

УДК [612.1:622.867-057.1]:001.891.5

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У ПРАЦІВНИКІВ ДЕРЖАВНИХ ВОЄНІЗОВАНИХ ГІРНИЧОРЯТУВАЛЬНИХ (АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ) СЛУЖБ МЕТОДОМ МОНІТОРИНГУ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ТА ЧАСТОТИ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ

Кудієвський Я. В., Соловйов О. І.

Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва
Національної академії медичних наук України», м. Київ

Вступ. Професійна діяльність гірничорятувальників пов'язана зі специфічними умовами праці, для яких характерне виконання особливо важкої та особливо напруженої праці, під впливом комбінованої дії небезпечних факторів надзвичайних аварійних ситуацій. Крім того, робота в режимі чергування в умовах постійного очікування сигналу «тривога» супроводжується підвищенням рівня нервово-емоційного напруження, необхідністю швидкого перемикання з одного виду діяльності на інший, що створює додаткове напруження на серцеву та судинну ланки системи кровообігу. Серед гірничорятувальників України метод моніторингу артеріального тиску (АТ) та частоти серцевих скорочень (ЧСС) дотепер не застосовувався.

Мета дослідження – оцінка функціонального стану серцево-судинної системи методом моніторингу АТ та ЧСС у працівників Державних воєнізованих гірничорятувальних (аварійно-рятувальних) служб під час чергувань.

Матеріали та методи дослідження. Проведено дослідження стану функціонування серцево-судинної системи у працівників Державних воєнізованих гірничорятувальних (аварійно-рятувальних) служб. Обстежено 35 осіб у режимах 12-год денного та нічного чергування методом моніторингу АТ та ЧСС приладом ВАТ41-2 (ІКС-Техно, Україна) з інтервалом виміру показників кожні 30 хв протягом однієї зміни.

Результати. Виявлено стійке підвищення середнього АТ і ЧСС до верхньої границі норми під час чергувань. Індивідуальні максимальні значення систолічного АТ (САТ) досягали меж 239 мм рт. ст., діастолічного АТ (ДАТ) – 163 мм рт. ст., ЧСС – 219 уд/хв, а мінімальні значення зафіксовані на рівні 86 мм рт. ст., 38 мм рт. ст. і 36 уд/хв відповідно. Також реєстрували збільшення швидкості ранкового підйому діастолічного тиску на 19,2 мм рт. ст./год за фізіологічної норми до 6 мм рт. ст./год, систолічного – 14,7 мм рт. ст./год за норми до 10 мм рт. ст./год.

Висновки. У обстежених гірничорятувальників протягом денної та нічної 12-год змін спостерігається стан значного напруження регуляторних механізмів серцево-судинної системи у вигляді стійкого підвищення САТ, ДАТ і ЧСС до верхньої границі норми. У працівників нічної зміни реєструються значні відхилення показників АТ від норми в бік збільшення швидкості ранкового підйому систолічного в 1,5 разу та діастолічного тиску більше ніж у 3,0 разу, що в подальшому може призвести до незворотних патологічних змін. Врахування індивідуальних показників АТ і ЧСС у гірничорятувальників дозволить звернути увагу на початкові прояви передпатологічних станів серцево-судинної системи, що є важливим для попередження розвитку судинних катастроф.

Ключові слова: гірничорятувальники, серцево-судинна система, моніторинг артеріального тиску

Вступ

Основні працівники (особовий склад) Державних воєнізованих гірничорятувальних (аварійно-рятувальних) служб (далі гірничорятувальники*) безпосередньо забезпечують здійснення екстрених і невідкладних заходів щодо запобігання та ліквідації

надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їхніх наслідків, проведення пошукових і аварійно-рятувальних робіт. За результатами наукових досліджень [1] було встановлено, що умови праці на робочих місцях гірничорятувальників за критеріями ДСНтаП «Гігієнічна класифікація

*Тут і далі мається на увазі особовий склад Державної воєнізованої гірничорятувальної служби у вугільній промисловості України (ДВГРС) та основні працівники Державного воєнізованого гірничорятувального (аварійно-рятувального) загону Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДВГРЗ ДСНС України).

праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», які затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 8 квітня 2014 р. № 248, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України від 6 травня 2014 р. за № 472/252492 (ДСНтаП «Гігієнічна класифікація праці»), відносяться до 4 класу (небезпечні).

Ліквідація наслідків аварій у шахтах силами гірничорятувальників пов'язана з неминучим контактом з важко травмованими людьми, пошуком і вилученням загиблих, їхніх рештків та фрагментів тіл різної давнини, тому вже перед початком рятувальної операції у чверті гірничорятувальників фіксується наявність страху [2]. Екстремальні умови праці мають потужний, іноді позাপороговий (відносно рівня психологічної стійкості) вплив на основні органи та системи гірничорятувальників, створюючи значні ризики виникнення гострих небезпечних для здоров'я й життя станів, які вимагають першочергової невідкладної медичної допомоги.

Діяльність рятувальників у період між випадками аварійних ситуацій, тобто в режимі чергування в місці дислокації гірничорятувального загону, відбувається в режимі очікування сигналу «тривога» і передбачає підтримку належного функціонального стану організму, формування адаптації до важкої роботи за умов несприятливого шахтного мікроклімату. З цією метою проводяться регулярні тренування з імітацією аварійної ситуації на власних майданчиках і в обслуговуваних та навчальних шахтах із залученням газозахисних ізолюючих протигазів та спецодягу, силових і теплових навантажень. Усе це призводить до значних гемодинамічних коливань, створюючи напруження на серцеву та судинну ланку системи кровообігу.

Мета дослідження – оцінка функціонального стану серцево-судинної системи методом моніторингу артеріального тиску (АТ) та частоти серцевих скорочень (ЧСС) у працівників Державних воєнізованих гірничорятувальних (аварійно-рятувальних) служб під час чергування.

Матеріали та методи дослідження

Фізіологічні дослідження проведені в місці дислокації оперативних підрозділів воєнізованих гірничорятувальних загонів міст Кривий Ріг (Дніпропетровська обл.) та Мирноград (Донецька обл.). Обстежено 35 осіб у віці від 23 до 54 років, середній

вік становив 37,3 (мін. 35,8; макс. 38,9) років, усі – чоловіки (100 %). Було виділено дві групи за режимами 12-год чергування: група з денним чергуванням (з 7.00 до 19.00), яку склали 20 осіб, середній вік 37,1 (мін. 35,1; макс. 39,0) років; група з нічним чергуванням (з 19.00 до 7.00), яку склали 15 осіб, середній вік 37,7 (мін. 35,2; макс. 40,2) років. Усі обстежені були проінформовані відносно цілі та методу дослідження, наслідком чого були підписані інформаційні згоди відповідно до етичних принципів медичних досліджень (Ethical principles for medical research involving human subjects. World Medical Association Declaration of Helsinki, 2001 р.).

Усім гірничорятувальникам було проведено моніторинг АТ і ЧСС з використанням вимірювача АТ ВАТ41-2 (ІКС-Техно, Україна). Вимірювання АТ виконувались в автоматичному режимі з інтервалом 30 хв протягом 1 зміни. З подальшого аналізу результатів вимірювання виключались апаратні помилки та невірні значення показників (надмірні максимальні чи мінімальні значення АТ внаслідок активних рухів, які виявлялися шляхом співставлення часу виміру з щоденником пацієнта та розкладом завдань чергування, якому повинен слідувати черговий гірничорятувальник).

