



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018
УДК 613.93

Использование количественных интегральных индексов в комплексной оценке переносимости летным составом перегрузок на центрифуге

ЧУРИЛОВ Ю.К., заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, полковник медицинской службы в отставке (Churilov.yur@yandex.ru)¹
ВОВКОДАВ В.С., кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы¹
КЛЕПИКОВ А.Н., полковник медицинской службы в отставке¹
РИЧЕЙ И.И., подполковник медицинской службы¹
РЫЖОВ Д.И., кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы²

¹Главный центр военно-врачебной экспертизы МО РФ, Москва; ²Научно-исследовательский испытательный центр (авиационно-космической медицины и военной эргономики) Центрального НИИ ВВС, Москва

Проведен анализ эффективности интегральных индексов в оценке адаптивных реакций и переносимости этапно-возрастающих перегрузок на центрифуге у 103 летчиков истребительной авиации. По фоновым данным частоты сердечных сокращений в предстартовый период сформированы 3 группы – со средними ($n=62$), повышенными ($n=16$) и пониженными ($n=25$) показателями. У летчиков со средней и пониженной степенью предстартового реагирования при воздействии перегрузок групповая оценка по показателю сердечной деятельности оказалась удовлетворительной – соответственно 14,8 и 13 усл. ед., с повышенной – плохой – 17,9 усл. ед. При воздействии перегрузок индекс Хильдебрандта в 1-й и 3-й группах сохранялся в пределах нормы, во 2-й несколько превышал норму (5,9 усл. ед.) только при воздействии перегрузки в 3г. «Физиологическая цена» переносимости летным составом перегрузок с разным типом реагирования в среднем составила 65–70%. Количественные изменения интегральных индексов в процессе нарастающих перегрузок объективно характеризуют состояние адаптационного процесса и могут быть использованы в качестве дополнительных критериев в оценке профессионального здоровья летного состава.

К л ю ч е в ы е с л о в а: летный состав, радиальные ускорения, центрифуга, перегрузки.

Churilov Yu.K., Vovkodav V.S., Klepikov A.N., Richei I.I., Ryzhov D.I. – Use of quantitative integral indices in the integrated assessment of the tolerance of the flight composition of overloads in a centrifuge. The efficiency of integral indices in the estimation of adaptive reactions and the tolerability of phase-increasing overloads in a centrifuge in 103 pilots of fighter aviation was analyzed. By background data heart rate in the pre-start period, 3 groups were formed – with average ($n=62$), elevated ($n=16$) and low ($n=25$) indicators. For pilots with an average and a low degree of prelaunch response under the influence of overloads, the group score according to the cardiac activity index was satisfactory – 14.8 and 13 conv. units, respectively. units, with increased – bad – 17.9 conv. units Under the influence of overloads, the Hildebrandt index in the 1st and 3rd groups remained within the norm, in the 2nd group it exceeded the norm (5.9 conditional units) only under the influence of the overload in 3g. The «physiological price» of airworthiness with the flight crew of overloads with different types of response averaged 65–70%. Quantitative changes in integral indices in the process of increasing overloads objectively characterize the state of the adaptation process and can be used as additional criteria in assessing the professional health of the flight crew.

К е у о р д s: flight composition, radial acceleration, centrifuge, overload.

Радиальные ускорения являются одним из профессиональных факторов летного труда в истребительной авиации, где высокая маневренность самолетов обуславливает возможность создания значительных величин пилотажных перегрузок, превышающих пределы физио-

логических возможностей организма летчика [1, 3, 6, 13, 14, 16]. Эффективность физиологического обеспечения профессиональной деятельности летчика в высокоманевренном полете в основном определяется согласованной работой сердца, системы дыхания и системы крово-



обращения, переключением функциональных систем на новый уровень регуляции [1, 7, 10, 14, 16].

Характер изменений физиологических функций и работоспособность летчика в полете зависят от вида, величины, продолжительности и направления перегрузки, повторяемости воздействия, а также физического состояния и индивидуально-типологических особенностей систем регуляции адаптивных процессов. Только при высокой устойчивости механизмов регуляции летчик может полностью использовать боевые качества современных высокоманевренных самолетов [1, 3, 6, 11, 14, 16].

Несмотря на то что имеется немало научных работ, посвященных адаптации организма летчика к пилотажным перегрузкам, комплексное изучение основных обеспечивающих ее механизмов с попыткой оценить индивидуально-типологические реакции остается недостаточно разработанным [2, 6, 10, 13].

