

Деякі дані про вплив робочого дня на функціональний стан серцево-судинної і нервової систем шахтарів

О. О. Навакатіян, В. В. Коган-Ясний, С. О. Іосельсон, С. О. Певний

Дослідження з фізіології праці шахтарів, які можна знайти в літературі (Майоров, 1926; Троїцький, 1929; Степанов, 1935; Вищинецький і Любарський, 1935 та ін.), були проведені ще в той період, коли виробничі процеси в шахтах були досить механізовані. Тому вивчення фізіологічних змін в організмі шахтарів, які працюють у сучасних механізованих шахтах, є актуальним і важливим. Виходячи з цього, ми поставили перед собою завдання вивчити фізіологічні зміни в організмі шахтарів, що настають в результаті робочого дня.

Фізіологічні дослідження в шахті становлять великі труднощі через недостатнє освітлення, незручності у розміщенні апаратури в штреку і, особливо, у вугільній лаві, віддаленість робочого місця від стовбура шахти, а, головне, через неможливість використання необхідних для фізіологічних досліджень електричних приладів в зв'язку з небезпекою вибуху. Ось чому основні дослідження доводиться вести на поверхні до спуску робітників у шахту і після підйому на-гора, обмежуючись у самій лаві хронометражем трудових процесів, підрахуванням пульсу і т. п.

Це дослідження виконане на шахті «Софія» тресту «Макіїввугілля» і на ордена Леніна шахті № 13-біс тресту «Радянськвугілля». Глибина горизонту, де працювали шахтарі, становила 400—450 м. Лави знаходились на відстані 1,5—2,0 км від стовбура шахти. Довжина лав — 80—200 м при похилі 5—10°. Вугільний пласт був 0,8—1,2 м завтовшки. Температура повітря в лавах 17—19°С; вологість — 80—95%; швидкість руху повітря — близько 3 м за секунду. Спостереження провадились над робітниками бригади врубової машини, що складалася з 4 чол., машиністами і помічниками машиністів вугільних комбайнів (4 чол.) і учнями гірничопромислового училища (ГірПУ) (4 чол.). Останніх досліджували в період проходження практики (робота на самостійному робочому місці) в комбайнових лавах. Кожного робітника досліджували щодня протягом 5—7 днів. За даними медичних оглядів, усі робітники були практично здоровими людьми.

Роботу машиністів врубової машини і вугільного комбайна можна охарактеризувати як фізичну працю середньої важкості з великою часткою розумової праці. За нашими даними, при виконанні різних операцій робітниками цих професій прискорення пульсу у них коливалось в межах 11—45%. Слід відзначити, що робота машиніста значно ускладнюється тим, що йому доводиться пересуватись у незручному зігнутому положенні по лаві малої висоти, а також керувати механізмами при недостатньому освітленні.

Щодо роботи помічників машиністів, то її можна охарактеризувати як фізично важчу. При цьому помічникам машиністів доводиться багато

рухатис
у робіт
24 до 3
У н
діяльнос
бочого д
до спус
визнача
ціональ
кров'ян
30 сек.
зоровог
(методи
В ф
го дня
робітнич
знижува
бець R
зниженн
валось з
Аналогі

Змін

Збільшен
Зменшен
Без зміни
Середня в
межі ко
до робо
0,1 мв)
Середня в
межі ко
після ро
% зміни

Збільшен
Зменшен
Без зміни
Середня в
межі ко
до робо
0,1 мв)
Середня в
межі ко
після ро
% зміни

рухатись також в незручному зігнутому положенні. Прискорення пульсу у робітників цієї професії при виконанні різних операцій коливалось від 24 до 55 %.

У наших дослідженнях ми звертали основну увагу на вивчення змін діяльності серцево-судинної і нервової систем шахтарів наприкінці робочого дня. Для цього у групи робітників, що були під нашим наглядом, до спуску в шахту і після підйому на-гора знімали електрокардіограми, визначали частоту пульсу, кров'яний тиск. Крім того, провадили функціональну пробу, що полягала в обліку змін частоти пульсу, величини кров'яного тиску і електрокардіограми у відповідь на 20 присідань за 30 сек. Нарешті, до і після робочого дня визначали величину збудливості зорового і вестибулярного аналізаторів за даними реобазис і хронаксії (методику визначення збудливості див. Навакатікян, 1954 а, б).