Було проведено оцінювання наступних показників: середній рівень (денний та нічний) систолічного АТ (САТ), середній рівень (денний та нічний) діастолічного АТ (ДАТ), середній рівень (денний та нічний) ЧСС, величина ранкового підйому САТ і ДАТ, швидкість ранкового підйому САТ і ДАТ, індивідуальні показники АТ і ЧСС.

Результати дослідження та їх обговорення

Особливості моніторингу АТ і ЧСС у гірничорятувальників під час денної зміни. Показники САТ денної зміни не виходили за верхню границю норми, окрім першої години початку зміни (з 6.30 по 7.30). Акрофаза максимуму всієї зміни становила ($146 \pm 12,17$) мм рт. ст. о 6.30 (рис. 1). У подальшому показники середнього САТ поступово зменшувались до 10.30 ($121,0 \pm 3,93$) мм рт. ст.), після чого крива САТ зазнавала деяких коливань, знижуючись до ($119,8 \pm 4,3$) мм рт. ст. (12.00, акрофаза мінімуму всієї зміни) й підвищуючись до ($133,30 \pm 9,44$) мм рт. ст. (13.00). Згодом о 16.00, досягнувши позначки ($129,20 \pm 3,93$) мм рт. ст., крива САТ стабілізувалась, тримаючись на рівні приблизно 130 мм рт. ст. до кінця денної зміни.

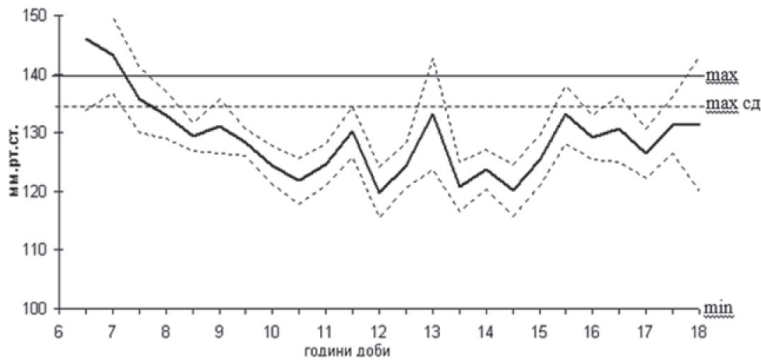


Рис. 1. Середні значення показників систолічного артеріального тиску протягом денної зміни

Примітка. *min* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми; *max сд* – верхня середньоденна границя норми при реєстрації САТ шляхом добового моніторингу.

Однак, якщо враховувати не середні значення, а індивідуальні показники САТ працівників денної зміни, то мають місце значні відхилення від норми, особливо в бік збільшення (рис. 2). Були зафіксовані показники САТ вище за 200 мм рт. ст., а саме: 239 мм рт. ст. (13.00) і 220 мм рт. ст. (16.30). Крім цього, протягом всієї зміни максимальні значення САТ фіксувалися вище, ніж верхня границя норми 140 мм рт. ст. Щодо мінімальних значень САТ, то за всю зміну систолічний тиск знижувався в період від 10.30 до 14.30 до 86 мм рт. ст. (12.00) (нижня границя норми 100 мм рт. ст.), а значних падінь САТ не визначалось.

Середньогрупові показники ДАТ також перевищували верхню границю норми тільки перші пів-

години на початку зміни (з 6.30 по 7.00), з акрофазою максимуму ($93,70 \pm 5,81$) мм рт. ст. (7.00) (рис. 3). Далі ДАТ також поступово знижувався до 9.30, значно коливався до 14.30, з акрофазою мінімуму ($73,80 \pm 4,74$) мм рт. ст. о 13.30, після чого до кінця зміни залишався з незначними коливаннями на рівні приблизно 85 мм рт. ст.

Індивідуальні показники ДАТ працівників денної зміни також мали значні коливання (рис. 4). Зареєстровано значне перевищення верхньої границі норми, причому в двох випадках ДАТ перевищував 150 мм рт. ст.: 163 (11.30) і 159 (16.30) мм рт. ст. Інші максимальні показники також реєструвалися вище за норму протягом всієї зміни, окрім двох

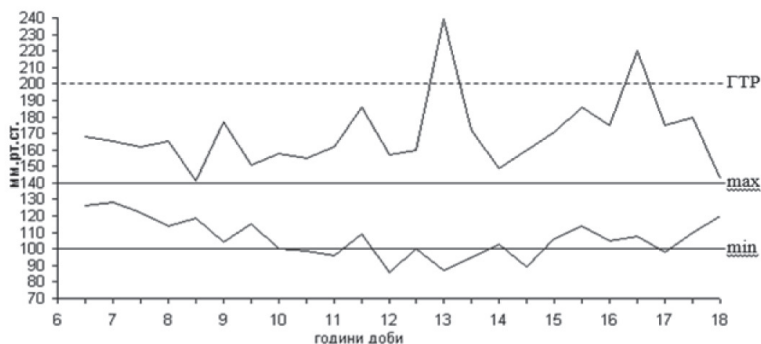


Рис. 2. Індивідуальні максимальні та мінімальні значення систолічного артеріального тиску протягом денної зміни

Примітка. *min* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми, ГТР – умовний рівень гіпертонічного типу реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження.

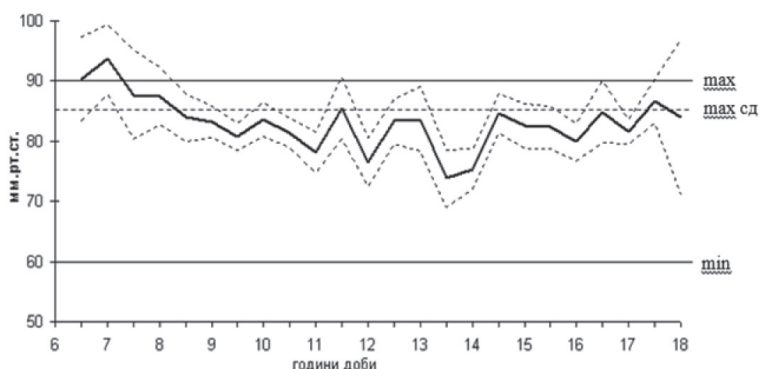


Рис. 3. Середні значення показників діастолічного артеріального тиску протягом денної зміни

Примітка. *min* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми, *max сд* – верхня середньоденна границя норми при реєстрації ДАТ шляхом добового моніторингу.

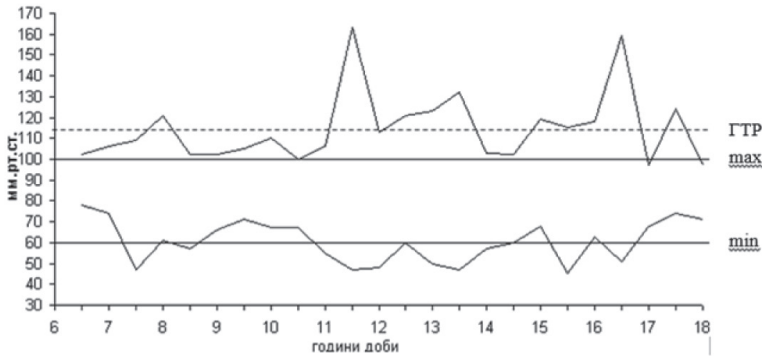


Рис. 4. Індивідуальні максимальні та мінімальні значення діастолічного артеріального тиску протягом денної зміни

Примітка. *min* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми, ГТР – гіпертонічний, аномальний тип реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження.

