що свідчать про парасимпатичну активність (RMSSD, pNN50, триангулярний індекс, HF, HFn,), статистично значуще знижуються, а показники, що свідчать про симптоадреналову активність (AMo, IH, LF, LFn) статистично значуще збільшуються зі стажем роботи ПЛБ. Причому така динаміка спостерігається в ПГ2 у ПЛБ на відміну від зазначеної у літературі стабілізації показників ВСР після підліткового віку до кінця другого періоду зрілого віку.

Порівнюючи отримані за допомогою ВСР дані у ПЛБ та ІТП маємо наступне твердження: зі зростанням стажу в основній та контрольній групах відбувається підвищення симпатичного тону, але в контрольній групі цей процес відбувається повільно без різких змін, а в групі ПЛБ зростання різке, причому при аналізі тенденцій найбільший «ривок» приходить на ПГ3, коли відбувається залучення активації більш високих рівней управління, що проявляється у вигляді змін спектрального складу хвиль ритму серця. Симпатична гіперактивація означає зниження порогу електричної нестабільності серця, ризик виникнення аритмій, виникнення та розвиток ГХ, ІХС. Хронічний дістрес на фоні симпатикотону є фактором зниження якості життя та зі збільшенням стажу роботи формує підґрунтя для структурних змін ССС.

Відповідно більш низький тонус симпатичного відділу викликає менше напруження ресурсів організму при навантаженні.

Для виявлення прихованого дисбалансу при проведенні обстеження ВСР була також застосована схема оцінки станів з використанням серії функціональних проб (рахунок у розумі й гіпервентиляція) з визначенням показників VLF.

VLF характеризує вплив вищих вегетативних центрів на серцево-судинний підкірковий центр, відображує стан нейрогуморального й метаболічного рівнів регуляції, більш складні впливи з боку надсегментарного рівня регуляції, оскільки амплітуда VLF тісно пов'язана із психоемоційною й функціональною напругою. VLF може використатися як надійний маркер ступеню зв'язку автономних (сегментарних) рівнів регуляції кровообігу з надсегментарними, у тому числі з гіпофізарно-гіпоталамічним і корковим рівнем.

Зміни VLF при функціональній пробі по групах за стажем роботи ПЛБ вказані в таблиці 5.

При аналізі даних таблиці 5 бачимо, що у ПЛБ та ІТП в ПГ1 має місце однакова реакція на функціональну пробу з адекватним зростанням показника VLF: у ПЛБ — в 1,58 рази, а у ІТП — в 1,73, що вказує на стан оптимальної напруги ре-

Таблиця 5

Зміни VLF при функціональній пробі у ПЛБ та ІТП

Стаж роботи	ПЛБ		ІТП	
	VLF мс <sup>2</sup>	VLF мс <sup>2</sup> при функціональній пробі	VLF мс <sup>2</sup>	VLF мс <sup>2</sup> при функціональній пробі
ПГ1	10851,22 ± 2012,54	17194,41 ± 2067,11	10124,15 ± 2632,09	17558,84 ± 2134,13
ПГ2	11564,35 ± 2132,10	28187,65 ± 6436,97	10987,42 ± 1987,98	16183,63 ± 3112,41
ПГ3	14911,17 ± 2438,77	24773,90 ± 4892,75	11543,64 ± 2247,51	16234,72 ± 3091,11
ПГ4	15187,74 ± 3109,17	13121,86 ± 1865,95	12802,12 ± 2557,85	15109,68 ± 3107,84

гуляторних систем, що необхідно для підтримки активної рівноваги організму із середовищем.

У ПЛБ в ПГ2 відбувається різке зростання показника VLF майже в 2,5 рази з  $11564,35 \pm 2132,10 \text{ мс}^2$  до  $28187,65 \pm 6436,97 \text{ мс}^2$ , що може вказувати на стан вираженої напруги регуляторних систем, коли для адаптації до умов з використанням означених функціональних проб організму потрібні додаткові функціональні резерви. В контрольній групі з тим же стажем показник VLF виріс з  $10987,42 \pm 1987,98 \text{ мс}^2$  до  $16183,63 \pm 3112,41 \text{ мс}^2$ , то ж коефіцієнт зростання незначно знизився і склав 1,47.

