

**ОЦЕНКА УРОВНЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОРОНАРНОГО РЕЗЕРВА И
ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ОРГАНИЗМА ЛЁТНОГО СОСТАВА С
ДИАГНОЗОМ «ЗДОРОВ» И ДИАГНОЗОМ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ, ПРОСЛУЖИВШЕГО В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО
СЕВЕРА ДВЕНАДЦАТЬ МЕСЯЦЕВ**

Жильцова И. И., Г. Г. Загородников

*Федеральное государственное военное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации (Военно-медицинская академия имени
С.М.Кирова) 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, дом 6
тел.(812) 542-13-08, E-mail: gen73zag@mail.ru*

Резюме:

В условиях Крайнего Севера методом велоэргометрии проведено исследование особенностей коронарного кровообращения и адаптационных возможностей организма лётного состава, прослужившего в условиях Крайнего Севера двенадцать месяцев, с диагнозом «Здоров» и диагнозом заболеваний сердечно-сосудистой системы, которое выявило различные уровни функционального коронарного резерва и приспособительных механизмов организма. Установлено, что уровни функционального коронарного резерва и адаптационные возможности организма находятся в прямой зависимости от состояния здоровья лётного состава.

Установлено, что при максимальной нагрузке 175-180 Вт у лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний отмечается достоверное снижение индексов хронотропного и инотропного резерва сердца по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров». В то же время у лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний отмечается увеличение прироста индекса напряжения и показателя механической работы сердца по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров».

Выявленные изменения показателей велоэргометрической пробы свидетельствует о повышении потребления кислорода миокардом при физической нагрузке у лётного состава с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Ключевые слова: лётный состав, Крайний Север, велоэргометрическая проба, функциональный коронарный резерв, адаптация.

**EVALUATION OF THE FUNCTIONAL LEVEL CORONARY RESERVE AND
ADAPTIVE MECHANISMS OF THE BODY PILOTS DIAGNOSED WITH
"HEALTHY" AND DISEASE DIAGNOSIS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM,
HAVING SERVED IN THE FAR NORTH TWELVE MONTHS**

Zhiltsova I. I., G. G. Zagorodnikov

*Federal state of military educational institutions of higher education "Military Medical Academy
after S. M. Kirov" Ministry of Defence Russian Federation (Military Medical Academy after
S. M. Kirov) 194044, Russia, St. Petersburg, Ac. Lebedev Street, 6*

Summary :

In the Far North by cycle ergometry study characteristics of coronary circulation and the body's adaptive capacity of flight personnel who served in the Far North twelve months, with a diagnosis of "healthy" and diagnosis of diseases of the cardiovascular system, which revealed different levels of functional coronary reserve and adaptive mechanisms of the body . It is established that the levels of functional coronary reserve and adaptability of the body are directly dependent on the health of flight personnel.

Found that at maximum load 175-180 watts for flight crews with a diagnosis of cardiovascular disease indicated a significant reduction in indices of chronotropic and inotropic cardiac reserve compared to the flight crews with a diagnosis of "healthy." At the same time, the flight crew with a diagnosis of cardiovascular disease indicated an increase in gain and refractive index of the mechanical stress of the heart compared to the flight crews with a diagnosis of "healthy."

The revealed changes of the parameters bicycle exercise test indicates an increase in myocardial oxygen consumption during exercise in flying personnel with cardiovascular diseases.

Key words: flight crews, the Far North, bicycle stress test, functional coronary reserve, adaptation.

Введение. Проблема сохранения профессионального здоровья лётчиков предполагает исследование основных неблагоприятных факторов лётной деятельности и разработку соответствующих лечебно-профилактических мероприятий, направленных на повышение профессиональной работоспособности и уровня здоровья лётчиков. Отмечено, что воздействие неблагоприятных факторов внешней среды приводит к замедлению скорости мобилизации приспособительных механизмов, которые в дальнейшем могут явиться

причиной возникновения у лётного состава различных функциональных расстройств [3, 4, 5, 9].