В результаті наших досліджень було встановлено, що після робочого дня спостерігаються виразні зміни електрокардіограми. У дорослих робітників вольтаж електрокардіограми ($R_1 + R_2 + R_3 = \Sigma R$) після роботи знижувався порівняно з її вольтажем до роботи. В ряді випадків зубець R знижувався одночасно в усіх трьох відведеннях, в інших же — зниження висоти зубця R в одному або двох відведеннях супроводжувалось збільшенням або відсутністю змін цього зубця в решті відведень. Аналогічні зміни спостерігались і щодо суми зубців T ($T_1 + T_2 + T_3 = \Sigma T$)

Таблиця 1

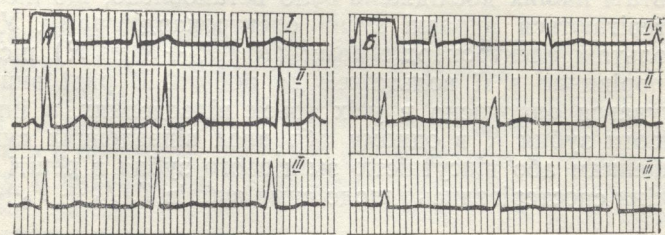
Зміни вольтажу зубців R і T електрокардіограми у робітників бригади врубової машини наприкінці робочого дня в шахті

	В-ов		Ж-ій	
	ΣR	ΣT	ΣR	ΣT
Збільшення	1	1	2	2
Зменшення	2	2	4	4
Без зміни	1	1	—	—
Середня величина (в мм) і межі коливань (в дужках) до робочого дня (1 мм = 0,1 мв)	13,8 (12,9—14,6)	4,0 (3,5—4,3)	18,2 (17,3—18,9)	4,3 (2,0—6,5)
Середня величина (в мм) і межі коливань (в дужках) після робочого дня	13,5 (12,4—14,7)	3,9 (3,6—4,4)	18,0 (16,4—19,9)	5,2 (2,7—8,9)
% зміни	—2,2	—2,5	—1,1	+20,9

Продовження табл. 1

	К-ін		Л-ов		Разом	
	ΣR	ΣT	ΣR	ΣT	Σ	ΣT
Збільшення	1	—	—	—	4	3
Зменшення	5	6	6	6	17	18
Без зміни	—	—	—	—	1	1
Середня величина (в мм) і межі коливань (в дужках) до робочого дня (1 мм = 0,1 мв)	19,2 (16,4—20,5)	4,6 (3,1—6,2)	42,0 (36,5—48,8)	6,7 (5,2—8,6)		
Середня величина (в мм) і межі коливань (в дужках) після робочого дня	17,3 (12,7—21,8)	12,6 (1,8—3,8)	27,3 (25,6—28,8)	23,5 (2,8—4,7)		
% зміни	—9,9	—43,5	—35,0	—47,8		

Для ілюстрації наводимо табл. 1, що відбиває зміни суми зубців R і суми зубців T у робітників бригади врубної машини наприкінці робочого дня. Як видно з таблиці, після роботи збільшення ΣR спостерігалось в чотирьох випадках, зменшення — в 17 випадках і в одному випадку залишилась без змін. ΣT збільшилась в трьох випадках, зменшилась у 18 і лишилась без змін в одному. З таблиці видно, що вольтаж електрокардіограми і сума зубців T до і після роботи не становлять строго постійної величини, а коливаються у певних межах. У молодих робітників 22- і 24-річного віку (В-ов, Ж-ій) середні величини ΣR і ΣT і межі їх коливань до і після роботи мало відрізнялися. У дорослих шахтарів 40- і 42-річного віку (К-ін, Л-ов), які пропрацювали близько 20 років у шахті, після робочого дня спостерігалось значне зниження вольтажу зубців R і T , і відповідно, межі коливань величин ΣR і ΣT до і після роботи



Електрокардіограма досліджуваного Л-ова.
А — до робочого дня; Б — після робочого дня в шахті.

