

# THE HEART RHYTHM VARIABILITY IN ELECTRIC TRAINS MACHINERIES OF UNDERGROUND

Dumka I.V., Tkachishin V.S., Tkachishina N.Y.

## ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ РИТМУ СЕРЦЯ У МАШІНІСТІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

# В

астосування аналізу варіабельності ритму серця (ВРС) як методу оцінки адаптаційних можливостей організму або наявного рівня стресу представляє практичний інтерес для фізіології праці. Розвиток донозологічної діагностики дозволив виділяти працівників з високим та дуже високим напруженням регуляторних систем, з підвищеним ризиком зриву адаптації та появою патологічних змін і захворювань. Відхилення, що виникають у регуляторних системах, передують геодинамічним, метаболічним, енергетичним порушенням, таким чином, є найбільш ранніми прогностичними показниками несприятливого стану осіб, які працюють в умовах, пов'язаних з напру-

женням органів і систем організму людини [4]. Такий підхід надає можливість на практиці реалізувати положення концепції збереження професійного здоров'я [2], під яким розуміється властивість організму підтримувати на певному рівні задані компенсаторні та захисні механізми, що забезпечують працездатність в усіх умовах, в яких відбувається професійна діяльність.

Особливу актуальність ця проблема набуває у професіях, пов'язаних зі значним сенсорним та емоційним навантаженням, коли людина у процесі трудової діяльності зазнає впливу психоемоційних стресів. Хронічний психоемоційний стрес викликає порушення адаптаційних ме-

**ДУМКА І.В., ТКАЧИШИН В.С., ТКАЧИШИНА Н.Ю.**

Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, м. Київ

УДК 613.6.02 : 612.172 : 629.431

**Ключові слова:** машиністи електропоїздів метрополітену, варіабельність ритму серця, підвищення активності симпатико-адреналової системи.

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА У МАШИНИСТОВ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ МЕТРОПОЛИТЕНА**

**Думка И.В., Ткачишин В.С., Ткачишина Н.Ю.**  
Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца, г. Киев

**Целью исследования** является изучение показателей вариабельности ритма сердца (ВРС) у машинистов электропоездов метрополитена (МЭП).

**Материалы и методы.** Обследованы две группы лиц: 30 — МЭП (основная группа), 30 — работники инженерно-технического звена (контрольная группа). Все обследуемые лица основной и контрольной групп — мужчины. Распределение лиц основной и контрольной групп по возрасту выглядит следующим образом: 10 человек — до 29 лет (27,61±0,63), 10 человек — 30-39 лет (36,22±1,14), 10 человек — 40 лет и старше (51,17±1,88). ВРС оценивалась в соответствии с единым международным стандартом [11].

**Результаты и их обсуждение.** Анализ гистограмм распределения R-R интервалов при оценке ВРС МЭП показал, что у большинства обследованных зарегистрированы гистограммы, распределение которых отличается от нормальных. Так, у 22% обследованных была асимметрическая гистограмма, которая, как правило, может свидетельствовать о наличии

нескольких эпизодов изменения нормальной ритмики, которые могут быть вызваны эмоциональными факторами. У 41% МЭП оказались эксцессивные гистограммы, характеризующиеся очень узким основанием и заостренной вершиной и наблюдающиеся при стрессе [4]. Фактически во время рабочей смены организм МЭП находится под влиянием стрессоров психоемоциональной природы. Такой процент эксцессов можно объяснить тем, что организм не остается равнодушным к условиям работы, связанным со значительной сенсорной нагрузкой и эмоциональным напряжением. В 37% гистограмм распределение интервалов R-R близко к нормальным. В 100% МЭП зарегистрирована избыточная активность симпатико-адреналовой системы, отображающая определенное психоемоциональное напряжение, которое испытывают МЭП в процессе трудовой деятельности.

**Выводы.** Наличие значительного количества гистограмм, распределение которых отличается от нормального, свидетельствует об отрицательной реакции со стороны ССС на стрессоры психоемоциональной природы, сопровождающие деятельность МЭП.