В этой связи изучение проблемы взаимодействия между различными звеньями регуляции гомеостаза и индивидуально-типологическими закономерностями организации адаптивных регуляторных механизмов гомеостаза в динамике медицинского контроля и освидетельствования летного состава в определенной степени может не только расширить комплексную их оценку, но и определить необходимость внедрения индивидуальных тренировочно-корректирующих методик в системе реабилитационно-восстановительных мероприятий в целях повышения устойчивости адаптации к условиям авиационного полета [6].

Для этого многими исследователями в оценке адаптационных возможностей организма летчика предлагается использовать количественные критерии, обладающие высокой чувствительностью к изменениям физиологических процессов, показатели которых находятся в границах физиологической нормы [6, 7, 13]. Однако количественные критерии редко используются в целях индивидуальной экспертной оценки переносимости летным составом специальных нагрузочных проб, модулирующих факторы авиационного полета [6, 7, 11].

Цель исследования

Совершенствование экспертной оценки переносимости летным составом воздействий этапно-возрастающих перегрузок на центрифуге

Материал и методы

По данным протоколов изучена переносимость радиальных перегрузок в 3g, 5g, 6g на центрифуге у 103 летчиков маневренных и высокоманевренных самолетов, проходивших стационарное обследование в целях врачебно-лётной экспертизы в филиале № 1 (7-й Центральный военный клинический авиационный госпиталь) Главного военного клинического госпиталя им. Н.Н.Бурденко.

По возрасту летный состав распределился следующим образом: 20–30 лет – 39%, 31–40 – 43%, 41–50 – 13%, старше 50 лет – 5%, средний – 33,1±4,1 года. Летчиков с диагнозом «здоров» было 9%, у остальных диагностированы заболевания, не ограничивающие годность к лётной работе: ожирение 1-й степени – 19%, заболевания желудочно-кишечного тракта – 25%, сердечно-сосудистой системы – 16%, позвоночника – 19%, органа зрения – 7%, другие заболевания – 5%. Средний налет составил 902,9±409,4 часа.

Исследование на переносимость радиальных ускорений проводилось на центрифуге со скоростью нарастания перегрузки 0,4 g/c, с величиной этапных перегрузок в 3g, 5g и 6g. Представляет интерес, с какой степенью нагрузки сталкивается организм летчика при указанных величинах пилотажных перегрузок. В спортивной медицине существует градация величины нагрузки: если увеличение пульса составляет 35–50% исходного, нагрузка считается малой, при приросте 50–70% – нагрузка средняя, 70–90% – нагрузка высокая [3].

По изученным протоколам исследования, с учетом показателей частоты пульса, величина этапно-возрастающих перегрузок в 3g определяется как средняя, 5g и 6g – высокая.

По фоновым данным предстартового реагирования выделены 3 группы летного состава: 1-я группа (n=62) со средним типом реагирования (ЧСС – 80–100), 2-я (n=16) – с повышенным (ЧСС>100)



и 3-я группа (n=25) – с пониженным (ЧСС<80) типами реагирования.

Групповая оценка переносимости пробы рассчитывалась по *показателю сердечной деятельности* (ПСД).

$$\text{ПСД} = [4 \times (P1 + P2 + P3 + P4)] - 200 / 100,$$

где: 4 – поправочный коэффициент; P1 – ЧСС фон, P2, P3, P4 – ЧСС при перегрузках; при ПСД<5 проба считалась отличной, <10 – хорошей, <15 – удовлетворительной, >15 – плохой [7].

В качестве дополнительных критериев рассчитывался *индекс сердечно-сосудистой регуляции* (ИССР).

$$\text{ИССР} = (\text{ДАД} / \text{ЧСС}) \times 100,$$

где: ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.; ЧСС – частота сердечных сокращений в мин; 100 – поправочный коэффициент; при ИССР>115 определялся сосудистый тип регуляции кровообращения, <85 – сердечный тип, значения ИССР=100±15 соответствовали сердечно-сосудистому (среднему) типу [7, 8].

Для оценки степени синхронизации ритма сердца и дыхания использован индекс Хильдебрандта (Q), который отражает работу регуляторных систем, в частности степень включения ритмов сердца и дыхания в процесс достижения этапно-возрастающих перегрузок и результатов восстановления во время отдыха в течение 1 и 5 мин после каждого этапа.

$$Q = \text{ЧСС} / \text{ЧД}, \text{ усл. ед. (в норме 2,2–4,9)}$$

По данным отдельных исследований, допустимым считают физические нагрузки, приводящие к соотношению ЧСС/ЧД от 3,5 до 6,5 усл. ед. Дальнейшее увеличение мощности нагрузки может привести как к «перенапряжению» системы регуляции, так и ее недостаточности при низких показателях и срыве адаптации [7, 13].

