

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ТРЕНИРОВКИ НА СТАТОЭРГОМЕТРЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЕРЕНОСИМОСТИ ПИЛОТАЖНЫХ ПЕРЕГРУЗОК У ВЬЕТНАМСКИХ МУЖЧИН

А.А. Благинин, Т.А. Лапшина*, К.Г. Данг

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны РФ, Санкт-Петербург

THE EFFICIENCY OF DIFFERENT TRAINING REGIMES AT STATOERGOMETER TO INCREASE THE TOLERANCE TO AEROBATIC OVERLOADS IN VIETNAMESE MEN

A.A. Blaginin, T.A. Lapshina*, Q.H. Dang

S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

* E-mail: tanyaleningrad@bk.ru

Аннотация

С момента принятия на вооружение ВВС Социалистической Республики Вьетнам самолетов четвертого поколения остро встал вопрос о переносимости пилотажных перегрузок вьетнамскими летчиками. Тренировки на центрифуге являются малодоступным и дорогостоящим методом. Альтернативным методом тренировки является статоэргометрия на стенд-тренажере «Статоэргометр» (далее – статоэргометр). Однако оптимальных режимов тренировки для вьетнамских летчиков до сих пор разработано не было.

Цель исследования – изучение эффективности различных режимов тренировки на статоэргометре для вьетнамских мужчин с помощью оценки физиологических показателей и увеличения статической мышечной выносливости по результатам тренировки.

Материалы и методы. Изучена эффективность четырех различных режимов тренировки на статоэргометре, состоящих из 10 сеансов и различающихся периодом отдыха между последними пятью сеансами. В исследовании приняли участие 58 вьетнамских добровольцев мужского пола. Эффективность тренировки оценивали по увеличению статической мышечной выносливости при выполнении пятиступенчатой статоэргометрической пробы, а также по реакции сердечно-сосудистой и дыхательной систем (динамика частоты сердечных сокращений, артериального давления, пробы Штанге, Генчи). **Результаты.** Во всех группах тренировки способствовали увеличению статической мышечной выносливости нижних конечностей. Однако в группах с небольшими периодами отдыха между тренировками (ежедневные тренировки и тренировки через день) возникли срыв адаптационных механизмов и ухудшение функционального состояния кардиореспираторной системы. В группе с перерывами между тренировками по два дня отмечено срабатывание адекватных механизмов адаптации и улучшение функционального состояния кардиореспираторной системы. В группе с длительными периодами отдыха (по три дня между тренировками) не включались механизмы адаптации кардиореспираторной системы к статическим мышечным нагрузкам. **Заключение.** Тренировка на статоэргометре является эффективной для повышения статической мышечной выносливости нижних конечностей. Оптимальным режимом тренировки, способствующим повышению статической мышечной выносливости нижних конечностей, а также вызывающим адекватное напряжение физиологических функций и улучшение функционального состояния кардиореспираторной системы, является 20-дневный курс с проведением 10 сеансов, первые пять из которых проводятся ежедневно, а последние пять – через каждые два дня на третий.

Ключевые слова: статоэргометр, курс тренировки, пятиступенчатая статоэргометрическая проба, пилотажные перегрузки, функциональное состояние, частота сердечных сокращений, артериальное давление.

Abstract

Since Air Forces of the Socialist Republic of Vietnam adopted aircrafts of the 4th generation, the problem of aerobatic overload tolerance by Vietnamese pilots has become a pressing one. Centrifuge trainings are expensive and not readily available. An alternative option for such trainings is statoergometry at stand-simulator "Statoergometer" (hereinafter referred to as statoergometer). However, optimal training modes for Vietnamese pilots have not yet been developed. **Purpose.** To study the effectiveness of various statoergometer training regimes for Vietnamese men by analyzing their physiological parameters and the increase of their static muscular endurance.

Materials and methods. The effectiveness of four different modes of trainings at the statoergometer was studied. The course consisted of 10 training sessions with different rest intervals between the last five sessions. 58 Vietnamese male volunteers were taken in the study. The effectiveness of trainings was assessed by the increase in static muscular endurance during the five-stage statoergometric test, as well as by the reaction of cardiovascular and respiratory systems (dynamics of heart rate, blood pressure, Stange, Genchi tests). **Results.** Static muscle endurance in the lower extremities became better after each training session in all groups. However, in groups with short rest intervals between sessions (daily sessions and sessions every other day), the tested subjects had breakdown in their adaptive mechanisms and had deterioration in their cardiorespiratory function. The studied subjects from the group with a 2-day interval had adequate mechanisms of adaptation and improvement in the functional state of their cardiorespiratory system. In the group with long rest intervals (three days between sessions), mechanisms of cardiorespiratory system adaptation to static muscular loads were not triggered. **Conclusion.** Trainings at the statoergometer is an effective modality for increasing static muscle endurance in the lower extremities. The optimal training regimen, which increases static muscle endurance in the lower extremities and leads to the adequate strain in physiological functions and improves cardiorespiratory function, is a 20-day course with 10 sessions; first five sessions – daily; last five sessions – every third day.