значно відрізнялись. Особливо різке зниження вольтажу електрокардіограми спостерігалось у дослідженого Л-ова. Після робочого дня в шахті величини ΣR і ΣT завжди були в нього нижче величин, які будь-коли спостерігались до роботи (див. табл. 1).

На рисунку зображена електрокардіограма Л-ова до робочого дня (А) і після робочого дня (Б). Як бачимо, його електрокардіограма ще до роботи (рис. А) характеризується рядом відхилень від норми: високими і широкими зубцями $P_{2,3}$ і трохи зменшеними інтервалами $S-T_{2,3}$. Після робочого дня (рис. Б) і дозованого фізичного навантаження (20 присідань за 30 сек.) інтервали $S-T$ зменшувались ще більше. Поряд з цим після робочого дня спостерігалось значне зниження величини всіх зубців у всіх трьох відведеннях (рис. Б). Ці дані показують, що ступінь зміни вольтажу електрокардіограми під впливом робочого дня в шахті багато в чому залежить від вихідного функціонального стану серця.

У дорослих машиністів комбайна і їх помічників зміни електрокардіограми мали такий самий характер, як і описані зміни у робітників бригади врубмашиністів. Щодо учнів ГірПУ, то в них після робочого дня в шахті поряд із зниженням вольтажу зубців R і всього комплексу QRS , зміни якого звичайно паралельні змінам зубця R , здебільшого відзначалось підвищення вольтажу зубців T (табл. 2).

На табл. 2 вольтаж комплексу QRS і зубця T виражений не сумою цих величин у трьох стандартних відведеннях, як на табл. 1, а величиною їх векторів (E_{QRS} і E_T), тобто величиною так званої справжньої електрорушійної сили (Єгоров, 1949; Гольцман, 1949; Гольдман і Меркуль, 1951). Величина вектора того чи іншого зубця точно відбиває величину відповідної електрорушійної сили, незалежно від змін напрямку електричних осей цих зубців. Щодо суми зубців у трьох відведеннях, то вона менш точно, ніж вектор, відбиває величину електрорушійної сили (вольтаж), оскільки її величина залежить від напрямку електричної осі.

Таблица 2

Зміни величини векторів електрокардіограми (F_{QRS} і E_T) і їх напрямку ($\angle QRS$ і $\angle T$) у учнів ГірПУ після роботи в шахті

Зміни величини векторів електрокардіограми (в дж і мВ)	Буд-ий				Гол-ко				Маз-ко
	E_{QRS}	E_T	$\angle QRS$	$\angle T$	E_{QRS}	E_T	$\angle QRS$	$\angle T$	
Збільшення	2	2	3	3	—	4	4	1	
Зменшення	5	3	4	4	7	3	5	1	
Без зміни	—	2	—	—	15,9	—	—	45°	
Середня величина (в мм) і межі коливань (в дужках) до робочого дня (1 мм=0,1 мВ)	5,9	4,8	59°	58°	—	67°	67°	10,8	
Середня величина (в мм) і межі коливань (в дужках) після робочого дня	(5,1—7,3) 5,8	(4,5—5,6) 4,8	(52—74) 57°	(47—62) 57°	(13,7—17,0) 13,3	(1,3—3,8) 3,2	(62—75) 67°	(9,6—13,7) 11	
% зміни	(4,6—6,7) —2,2	(4,3—5,6)	(41—74) —2°	(48—60) —2°	(12,1—14,7) —16,7	(2,2—4,0) +29,0	(63—71) 0°	(10,3—12,3) 1,2	
Кут відхилення осі								—3°	

Продовження табл. 2

[illegible]

Однак при нормальному положенні електричної осі (від $+30$ до $+90^\circ$) сума зубців дає позитивні результати. Через те, що в усіх наших досліджуваних напрям електричної осі був нормальний, ми в табл. 1 показали зміни вольтажу по сумі зубців. Для кількісного порівняння даних, одержаних обома методами, слід врахувати, що величина суми зубців у трьох відведеннях більше величини вектора в середньому в 1,86 раза (від 1,73 до 2,0 раз) залежно від напрям осі серця.