В целях характеристики вегетативной регуляции гомеостаза рассчитывался *вегетативный индекс Кердо* (ВИК):

$$\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД} / \text{ЧСС}) \times 100, \text{ усл. ед.}$$

Для оценки соотношений влияния на *сердечно-сосудистую систему* (ССС) симпатической и парасимпатической систем рассчитывался *индекс вегетативного равновесия* (ИВР): $\text{ИВР} = (\text{ВР} / \text{ВТ}) \times 100$, где: ВР – наибольшая величина симпатического тонуса, ВТ – фоновый вегетативный тонус [6–8, 17].

Физиологическое значение ИВР: <30 – выраженная инертность и пассивность, явная доминанта парасимпатического отдела; 30–100 – незначительное преобладание парасимпатического отдела, расслабление; 100–350 – норма, вегетативный баланс находится в равновесии; 350–1300 – напряжение, доминанта симпатического отдела; >1300 – крайняя степень напряжения симпатического отдела на фоне истощения энергетического потенциала [7, 8].

Для количественной оценки состояния резервов ССС и уровня обменно-энергетических процессов организма использован *показатель двойного произведения* (ПДП) Робинсона.

$\text{ПДП} = (\text{ЧСС} \times \text{АДС}) / 100$ усл. ед. В состоянии покоя при ПДП=69 и меньше состояние функциональных резервов ССС оценивалось как отличное, 70–84 – хорошее, 85–94 – среднее, 95–110 – признаки нарушения регуляции ССС, 111 и более – нарушение регуляции ССС [18].

«Физиологическая цена» этапного результата центрифужной перегрузки рассчитывалась по формуле:

$$r_0 (\%) = \sqrt{\sigma^2 \text{чсс} + \sigma^2 \text{чд}},$$

где: $\sigma \text{чсс} = 100 \times (\text{ЧСС}_{\text{исх}} - \text{ЧСС}_{\text{фон}}) / \text{ЧСС}_{\text{фон}}$; $\sigma \text{чд} = 100 \times (\text{ЧД}_{\text{исх}} - \text{ЧД}_{\text{фон}}) / \text{ЧД}_{\text{фон}}$ [8]; модуль r_0 считается мерой адаптивных перестроек физиологических функций, происходящих в организме при нагрузках и направленных на достижение полезного приспособительного результата [4, 13].

Статистический анализ проводился с использованием процесса электронных таблиц Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение

Изменения количественных показателей кардиореспираторной системы при воздействии этапно-возрастающих перегрузок у летчиков всех групп представлены в табл. 1–3.

ИССР в 1-й группе во время перегрузки в 3g составил 61,5 усл. ед., 5g – 56,3, 6g – 56,3 усл. ед., что соответствует сердечному типу регуляции и адекватным реакциям на этапно-возрастающие



перегрузки. В этой же группе ЧСС по сравнению с фоном увеличилась при перегрузке в 3g на 37,8%, 5g – на 43,9%, 6g – на 48,9% и достоверно отличалась от показателей средней группы реагирования не только в фоне, но и перегрузках ($p < 0,001$). АДС при перегрузке в 3g увеличилась на 21,8%, 5g – на 30,7%, 6g – на 33,9%. АДД при перегрузке в 3g увеличилась на 20,5%, 5g – на 24,8%, 6g – на 28,6%. АД ушное при перегрузке в 3g практически не изменилось, 5g и 6g – снизилось на 8,9%. ЧД при перегрузке в 3g выросла на 40,7%, 5g – на 47,3%, 6g – на 54,8%.

Групповая оценка по ПСД – удовлетворительная – 14,8 усл. ед.

Фоновый ИССР в группе с повышенной степенью предстартового реагирования также соответствовал сердечно-му типу – 65 усл. ед., при перегрузке в 3g составил 53, 5g – 50, 6g – 49 усл. ед., однако отмечено его снижение при нарастании перегрузки – на 24,6%, что может свидетельствовать о признаках неустойчивости системы регуляции ССС.