Key words: statoergometer, training course, five-stage statoergometric test, aerobatic overloads, functional state, heart rate, blood pressure.

Ссылка для цитирования: Благинин А.А., Лапишина Т.А., Данг К.Г. Эффективность различных режимов тренировки на статозергометре для повышения переносимости пилотажных перегрузок у вьетнамских мужчин. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2022; 4: 32–35.

Введение

Пилотажные перегрузки – один из наиболее значимых факторов полета, влияющий на функциональное состояние и работоспособность летного состава [1]. Особо остро проблема переносимости пилотажных перегрузок у вьетнамских летчиков встала с момента принятия на вооружение ВВС Социалистической Республики Вьетнам самолетов четвертого поколения, пилотирование которых сопровождается большими по величине (свыше 7 ед.), длительности (десяtkи секунд) и скорости нарастания (до 3–4 ед./с) пилотажными перегрузками [2].

Устойчивость к перегрузкам у летчиков формируется как в процессе выполнения полетов, так и во время специальных тренировок, направленных на отработку противоперегрузочных приемов [1]. Успешное выполнение противоперегрузочных приемов определяется статической выносливостью мышц брюшного пресса и нижних конечностей [1, 3, 4]. Для тренировки статической выносливости используется как общая физическая подготовка, так и специальная [3, 4]. Самым надежным специальным методом оценки и тренировки летного состава к пилотажным перегрузкам является центрифуга. Существенными минусами этого метода являются малодоступность и экономическая нецелесообразность ввиду высокой стоимости. Альтернативным методом специальной тренировки летного состава к пилотажным перегрузкам является статозергометрия [5, 6]. Однако на данный момент не разработано эффективных методов тренировки на статозергометре для повышения переносимости пилотажных перегрузок для вьетнамских летчиков.

Цель исследования – изучение эффективности различных режимов тренировки на статозергометре для вьетнамских мужчин с помощью оценки физиологических показателей и увеличения статической мышечной выносливости по результатам тренировки.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

В исследовании приняли участие 58 вьетнамцев мужского пола в возрасте от 20 до 28 лет. Этическая экспертиза проведена независимым этическим комитетом при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (выписка из протокола № 250 от 25.05.2021).

На первом этапе все испытуемые проходили пятиступенчатую статозергометрическую пробу, до, во время и после которой регистрировались физиологические показатели, такие как частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД).

Пятиступенчатую статозергометрическую пробу выполняли на программно-аппаратном комплексе «Статозергометр-ЭУ» фирмы ООО «Констел» (Москва) путем создания испытуемым ступенчато-возрастающего усилия ногами величиной 120, 160, 200, 240, 280 кгс с удержанием каждого из них в течение 30 секунд [5, 6].

После проведения пятиступенчатой статозергометрической пробы испытуемые были разделены на четыре группы с тренировками на статозергометре в различных режимах. Всего у испытуемых было 10 тренировок на статозергометре, из которых первые пять занятий проводили ежедневно в течение первых пяти дней. Следующие пять тренировочных дней проводили в зависимости от группы, в которую был включен испытуемый: через каждые три дня для группы 1, через каждые два дня для группы 2, через день для группы 3 и каждый день для группы 4 (рисунок).

Испытуемые тренировались по схеме: три подхода со ступенчатым увеличением нагрузки 120, 160 кгс с удержанием 20 секунд каждой ступени, между подходами перерыв 60 секунд.

На заключительном этапе после курса тренировок вновь проводили пятиступенчатую статозергометрическую пробу, до, во время и после которой регистрировали физиологические показатели (ЧСС, САД и ДАД). До и после курса тренировок проводили пробы Штанге и Генчи. В работе использовали аппарат математико-статистического системного анализа с применением пакета прикладных программ Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США) и процессора электронных таблиц Microsoft® Excel-2010 (Microsoft, США). Сравнение совокупностей проводили путем