З табл. 2 видно, що після роботи в шахті в учнів ГірПУ величина вектора комплексу QRS (E_{QRS}) збільшилась в п'яти випадках і зменшилась у 20 випадках. Величина вектора зубця T (E_T) збільшилась у 14 випадках, зменшилась у семи і в чотирьох випадках лишилась без змін. Щодо зміни напрям векторів (напрям електричної осі), то після роботи в шахті як відхилення вектора праворуч, так і відхилення ліворуч спостерігались майже однаково часто. Так, вектор комплексу QRS в 13 випадках відхилився праворуч (збільшення $\angle QRS$) і в 12 випадках — ліворуч (зменшення $\angle QRS$); вектор зубця T в 10 випадках відхилився праворуч (збільшення $\angle T$), в 13 випадках — ліворуч (зменшення $\angle T$) і в двох випадках не змінив свого напрям. Розглядаючи на таблиці середні величини і межі коливань $\angle QRS$ і $\angle T$ в окремих досліджуваних, можна відзначити, що до і після роботи в шахті вони мають однакову величину; таким чином, робота в шахті помітно не впливає на напрям електричних осей серця.

За даними ряду авторів (Гольдман, Гольдман і Меркуль, Квітницький, 1952), кут між віссю комплексу QRS і віссю зубця T може характеризувати функціональний стан серця. Величина кута понад 30° указує на ураження міокарда. У наших досліджуваних кут між осями QRS і T не тільки не перевищував 30° , але й не змінювався закономірно наприкінці робочого дня в шахті.

Функціональний стан міокарда характеризується також тривалістю електричної систоли (інтервал QT). На послаблення або ураження міокарда вказує подовження QT більш як на 0,04 сек. порівняно до загальноприйнятої нормальної величини цього інтервалу.

В табл. 3 і 4 наведені дані про відхилення тривалості систоли (QT) від норми і межі коливань інтервалу QT в окремих досліджуваних і зміни цього інтервалу під впливом робочого дня й короткочасного фізичного навантаження (20 присідань за 30 сек.). Як видно з таблиць, тривалість електричної систоли у тих самих осіб коливалась в широких межах. Наприклад, у досліджуваного Б-й протягом семи днів інтервал QT до роботи здебільшого трохи перевищував норму (на 0,01—0,05 сек.), а іноді був менше від норми (на 0,01 сек.). Взагалі межі коливань інтервалу QT до і після роботи були майже однаковими.

Таблиця 3
Відхилення тривалості електричної систоли (QT_2) від норми

Досліджувані	До робочого дня	Після робочого дня
Дорослі робітники	+0,019	+0,017
Учні	+0,025	+0,015

В учнів (контроль), які ще не працюють у шахті, також спостерігались значні коливання інтервалу QT у порівнянні з нормою.

З табл. 3 видно також, що після робочого дня і короткочасного фі-

Таблиця 4

Відхилення QT від норми в окремих досліджуваних

Прізвище досліджуваного	Працюючі (учні і дорослі)		Прізвище досліджуваного	Контрольні (учні, що не працюють в шахті)
	До робочого дня	Після робочого дня		
Б-ій	-0,01	0	Г-ко	-0,03
Г-ко	+0,05	+0,04	К-ук	+0,01
М-ко	0	-0,01	К-ик	-0,01
П-ук	+0,03	+0,05	К-як	+0,06
Ж-ій	-0,01	-0,03	К-ев	0
Л-ов	+0,05	+0,04	С-яр	+0,04
К-ін	-0,01	0		-0,04
В-ов	+0,03	+0,04		+0,02
	0	0		-0,01
	-0,03	+0,04		+0,02
	0	0		-0,03
	+0,04	+0,03		+0,03
	-0,01	+0,03		
	0	-0,01		
	+0,04	+0,02		

значного навантаження помічається деяка тенденція до вкорочення QT . Так, в учнів ГірПУ тривалість QT до робочого дня перевищувала норму в середньому на 0,025 сек., а після робочого дня — тільки на 0,015 сек. Слід, однак, врахувати, що це вкорочення QT було незначним порівняно до відзначених вище коливань тривалості інтервалу QT , які не залежать від роботи. Тому невелике вкорочення електричної систоли після робочого дня навряд чи може вказувати на поліпшення функціонального стану міокарда.