точок заміру тиску в самому кінці зміни, коли ДАТ був на 3 мм рт. ст. нижче за верхню границю норми. Мінімальні значення ДАТ коливались на нижній границі норми, іноді падаючи впродовж зміни до 50 мм рт. ст. (найнижче значення було зафіксовано на рівні 45 мм рт. ст. ближче до кінця зміни об 15.30).

Середні значення ЧСС перевищували верхню границю норми на початку зміни з 8.00 ($93,90 \pm 9,51$) уд/хв до 8.30 ($97,70 \pm 11,37$) уд/хв, акрофаза максимуму) (рис. 5). Також незначне перевищення ($90,70 \pm 2,36$) уд/хв зафіксовано о 14.30. Інші показники середнього ЧСС не виходили за границю норми, коливаючись впродовж зміни

близько 85 уд/хв. Акрофаза мінімуму становила (75 ± 10) уд/хв і зареєстрована в самому кінці зміни о 18.00.

При аналізі індивідуальних показників ЧСС виявлено значні перевищення норми (рис. 6). Занадто високі показники, які перевищують 200 уд/хв, зареєстровано 8.30 (219 уд/хв) та 16.30 (217 уд/хв). Також зафіксовано кілька перевищень межі в 150 уд/хв: 8.00 (183 уд/хв), 11.30 (164 уд/хв), 12.00 (194 уд/хв) та 13.00 (156 уд/хв). Інші максимальні показники ЧСС теж реєструвалися вище за норму протягом всього часу спостереження, окрім заміру показника в самому кінці зміни (85 уд/хв). Серед мінімальних показників ЧСС (які колива-

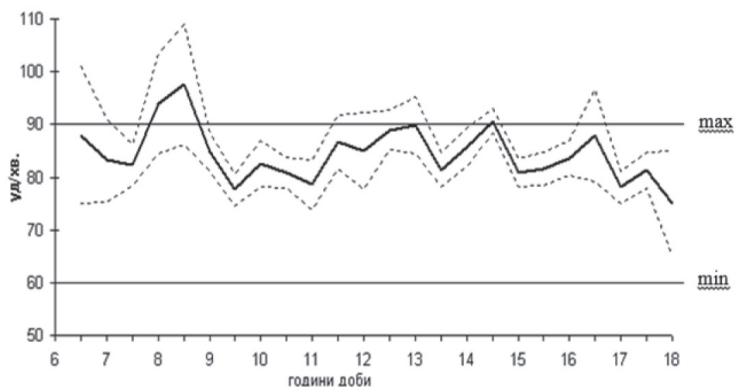


Рис. 5. Середні значення показників частоти серцевих скорочень протягом денної зміни

Примітка. *min* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми ЧСС для денної зміни.

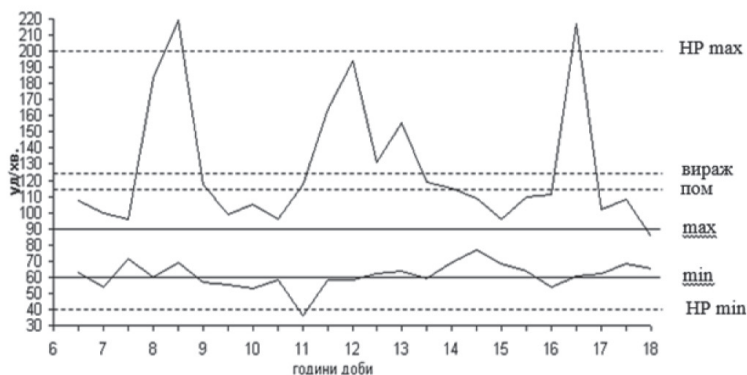


Рис. 6. Індивідуальні максимальні та мінімальні значення частоти серцевих скорочень протягом денної зміни

Примітка. *min* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми, *пом* – помірна тахікардія; *вираж.* – виражена тахікардія, *HR max* – небезпечний рівень тахікардії, *HR min* – небезпечний рівень брадикардії.

лись на нижній границі норми) зареєстровано зменшення серцевих скорочень нижче ніж 40 уд/хв об 11.00 (36 уд/хв).

Особливості моніторингу АТ і ЧСС у гірничорятувальників під час нічної зміни. Середньогрупові показники САТ нічної зміни не перевищували денний та нічний діапазони норми, до 0.00 коливаючись, приблизно, на рівні вдень — 125 мм рт. ст., вночі — 115 мм рт. ст., а вранці — формуючи о 6.00 класичний ранковий пік до $(132,80 \pm 6,99)$ мм рт. ст., який також не перевищував верхньої границі норми (рис. 7).

Проте індивідуальні показники САТ вказують на значне перевищення верхньої границі норми (рис. 8). Так, о 22.00 та 23.00 виявлено збільшення САТ

понад 200 мм рт. ст. — 209 та 202 мм рт. ст. відповідно. Інші максимальні показники САТ не знижувались до верхньої границі норми увесь час зміни, окрім початку (з 18.00 до 19.00) та кінця зміни (6.30). Також звертає на себе увагу високий рівень максимального САТ вночі. Щодо мінімальних значень САТ, то тиск за всю зміну опускався за нижню границю норми лише кілька разів: о 22.00 (97 мм рт. ст.), 23.30 (92 мм рт. ст.) та 5.30 (97 мм рт. ст.).

Показники середнього ДАТ вдень також не виходили за верхню границю норми (рис. 9). На початку та в кінці нічного періоду ДАТ дещо виходив за нормальні верхні значення: $(70,10 \pm 1,93)$ мм рт. ст. (0.30) та $(70,10 \pm 2,72)$ мм рт. ст. (4.30). Ранковий

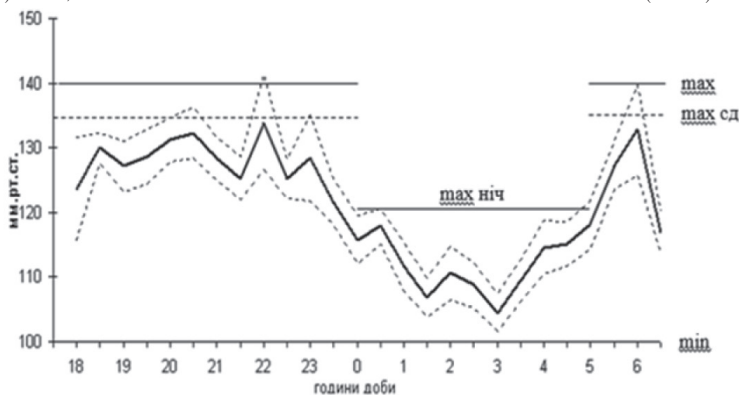


Рис. 7. Середні значення показників систолічного артеріального тиску протягом нічної зміни

Примітка. *min* — нижня границя норми, *max* — верхня границя норми, *max сд* — верхня середньоденна границя норми при реєстрації САТ шляхом добового моніторингу, *max ніч* — верхня границя норми в нічний період доби.

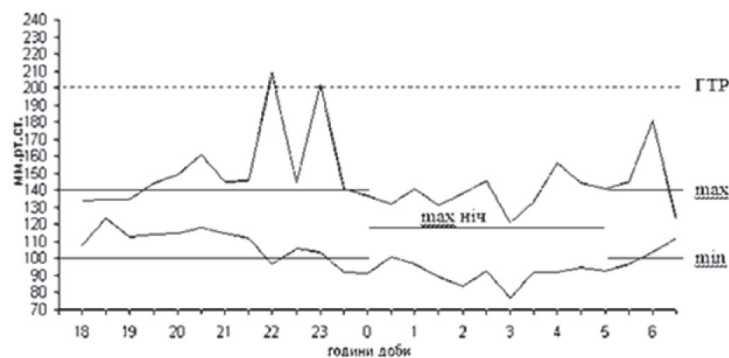


Рис. 8. Індивідуальні максимальні та мінімальні значення систолічного артеріального тиску протягом нічної зміни

Примітка. *min* — нижня границя норми, *max* — верхня границя норми, *ГТР* — умовний рівень гіпертонічного типу реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження, *max ніч* — верхня границя норми в нічний період доби.

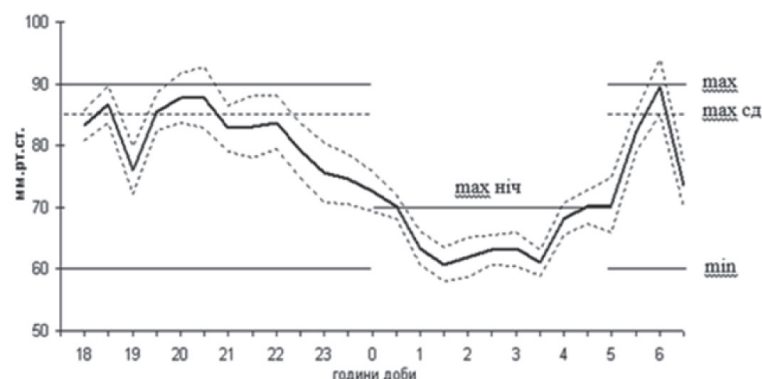


Рис. 9. Середні значення показників діастолічного артеріального тиску протягом нічної зміни

Примітка. *min* — нижня границя норми, *max* — верхня границя норми, *max сд* — верхня середньоденна границя норми при реєстрації ДАТ шляхом добового моніторингу, *max ніч* — верхня границя норми в нічний період доби.

пік о 6.00 майже впритул наближався до верхньої границі норми – $(89,60 \pm 4,44)$ мм рт. ст.

Отримані індивідуальні максимальні показники ДАТ вказували на декілька значних перевищень норми о 20.30 (127 мм рт. ст.), об 23.00 (123 мм рт. ст.) та ранковий пік о 6.00 (123 мм рт. ст.) (рис. 10). Вночі максимальні значення не опускались до верхньої границі норми, причому о 3.00 відмічено підвищення ДАТ до 94 мм рт. ст. Мінімальне значення ДАТ нижче від норми зафіксовано 20.30 (54 мм рт. ст.), згодом, починаючи з 22.00 до 5.30, мінімальний ДАТ знижувався приблизно до 50 мм рт. ст., (о 5.00 зареєстровано значення ДАТ 38 мм рт. ст.).

При аналізі середньогрупових показників ЧСС перевищення верхньої границі норми було зафіксовано тільки на початку зміни о 18.30 $(96,50 \pm 7,44)$ уд/хв (рис. 11).

Далі ЧСС знижувалась до рівня приблизно 80 уд/хв, й трималась до нічного періоду зміни. До ранкового підвищення показника середня ЧСС була на рівні 60 уд/хв, а з 5.00 і до 6.00 ЧСС підвищувалась з $(75,4 \pm 5,9)$ уд/хв до $(80,0 \pm 2,53)$ уд/хв.

Індивідуальні максимальні значення ЧСС не перевищували верхню границю норми тільки на самому початку зміни, перед початком нічного періоду та наприкінці зміни. Початок зміни о 18.30

відзначався піком 118 уд/хв, а ранковий підйом ЧСС о 5.00 становив 136 уд/хв (рис. 12). Також звертає на себе увагу те, що рівень максимального ЧСС вночі не знижувався до верхньої границі норми, а о 4.00 зареєстровано показник 99 уд/хв. Мінімальні показники ЧСС нижче границі норми реєструвались о 20.30 (55 уд/хв), з 23.00 до 23.30 (58 і 55 уд/хв), та о 5.30 (52 уд/хв).

Закінчення

Аналіз даних моніторингу АТ і ЧСС вказує на зв'язок функціонального стану системи кровообігу рятувальників з фактором «очікування надзвичайної події», який тривав протягом усієї зміни. Незважаючи на те, що середній рівень САТ за одну зміну не перевищував фізіологічної норми, рівень ДАТ наближався до верхньої границі норми, і був на рівні, чи вище 80 мм рт. ст. більшу частину зміни. Причому перевищення нічної норми 69 мм рт. ст. [3] зафіксовано в працівників нічної зміни, що має більш негативне прогностичне значення, оскільки це вказує на формування патологічної зміни нормального фізіологічного циркадного ритму ДАТ. Відомо, що навіть за умов тривалої роботи в нічному режимі добовий біологічний ритм АТ може не

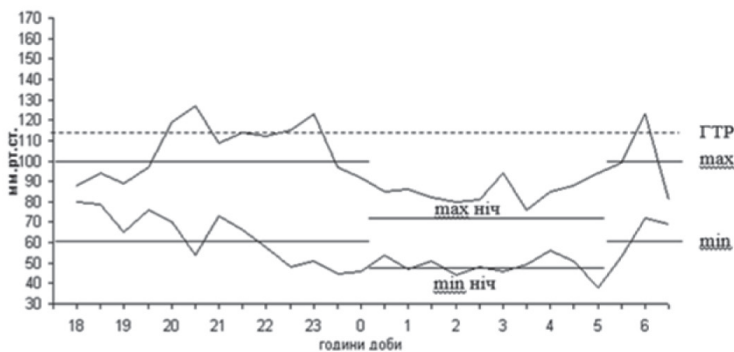


Рис. 10. Індивідуальні максимальні та мінімальні значення діастолічного артеріального тиску протягом нічної зміни

Примітка. *tip* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми, ГТР – гіпертонічний, аномальний тип реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження, *max ніч* – верхня границя норми в нічний період доби, *min ніч* – нижня границя норми в нічний період доби.

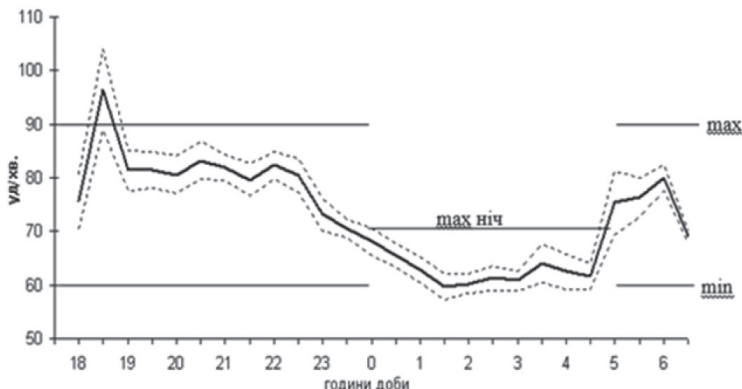


Рис. 11. Середні значення показників частоти серцевих скорочень протягом нічної зміни

Примітка. *tip* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми, *max ніч* – верхня границя норми в нічний період доби.

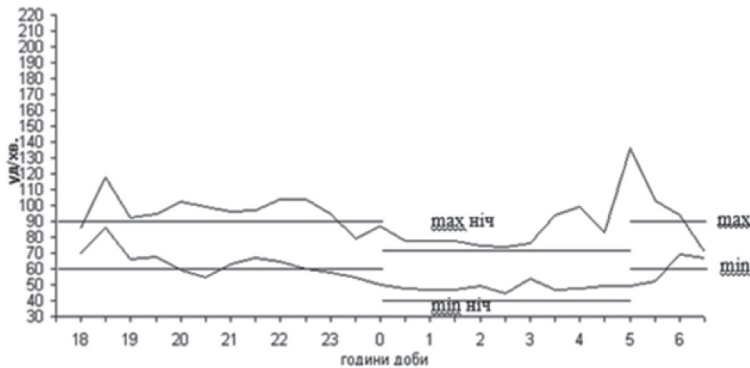


Рис. 12. Індивідуальні максимальні та мінімальні значення частоти серцевих скорочень протягом нічної зміни
Примітка. *min* – нижня границя норми, *max* – верхня границя норми, *max ніч* – верхня границя норми в нічний період доби, *min ніч* – нижня границя норми в нічний період доби.

змінюватись, чи змінюється незначним чином, і робітник, який працює в нічні години, пристосовується до даних умов всупереч власним біоритмам [4]. Тобто, створення тренду до збільшеного ДАТ у нічні години, а також наявність високого ранкового піка до порогового рівня, вказує на формування в рятувальників стану значного напруження регуляторних механізмів серцево-судинної системи.

Акцентуючи увагу на стандартах діагностики артеріальної гіпертензії, затверджених Асоціацією кардіологів України (2016 р.), рівень денного та нічного АТ оцінюється за категорією вимірювання, тобто при реєстрації тиску шляхом добового моніторингу, верхня середньоденна границя норми буде становити не 139/89 (як при звичайному, чи «офісному» вимірюванні), а 129/79 мм рт. ст [3]. Таким чином, моніторуємий (чи, за Асоціацією кардіологів України, «амбулаторний») ДАТ у гірничорятувальників частіше реєструється вище за верхню границю норми, особливо в нічну зміну, що є потенційно небезпечним чинником, який може призводити до міокардіальних та церебральних катастроф [3, 5–8].

Отже, середній АТ, який реєструвався протягом зміни, знаходився в положенні наближення до верхньої границі норми, чи незначно перевищуючи її. І тільки зареєстроване на початку вимірювань перевищення верхньої границі норми АТ необхідно враховувати дуже обережно, або взагалі не брати до уваги, оскільки, за даними літератури деяких авторів, перші дві години (за деякими авторами до 4 год) пацієнт адаптується до приладу [9, 10].

Ранковий підйом АТ у нічної зміни також має суттєве прогностичне значення, оскільки значне його підвищення приводить до зростання частоти гострих ускладнень артеріальної гіпертензії, зокрема інфаркту міокарда та інсульту, саме у вранішній час (з 6 до 12 год ранку) [11, 12]. Характерним

показником ризику виникнення судинних катастроф є величина ранкового підйому АТ, яка не повинна перевищувати 56 мм рт. ст. у разі САТ, та 30–36 мм рт. ст. у разі ДАТ [13]. У рятувальників величина ранкового підйому САТ становила 28,3 мм рт. ст., а ДАТ – 28,9 мм рт. ст., тобто майже верхня границя норми.

Також надзвичайно важливим параметром є швидкість ранкового підйому АТ за 1 год. У проміжок часу з 5.00 до 6.00 зафіксоване в рятувальників підвищення ДАТ становило 19,2 мм рт. ст./год при нормі до 6 мм рт. ст./год, а підвищення САТ становило 14,7 мм рт. ст./год при нормі до 10 мм рт. ст./год [12]. Разом з тим, за даними літератури, тією критичною швидкістю, що вже провокує виникнення більшості епізодів «німої» ішемії міокарда в осіб з наявною ішемією, є 15 мм рт. ст./год [14].

Таким чином, зареєстроване ранкове підвищення АТ за рахунок судинного компоненту регуляції (ДАТ) більше ніж у 3 рази перевищувало норму, на відміну від серцевого компоненту (САТ), який перевищував норму «лише» в 1,5 рази, що вказує на значне навантаження регуляторних механізмів серцево-судинної системи, що в подальшому, при збереженні наявного статусу АТ може призвести до незворотних патологічних змін.

При аналізі даних середньої ЧСС перевищення верхньої границі норми фіксується на початку як денної, так і нічної зміни, але денна зміна мала деяке «відстрочення» перевищення на 1,5 год від початку зміни, яке тривало 1 год, на відміну від дещо коротшого аналогічного періоду початку нічної зміни. Крім цього, ЧСС денної зміни реєструвалась протягом зміни на досить високому рівні, близько 85 уд/хв, що можливо вказує на більше залучення енергетичних ресурсів в першу (світлу) частину доби.

Проте високий рівень середньої ЧСС також може свідчити й про високі ризики розвинення патологічного стану, оскільки при тому рівні ЧСС, який не має ризиків виникнення гострої ішемії міокарда (тобто менше за 70 уд/хв) [3], денна та нічна зміни (окрім періоду з 23.00 до 5.30) мали показники середньої ЧСС вище за 80 уд/хв, що при застоюванні алгоритму оцінки прогнозу розвитку інфаркту міокарда вказує на певні ризики розвитку гострої ішемії [3].

Окремого розгляду потребують індивідуальні показники АТ і ЧСС у гірничорятувальників, оскільки на відміну від середніх показників вищезазначені зафіксовані коливання набувають досить значних величин протягом зміни. Так, значення САТ понад 200 мм рт. ст. реєструвались у денну і нічну зміни, причому в денний час було зареєстровано 239 мм рт. ст., тобто показник, при якому значно зростає величина гемодинамічного удару, пропорційного кінетичній енергії, з якою кров викидається з серця в судини. Дану відповідь серцево-судинної системи на фізичне навантаження необхідно враховувати як атипову, оскільки таке підвищення максимального артеріального тиску до 180–220 мм рт. ст. є гіпертонічним типом реакції, і може бути ознакою передгіпертонічного стану [15].

Зафіксовані індивідуальні значні підвищення ДАТ також мали місце, особливо в денну зміну, де наявні декілька зареєстрованих значень понад 150 мм рт. ст. та максимальним показником 163 мм рт. ст. Враховуючи те, що відповіддю на фізичне навантаження є зростання саме САТ, при незмінному чи мало зростаючому ДАТ, то за умов підвищення ДАТ на 15 мм рт. ст. і більше від верхньої границі норми слід вважати аномальною реакцією на навантаження [16].

Але окрім зареєстрованих окремих випадків збільшення АТ, виявляються й випадки значного зменшення АТ, що є прогностично більш негативним чинником у плані розвитку небезпечних для здоров'я та життя станів [17–19]. Якщо брати до уваги те, що критичним рівнем АД є 60/40 мм рт. ст. [20], а показник ДАТ менше ніж 55–60 асоціюється зі збільшенням частоти загальних серцево-судинних ускладнень, включаючи інфаркт міокарда [18], то при зареєстрованих у працівників денної зміни показників ДАТ нижче ніж 50 мм рт. ст. є вагомим побоювання відносно можливого розвитку гострого патологічного стану. У працівників нічної зміни

зареєстровані показники були ще нижчими, так о 5.00 показник ДАТ склав 38 мм рт. ст., а за G. W. Sotmes з співавторами, при зниженні ДАТ нижче за 50 мм рт. ст. ризик розвитку інсульту збільшується в два рази, при ще більшому зниженні ДАТ ризик збільшується до небезпечних меж [19].

При інтерпретації отриманих даних важливо комплексно оцінювати показники моніторингу АТ і ЧСС, але кожен з оцінюваних параметрів важливий і сам по собі. Якщо взаємозв'язок САТ і ДАТ взаємозалежний і повинен розглядатися в порівнянні, то до оцінки залежності параметрів АТ з ЧСС потрібно ставитися більш відсторонено. Ще в дослідах на щурах з есенціальною артеріальною гіпертензією R. Kreutz із співавторами встановив локус хромосоми, який обумовлює ЧСС поза впливу на АТ [21].

При інтерпретації індивідуальних показників ЧСС зафіксовані значні коливання показників, особливо в працівників денної зміни. Відомо, що ЧСС знаходиться в лінійній залежності від величини фізичного навантаження й прямо пропорційна від споживання кисню [16, 22]. Проте надмірне збільшення ЧСС є одним з основних незалежних факторів ризику серцево-судинних захворювань та смертності [23, 24]. Якщо виявлені показники співвіднести до класифікації тахікардії залежно від темпу серцевих скорочень (помірна: до 100 уд/хв; виражена: до 125 уд/хв; надмірна: понад 125 уд/хв) [25], то в робітників денної зміни були зафіксовані значення ЧСС понад 200 уд/хв, тобто найвищий клас градації тахікардії. Зважаючи на те, що симпатична гіперреактивність, яка формує стан тахікардії, обумовлює динамічну субендокардіальну ішемію міокарда, може призводити до значних ризиків розвитку патології, показники ЧСС робітників денної зміни вказують на небезпечні для життя перевантаження.

Також небезпечним є стан брадикардії, наявність якого було зареєстровано в рятувальників. Сповільнення ритму менше ніж 50 уд/хв в активний період чи менше 40 уд/хв у період сну може вказувати на пригнічення функції синусного вузла, пов'язане з гіперваготонією або органічним пошкодженням його анатомічної структури [26]. Враховуючи це, індивідуальні показники ЧСС у робітників нічної зміни, які наближались до 45 уд/хв, а в денну зміну навіть до 36 уд/хв, мають звернути на себе особливу увагу для попередження розвитку стану пригнічення функції синусного вузла з

можливим подальшим прогресуванням й навіть до розвитку критичного для життя стану.

Отже, аналіз динаміки середньогрупових показників моніторингу АТ і ЧСС виявив відмінності стану серцево-судинної системи від фізіологічної норми протягом 12-год денної та нічної робочої зміни обстежених гірничорятувальників. Наявне значне нервово-емоційне напруження у вигляді досить високого протягом зміни рівня АТ, підвищеного нічного АТ, швидкості зростання ранкового АТ. Також важливу прогностичну роль відіграє дисбаланс наявного зростання САТ і ДАТ, що характерний для осіб, які залучені в професіях, пов'язаних із психоемоційним перенапруженням, та в яких зазначається більша частота діастолічної артеріальної гіпертензії [27].

Окрему увагу слід приділити індивідуальним показникам АТ і ЧСС, які значно відхиляються від нормальних значень, при тому що професійний добір у професії гірничорятувальників досить жорсткий, а регулярні медичні огляди постійно контролюють стан їхнього здоров'я. Можливо на функ-

ціональний стан серцево-судинної системи вагомий вплив мають вік і професійний стаж або інші чинники, що потребує подальших наукових досліджень.

Висновки

1. У гірничорятувальників протягом денної та нічної 12-год зміни спостерігається стан значного напруження регуляторних механізмів серцево-судинної системи у вигляді стійкого підвищення САТ, ДАТ і ЧСС до верхньої границі норми.
2. У працівників нічної зміни реєструються значні відхилення показників АТ від норми у вигляді збільшення швидкості ранкового підйому САТ у 1,5 разу, і ДАТ більше ніж у 3 рази, що в подальшому може призвести до незворотних патологічних змін.
3. Врахування індивідуальних показників АТ і ЧСС у гірничорятувальників дозволить звернути увагу на початкові прояви передпатологічних станів серцево-судинної системи і попередити подальший розвиток судинних катастроф.

8. Impact of High-Normal Blood Pressure on the Risk of Cardiovascular Disease. S. Ramachandran et al. The New England Journal of Medicine. 2001. V. 345. P. 1291–1297.

9. Стародубова А. В., Копелев А. Л. Суточное мониторирование артериального давления. Лечебное дело. 2010. № 1. С. 60–67.

10. Значення добового моніторингу артеріального тиску у практиці сімейного лікаря: методичні рекомендації; укл.: М. М. Гечко та ін. Ужгород: Вид-во УжНУ, 2013. 24 с.

11. Жаринов О. Й. Суточные колебания артериального давления и выбор оптимальной антигипертензивной терапии. Медицина світу. 2006. Т. 20, № 5. С. 412–418.

12. Нилова О. В., Колбасников С. В. Циркадный ритм артериального давления у больных артериальной гипертензией с гиперхолестеринемией в зависимости от выраженности сосудисто-мозговой недостаточности. Вестник Ивановской медицинской академии. 2016. Т. 21, № 2. С. 29–34.

13. Лунина М. Д., Утехина Г. А. Суточное мониторирование артериального давления. Санкт-Петербург: МАПО, 2010. 46 с.

14. Ахунова С. Ю., Кирилук И. П., Прокопьева С. Н. Практические аспекты метода суточного мониторирования артериального давления. Практическая медицина. 2011. № 4. С. 141–145.

15. Спортивная медицина; ред. В. Л. Карпман. Москва: Физкультура и спорт, 1987. 304 с.

Література

1. Особливості умов праці особового складу державної воєнізованої гірничорятувальної служби у вугільній промисловості України. В. І. Чернюк та ін. Український журнал з проблем медицини праці. 2017. № 3. С. 3–10.

2. Рядинська Є. М. Професіографічний аналіз діяльності фахівців державної воєнізованої гірничорятувальної служби України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. психол. наук: спец. 19.00.09. Нац. ун-т цивільного захисту України. Харків, 2011. 22 с.

3. Серцево-судинні захворювання. Класифікація, стандарти діагностики та лікування; за ред. В. М. Коваленка та ін. Київ: МОРІОН, 2016. 189 с. (Асоц. кардіологів України).

4. Гунтер Л. Практическая физиология труда; пер. с нем. Л. К. Хоцянов. Москва: Медицина, 1967. 336 с.

5. Сравнительная характеристика суточной динамики артериального давления у врачей хирургов и терапевтов. О. Л. Барбараш и др. Медицина в Кузбассе. 2006. № 1. С. 23–27.

6. Суточное мониторирование артериального давления. С. К. Кукушкин и др. Лечащий врач. 1999. № 9. С. 31–35.

7. Blood pressure variability and organ damage in a general population: results from the PAMELA Study. Sega R. et al. Hypertension. 2002. V. 39, № 2. P. 710–714.

16. Уилмор Дж. Х., Костилл Д. Л. Физиология спорта и двигательной активности. Киев: Олимпийская литература, 1997. 504 с.

17. Определение целевых уровней артериального давления при гипотензивной терапии у больных с тяжелой, резистентной к терапии, артериальной гипертонией. В. А. Любов и др. Российский кардиологический журнал. 2008. № 2. С. 67–81.

18. Карпов Ю. А. Ишемическая болезнь сердца в сочетании с артериальной гипертонией: особенности течения и лечения. Руководство по артериальной гипертонии; под ред.: Е. И. Чазов, И. Е. Чазова. Москва: Медиа Медика, 2005. С. 434–453.

19. The role of diastolic blood pressure when treating isolated systolic hypertension. G. W. Somes at al. Arch. Intern. Med. 1999. № 159. P. 2004–2009.

20. Арабидзе Г. Г. Основные принципы современной гипотензивной терапии. Ангиология и сосудистая хирургия. 1996. № 1. С. 130–140.

21. Evidence for primary genetic determination of heart rate regulation. Chromosomal mapping of a genetic locus in rat. R. Kreutz at al. Circulation. 1997. V. 96. P. 1078–1081.

22. Олейников В. Э., Кулюцин А. В., Лукьянова М. В. Аспекты физиологической регуляции и доступные

способы регистрации частоты сердечных сокращений. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2014. № 1. С. 70–80.

23. Частотные характеристики ритма сердца у здоровых лиц по данным холтеровского мониторирования. В. Э. Олейников и др. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2011. № 2. С. 107–116.

24. Prognostic benefits of reduction in cardiovascular disease. R. Ferrari at al. Eur. Heart J. 2003. V. 5. P. 10–14.

25. Вечерский Г. А., Баранов Л. Г., Лисютин В. Г. Справочник по клинической электрокардиографии. Минск: Беларусь, 1985. 79 с.

26. Целуйко В. И., Радченко О. В. Холтеровское мониторирование в диагностике нарушений ритма и проводимости сердца. Ліки України. 2016. № 5–6. С. 21–34.

27. Ермакова М. А., Афтанас Л. И., Шпагина Л. А. Особенности суточного профиля артериального давления при артериальной гипертензии у лиц различных профессий. Бюллетень СО РАМН. 2014. Т. 34, № 3. С. 92–97.

Кудиевский Я. В., Соловьев А. И.

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У РАБОТНИКОВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ВОЕНИЗИРОВАННЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ (АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ) СЛУЖБ МЕТОДОМ МОНИТОРИНГА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Государственное учреждение «Институт медицины труда имени Ю. И. Кудиева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев

Вступление. Профессиональная деятельность горноспасателей связана со специфическими условиями труда, для которых характерно выполнение особо тяжелых и особо напряженных работ под влиянием комбинированного действия опасных факторов чрезвычайных аварийных ситуаций. Кроме этого, работа в режиме дежурств в условиях постоянного ожидания сигнала «тревога» сопровождается повышением уровня нервно-эмоционального напряжения, необходимостью быстрого переключения с одного вида деятельности на другой, что создает дополнительную нагрузку на сердечное и сосудистое звенья системы кровообращения. Среди горноспасателей Украины метод мониторинга артериального давления и частоты сердечных сокращений до настоящего времени не применялся.

Цель исследования – оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы с помощью мониторинга артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) у работников Государственных военизированных горноспасательных служб во время дежурств.

Материалы и методы исследования. Проведено исследование состояния функционирования сердечно-сосудистой системы у работников Государственных военизированных горноспасательных служб. Обследовано 35 лиц в режимах 12-ч дневного и ночного дежурства с помощью мониторинга артериального давления (АД) и ЧСС прибором ВАТ41-2 (ИКС-Техно, Украина) с интервалом измерения показателей каждые 30 мин. на протяжении всей смены.

Результаты. Обнаружено стойкое повышение среднего АД и пульса до верхней границы нормы на протяжении рабочей смены, причем индивидуальные максимальные значения систолического давления достигали 239 мм рт. ст., диастолического – 163 мм рт. ст., пульса – 219 уд/мин., а минимальные значения зафиксированы на уровне 86 мм рт. ст., 38 мм рт. ст. и 36 уд/мин. соответственно. Также регистрировалось увеличение скорости утреннего подъема диастолического давления на 19,2 мм рт. ст./час при норме до 6 мм рт. ст./час, систолического – 14,7 мм рт. ст./час при норме до 10 мм рт. ст./час.

Выводы. У работников горноспасательной службы на протяжении дневной и ночной 12-ч смен наблюдается состояние значительного напряжения регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы в виде стойкого повышения систолического, диастолического давления и частоты сердечных сокращений до верхней границы нормы.

У работников ночной смены регистрируются значительные отклонения показателей артериального давления от нормы в виде увеличения скорости утреннего подъема систолического в 1,5 раза и диастолического давления больше чем в 3 раза, что в дальнейшем может привести к необратимым патологическим изменениям. Учет индивидуальных показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений у горноспасателей позволит обратить внимание на начальные проявления предпатологических состояний сердечно-сосудистой системы для предотвращения последующего развития сосудистых катастроф.

Ключевые слова: горноспасатели, сердечно-сосудистая система, мониторинг артериального давления

Kudiiievskiy Ya. V., Soloviov O. I.

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN WORKERS OF THE GOVERNMENT MILITARY MINE-RESCUE (EMERGENCY RESCUE) SERVICES BY THE MONITORING METHOD OF ARTERIAL PRESSURE AND HEART RATE

State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

Introduction. The occupational activity of the mine rescuers is connected with specific working conditions, which are characterized by implementation of especially hard and intensive work, under the combined effect of dangerous factors of emergency situations. In addition, the work in the guard mode in conditions of constant waiting for a signal «alarm» is accompanied by the increase in the level of the nervous-emotional stress, the need for rapid changing one type of activity to another, which creates an additional strain in the cardiovascular and blood circulation systems. For Ukrainian mine rescuers, the method of monitoring blood pressure and heart rate has not been used until recently.

The purpose of the study is to estimate the functional state of the cardiovascular system by the method of monitoring blood pressure and heart rate in workers of the government military mine-rescue (emergency rescue) services in the guard mode.

Materials and methods of research. The research was related to studying the functioning of the cardiovascular system in workers of the government military mine-rescue (emergency rescue) services. 35 persons were examined in the mode of 12-hour day and night shifts by monitoring the blood pressure and heart rate with the device VAT42-2 (ICS-Techno, Ukraine) with the interval of measuring indicators every 30 minutes within a shift.

Results. A persistent increase in mean arterial blood pressure and pulse to the upper limit of the norm was observed during a shift. The individual maximum values of the systolic pressure achieved 239 mm Hg, diastolic – 163 mm Hg, heart rate – 219 bpm, and the minimum values were fixed at the level of 86 mm Hg, 38 mm Hg, and 36 bpm, respectively. Also, there was recorded the increase in the rate of diastolic pressure in the morning by 19,2 mm Hg / hr of the physiological norm of 6 mm Hg / hr, systolic – 14,7 mm Hg / hr of the norm – 10 mm Hg / hr.

Conclusions. In the investigated mine rescuers during day and night 12-hour shifts there was observed the state of the significant strain of the regulatory mechanisms in the cardiovascular system as a steady increase of systolic and diastolic pressure and the heart rate to the upper limit of the norm. In night shift workers there have been recorded significant deviations of the blood pressure values from the norm as an increase in the rate of systolic morning rise by a factor of 1,5, and diastolic pressure - more than 3-fold, which could further result in irreversible pathological changes. The recording of individual indices of arterial pressure and heart rate in mine rescuers will make it possible to pay attention to initial manifestations of pre-pathological states of the cardiovascular system which is important for preventing the development of vascular disorders.

Key words: mine rescuers, cardiovascular system, monitoring of blood pressure

References

1. Chernyuk V. I., Soloviov O. I. and Smolanov S. M. (2017), «Peculiarities of work conditions for the staff of the state military mine-rescue service in coal industry of Ukraine», *Ukrainian Journal of Occupational Health*, 3, 3–10.
2. Ryadynska E. M. (2011), «Professiographic analysis of the experts of the State Paramilitary Mine Service of Ukraine»: Abstract of dissertation for the degree of Cand. Psychological sciences, Kharkiv, 22 p.
3. Sertsevovudinni zakhvoryuvannya. (2016). Cardiovascular diseases. Classification, standards of diagnoses and treatment, Ed.: V. M. Kovalenko and others, Association of Cardiologists of Ukraine, Kyiv, MORION, 189 p.
4. Gunter L. (1967), *Prakticheskaya fiziologiya truda* [Practical physiology of work], Translated by L.K. Khatsyanov from German.), Meditsina, Moscow, 336 p.
5. Barbarash O. L., Basheva L. I. and Smakotin S. A. (2006), «Comparative characteristics of daily blood pressure dynamics in surgeons and therapists», *Medicine in Kuzbass*, 1, pp. 23–27.
6. Kukushkin S. K., Manoshkina E. N. and Lebedev, A. V. (1999), «Daily monitoring of blood pressure», *Lechaschi Vrach*, 9, 31–35.
7. Sega, R., Corrao, G. and Bombelli, M. (2002), «Blood pressure variability and organ damage in a general

population: results from the PAMELA Study», *Hypertension*, 39, (2), 710–714.

8. Ramachandran S., Vasan, M. D. and Martin G. (2001), «Impact of High-Normal Blood Pressure on the Risk of Cardiovascular Disease», *The New England Journal of Medicine*, 345, 1291–1297.

9. Starodubova A.V. and Kopelev A. A. (2010), «24-Hour Blood Pressure Monitoring», *Vrachebnoye delo*, 1, 60–67.

10. Gechko M. M., Chubirko K. I. and Chopei I. V. (2013), The significance of daily blood pressure monitoring in practice of a family doctor, Method. Recom., UzhNU, Uzhgorod, 24 p.

11. Zharynov O. Y. (2006), «Daily fluctuations of arterial pressure and a choice of optimal antihypertensive therapy», *Medycyna svitu*, 20 (5), 412–418.

12. Nilova O. V. and Kolbasnikov S. V. (2016), «Circadian rhythm of arterial pressure in patients with arterial hypertension and hypercholesterolemia, depending on vascular cerebral insufficiency manifestation», *Vestnik Ivanovskoi meditsinskoi akademii*, 21, (2), 29–34.

13. Lunina M. D. and Utekhina G. A. (2010), Sutochnoye monitorirovanie arterialnogo davlenia [Daily monitoring of arterial pressure], Meditsinskaya Academia postdiplomnogo obrazovaniya, Sankt-Peterburg, 46 p.

14. Akhunova S. Y., Kiriluk I. P. and Prokopieva S. N. (2011), «Practical aspects of the method of daily monitoring of blood pressure», *Prakticheskaya meditsina*, 52 (4), 141–145.

15. Sportivnaya meditsina (1987), [Sports Medicine], Ed. V. L. Karpman, *Fizkultura i sport*, Moscow, 304 p.

16. Wilmore J. H. and Costill D. L. (1997), Fiziologia sporta i dvigatelnoi aktivnosti [Physiology of sport and exercise], Translated from English, Olimpiyskaya literatura, Kiev, 504 p.

17. Lyubov V. A., Kharchenko V. I. and Kakorin V. A. (2008), «Target blood pressure levels in patients with severe, therapy-resistant arterial hypertension», *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*, 2, 67–81.

18. Karpov Y. A. (2005), Coronary heart disease in combination with arterial hypertension: peculiarities of the course and treatment, in: Chazov E. I., Chazova I. E. (Ed.) *Rukovodstvo po arterialnoi gipertonii [Guidelines for hypertension]*, Media Medika, Moscow, 434–453.

19. Somes G. W., Pabor M. and Sborr R. I. (1999), «The role of diastolic blood pressure when treating isolated systolic hypertension», *Arch. Intern. Med.*, 159, 2004–2009.

20. Arabidze G. G. (1996), «The basic principles of modern hypotensive therapy», *Angiologia i sosudistaya khirurgia*, 1, 130–140.

21. Kreutz R., Struk B. and Stock P. (1997), «Evidence for primary genetic determination of heart rate regulation. Chromosomal mapping of a genetic locus in rat», *Circulation*, 96, 1078–1081.

22. Oleinikov V. E., Kulyutsin A. V. and Lukyanova M. V. (2014), «Aspects of physiological regulation and acceptable methods of heart rate recording», *Izvestiya vusshykh uchebnykh zavedenii. Povolzhskiy region. Meditsinskiye nauki*, 29 (1), 70–80.

23. Oleynikov V. E., Kulyutsin A. V. and Lukyanova M. V. (2011), «Frequency characteristics of heart rhythm in healthy subjects according to Holter monitoring», *Izvestiya vusshykh uchebnykh zavedenii. Povolzhskiy region. Meditsinskiye nauki*, 18 (2), 107–116.

24. Ferrari R., Censi S. and Mastroianni F. A. (2003), «Prognostic benefits of reduction in cardiovascular disease», *Eur. Heart J.*, 5, 10–14.

25. Vechersky G. A., Baranov L. G. and Lisyutin V. G. (1985), *Spravochnik po klinicheskoi elektrokardiografii [Handbook on Clinical Electrocardiography]*, Belarus, Minsk, 79 p.

26. Tseluiko V. I. and Radchenko O. V. (2016), «Holter monitoring in diagnostics of arrhythmias and heart conductivity», *Liki Ukrainy*, 5–6, 21–34.

27. Yermakova M. A., Aftanas L. I. and Shpagina L. A. (2014), «Peculiarities of daily profile of arterial pressure in hypertension in people of different occupations», *Bulleten Sibirskogo otdeleniya of Russian Academy of Medical Sciences*, 34 (3), 92–97.

Надійшла: 25 лютого 2018 р.

Контактна особа: Кудієвський Я. В., кандидат медичних наук, молодший науковий співробітник, лабораторія гігієни і фізіології змінної праці, ДУ «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України», буд. 75, вул. Саксаганського, м. Київ. 01033. Тел.: + 38 0 44 289 44 22. Електронна пошта: kudyev@meta.ua