**Ключевые слова:** машинисты электропоездов метрополитена, вариабельность ритма сердца, повышение активности симпатико-адреналовой системы.

© Думка І.В., Ткачишин В.С., Ткачишина Н.Ю. СТАТТЯ, 2015.

ханізмів діяльності нервової, ендокринної, імунної, гормональної та інших систем організму, формування стресових станів, що може шкодити здоров'ю людини [3]. Інформаційна перенапруга, навіть до появи патологічних станів (інформаційних неврозів) можлива під час тривалої роботи мозку за умов участі трьох факторів: необхідності обробки за засвоєння великої кількості інформації (включно з етапом прийняття рішення); дефіциту часу, відведеного на результативну роботу мозку; високого рівня мотивації, що зумовлює високу значимість інформації та прагнення робітника до максимального її використання [8].

Вищезгадані фактори є ключовими у роботі машиністів електропоїздів метрополітену (МЕП) [6, 7] і впливають на функціональний стан МЕП, що закономірно має знаходити своє відображення у показниках варіабельності ритму серця (ВРС), тобто аналізу хвильової структури ритму.

**Метою дослідження** є вивчення показників варіабельності ритму серця у машиністів електропоїздів метрополітену (МЕП).

**Матеріали і методи.** Дослідження виконані у клінічних умовах під час проведення

періодичних медичних оглядів за наказом МТЗУ № 240 від 29.04.2010 р. [5]. Обсяг вибірки склав 60 осіб, з них 30 — МЕП (основна група), 30 — працівники інженерно-технічної ланки (контрольна група). Усі обстежені особи основної і контрольної груп — чоловіки. Розподіл осіб основної групи за віком виглядає таким чином: 10 осіб — до 29 років ( $27,61 \pm 0,63$ ), 10 — 30-39 років ( $36,22 \pm 1,14$ ), 10 — 40 років і більше ( $51,17 \pm 1,88$ ). Розподіл осіб контрольної групи за віком ідентичний основній.

Використовувалися такі методи аналізу ВРС: статистичні, геометричні (побудова та аналіз гістограм), спектральний (частотний) аналіз, під час якого вивчалися такі показники: TP — загальна потужність спектра, що характеризує ВРС і відображає сумарну активність нейрогуморальних впливів на серцевий ритм; SDNN — показник середньоквадратичного відхилення; HF — відносна частка високочастотних коливань (маркер активності парасимпатичної ланки регуляції); LF — відносна частка низькочастотних коливань (маркер активності вазомоторного центру); VLF — відносна частка дуже низькочастотних коливань (маркер активності гуморальної ланки регуляції); LF/HF — (співвідношення низькочастотної та високочастотної складової спектра) співвідношення рівнів активності центрального та автономного контурів регуляції ВРС. Математична обробка проводилася загальноприйнятими методами математичної статистики.

Електрокардіограма реєструвалася за допомогою електрокардіографа у складі оцін-

ки ВРС діагностичного комплексу відповідно до єдиного міжнародного стандарту для оцінки ВРС [11].

**Результати та їх обговорення.** Аналіз гістограм розподілу R-R інтервалів при оцінці ВРС МЕП показав, що у більшості обстежених зареєстровано гістограми, розподіл яких відрізняється від нормального. Так, у 22% обстежених була наявна асиметрична гістограма, що зазвичай може свідчити про наявність кількох епізодів зміни нормальної ритміки, які можуть бути викликані емоційними чинниками. У 41% МЕП виявилися ексцесивні гістограми, які характеризуються дуже вузькою основою та загостреною вершиною і спостерігаються під час стресу [4]. Фактично протягом робочої зміни організм МЕП перебуває під впливом стресорів психоемоційної природи. Такий відсоток ексцесів можна пояснити тим, що організм не залишається байдужим до умов праці, пов'язаних зі значним сенсорним навантаженням та емоційним напруженням. У 37% гістограм мали розподіл інтервалів R-R, близький до нормального.