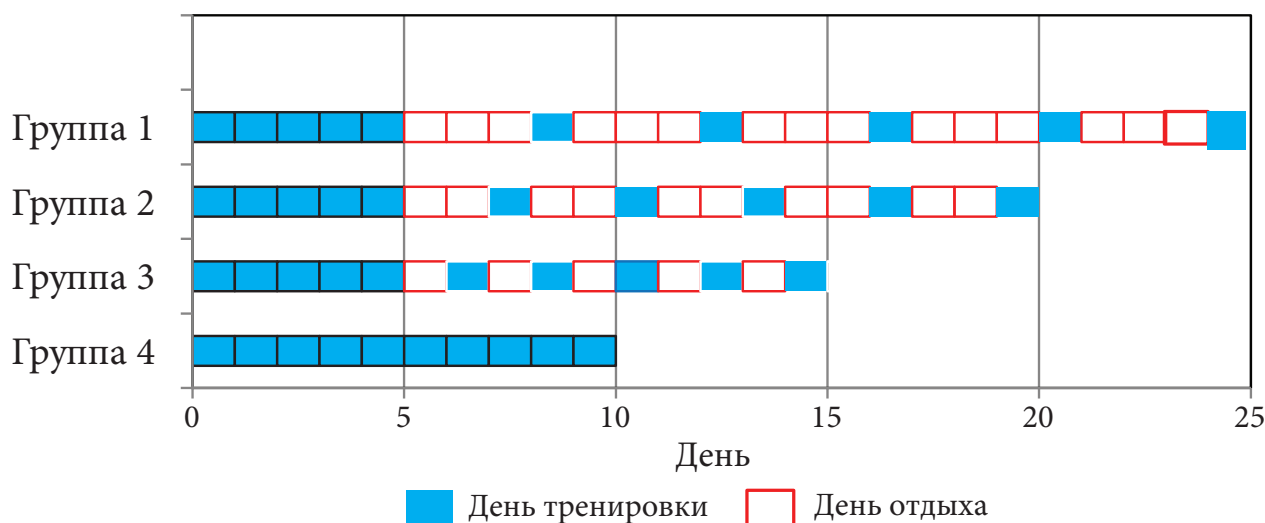


Рис. 1. График режимов тренировки на статозергометре по группам

расчета t-критерия Стьюдента и t-критерия Вилкоксона для малых выборок с неправильным распределением.

Результаты и обсуждение

После тренировки во всех четырех группах наблюдалось статистически значимое увеличение количества пройденных ступеней во время статозргометрической пробы (табл. 1). Наиболее значимый прирост количества пройденных ступеней показала группа 2, наименее значимый – группа 4. Таким образом, наиболее эффективным режимом тренировки для увеличения статической мышечной выносливости нижних конечностей является 20-дневная тренировка с перерывами между последними пятью сеансами в два дня.

При анализе физиологических показателей во время статозргометрической пробы до и после проведения тренировки в группах наблюдались различные изменения (табл. 2).

В группе 1 статистически значимых изменений физиологических показателей после курса тренировок во время статозргометрической пробы по сравнению со значениями до тренировочного курса не выявлено. Отсутствие изменений в физиологических показателях, вероятнее всего, свидетельствует о том, что не включается адаптационный механизм (реакция тренировки организма) в ответ на воздействие статических мышечных нагрузок из-за слишком больших периодов отдыха между тренировками

(по три дня). В группе 2 статистически значимых различий между фоновыми значениями физиологических показателей до и после тренировки не выявлено. На высоте нагрузки значения физиологических показателей увеличились по сравнению с данными до тренировки, однако статистически значимых различий достигли только САД и ДАД. В восстановительном периоде значения ЧСС, САД и ДАД были несколько выше, но статистической значимости различия не достигли. Такая динамика физиологических показателей свидетельствует о включении в ходе тренировочного процесса адекватного механизма адаптации с обеспечением тренировки организма к воздействию статических мышечных нагрузок. В группе 3 отмечалось статистически значимое уменьшение фонового показателя ЧСС, значения САД и ДАД соответствовали фоновым показателям до курса тренировок. На высоте нагрузки по сравнению со значениями физиологических показателей до тренировочного курса статистически значимо увеличивалась ЧСС, среднее значение ДАД тоже было выше, но статистической значимости различия не достигли, среднее значение САД не изменялось. А в восстановительном периоде регистрировалось статистически значимое увеличение ДАД по сравнению со значением до тренировочного курса, значения ЧСС и САД соответствовали значениям до курса тренировок. В целом динамика показателей в группе 3 была схожа с динамикой группы 2, что свидетельствует о включении адаптационных

Таблица 1

Успешность выполнения пятиступенчатой статозргометрической пробы до и после курса тренировок ($M \pm m$)

Оцениваемый параметр	До тренировки	После тренировки			
		Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Количество ступеней	3.5 ± 0.11	4.58 ± 0.19	4.72 ± 0.11	4.54 ± 0.14	4.20 ± 0.20
Критерий значимости p	–	0.007	0.00001	0.00002	0.05

Примечание. Сравнение совокупностей проводилось с помощью расчета t-критерия Стьюдента; жирным шрифтом выделены значения, статистически значимо отличающиеся от исходного значения (среднее количество пройденных ступеней до тренировки); изменения статистически значимы при $p \leq 0.05$.