В ПГ3 ПЛБ у відповідь на функціональні проби знов-таки мають зростання показника VLF, але менш виражене: з  $14911,17 \pm 2438,77 \text{ мс}^2$  до  $24773,90 \pm 4892,75 \text{ мс}^2$ , що складає різницю в 1,66 разів та вказує на зниження резервів адаптації у порівнянні з ПГ2. В контрольній групі з аналогічним стажем різниця складає в 1,41 рази при зміні показника VLF з  $11543,64 \pm 2247,51 \text{ мс}^2$  до  $16234,72 \pm 3091,11 \text{ мс}^2$ . Отже в обох групах — в основній та контрольній — в ПГ3 відбувається зменшення приросту показника VLF у порівнянні з відповідними ПГ2, але у ПЛБ це зменшення значно виразніше: з коефіцієнта в 2,5 рази до коефіцієнта 1,66, а в контрольній групі з коефіцієнта 1,47 до 1,41. А вже при аналізі ПГ4 в основній групі відмічається навіть зниження показника VLF в 1,16 разів після навантаження з  $15187,74 \pm 3109,17 \text{ мс}^2$  до  $13121,86 \pm 1865,95 \text{ мс}^2$ , що вказує на незначний енергодефіцит, а в ПГ4 в контрольній групі — збільшення показника при навантаженні залишається та змінюється з  $12802,12 \pm 2557,85 \text{ мс}^2$  до  $15109,68 \pm 3107,84 \text{ мс}^2$ , але коефіцієнт зростання стає ще

меншим і складає 1,18. Зміни при функціональній пробі в залежності від стажу демонструє рисунок 3.

Для порівняння динаміки змін VLF при функціональній пробі у порівнянні зі спокоем в залежності від стажу ПЛБ та ІТП було складено таблицю 6.

Отже в контрольній групі має місце процес звичайних вікових змін з незначним зменшенням приросту на функціональній пробі, в той час як у ПЛБ спочатку різко зростає VLF на фоні гіперадаптаційних процесів, а потім настає етап виснаження резервів адаптації і, нарешті, приходить стадія енергодефіциту. То ж подібна інтерпретація змін VLF при функціональних пробах у ПЛБ з різним стажем роботи визначає стан, пов'язаний з порушенням метаболічних й енергетичних процесів в організмі на фоні стресу та пов'язаний з умовами їх роботи.

Отже, з розвитком донозологічних і преморбідних станів збільшується ступінь електрофізіологічних змін в серцевому м'язі. Про те, що зміни в міокарді можуть бути результатом недостатності регуляторних механізмів, свідчить зрос-

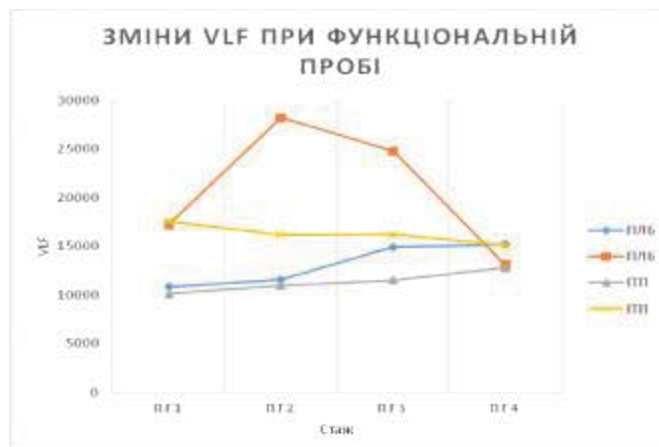


Рис. 3. Зміни VLF при функціональній пробі у порівнянні зі спокоем в залежності від стажу у ПЛБ та ІТП. Таблиця 6

**Динаміка VLF при функціональній пробі у порівнянні зі спокоем в залежності від стажу ПЛБ та ІТП**

Стаж роботи років	ПЛБ	ІТП
ПГ1	>в 1,58 разів	>в 1,73 разів
ПГ2	>в 2,5 рази	>в 1,47 разів
ПГ3	>в 1,66 разів	>в 1,41 разів
ПГ4	<в 1,16 разів	>в 1,18 разів

тання симпатичної активності, включення в процеси адаптації вищих рівней управління та збільшення централізації управління фізіологічними функціями. Оцінювання ВСР у працівників локомотивних бригад ПЛБ спрямована на діагностику функціональних станів в залежності від стажу роботи. Аналіз ВСР є методом неспецифічної діагностики. Однак, оцінка сукупності показників ВСР дозволяє направити діагностичний пошук у належному напрямку й допомагає уточненню функціонального й прогностичного компонентів щодо стану здоров'я ПЛБ.

#### Висновки:

1. Статистичні показники у ПЛБ, що характеризують парасимпатичний тонус: SDNN, RMSSD, рNN50, триангулярний індекс — зменшені у порівнянні з контрольною групою, що вказує на пригнічення автономності контура регуляції та превалювання центральної регуляції, а показники симпатичного тонусу: АМо та ІН більші за аналогічні в контрольній групі.
2. Отримані дані спектрального аналізу підтверджують превалювання симпатикотонусу у ПЛБ у порівнянні з ІТП.
3. Динаміка статистичних та спектральних показників у ПЛБ свідчить, що зі зростанням стажу відбуваються певні компенсаторно-адаптаційні процеси, які забезпечують напруження функціонування захисних регуляторних систем організму, що проявляється активацією симпатoadреналової системи.
4. При проведенні функціональних проб при аналізі даних зміни показника VLF у ПЛБ відбувається специфічна його динаміка: в ПГ1 наявна ідентична з контрольною групою реакція, в ПГ2 виникає гіперадаптивний стан, а в ПГ3 має місце тенденція до зниження резервів адаптації, а в ПГ4 — виникає незначний енергодефіцит. Подібні зміни VLF у ПЛБ пов'язані з умовами роботи.