У таблиці 1 наведено основні показники ВРС МЕП: загальна потужність спектра (TP), тобто повний спектр частот, середньоквадратичне відхилення (SDNN), а також відносна частка високочастотних (HF), низькочастотних (LF), дуже низькочастотних (VLF) коливань, співвідношення симпатико-парасимпатичних впливів (LF/HF).

Привертає увагу той факт, що TP у 100% МЕП був вищим за нормативне значення, навіть у тренуваних осіб, що свідчить про задовільний функціональний стан організму МЕП. Відомо, що сумарна

Таблиця 1

Показники та структура спектральної потужності ВРС у МЕП ( $M \pm m$ ),  $n=30$ 

Вік МЕП	Показники					
	TP, $mc^2$	HF, $mc^2$	LF, $mc^2$	VLF, $mc^2$	LF/HF	SDNN, $mc$
До 29 років	12119,41 $\pm$ 2337,09	418,64 $\pm$ 47,70	2291,61 $\pm$ 505,59	3808,21 $\pm$ 675,25	5,09 $\pm$ 0,63	42,78 $\pm$ 5,54
30-39 років	16102,92 $\pm$ 1869,13	317,45 $\pm$ 26,86	1345,82 $\pm$ 128,31	14539,90 $\pm$ 1885,10	4,58 $\pm$ 0,30	36,12 $\pm$ 2,13
40 років і більше	24338,30 $\pm$ 1470,31	296,22 $\pm$ 24,51	1311,73 $\pm$ 13,96	22843,42 $\pm$ 1450,31	4,09 $\pm$ 0,18	42,51 $\pm$ 7,03
Загалом	17520,22 $\pm$ 1429,25	344,07 $\pm$ 21,69	1649,70 $\pm$ 192,87	13730,01 $\pm$ 1651,08	4,59 $\pm$ 0,24	39,97 $\pm$ 3,07

THE HEART RHYTHM VARIABILITY IN ELECTRIC TRAINS MACHINERIES OF UNDERGROUND

Dumka I.V., Tkachishin V.S.,  
Tkachishina N.Y.

*Bogomolet's National Medical University, Kyiv*

The purpose of research is studying parameters of heart rhythm variability (VRH) at electric train's machineries of underground (ETM).

**Materials and methods.** Two groups of persons are surveyed: 30 — ETM (the basic group), 30 — workers of a nonproduction link (control group). All surveyed persons of the basic and control groups are men. Distribution of the main group of persons over the age: 10 persons — till 29 years ( $27,61 \pm 0,63$ ), 10 persons — 30-39 years ( $36,22 \pm 1,14$ ), 10 persons — 40 years and older ( $51,17 \pm 1,88$ ). Distribution of persons of control group on age is identical the basic. VRH it was estimated according to the uniform international standard [11].

**Results.** The analysis of histograms of distribution R-R of intervals in the evaluation of HRV IEP shown that in the majority surveyed histograms which distribution differs from normal are registered. 22% of the surveyed was asymmetric histogram which can testify to presence of several

episodes of change of normal rhythmic which can be caused by emotional factors; at 41% ETM appeared excessive histograms. The last are characterized by very narrow basis and the pointed top and observed at stress [4]. In fact, during a labour shift organism ETM is influenced by psychological and emotional stressors and the nature of such interest excesses can be explained by the fact that the body can't remain indifferent to the working conditions associated with significant sensory and emotional stress loading. In 37% of histograms distribution of intervals R-R is close to normal. In 100% ETM registered overactive sympathetic-adrenal system, which displays a certain emotional stress experienced by the ETM in the course of employment.

**Conclusions.** Presence of a significant amount of histograms, which distribution differs from normal, testifies to negative reaction from side cardio-vascular system on psycho-emotional stress-factors the nature which accompany with activity at ETM.

**Keywords:** electric train's machineries of underground, variability of a rhythm of heart increase of activity of sympathoadrenal systems.