ЧСС по сравнению с фоном увеличилась при перегрузке в 3g на 33,2%, 5g – на 39,7%, 6g – на 41%. Получены достоверные различия по ЧСС с группой со

Таблица 1

Показатели реакций кардиореспираторной системы у летного состава со средней степенью предстартового реагирования при воздействии перегрузок ($n=62$), $M \pm m$

Этапы	ЧСС	АДС	АДД	АД ушное	ЧД
Фон	89±1,2	129±1,0	70±0,9	79±1,5	19±0,5
1-й (3g)	143±2,0	165±2,1	88±1,4	80±1,9	32±0,8
2-й (5g)	165±1,7	186±2,1	93±1,1	72±1,3	36±1,2
3-й (6g)	174±1,7	195 ±3,6	98±1,1	72±1,3	42±2,6

Таблица 2

Показатели реакций кардиореспираторной системы у летного состава с повышенной степенью предстартового реагирования при воздействии перегрузок ($n=16$), $M \pm m$

Этапы	ЧСС	АДС	АДД	АД ушное	ЧД
Фон	111±1,1	129±2,3	72±2,0	81±3,1	18±0,8
1-й (3g)	166±2,8	166±4,8	88±2,6	79±4,1	31±1,1
2-й (5g)	182±2,8	184±3,4	91±1,8	78±3,8	37±1,2
3-й (6g)	188±1,9	195±2,9	92±3,5	70±3,7	42±1,3

Таблица 3

Показатели реакций кардиореспираторной системы у летного состава с пониженной степенью предстартового реагирования при воздействии перегрузок ($n=25$), $M \pm m$

Этапы	ЧСС	АДС	АДД	АД ушное	ЧД
Фон	72±1,3	124±1,4	69±1,8	78±2,1	19±0,5
1-й (3g)	131±3,0	160±3,4	84±2,1	76±2,8	32±1,3
2-й (5g)	154±2,3	180±3,6	91±1,3	72±2,9	35±1,4
3-й (6g)	169±3,7	206±2,5	100±0,1	86±3,1	43±1,2



средней степенью реагирования. АДС при перегрузке в 3g увеличилось на 22,3%, 5g – на 29,9%, 6g – на 33,9%. АДД: при перегрузке в 3g увеличилось на 18,2%, 5g – на 20,9%, 6g – на 21,8%. АД ушное: при перегрузке в 3g практически не изменилось, 6g – снизилось на 13,6%. ЧД при перегрузке в 3g выросла на 41,9%, 5g – на 43,8%, 6g – на 57,2%. По другим показателям гемодинамики и дыхания при сравнении с группой средней степени реагирования достоверных различий не выявлено.

Групповая оценка по ПСД – плохая – 17,9 усл. ед.

Фоновый ИССР в 3-й группе – 95,8 усл. ед., при перегрузке в 3g – 64,1, 5g – 59, 6g – 65 усл. ед., т. е. фоновый сердечно-сосудистый тип регуляции при нарастающей перегрузке сменился на сердечный тип и снизился по сравнению с фоном на 32,2%, что свидетельствовало о перестройке системы регуляции ССС.

ЧСС по сравнению с фоном при перегрузке в 3g увеличилась на 45,1%, 5g – на 53,3%, 6g – на 57,4%. АДС при перегрузке в 3g увеличилось на 24,4%, 5g – на 31,2%, 6g – на 39,8%. Достоверные различия по ЧСС получены только при нагрузке в 3g ($p < 0,001$). АДД: при пере-

грузке в 3g увеличилось на 17,9%, 5g, – на 24,2%, 6g – на 31%. АД ушное: при перегрузке в 3g практически не изменилось, 6g – повысилось на 9,4%. ЧД при перегрузке в 3g выросла на 40,7%, 5g – на 45,7%, 6g – на 55,8%. По остальным показателям при сравнении с группой средней степени реагирования достоверных различий не выявлено.

Групповая оценка по ПСД – удовлетворительно – 13 усл. ед.

Таким образом, групповая оценка переносимости перегрузок на центрифуге хотя и не является основанием для экспертно-диагностического заключения, но дает возможность выделить лиц, нуждающихся в дополнительном обследовании, проведении тренировочно-корректирующих или оздоровительных мероприятий. Особенно это касается летного состава в группе с повышенным типом реагирования. Но этот вопрос решается в каждом случае индивидуально.

Определенный интерес представляло изучение соотношений ЧСС и ЧД по индексу Хильдебрандта (Q) во время перегрузок и в период последствия у летного состава с разным типом реагирования (табл. 4).

Таблица 4

Показатели Q в группах летного состава со средними, повышенными и пониженными степенями реагирования при перегрузках и в период последствия (усл. ед), $M \pm m$

Показатели в группах	Фон	3g	5g	6g
1-я. Q в группе со средней степенью реагирования	4,7±0,11	4,6±0,12	4,7±0,13	4,8±0,19
Отдых 1 мин	-	5,5±0,17	5,4±0,18	5,2±0,15
Отдых 5 мин	-	5,5±0,15	5,7±0,16	5,7±0,11
2-я. Q в группе с повышенной степенью реагирования	6,4±0,2	5,3±0,01	4,8±0,17	4,2±0,2
Отдых 1 мин	-	5,6±0,4	5,9±0,4	5,1±0,3
Отдых 5 мин	-	6,4±0,2	5,7±0,3	6,6±0,3
3-я. Q в группе с пониженной степенью реагирования	3,8±0,2	4,1±0,1	4,5±0,15	3,9±0,04
Отдых 1 мин	-	4,4±0,2	4,5±0,3	5,0±0,2
Отдых 5 мин	-	4,3±0,1	4,8±0,2	4,2±0,2



Фоновые показатели Q имели достоверные межгрупповые различия ($p < 0,0001$). При воздействии перегрузок индекс в 1-й и 3-й группах сохранялся в пределах нормы, во 2-й – несколько превышал норму (5,9 усл. ед.) только при воздействии перегрузки в 3 г, что, по-видимому, связано с более выраженным психологическим напряжением летчиков в этой группе из-за новизны первого этапа исследования.

Интерес представляют показатели индекса в период последействия на 1-й и 5-й минутах отдыха, где в 1-й и 2-й группах отмечается его увеличение свыше 5,5 усл. ед., которое можно объяснить перестройкой кардиореспираторной регуляции в период последействия с усилением симпатического влияния на сердце в целях восстановления кислородного баланса в миокарде.

В группе с пониженной степенью реагирования (фоновая величина 3,8 усл. ед.) при нагрузках отмечено увеличение индекса, которое относительно равномерно поддерживалось в период последействия в пределах нормальных величин и указывало на относительно хорошую синхронизацию ритмов сердца и дыхания.

Известно, что срочный процесс адаптации обеспечивает вегетативная нервная система, а сам процесс адаптации зависит от ее фоновых вегетативного тонуса, в связи с чем интерес представляют дан-

ные о динамике вегетативной регуляции при этапно-возрастающих перегрузках (рис. 1, 2) [5, 13].

Средние показатели *фоновых симпатического тонуса (ВТ) и реактивности (ВР)* у летного состава при воздействии перегрузок на центрифуге представлены на рис. 1.

В группе летного состава со средней величиной симпатического тонуса $22,1 \pm 12,5$ последний при перегрузке в 3г возрастает до $37,9 \pm 8,8$ усл. ед. (на 41,7%), 5г – до $44,1 \pm 6,8$ (на 49,9%), 6г – до $45,6 \pm 7,9$ усл. ед. (на 51,6%). В восстановительный период на 5-й минуте отдыха после перегрузок в 3г, 5г, 6г вегетативный тонус снизился до нормальных величин – соответственно до 22,4, 27,8 и 21,2 усл. ед., что характеризует вполне адекватную вегетативную реактивность и достаточную вегетативную обеспеченность на предъявляемые нагрузки. В этой группе ИВР при перегрузке в 3г составил 171,5 усл. ед., 5г – 199,5, 6г – 206,4 усл. ед., что соответствовало нормальному вегетативному равновесию.

В группе с высоким (гиперреактивным типом) вегетативным тонусом (49,1 усл. ед.) при перегрузке в 3г он вырос до 61,8 усл. ед. (на 20,6%), 5г – до 93,5 (на 47,6%), 6г – до 68,7 усл. ед. (на 28,6%), что в значительной степени превышало средние показатели и характеризуется избыточным напряжением

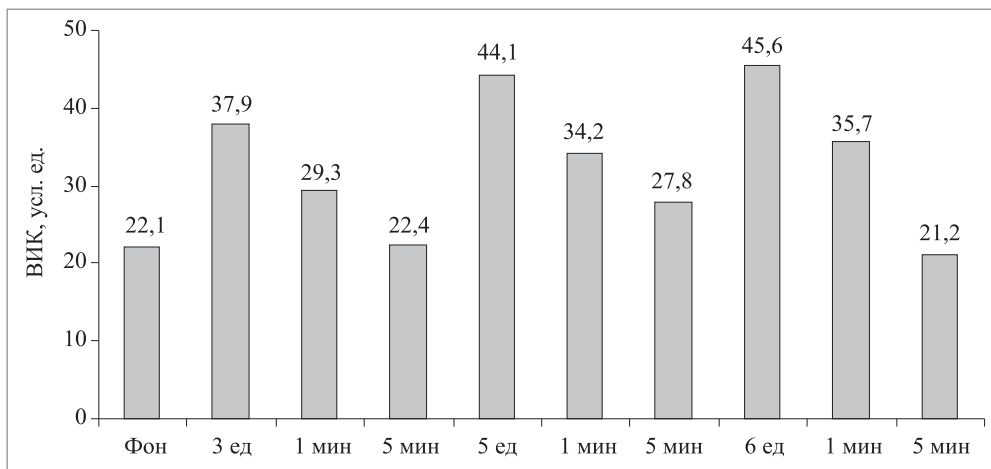


Рис. 1. Средние показатели фоновых симпатического тонуса и реактивности при воздействии перегрузок, усл. ед.



и нестабильностью вегетативной регуляции. ИВР в этой группе при перегрузке в 3g составил 125,8 усл. ед., 5g – 190,4, 6g – 139,9 усл. ед., что также подтверждает его неустойчивость, хотя и соответствует нормальным величинам (рис. 2).

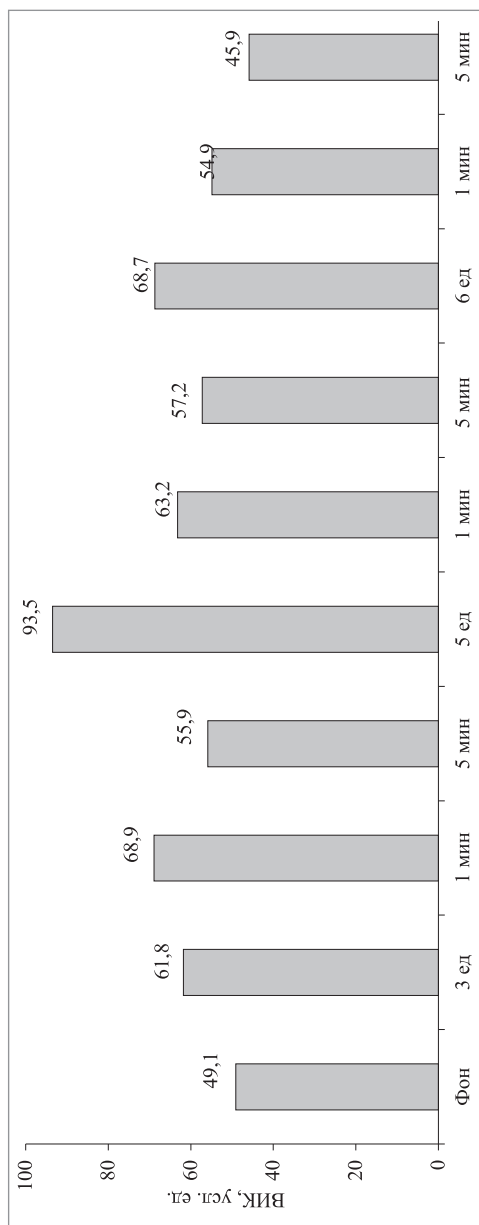


Рис. 2. Динамика показателей фонового симпатического тонуса и реактивности при воздействии перегрузок в группе летного состава с исходно высоким симпатическим тоном, усл. ед.

В группе летного состава с эйтонией при перегрузке в 3g ВТ вырос до 27,4 усл. ед. (на 82%), 5g – до 41,5 (на 88%) и 6g – до 38,1 усл. ед. (на 86,9%), однако этот рост довольно равномерен и соответствует адекватной вегетативной реактивности и эрготропной обеспеченности процесса при воздействии перегрузок. ИВР при перегрузке в 3g составил 54,8 усл. ед., 5g – 85, 6g – 76,2 усл. ед., что, по-видимому, связано с незначительным влиянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (рис. 3).

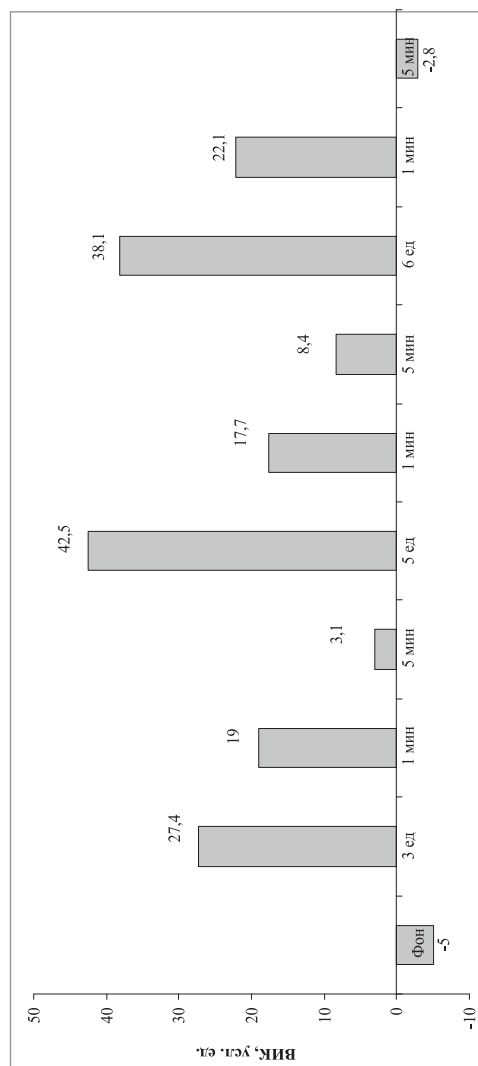


Рис. 3. Динамика показателей фонового симпатического тонуса и реактивности при воздействии перегрузок у летного состава с эйтонией, усл. ед.



Интересны данные о вегетативных реакциях в группе летного состава с парасимпатическим тонусом (рис. 4).

В группе с фоновым парасимпатическим тонусом при перегрузке в 3g отмечен переход парасимпатического ВТ к эйтонии (-1,1 усл. ед.), 5g – в сторону симпатикотонии – до +18,6 усл. ед., 6g до +27,5 усл. ед. ИВР при перегрузке в 3g

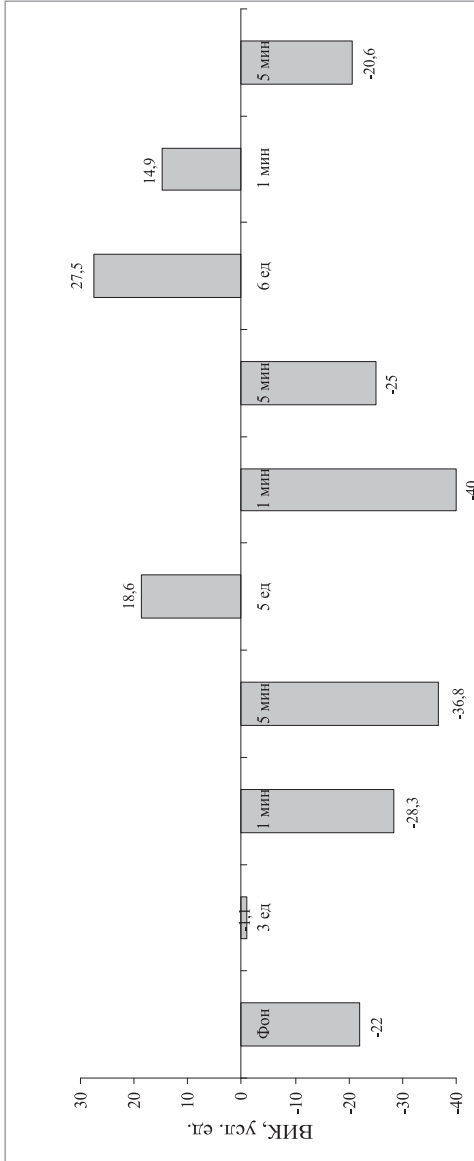


Рис. 4. Динамика показателей фонового симпатического тонуса и реактивности при воздействии перегрузок у летного состава с парасимпатическим тонусом, усл. ед.

составил 5 усл. ед., что соответствовало выраженной инертности и пассивности вегетативных реакций с явной доминантой парасимпатического отдела, 5g – 84,5 усл. ед., что характеризовалось незначительным преобладанием парасимпатического отдела, 6g – 125 усл. ед., отмечался переход к нормальным показателям вегетативного равновесия за счет включения симпатического влияния на сердечную деятельность.

В восстановительный период наблюдались возвраты к парасимпатическому тонусу на 5-й минуте после перегрузки в 3g – -36,8 усл. ед. (на 40,2%), 5g – до -40 усл. ед. (на 45%), превышающие фоновый показатель. В то же время после перегрузки в 6g ВТ восстанавливался до уровня фонового (-20,6).

По фоновым показателям индекса Робинсона (ПДП) у летного состава функциональные резервы оценивались как хорошие в 56%, удовлетворительные – в 37%, с признаками нарушения регуляции ССС – в 7%.

В связи с этим можно ожидать разные показатели энергетических затрат и функциональных резервов в группе летного состава при этапно-возрастающих перегрузках на центрифуге (табл. 5).

Показатели энергетических затрат при воздействии каждого этапа перегрузки должны быть в пределах 320 ± 65 усл. ед., 380 и выше – могут считаться как пограничные или патологические состояния энергообеспечения перегрузки. Представленные в табл. 6 показатели энергетического потенциала с возрастанием перегрузки у летного состава указанных групп в целом соответствуют нормативным значениям, хотя несколько более выражены в группе с пониженным типом реагирования при перегрузке в 6g.

«Физиологическая цена» субмаксимальной физической нагрузки, по данным специалистов спортивной медицины, не должна превышать с учетом восстановительного периода $70 \pm 7,4\%$ [13]. Поскольку при воздействии ускорений перегрузки достигают более высоких величин, следует ожидать и более выраженной «физиологической цены» (табл. 6).



В Ы В О Д Ы

Из данных табл. 6 следует, что «физиологическая цена» переносимости летным составом перегрузок с учетом восстановительного периода превышает нормативные значения для субмаксимальных величин и свидетельствует о том, что при воздействии радиальных ускорений они достигают уровня экстремальных и приводят к быстрому истощению функциональных резервов. Особенно это характерно для группы летного состава с повышенным типом реагирования.

Таким образом, при воздействии этапно-возрастающих пилотажных перегрузок функциональные изменения в организме летчика характеризуются активацией адаптационных регуляторных механизмов, перестройками ритма сердца и дыхания, на что достоверно указывает индекс Хильдебрандта. Пилотажные перегрузки возрастающей интенсивности сопровождаются значительным напряжением системы энергообеспечения организма и затратами энергопотенциала, что подтверждается данными «физиологической цены».

Обобщая сказанное, можно заключить, что использование комплекса количественных интегральных индексов позволяет углубленно проводить анализ состояния индивидуально-типологических адаптационных реакций, возникающих при воздействии этапно-возрастающих перегрузок на центрифуге. Это открывает возможности для выделения нормальных, пограничных и патологических форм адаптивного реагирования, показатели которых выходят за пределы референтных значений при проведении экспертных испытаний на центрифуге.

1. На механизмы адаптивной регуляции в процессе воздействия этапно-возрастающих перегрузок на центрифуге существенное влияние оказывает фоновое функциональное состояние летчика, связанное в отдельных случаях с информационной новизной исследования, психологическим напряжением в предстартовый период.

2. Адаптационные реакции на этапно-возрастающие перегрузки характеризуются системными перестройками ритма сердца и дыхания, энергообеспечения со значительными затратами функциональных резервов и высокой «физиологической ценой» процесса адаптации.

3. Использование количественных интегральных индексов позволяет качественно оценивать изменения регуляторных систем организма, функциональных резервов и энергетических затрат в целях экспертной оценки переносимости этапно-возрастающих перегрузок на центрифуге.

Таблица 6

**«Физиологическая цена»
переносимости летным составом
перегрузок с разным типом
реагирования (с учетом
восстановительного периода), %**

Группы	3g	5g	6g
Средний тип реагирования	79,2	88,6	90,7
Повышенный тип реагирования	106,6	93,3	90,2
Пониженный тип реагирования	69,6	85,3	88,2

Таблица 5

**Показатели энергетических затрат в группах летного состава
с разными типами реагирования при перегрузках, усл. ед.**

Показатель	Фон	3g	5g	6g	Всего
Средний тип реагирования	114,8	235,5	306,9	339,3	996,5
Повышенный тип реагирования	143,2	275,5	334,9	366,6	1120,5
Пониженный тип реагирования	89,3	209,6	277,2	384,1	960,2



Литература

1. Авиационная медицина: Руководство для врачей / Под ред. Н.М.Рудного. — М.: Медицина, 1986. — 579 с.
2. Благинин А.А., Котов О.В., Жильцова И.И., Анненков О.А., Сыроежкин Ф.А. Возможности компьютерной стабиллографии в оценке функционального состояния организма оператора авиакосмического профиля // Воен.-мед. журн. — 2016. — Т. 337, № 8. — С. 51–57.
3. Васильев П.В., Глод Г.Д. Перегрузки интенсивного маневрирования // В кн.: Функциональное состояние летчика в экстремальных условиях / Под ред. В.А.Пономаренко, П.В.Васильева. — М.: Полет, 1994. — С. 193–264.
4. Васильков А.А. Способ определения общего состояния организма: Патент на изобретение № 2142733 // Открытия и изобретения. — 1999. — № 35.
5. Вейн А.М., Соловьева А.Д., Колосова О.Л. Вегетативно-сосудистая дистония. — М.: Медицина, 1981. — 318 с.
6. Малащук Л.С., Маряшин Ю.Е., Филатов В.Н., Рыжов Д.И. Сравнительная оценка профессионального здоровья и функциональных резервов у курсантов летного училища и летчиков высокоманевренных самолетов с помощью специальных методов исследования в практике врачебно-летной экспертизы // Проблемы безопасности полетов. — 2013. — № 2. — С. 42–53.
7. Методики исследования в целях врачебно-летной экспертизы: Пособие для членов врачебно-летных комиссий / