

УДК 616.1-008.1-057:613.68

## УРОВНИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ЭРГОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У МОРЯКОВ

*Евстафьев В.Н., Скиба А.В., Поспелов А.М.*

*Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса*

### **Введение**

Одной из актуальных задач медицины труда является поддержание высокого уровня работоспособности и оптимального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) у плавсостава морского, речного транспортного и экспедиционного флота. Оценка общей физической работоспособности (ОФР), физиологических резервов, уровня показателей, отражающих функциональные возможности гемодинамического аппарата, позволяет выявить особенности развития утомления, скрытые патологические изменения и наметить пути, направленные на оптимизацию трудовой деятельности.

### **Объекты, контингент и методы исследования**

Изучали общую физическую работоспособность и динамику функционального состояния ССС. Под наблюдением находилось 214 моряков и речников на транспортных и экспедиционных судах, лиц мужского пола, в возрасте от 20 до 40 лет. ОФР исследовали методом велоэргометрии по общепринятой методике с определением  $PWC_{170}$ , максимального потребления кислорода (МПК). Эргометрические показатели функционального состояния ССС включали: индекс хронотропного резерва (ИХР), индекс инотропного резерва (ИИР), индекс напряжения (ИН) и прирост индекса напряжения (ИН) под влиянием физической нагрузки – для оценки функциональных резервов сердца; сердечный нагрузочный индекс (СНИ), коэффициент расходования резервов миокарда (КРРМ) и индекс экономичности работы сердца (ИЭЗ) – для оценки экономичности работы сердца; показатель производительности механи-

ческой работы сердца (ПМРС) [1-4].

Обследованные лица работали при постоянном воздействии комплекса неблагоприятных факторов, специфичных для работы на водном транспорте: резкие смены климатических условий с изменениями температуры на 20-30°C и относительной влажности воздуха на 30-50 %, качка, изменения атмосферного давления свыше 8 мм рт.ст. в 1 сутки, смена часовых поясов, шум на 8-20 дБА выше нормы, вибрация на 8-41 дБ по виброскорости выше предельно допустимых уровней, загрязнение воздуха вредными химическими веществами (оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, углеводороды нефти, продукты термодеструкции топлива и масел, пары перевозимых грузов и др.) в жилой надстройке и в рабочих зонах периодически в 1,2-1,9 раз превышали соответствующие ПДК [5-7].

У лиц операторских профессий (судоводители, механики, матросы-рулевые) в трудовой деятельности преобладали элементы напряженности, связанные с высокой плотностью сигналов информации, напряжением аналитических функций, функции внимания, памяти. У лиц неоператорских профессий (матросы рабочей бригады, мотористы) в процессе выполнения производственных обязанностей преобладали элементы, в основе которых был энергетический компонент, свидетельствующий о тяжести трудовой деятельности. Указанное сочеталось у представителей всех профессиональных групп с воздействием неоптимального и неравномерного потока информации, разлуки с семьей, относительной сенсорной депривации и от-

носительной гипокинезии.

Все обследованные лица регулярно занимались физкультурой, общий уровень физической активности, включая производственную деятельность, составлял 12000-15000 локомоций в сутки.

Результаты исследований показали, что в процессе работы у плавсостава отмечалось снижение ОФР, ухудшение гемодинамических показателей, степень выраженности которых зависела от условий и организации труда и отдыха, наличия и степени выраженности вредных факторов, длительности непрерывной работы на судах. В частности, (таблица 1) у лиц операторских профессий ее величина снижалась на 21-24%, а у неоператоров – на 8-19%. Отмечалось статистически достоверное снижение МПК у операторов на 10,7%, у неоператоров – на 10,2%.

Результаты, сопоставимые с изложенными выше, были получены при обследовании экипажей экспедиционных судов. Что касается плавсостава речного флота, то у них показатель  $PWC_{170}$  снижался с  $164,2 \pm 12,4$  Вт (начало плавания) до  $107,0 \pm 11,2$  Вт (через 3 месяца работы), что укладывалось в пределы физиологической нормы. Вместе с тем, отмечался пониженный уровень  $PWC_{170}$  ( $96,2$  Вт) у 30% лиц рядового состава. У них же определялись сниженные уровни МПК –  $1,91 \pm 1,99$  л/мин. Значения показателя МПК на 1 кг массы тела у 35% обследованных составляли  $28,2 \pm 31,4$  мл/мин и были на 37-53% ниже нормативных ве-

личин.

Динамика эргометрических показателей у моряков транспортного флота (таблица 2), свидетельствовала о снижении функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. В частности, снижались значения ИХР на 14,3% (операторы) и на 7,2% (у неоператоров) по мере увеличения длительности непрерывной работы.

Оценка сократительной деятельности миокарда по индексу инотропного резерва позволила выявить тенденцию к его снижению на 1,6-8,9%, которая достигала статистически значимых различий по сравнению с фоновыми данными, в группе неоператоров, что было связано, с нашей точки зрения, с более выраженными вредными условиями труда.

У членов экспедиционных судов в наиболее тяжелых и напряженных условиях работы (дежурство в точке «Charly» в течение 30-45 суток в Атлантическом океане по выполнению международной программы Всемирного метеорологического центра) отмечалось снижение ИХР на 15,1% ( $p < 0,05$ ), в последующем, при более благоприятных условиях трудовой деятельности, было зарегистрировано улучшение изучаемого показателя, значения которого, однако, не достигали исходной (фоновой) величины.

В группе плавсостава речного флота самые низкие значения ИХР отмечались у лиц, работающих по совмещению профессий (капитан-механик, механик-помощник капитана) на 17,3%.

Таблица 1

Изменение показателей, характеризующих физическую работоспособность у операторов (I) и неоператоров (II)

Показатели	Группа	Период обследования, сутки					
		1-3	30	45	60	90	120
$PWC_{170}$ , Вт	I	$164,8 \pm 6,3$	$169,9 \pm 4,9$	$161,8 \pm 5,8$	$155,7 \pm 9,1$	$150,4 \pm 7,2$	$120,2 \pm 5,1^*$
	II	$153,4 \pm 5,7$	$156,7 \pm 3,7$	$152,6 \pm 6,9$	$144,8 \pm 4,6$	$133,5 \pm 5,1^*$	$125,8 \pm 7,2^*$
$VO_{2max}$ , л/мин.	I	$2,94 \pm 0,13$	$3,32 \pm 0,15$	$2,92 \pm 0,14$	$2,71 \pm 0,14$	$2,63 \pm 0,12$	$2,53 \pm 0,11^*$
	II	$2,79 \pm 0,11$	$2,84 \pm 0,14$	$2,63 \pm 0,16$	$2,53 \pm 0,17$	$2,47 \pm 0,13$	$2,37 \pm 0,14^*$

\* -  $p < 0,05$

Оценка сократительной деятельности миокарда по ИИР позволила выявить тенденцию к его снижению на 1,6-8,9% на транспортных и экспедиционных судах, которая достигала статистически значимых различий только в группе рядового состава со  $132,8 \pm 2,39$  до  $120,7 \pm 3,25$  ( $p < 0,02$ ) через 1,5-2 мес плавания и до  $113,8 \pm 3,14$  ( $p < 0,05$ ) по сравнению с фоновыми данными, что было связано, с нашей точки зрения, с выраженными вредными условиями труда. Идентичные данные были получены и у речников.

Определение уровня сердечного выброса по данным индекса напряжения свидетельствовало о том, что через 3 месяца работы ИИ возрастал относительно фонового уровня на 13,4% у операторов и 16,2% у неоператоров. Разброс значений показателя (ИИ) возрастал в группе операторов на 7,1% и на 9,7% у неоператоров по мере увеличения длительности работы.

Изменения СНИ во всех обследованных группах свидетельствовало о слабо выраженной тенденции к его увеличению у операторов и к снижению на 12% у неоператоров.

Коэффициент расхода резервов миокарда у неоператоров снижался на 9,6%, а у операторов возрастал на 3%.

Индекс экономических затрат у представителей транспортного и экспедиционного флота последовательно возрастал в группе операторов на 7,1% через 1,5-2 месяца работы и на 15,4% через 3 месяца, а в группе членов экспедиции на 3,2%. У всех представителей речного флота ИЭЗ увеличивался на 16,3% (операторы) и 14,3% (неоператоры).

Показатель производительности механической работы сердца снижался на 3-5% в обеих обследованных группах через 3 месяца работы.

Таким образом, снижение ОФР по данным пробы  $PWC_{170}$  и МПК, имеющие место различия между фактической и должной величиной МПК, рассчитанной для соответствующих нагрузок, свидетельствовали о снижении аэробных возможностей организма в процессе работы под влиянием неблагоприятных факторов среды обитания, снижения уровня тренированности, относительной гипокинезии, а также избыточной массы тела обследованных [5,6,8].

Представленные данные свидетельствуют о снижении хроно- и инотропного резервов миокарда, что с нашей точки зрения связано со снижением пейсмекерной активности синусового узла из-за гипоксии [2] и является признаком снижения эффективности работы серд-

Таблица 2  
Изменение эргометрических показателей, характеризующих функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у операторов (I) и неоператоров (II)

Показатели	Группа	Период обследования, сутки			Средние отклонения (в %) между началом и концом работы	p
		1-3	45	90		
<b>Оценка функциональных резервов сердца (%)</b>						
ИХР	I	$251,9 \pm 3,84$	$222,6 \pm 2,45$	$214,8 \pm 4,21$ *	- 14,3	< 0,001
	II	$303,7 \pm 5,42$	$275,2 \pm 3,88$	$281,9 \pm 6,92$	- 7,2	< 0,05
ИИР	I	$129,6 \pm 3,31$	$124,8 \pm 3,25$	$123,4 \pm 3,34$	- 4,8	-
	II	$132,8 \pm 2,39$	$120,7 \pm 3,25$ *	$113,8 \pm 3,14$ *	- 14,3	< 0,05
ИН	I	$177,8 \pm 2,12$	$180,6 \pm 7,22$	$179,7 \pm 5,09$	+ 1,1	-
	II	$180,2 \pm 4,96$	$185,5 \pm 5,26$	$172,5 \pm 9,62$	+ 4,5	-
<b>Оценка экономичности работы сердца (усл.ед.)</b>						
СНИ (усл.ед)	I	$1,16 \pm 0,1$	$1,18 \pm 0,2$	$1,21 \pm 0,1$	+ 4,3	-
	II	$1,32 \pm 0,2$	$1,29 \pm 0,2$	$1,26 \pm 0,3$	- 12,0	< 0,05

\* -  $p < 0,05$

ца [3, 8]. Рост ИН в состоянии покоя, при уменьшении ИН под влиянием физической нагрузки, также зафиксированное нами уменьшение ИХР и ИИР свидетельствуют об уменьшении миокардиальных резервов.

### Выводы

1. Воздействие неблагоприятных факторов производственной среды, рост тяжести и напряженности труда, увеличение длительности работы после отпускного периода способствует снижению ОФР, развитию неблагоприятных сдвигов со стороны показателей, характеризующих состояние гемодинамического аппарата. Отмечается снижение производительности, экономичности работы сердца и функциональных резервов сердца.
2. У членов экипажей судов в плавании отмечается снижение производительности, экономичности работы и функциональных резервов сердца, более выраженные у плавсостава с преморбидными и начальными признаками заболеваний ССС.
3. Использование эргометрических показателей позволяет получить дополнительную информацию для характеристики функционального состояния ССС, выявить особенности развития утомления и скрытые патологические изменения у обследованных лиц.

### Литература

1. Загрядский В.В., Сулимо-Самуйлло З.К. Методы исследования в физиологии труда.-Л.: Наука, 1976.- 96 с.
2. Зарецкий В.В., Кондраков В.М., Колганова Л.Я. Эргометрические исследования в практике врачебно-лётной экспертизы // Косм. биол., 1979.-№ 1.-С. 58-62
3. Дорофеев Г.И., Акимов С.Н. Исследование сердечно-сосудистой системы методом эргометрии у лётного состава // Воен.-мед.журн, 1986.-№ 3.-С. 35-38
4. Євстаф'єв В.М., Скиба О.В., По-

спелов О.М. Фізична працездатність та ергометричні показники функціонального стану серцево-судинної системи // Тези ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції „Сучасні методичні підходи до аналізу стану здоров'я”.-Луганськ, 2008, ЧП „Натис”.-С. 8-9

5. Войтенко А.М., Шафран Л.М. Гигиена обитаемости морских судов.-К.:Здоров'я, 1989.-136 с.
6. Евстафьев В.Н. Физическая работоспособность и эргометрические показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы у плавсостава // Гиг.труда и профзабол.-1989.-№ 7.-С. 22-25
7. Евстафьев В.Н. Особенности динамики физиологических функций организма моряков // Гигиена труда.-Вып. 33.-2002.-С. 84-90
8. Тхоревский В.И., Белицкая Л.А., Гарасеева Т.С. и др. Зависимость состояния сердечно-сосудистой системы от уровня физической подготовленности работающих // Гиг.труда и профзабол.- 1987.-№ 3.-С. 31-34

### Резюме

РІВНІ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ЕРГОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У МОРЯКІВ

*Євстаф'єв В.М., Скиба О.В.,  
Поспелов О.М.*

Обстежено 214 моряків і річників у період плавання. Встановлено зниження фізичної працездатності та погіршення ергометричних показників, які характеризують діяльність серцево-судинної системи. Виявлено зниження хроно- та інотропних резервів серця, продуктивності його механічної праці, скоротливої функції міокарду. Зареєстровано зниження економічності роботи та збільшення енергетичних витрат, ступінь вираження яких була пов'язана з дією факторів довкілля та виробничого середовища, інтенсивністю й тривалістю праці.

### Summary

THE LEVEL WORK CAPACITY AND DETERIORATION OF ERGOMETRIC INDICES CHARACTERIZING CARDIOVASCULAR ACTIVITY OF SAILORS  
*Yevstafiev V.N., Skiba A.V., Pospelov A.M.*

Examination of 214 sailors during the navigation period showed a decrease in their work capacity and deterioration of ergometric indices characterizing their cardiovascular activity. Decrease of chronotropic and inotropic heart reserves, productivity of

mechanical work and myocardium contraction function was pointed out. There were found out reduction in work economy and elevation of energy losses, the degree of which was associated with environmental conditions, work intensity and duration of continuous work.

*Вперше поступила в редакцію 29.05.2008 г.  
Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта  
(протокол № 4 от 27.06.2008 г.).*

УДК 351.77.773:517;557.47/.48

## ДО ПИТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ САНІТАРНО-ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Кузнєцов О.В., Сиденко В.П., Гоженко С.І.  
Український НДІ медицини транспорту, Одеса*

**Актуальність проблеми** формування систем оперативного контролю за станом навколишнього середовища, нині обумовлена високим антропогенним навантаженням від різних видів транспорту і їх інфраструктур на природну сферу і стан здоров'я населення [1-5].

**Метою досліджень** є розробка концепції формування гігієнічного оперативного контролю на основі створення оптимальної моделі з моніторингу і прогнозу впливу транспортних засобів на навколишнє середовище.

**Основне завдання** - розробка системи оперативного контролю санітарно-гігієнічних складених об'єкту:

- побудова математичного опису причинно-наслідкових зв'язків об'єкту;
- визначення оптимального набору контрольованих змінних (спостережуваних або узагальнених);
- встановлення алгоритму оцінки системи контролю або прогнозованого санітарно-гігієнічного складу в т.з. природоохоронних об'єктах.

### Матеріали і методи дослідження

- а) побудова лінійної або лінійної за параметрами (лінійною за відношенням до перетворених змінних) моделі;
- б) побудова графіків регресійних залежностей з довірчими зонами і графіками залишків, за наслідками якого визначалася наявність аномальних точок;
- в) побудова моделей для аналізованої вибірки після виключення аномальних даних;
- г) порівняльний аналіз моделей і визначення мінімального набору моделей, достатнього для адекватного опису взаємозв'язку досліджуваних показників.
- д) Аналіз причинно-наслідкових множинних взаємозв'язків.
- е) Методи множинної регресії: крокові методи побудови множинних регресійних моделей [6].
- ж) Методи факторного аналізу

Для визначення мінімального набору агрегованих показників, достатніх для адекватного опису еколого-гігієнічного