активність регуляторних механізмів може бути оцінена також за показником SDNN. Отримані дані свідчать, що у 43,3% МЄП це значення було менше 40 мс, що свідчить про посилення симпатичної регуляції. У 100% МЄП зареєстровано надлишкову активність симпато-адреналової системи ( $LF/HF > 1$ ), яка відображає певне психоемоційне напруження, що зазнає МЄП у процесі трудової діяльності. Розглядаючи частки вищезгаданих складових у різних вікових групах (табл. 1), можна побачити, що зі збільшенням віку зростає частка VLF, залишається практично незмінною частка LF, та зменшується частка HF коливань. Треба

відзначити, що ці дані узгоджуються з літературними [10], а саме: з віком, особливо після 4-го десятиріччя життя, процес модуляції ритму серця через нервові структури поступово змінюється на менш специфічні та вибіркові — гуморальне регулювання.

Теорія Г. Сальє [9] про загальний адаптаційний синдром описує фазовий характер адаптаційних реакцій і обґрунтовує провідну роль виснаження регуляторних систем у разі гострих та хронічних стресових впливів у розвиткові патологічних станів та захворювань. Система кровообігу може розглядатися як чутливий індикатор адапта-

ційних реакцій цілісного організму, а варіабельність серцевого ритму добре відображає ступінь напруження регуляторних систем, що виникає у результаті стресового впливу і проявляється активацією симпато-адреналової системи. Найбільш точно активність симпато-адреналової системи характеризує індекс напруженості (ІН), або індекс Баєвського (ІБ) — показник ступеня напруження систем регуляції, який характеризує активність механізмів симпатичної регуляції [1]. У таблиці 2 представлено ІН регуляторних систем у МЄП під час проведення ритмокардіограми.

З таблиці 2 видно, що ІН у МЄП на 35% більший, ніж у контрольної групи. Це може свідчити про напруження регуляторних систем, яка виникає у результаті стресового впливу і проявляється активацією симпато-адреналової системи.

#### Висновки

1. Наявність значної кількості гістограм, розподіл яких відрізняється від нормального (41% ексцесивні, 22% асиметричні), свідчить про негативну реакцію з боку ССС на стресори психоемоційної природи, що супроводжують діяльність МЄП.

Таблиця 2  
Індекс напруженості регуляторних систем у МЄП під час проведення ритмокардіограми ( $M \pm m$ )

Вік обстежених осіб	ІН	
	Основна група (n=30)	Контрольна група (n=30)
До 29 років	79,16±8,36	51,1±10,91*
30-39 років	143,00±28,5	80,40±9,80*
40 років і більше	154,29±36,56	79±5,44*
Загалом	125,50±16,35	80,83±5,11*

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



2. Отримані дані спектрального аналізу свідчать про зниження показника SDNN та зростання коефіцієнта LF/HF у МЕР, що вказує на посилення симпатичної регуляції для даної категорії працівників.

3. Виявлені вікові зміни у спектральних показниках ВРС (приріст частки дуже низькочастотних коливань — VLF) свідчать про зниження функціонального стану організму та перехід керування серцевим ритмом на гуморально-метаболический рівень.

4. Динаміка ІН у МЕР свідчить, що з віком відбуваються певні компенсаторно-адаптаційні процеси, які забезпечують напруження функціональних захисних регуляторних систем організму, що проявляється активацією симпато-адреналової системи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. — М. : Наука, 1984. — 220 с.

2. Кундієв Ю.І. Професійне здоров'я в Україні. Епідеміологічний аналіз / Ю.І. Кундієв, А.М. Нагорна. — К. : Авіценна, 2006. — 316 с.

3. Кундієв Ю.І. Напруженість праці як фактор професійного стресу та ризику здоров'я / Ю.І. Кундієв, В.І. Чернюк, В.М. Шевцова // Український журнал з проблем медицини праці. — 2005. — № 3-4. — С. 90-99.

4. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов ; Иван. гос. мед. академия. — Иваново, 2002. — 290 с.

5. Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій залізничного транспорту, метрополітенів та підприємств міжгалузевого промислового залізничного транспорту України : наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 29.04.2010 № 240.

6. Палійчук С.П. Особливості умов праці машиністів електропоїздів метрополітену і атестація робочих місць / С.П. Палійчук // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть : матер. XIV з'їзду гігієністів України. — Дніпропетровськ, 2004. — Т. 2. — С. 66-67.

7. Условия труда машинистов электропоездов метрополитена, особенности изучения и оценки / С.П. Палийчук, М.И. Захаренко, В.Г. Мартирозова, Л.П. Городецкая // Актуальные проблемы транспортной медицины. — 2005. — № 2. — С. 56-59.

8. Психофизиология : учебник для вузов / под ред. Александрова Ю.И. — СПб : Питер, 2004. — 464 с.

9. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье. — М., 1960. — 167 с.

10. Швалев В.Н. Феномен ранней возрастной инволюции симпатического отдела вегетативной нервной системы / В.Н. Швалев, Н.А. Тарский // Кардиология. — 2001. — № 2. — С. 10-14.

11. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of measurements, Physiological Use // Circulation. — 1996. — № 93. — P. 1043-1065.

#### REFERENCES

1. Baevskii R.M., Kirillov O.I., Kletschin S.Z. Matematicheskii analiz izmenenii serdechnogo ritma pri stresse [Mathematical analysis of the changes in heart rate during stress]. Moscow : Nauka ; 1984 : 220 p. (in Russian)

2. Kundiiiev Yu.I., Nagorna A.M. Profesiine zdorovia v Ukraini. Epidemiologichnyi analiz [Occupational Health in Ukraine. Epidemiological Analysis]. Kyiv : Avitsena ; 2006 : 316 p. (in Ukrainian)

3. Kundiiiev Yu.I., Cherniuk V.I., Shevczova V.M. Ukrainskiy zhur-

nal z problem medycyny pratsi. 2005 ; 3-4 : 90-99. (in Ukrainian)

4. Mikhailov V.M. Variabelnost ritma serdtsa: opyt prakticheskogo primeneniia metoda [Heart Rate Variability: the Experience of the Practical Application of the Method]. Ivanovo ; 2002 : 290 p. (in Russian)

5. Poriadok provedennia medychnykh ohliadiv pratsivnykiv pevnykh katehorii zaliznychnoho transportu, metropoliteniv ta pidpriemstv mizhhaluzevoho promyslovoho zaliznychnoho transportu Ukrainy : Nakaz Ministerstva transportu ta zviazku Ukrainy 29.04.2010 № 240 [Procedure of Medical Examinations of Workers of Certain Categories of Railways, Subways and Interdepartmental Industrial Railway Transport of Ukraine: Decree of the Ministry of Transport and Communications of Ukraine of April 29, 2010 № 240] (in Ukrainian)

6. Paliichuk S.P. Osoblyvosti umov pratsi mashynistiv elektro-poizdiv metropolitenu i atestatsia robochych mist [Features of Working Conditions and Certification of Workplaces of Subway Train Drivers]. In : Hihienichna nauka ta praktyka na rubezhi stolit : Materialy XIV zizdu hihienistiv Ukrainy [Hygienic science and practice at the turn of the century: XIV Congress of Hygienists of Ukraine Materials]. Dnipropetrovsk ; 2004 ; 2 : 66-67 (in Ukrainian)

7. Paliichuk S.P., Zakharenko M.I., Martirosova V.G., Gorodetskaia L.P. Aktualnye problemy transportnoi meditsiny. 2005 ; 2 : 56-59. (in Russian)

8. Aleksandrov Yu.I. (ed.) Psikhofiziologiya: a Textbook for High Schools]. Sankt-Peterburg : Piter ; 2004 : 464 p. (in Russian)

9. Sele G. Ocherki ob adaptatsionnom sindrome [Essays on Adaptation Syndrome]. Moscow ; 1960 : 167 p. (in Russian)

10. Shvalev V.N., Tarskyi N.A. Kardiologiya. 2001 ; 2 : 10-14 (in Russian)

11. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Use. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Circulation ; 1996 ; 93 (5) : 1043-1065.

Надійшла до редакції 12.07.2014