Серьёзной малоисследованной проблемой является исследование особенностей внезапных отрицательных воздействий (климатогеографических, профессиональных факторов) на организм человека, которые несравненно опаснее для организма, чем столь же сильные, но постепенно нарастающие. В первом случае более вероятно перенапряжение приспособительных механизмов, что может явиться причиной развития дизадаптационных расстройств или преморбидных состояний. Во втором случае постепенное увеличение силы действия раздражителя сопровождается мобилизацией приспособительных возможностей организма человека, что приводит к повышению уровня адаптации и предотвращению развития дизадаптационных расстройств. [7, 11, 12].

В связи с тем, что процесс адаптации растянут по времени, сегодня в авиационной медицине не разработана модель для изучения реакций сердечно-сосудистой системы в обеспечении физической работоспособности при различных функциональных состояниях организма. Модель, использование которой позволит не только снижать заболеваемость лётного состава, но и выявлять функциональные нарушения организма на ранних стадиях развития [2, 8, 10].

Таким образом, оценке уровня функционального коронарного резерва в условиях воздействия неблагоприятных факторов внешней среды в настоящее время придаётся особое значение в связи с тем, что знание её различных сторон даёт возможность судить о механизмах адаптации организма человека. Данный вывод в полной мере относится к авиационной медицине, где сохранение профессионального здоровья лётного состава является актуальнейшей проблемой, направленной на увеличение профессионального долголетия лётного состава и обеспечение безопасности полётов [1, 6].

Цель исследования. Оценить количественно реакцию сердечно-сосудистой системы лётного состава на воздействие неблагоприятных факторов внешней среды для диагностики функциональных нарушений организма на ранних стадиях развития.

Материалы и методы исследования. Исследовался лётный состав в возрасте 24-45 лет, проходящий службу в условиях Крайнего Севера. Первую группу составил лётный состав, только что прибывший в авиационную часть из средних и южных климатогеографических районов России, вторую группу составил лётный состав, который прослужил на Крайнем Севере 3 месяца, третья группа и четвёртая группа состояла из лётного состава, прослужившего в условиях Крайнего Севера 6 и 12 месяцев.

Исследование проводилось в 1998-2008 г.г., к исследованию привлекался лётный состав четырёх авиационных частей.

По состоянию здоровья лётный состав (246 человек) распределился: с диагнозом «Здоров» - 112 человек, остеохондрозом всех отделов позвоночника - 34, хроническим гастродуоденитом - 32, миокардиодистрофией и миокардиосклерозом - 24, нейроциркуляторной дистонией всех типов - 20, гипертонической болезнью - 6, с заболеваниями других органов и систем - 18 человек.

Для определения систолической функции сердца и адаптационных возможностей организма лётного состава с диагнозом «Здоров» и диагнозом заболеваний сердечно-сосудистой системы, методом велоэргометрии проведено исследование функционального состояния организма в условиях Крайнего Севера. Косвенное представление получали по результатам измерения систолического и диастолического артериального давления (САД, ДАД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время велоэргометрической пробы при максимальной нагрузке 175-180 Вт. На основании этих данных производили расчёты индексов, характеризующих особенности коронарного кровообращения и адаптационные возможности организма лётного состава в условиях Крайнего Севера.

Расчет уровня математического ожидания (M) и отклонения средней арифметической (m) производился общепринятым методом. Достоверность различий рассчитывалась по критерию t -Стьюдента. Достоверными считались различия, соответствующие вероятности ошибки $p < 0,05$ или уровню доверительной вероятности $P \geq 95 \%$.

Результаты и их обсуждение.

По данным велоэргометрии при максимальной нагрузке 175-180 Вт, у лётного состава (1-я группа) с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (табл. 1) в начале службы в условиях Крайнего Севера наблюдается снижение коронарного резерва сердца: индекса хронотропного резерва на 31,6% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,001$); индекса инотропного резерва на 20,9% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$). Тогда как у лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний выявлено увеличение прироста индекса напряжения на 17,4% и показателя механической работы сердца на 23,5% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$), что свидетельствует о повышении потребления кислорода миокардом при физической нагрузке у лётного состава с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Таблица 1

Функциональные резервы сердца и адаптационные возможности организма лётного состава в начале службы в условиях Крайнего Севера при проведении велоэргометрии на максимальной нагрузке 175-180 Вт ($M \pm m$)

Показатели	Лётный состав с диагнозом «Здоров» (n=112)	Лётный состав с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (n=50)
Индекс хронотропного резерва (ИХР), %	$63,62 \pm 2,7$	$48,34 \pm 4,2^{***}$
Индекс инотропного резерва (ИИР), %	$29,5 \pm 2,1$	$24,4 \pm 3,6^{**}$
Индекс напряжения (ИН), усл. ед.	$279,4 \pm 4,0$	$282,2 \pm 8,0$
Прирост индекса напряжения (ПИН), усл. ед.	$190,2 \pm 7,5$	$223,4 \pm 4,2^{**}$
Сердечный нагрузочный индекс (СНИ), усл. ед.	$1,36 \pm 0,05$	$1,24 \pm 0,05^*$
Показатель механической работы сердца (ПМРС), усл. ед.	$6,75 \pm 0,03$	$8,34 \pm 0,06^{**}$

Примечание:

* – различия достоверны при ($p < 0,05$); ** – различия достоверны при ($p < 0,01$); *** – различия достоверны при ($p < 0,001$) по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров».

У лётного состава (2-я группа) с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (табл. 2), прослужившего на Крайнем Севере 3 месяца, наблюдается снижение индекса хронотропного резерва на 34,9% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,001$), индекса инотропного резерва сердца на 10,4% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,05$). У лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний наблюдается увеличение прироста индекса напряжения на 17,9%

и показателя механической работы сердца на 15,3% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$).

Таблица 2

Функциональные резервы сердца и адаптационные возможности организма лётного состава, прослужившего в условиях Крайнего Севера 3 месяца при проведении велоэргометрии на максимальной нагрузке 175-180 Вт ($M \pm m$)

Показатели	Лётный состав с диагнозом «Здоров» (n=112)	Лётный состав с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (n=50)
Индекс хронотропного резерва, %	$63,45 \pm 3,1$	$47,05 \pm 2,8^{***}$
Индекс инотропного резерва, %	$29,7 \pm 2,9$	$26,9 \pm 3,2^*$
Индекс напряжения, усл. ед.	$278,8 \pm 5,0$	$281,3 \pm 6,0$
Прирост индекса напряжения, усл. ед.	$189,8 \pm 5,3$	$223,7 \pm 4,6^{**}$
Сердечный нагрузочный индекс, усл. ед.	$1,35 \pm 0,03$	$1,27 \pm 0,05^*$
Показатель механической работы сердца, усл. ед.	$10,09 \pm 0,07$	$11,63 \pm 0,08^{**}$

Примечание: * – различия достоверны при ($p < 0,05$); ** – различия достоверны при ($p < 0,01$); *** – различия достоверны при ($p < 0,001$) по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров».

Таблица 3

Функциональные резервы сердца и адаптационные возможности организма лётного состава, прослужившего в условиях Крайнего Севера 6 месяцев при проведении велоэргометрии на максимальной нагрузке 175-180 Вт ($M \pm m$)

Показатели	Лётный состав с диагнозом «Здоров» (n=112)	Лётный состав с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (n=50)
Индекс хронотропного резерва, %	$62,20 \pm 2,6$	$42,14 \pm 3,2^{***}$
Индекс инотропного резерва, %	$30,36 \pm 2,2$	$27,13 \pm 3,5^{**}$
Индекс напряжения, усл. ед.	$279,1 \pm 3,0$	$281,9 \pm 5,0$
Прирост индекса напряжения, усл. ед.	$188,7 \pm 5,5$	$216,5 \pm 5,1^{**}$
Сердечный нагрузочный индекс, усл. ед.	$1,36 \pm 0,07$	$1,27 \pm 0,03^*$
Показатель механической работы сердца, усл. ед.	$9,95 \pm 0,09$	$11,11 \pm 0,06^{**}$

Примечание: * – различия достоверны при ($p < 0,05$); ** – различия достоверны при ($p < 0,01$); *** – различия достоверны при ($p < 0,001$) по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров».

У лётного состава (3-я группа) с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (табл. 3), прослужившего на Крайнем Севере 6 месяцев, наблюдается снижение индекса хронотропного резерва на 47,6% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$), индекса инотропного резерва сердца на 11,9% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$). У лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний наблюдается увеличение прироста индекса напряжения на 14,7% и показателя механической работы сердца на 11,6% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$).

Таблица 4

Функциональные резервы сердца и адаптационные возможности организма лётного состава, прослужившего в условиях Крайнего Севера 12 месяцев при проведении велоэргометрии на максимальной нагрузке 175-180 Вт ($M \pm m$)

Показатели	Лётный состав с диагнозом «Здоров» (n=106)	Лётный состав с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (n=40)
Индекс хронотропного резерва, %	62,25±2,8	43,61±3,3***
Индекс инотропного резерва, %	30,22±3,4	27,02±3,1**
Индекс напряжения, усл. ед.	278,6±4,0	282,5±3,0
Прирост индекса напряжения, усл. ед.	188,5±4,3	211,7±5,4**
Сердечный нагрузочный индекс, усл. ед.	1,35±0,09	1,29±0,05*
Показатель механической работы сердца, усл. ед.	9,73±0,1	10,66±0,08*

Примечание: * – различия достоверны при ($p < 0,05$); ** – различия достоверны при ($p < 0,01$); *** – различия достоверны при ($p < 0,01$) по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров».

У лётного состава (4-я группа) с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний (табл. 4), прослужившего на Крайнем Севере 12 месяцев, наблюдается снижение индекса хронотропного резерва на 42,7% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,001$), индекса инотропного резерва сердца на 11,8% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$). У лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний наблюдается увеличение прироста индекса напряжения на 12,3% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,01$) и показателя механической работы сердца на 9,56% по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров» ($p < 0,05$).

Таким образом, у лётного состава в начале, через 3, 6 и 12 месяцев службы в условиях Крайнего Севера с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний наблюдается достоверное снижение индексов хронотропного и инотропного резервов сердца, в то же время отмечается прирост индекса напряжения и показателя механической работы сердца по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров». Выявленные по результатам велоэргометрии изменения, свидетельствуют не только о повышении потребления кислорода миокардом при физической нагрузке, но и напряжении механизмов адаптации у лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний.

В исследовании, используя, полученные у лётного состава при велоэргометрической пробе гемодинамические показатели, предложены по данным средней арифметической таблицы критериев оценки функционального коронарного резерва организма, характеризующие особенности адаптации лётного состава в условиях Крайнего Севера. Моделью для разработки этих таблиц служил лётный состав с диагнозом заболеваний со стороны сердечно-сосудистой системы (табл. 4-7).

Таблица 4

Критерии оценки ИХР (%)

Величина функционального напряжения организма	Качественная оценка адаптации	Оценка ИХР (%)
Оптимальная	Удовлетворительная адаптация	>62,0
Допустимая	Функциональное напряжение адаптивных механизмов	62,0 – 52,1
Предельная	Перенапряжение адаптивных механизмов – неудовлетворительная адаптация	52,0 – 42,1
Запредельная	Состояние астенизации – срыв адаптивных механизмов	<42,0

Таблица 5

Критерии оценки ИИР (%)

Величина функционального напряжения организма	Качественная оценка адаптации	Оценка ИИР (%)
Оптимальная	Удовлетворительная адаптация	>28,0
Допустимая	Функциональное напряжение адаптивных механизмов	28,0 – 26,5
Предельная	Перенапряжение адаптивных механизмов – неудовлетворительная адаптация	26,4 – 24,9
Запредельная	Состояние астенизации – срыв адаптивных механизмов	<24,9

Таблица 6

Критерии оценки ПИН (усл. ед.)

Величина функционального	Качественная оценка адаптации	Оценка ПИН
--------------------------	-------------------------------	------------

напряжения организма		в баллах (усл. ед.)
Оптимальная	Удовлетворительная адаптация	<200,0
Допустимая	Функциональное напряжение адаптивных механизмов	200,0 – 219,9
Предельная	Перенапряжение адаптивных механизмов – неудовлетворительная адаптация	220,0 – 239,9
Запредельная	Состояние астенизации – срыв адаптивных механизмов	>240,0

Таблица 7

Критерии оценки ПМРС (усл. ед.)

Величина функционального напряжения организма	Качественная оценка адаптации	Оценка ПМРС в баллах (усл. ед.)
Оптимальная	Удовлетворительная адаптация	<10,50
Допустимая	Функциональное напряжение адаптивных механизмов	10,50 – 11,49
Предельная	Перенапряжение адаптивных механизмов – неудовлетворительная адаптация	11,50 – 12,49
Запредельная	Состояние астенизации – срыв адаптивных механизмов	>12,50

Выводы:

1. В условиях Крайнего Севера у всех исследуемых групп лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний отмечается достоверное снижение индексов хронотропного и инотропного резервов сердца и достоверное увеличение индекса напряжения сердца по сравнению с лётным составом с диагнозом «Здоров».

2. Обнаруженные снижение индексов хронотропного и инотропного резервов сердца и прирост индекса напряжения сердца у лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний являются функциональными, развиваются в процессе адаптации организма лётного состава к условиям Крайнего Севера, и свидетельствуют о повышении потребления кислорода миокардом при физической нагрузке, а также о напряжении механизмов адаптации у лётного состава с диагнозом сердечно-сосудистых заболеваний.

3. Предложенная модель оценки функционального коронарного резерва организма, отражает взаимосвязь заболеваемости со стороны сердечно-сосудистой системы с воздействующими на лётчика неблагоприятными факторами, использование которой позволит не только снижать заболеваемость лётного состава, но и выявлять при адаптации в экстремальных условиях внешней среды функциональные нарушения организма на ранних стадиях развития

Литература.

1. Боченков, А.А. Кантур В.А. Оценка уровня профессиональной адаптации лётчиков. Психофизиология профессиональной деятельности человека / В. А. Кантур // Всероссийская научн. конф. - СПб.: ВМедА, 2004. - С. 14-16.
2. Буняев, В.В. Разработка моделей и алгоритмов оценки адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.В. Буняев. – Тула, 2000. – 22 с.
3. Войтенко, А.М. Характеристика, диагностика и формирование профессионально важных качеств / А.М. Войтенко, В.С. Баландин, В.А. Кит // Теория и практика управления образованием и учебным процессом: педагогические, социальные и психологические проблемы: сборник научных трудов. – СПб.: БПА, 2009. – С.136–141.
4. Ворона, А.А. Оценка эффективности методов сохранения профессионального здоровья военнослужащих и реабилитации их функционального состояния / А.А. Ворона, И.В. Бухтияров [и др.] // Отчет ГНИИИ ВМ МО РФ, шифр "Критерий". - М., 2003. - 90 с.
5. Загородников, А.Г. Особенности пограничного функционального состояния организма лётного состава в условиях Крайнего Севера и эффективность его коррекции: дис. ... канд. мед. наук. – СПб, 2006. – 205 с.
6. Кантур, В.А. Профессиональное здоровье лётного состава авиации ТОФ: дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2005. – 371 с.
7. Левшин, С.А. Оценка функционального состояния и физиологических резервов лётного состава авиации внутренних войск МВД России / С.А. Левшин, В.А. Лозовой, В.Н. Митюшенко, П.А. Суин // Актуальные проблемы авиационной и космической медицины: мат. Всесармейской науч. конф. – СПб.: ВМедА, 2008. – С. 28-30.
8. Орлова, А.Ф. Пробы с физической нагрузкой / А.Ф. Орлова, И.В. Лейтес, И.В. Черникова // Методическое пособие по велоэргометрии. – Барнаул, 2002. – 24 с.
9. Пономаренко, В.А. Концепция «профессионального здоровья» в лётной деятельности / В.А. Пономаренко // Психология профессионального здоровья: учеб. пособие под ред. Г.С. Никифорова. – СПб: Речь, 2006. – С. 217–246.
10. Шурлов, Ю.В. Диагностическая математическая модель для изучения адаптационного состояния человека / Ю.В. Шурлов, А.А. Боченков, С.А. Иноземцев [и др.] // «От современной фундаментальной биологии к новым наукоёмким технологиям» II научная конференция института теоретической и экспериментальной биофизики РАН.: Тез. докл. – г. Пущино, 2002. – С. 49.

11. Adler, A.B. International survey of military mental health professionals / A.B. Adler, P.T. Bartone // Mil. Med. – 1999. – V.161, №11. – P. 788–792.
12. Booze, C.F. A comparison of postmortem coronary atherosclerosis findings in general aviation pilotfatalities / C.F.Booze, C.M.Staggs // Star. – 1986. – V. 24, – № 8. – P. 1321.