З усього сказаного видно, що зміни електрокардіограми після закінчення робочого дня в шахті в основному полягали в зміні величини зубців.

З питання про оцінку змін зубця T досі немає єдиної думки. В багатьох дослідженнях (Камінський і Туркельтауб, 1932; Рахлін і Плещицер, 1935; Владисик і Туркельтауб, 1936; Летунов, 1950 та ін.) було відзначено, що після фізичного навантаження різної інтенсивності спостерігається як підвищення, так і зниження зубців T . На динамічність змін зубців T вказують також експерименти на тваринах (Смирнов, 1949; Філіпова, 1953). При цьому спостерігались фазні зміни зубців T (в різні моменти дослідження зменшення T змінювалось його збільшенням і навпаки). Ось чому важко пояснити різну направленість змін зубця T електрокардіограми у наших досліджуваних після роботи в шахті.

Щождо змін величини зубців R і всього комплексу QRS , то, згідно з клінічними даними Аркуського (1933), М. Я. і Т. Я. Ар'євих (1934), при ослабленні серцевої діяльності спостерігається зменшення вольтажу цих зубців, що, очевидно, зв'язано з розладом обміну речовин в міокарді. Ці дані підтверджуються дослідженнями ряду авторів (Циганков, 1940; Молчанов, 1941; Лясс, 1941; Граєвська, 1952 та ін.), які відзначили зниження зубців R і комплексу QRS в умовах гіпоксемії. Тому зменшен-

ня вольтажу зубців *R* і комплексу *QRS*, виявлене в наших дослідженнях після робочого дня в шахті, повинно вказувати на деяке ослаблення серцевої діяльності, зв'язане, можливо, з процесами стомлення. Не виключена можливість і того, що зменшення цих зубців електрокардіограми у досліджених шахтарів зв'язане не тільки з трудовим процесом, але й у якійсь мірі залежить від газового складу повітря у вугільній лаві, де є домішки метану, вуглекислого газу, а іноді й інших газів.

Вивчення змін серцево-судинної системи за іншими показниками довело, що в робітників бригади врубмашиністів після робочого дня здебільшого відзначається невелике прискорення пульсу (на 4—8 ударів за хвилину) в порівнянні з пульсом до роботи. У робітників комбайнкової бригади і учнів, навпаки, після роботи спостерігалось невелике сповільнення пульсу. Різну реакцію пульсу у робітників цих груп слід пояснити тим, що робота в комбайновій бригаді, яка постійно провадиться за суворим графіком циклічності, була менш тривалою, ніж у бригаді врубмашиністів.

Зміни кров'яного тиску після роботи в шахті полягали в тому, що діастолічний тиск, як правило, підвищувався, тоді як систолічний змінювався менш закономірно: в одних випадках він знижувався, в інших — підвищувався. Однак при цьому підвищення систолічного тиску звичайно було менш виразним, ніж діастолічного. Тому природно, що переважною зміною пульсового тиску було його зниження.

Порівняння реакції серцево-судинної системи на функціональну пробу до і після роботи показало, що коли до роботи після 20 присідань спостерігалось закономірне підвищення систолічного тиску і зниження діастолічного, то після роботи поряд з підвищенням систолічного тиску в ряді випадків діастолічний тиск також підвищувався. В тих же випадках, коли він знижувався, величина зниження звичайно була менша, ніж після функціональної проби, проведеної до роботи. Такі зміни діастолічного тиску спостерігалися, незважаючи на те, що він ще до проведення функціональної проби після роботи в шахті був підвищений.

Описані зміни діяльності серцево-судинної системи були тимчасовими. Про це свідчить той факт, що зрушення, відзначені наприкінці робочого дня, не спостерігалися перед початком наступного робочого дня.

Хронаксиметричні дослідження показали, що в робітників комбайнкової бригади й учнів після роботи в шахті здебільшого підвищується збудливість як зорового аналізатора (88,0% випадків), так і вестибулярного (78,6%). Ці дані, очевидно, свідчать про підвищення у них збудливості центральної нервової системи після робочого дня. У робітників бригади врубмашиністів після роботи підвищення збудливості зорового аналізатора спостерігалось тільки в 50,0% випадків, а в 38,4% випадків було відзначене зниження збудливості. Останнє слід пояснити більшою тривалістю роботи бригади врубмашиністів, яка не завжди додержувала графіка циклічності.