Таблица 2

Динамика физиологических показателей при проведении статозргометрической пробы до и после курса тренировок ($M \pm m$)

Оцениваемый параметр	До тренировки	После тренировки			
		Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Фоновые значения					
ЧСС	78.17 ± 1.68	80.75 ± 1.77	76.72 ± 1.78	72.15 ± 1.49 (p=0.005)	75.87 ± 3.20
ДАД	75.02 ± 0.92	76.33 ± 1.26	82.94 ± 4.08	76.62 ± 1.19	77.27 ± 1.40
САД	114.86 ± 1.20	119.58 ± 5.22	113.83 ± 1.21	113.46 ± 1.25	113.60 ± 1.39
На высоте нагрузки					
ЧСС	141.14 ± 2.70	139.33 ± 5.27	149.06 ± 4.59	158.69 ± 3.75 (p=0.0004)	151.47 ± 2.72 (p=0.005)
ДАД	146.35 ± 2.59	135.67 ± 8.23	157.72 ± 2.52 (p=0.001)	149.38 ± 4.16	149.87 ± 3.77
САД	185.28 ± 1.77	179.33 ± 5.95	189.72 ± 1.16 (p=0.02)	185.31 ± 3.00	189.80 ± 1.18 (p=0.02)
После нагрузки					
ЧСС	114.97 ± 2.46	114.33 ± 4.14	121.89 ± 4.11	114.00 ± 3.45	126.29 ± 4.01 (p=0.01)
ДАД	97.43 ± 2.66	94.55 ± 5.04	99.78 ± 4.36	106.77 ± 3.81 (p=0.03)	112.80 ± 3.50 (p=0.0007)
САД	155.29 ± 3.09	151.25 ± 7.96	163.39 ± 5.76	153.31 ± 5.47	154.67 ± 4.72

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; Сравнение совокупностей проводили с помощью расчета t-критерия Стьюдента; жирным шрифтом выделены значения, статистически значимо отличающиеся от исходного значения (среднее значение ЧСС, САД, ДАД до тренировки); изменения статистически значимы при $p \leq 0.05$.

Таблица 3

Изменение времени задержки дыхания при выполнении проб Штанге и Генчи до и после курса тренировки ($M \pm m$)

Проба	Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Генчи	35.5 $\pm$ 4.4	41.3 $\pm$ 5.3	42.3 $\pm$ 4.9	51.4 $\pm$ 4.4 ($p=0.01$)	45.4 $\pm$ 4.8	45.9 $\pm$ 4.1	46.6 $\pm$ 3.2	41.5 $\pm$ 2.3 ($p=0.05$)
Штанге	69.0 $\pm$ 3.9	63.6 $\pm$ 5.5	65.3 $\pm$ 5.0	72.8 $\pm$ 5.3 ($p=0.05$)	61.5 $\pm$ 4.8	65.2 $\pm$ 5.8	72.2 $\pm$ 4.3	71.3 $\pm$ 4.4

Примечание. Сравнение совокупностей проводили путем расчета t-критерия Вилкоксона; жирным шрифтом выделены значения, статистически значимо отличающиеся от исходного значения (среднее значение времени задержки дыхания на вдохе и выдохе до тренировки); изменения статистически значимы при $p \leq 0.05$.

механизмов к статическим мышечным нагрузкам, однако статистически значимое увеличение ДАД после нагрузки говорит об увеличении восстановительного периода, следовательно, развитии срыва адаптационных механизмов. В группе 4 фоновые показатели после курса тренировок статистически значимо не отличались от фоновых показателей до тренировочного курса. На высоте нагрузки значения физиологических показателей увеличивались по сравнению с данными до тренировочного курса, однако статистической значимости различия не достигли. После нагрузки статистически значимо выше ЧСС и ДАД по сравнению со значениями до курса тренировок. В группе 4, так же как и в группе 3, наблюдался срыв механизмов адаптации с последующим удлинением восстановительного периода.

Пробы Штанге и Генчи также имели различную динамику в группах (табл. 3).

Среднее значение времени задержки дыхания при выполнении проб Штанге и Генчи в группах 1 и 3 не изменялось. В группе 2 среднее значение времени задержки дыхания обеих проб достоверно значимо увеличивалось. В группе 4 достоверно значимо уменьшалось среднее значение времени задержки дыхания в пробе Генчи. Полученные данные свидетельствуют об улучшении функционального состояния кардиореспираторной системы в группе 2 в результате тренировочного процесса, так как среднее время задержки дыхания во время выполнения проб увеличивалось. В группе 4, наоборот, функциональное состояние кардиореспираторной системы ухудшалось, о чем свидетельствует снижение среднего времени задержки дыхания во время проб.

Заключение

Все четыре вида тренировок приводили к улучшению статической выносливости мышц нижних конечностей. Наиболее эффективно увеличивала статическую мышечную выносливость нижних конечностей 20-дневная тренировка, состоящая из 10 сеансов, первые пять из которых проводили ежедневно, а последние пять – с перерывами в два дня. Также 20-дневный курс тренировок запускал адекватный механизм адаптации и способствовал улучшению функционального состояния кардиореспираторной системы.

Двадцатипятидневный курс, состоящий из 10 сеансов, первые пять из которых проводили ежедневно, а последние пять с перерывами в три дня, не вызывал включения адаптационных механизмов и изменения функционального состояния кардиореспираторной системы и имел более низкий эффект тренировки выносливости мышц к статическим нагрузкам.

Пятнадцатидневный курс, состоящий из 10 сеансов, первые пять из которых проводились ежедневно, а последние пять с перерывами в один день, а также 10-дневный курс, состоящий из 10 сеансов, которые проводились ежедневно, из-за слишком маленьких периодов отдыха между тренировками вызывали срыв адаптационных механизмов и ухудшение функционального состояния кардиореспираторной системы.

Литература

1. Маряшин Ю.Е. и др. Влияние различных методов физической тренировки на повышение специальных физических качеств летчиков маневренной авиации // Военно-медицинский журнал. – 2018. – Т. 339. – № 3. – С. 61–68. [Maryashin Yu.E. et al. Effect of different methods of physical training to improve the special physical qualities pilots maneuvering aircraft // Voenno-medicinskij Zhurnal (Military Medical Journal). – 2018. – V. 339. – № 3. – P. 61–68. In Russian].
2. Ушаков И.Б. и др. Процессы адаптации у вьетнамских военных летчиков при полетах на современных российских самолетах // Военно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 334. – № 4. – С. 32–39. [Ushakov I.B. et al. Adaptive process in Vietnamese military pilots during the flights on modern Russian aircraft // Voenno-medicinskij Zhurnal (Military Medical Journal). – 2013. – V. 334. – № 4. – P. 32–39. In Russian].
3. Засядько К.И. и др. Формирование психофизиологической устойчивости к воздействию перегрузок маневрирования у пилотов методами физической подготовки // Вестник ТГУ. – 2017. – Т. 22. – № 2. – С. 375–381. [Zasyadko K.I. et al. Formation psychophysiological resistance to the effects of maneuvering overloads in pilots by physical training methods // Vestnik TGU (Tambov University Reports). – 2017. – V. 22. – № 2. – P. 375–381. In Russian].
4. Засядько К.И. и др. Методика физической подготовки летного состава для формирования психофизиологической устойчивости к воздействию перегрузок маневрирования // Вопросы здравоохранения. – 2016. – № 2. – С. 52–62. [Zasyadko K.I. et al. Methods of physical training of flight personnel for the formation of psychophysiological resistance to the effects of maneuvering overloads // Voprosy Zdravoohraneniya (Health issues). – 2016. – № 2. – P. 52–62. In Russian].
5. Хоменко М.Н. и др. Обоснование методики статозргометрической пробы с целью прогнозирования переносимости пилотажных перегрузок у летного состава высокоманевренных самолетов // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2019. – Т. 53. – № 7. – С. 76–83. [Khomenko M.N. et al. Presentation of a static ergometer test procedure for predicting tolerance to flight g-loads of highly maneuverable aircraft pilots // Aviakosmicheskaja i Jecologicheskaja Medicina (Aerospace and Environmental Medicine). – 2019. – V. 53. – № 7. – P. 76–83. In Russian].
6. Клишин Г.Ю. Тренировочные комплексы подготовки летного состава к воздействию пилотажных перегрузок // Вестник ТГУ. – 2019. – № 4 (55). – С. 35–44. [Klishin G.Yu. Information-measuring systems of complexes for training the aircraft composition to the impact of footing overloads // Vestnik TOGU (Pacific State University Reports). – 2019. – № 4 (55). – P. 35–44. In Russian].