#### Література

1. Железнодорожная медицина. Медицинское обследование безопасности движения поездов: Руководство/Под ред. В.М.Сибилева, Ю.Н.Коршунова, А.З.Цфасмана. — М.,1990.
2. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій».
3. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 29 квітня 2010 року № 240 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій залізничного транспорту, метрополітенів та підприємств міжгалузевого промислового залізничного транспорту України».
4. Піх Б.П., Думський В.П. Надійність людського чинника як основа безпеки руху// Медицина залізничного транспорту України. — 2004. —№3. —С.60-61.
5. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование/Л.М.Макаров.- 2-ое изд.-М.: Медпрактика, 2003. — 340 с.
6. Рябыкина Г.В. Анализ variability ритма сердца/ Г.В.Рябыкина, А.В.Соболев//Кардиология.-1996. — №10.- С.87-97.
7. Алейникова Т.В. Variability сердечного ритма (обзор литературы) // Проблемы здоровья и экологии.- 2012. — №1 (31). — С.17-23.

#### References

1. Railway medicine. Medical Examination of Traffic Safety: Manual / Ed. VM Sibileva, Yu.N. Korshunov, A.Z. Tsfasman. — M., 1990.
2. The order of the Ministry of Health of Ukraine for 21 traumas in 2007 № 246 "About the solidification Order of medical examinations of praces of the first categories".
3. The order of the Ministry of Transport and Communications of Ukraine on 29 June 2010 No. 240 "About the solidification of the order of the medical examinations of the first halls of the hall of transport, metropolitenov and pidpnyemstv mizhgaluzevyh promislovogo hallway transport of Ukraine."
4. Pih B.P., Dumsky V.P. Reliability of the human factor as a basis for the safety of traffic // Medicine of railway transport of



- Ukraine. — 2004, No. 3 -С.60-61.
5. Makarov L.M. Holter monitoring / L.M. Makarov.- 2nd ed.-M.: Medpraktika, 2003. — 340 p.
  6. Ryabykina G.V. Analysis of heart rate variability / G.V. Ryabykina, A.V. Sobolev // Cardiology.-1996. — №10.- P.87-97.
  7. Aleynikova TV Heart rate variability (literature review) // Problems of health and ecology.- 2012. — №1 (31). — FROM

### Резюме

#### АНАЛИЗ ДАННЫХ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАЖА РАБОТЫ

*Ткачишина Н.Ю.*

Проведен анализ variability сердечного ритма у 398 работников локомотивных бригад (РЛБ) и 116 инженерно-технических работников УЗ.

Результаты исследования показали, что у РЛБ имеют место компенсаторно-адаптационные процессы, которые по мере увеличения стажа работы определяют напряжение функционирования защитных регуляторных систем организма, проявляющихся активацией симпатoadrenalовой системы.

При проведении функциональных проб при анализе изменений показателя VLF у РЛБ определяется специфическая его динамика: в ПГ1 реакция аналогична таковой в контрольной группе, в ПГ2 регистрируется гиперадаптационное состояние, в ПГ3 — тенденция к снижению резервов адаптации, а в ПГ4 — незначительный энергодефицит. Подобные изменения у РЛБ связаны с условиями работы.

**Ключевые слова:** локомотивные бригады, стаж работы, variability сердечного ритма.

### Summary

#### ANALYSIS OF VARIABILITY DATA OF HEART RHYTHM IN THE WORKERS OF LOCOMOTIVE BRIGADS DEPENDING ON THE EXPERIENCE OF THE WORK

*Tkachyshyna N.Yu.*

The analysis of heart rate variability in 398 workers of locomotive crews (WLC) and 116 engineers and technicians was carried out. The results of the research showed that the WLC has compensatory-adaptation processes, which, as the work period increases, determine the protective function of the body's protective regulatory systems, which are manifested by the activation of the sympathoadrenal system. When carrying out functional tests in the analysis of changes in the VLF index in WLC, its specific dynamics is determined: in SG1, the reaction is analogous to that in the control group; in SG2, the hyper-adaptive state is recorded, in SG3 — the tendency to reduce the adaptation reserves, and in SG4 — a slight energy deficit. Similar changes in the WLC are related to the working conditions.

**Key words:** locomotive teams, work experience, heart rate variability.

*Впервые поступила в редакцию 09.8.2017 г.  
Рекомендована к печати на заседании  
редакционной коллегии после рецензирования*