Висновки

1. Наприкінці робочого дня в шахті у робітників спостерігаються зміни електрокардіограми, які в основному полягали в зміні величини зубців. Як правило, відзначалося зниження зубців *R* і всього комплексу *QRS*, які вказували на зміну (ослаблення) функціонального стану міокарда. Вольтаж зубців *T* після робочого дня в одних досліджуваних (учні ГірПУ) підвищувався, в інших (дорослі робітники) — знижувався.

2. Напрямок електричних осей комплексу QRS, зубців R і T після робочого дня помітно не змінювався.

3. Після робочого дня в шахті у робітників помічалась тенденція до скорочення тривалості електричної систоли (інтервалу QT) в порівнянні з нормою. Однак ця зміна була незрівнянно меншою, ніж коливання тривалості QT, які не залежать від роботи в шахті.

4. Діастолічний кров'яний тиск після роботи в шахті, як правило, підвищувався, систолічний же змінювався менш закономірно. Пульсовий тиск зменшувався. Зміни пульсу у різних груп досліджених робітників були різні: в робітників бригади врубмашиністів після робочого дня пульс трохи прискорювався, в робітників комбайнової бригади і учнів, навпаки, трохи сповільнювався.

5. Реакція серцево-судинної системи на функціональну пробу показала деяке подовження відновного періоду після роботи.

6. У робітників комбайнової бригади й учнів після робочого дня здебільшого спостерігалось підвищення збудливості зорового і вестибулярного аналізаторів. У робітників бригади врубмашиністів після роботи підвищення збудливості спостерігалось рідше.

ЛІТЕРАТУРА

- Аркусский Ю. И., Советская врачебная газета, № 6, 1933.
Арьев М. Я. и Арьев Т. Я., Советская врачебная газета, № 6, 1934.
Вишневецкий Н. С. и Любарский Ю. Л., в кн. «В борьбе за уголь», 1935.
Владык М. М. и Туркельтауб М. С., Терапевтический архив, 14, 2, 1936.
Гольдман Л. Н. и Меркуль В. Е., Клиническая медицина, 29, 1, 1951.
Гольдман А. В., Терапевтический архив, 21, 2, 1949.
Граевская Н. Д., в кн. «Врачебный контроль в процессе спортивного совершенствования», 1952.
Егоров Б. А., Врачебное дело, № 4, 1949.
Каминский Я. И. и Туркельтауб М. С., в кн. «Труды Одесского областного филиала Института физической культуры», 2, 1952.
Квитницкий М. Е., Врачебное дело, № 10, 1952.
Летунов С. П., Электрокардиография во врачебно-спортивной практике, 1950.
Лясс М. А., в кн. «Вопросы врачебно-летней экспертизы», 1941.
Майоров Л. Г., Гигиена труда, № 12, 1926.
Молчанов Н. С., в кн. «Кислородное голодание и борьба с ним», 1941.
Навакатикян А. О., в кн. «Тезисы докладов научной сессии Института физиологии труда», Сталино, 1954 (а).
Навакатикян А. О., Физиол. журн. СССР, 40, № 6, 1954 (б).
Рахлин Л. М. и Плещицер А. Я., Казанский медицинский журнал, 6, 1935.
Смирнов А. И., Физиол. журн. СССР, 35, № 6, 1949.
Степанов А. Е., в кн. «Сборник, посвященный 30-летию научно-врачебной деятельности Н. И. Горизонтова», Новосибирск, 1935.
Троицкий С. Д., в кн. «Санитарное состояние, условия труда и быта, физическое развитие и заболеваемость промышленных рабочих Сибири», Омск, 4, 1929.
Филиппова А. Г., Вопросы физиологии, № 5, 1953.
Цыганков В. А., Труды Воен.-Мед. Академии, 23, 1940.
Институт фізіології праці, м. Сталіно (Донбас).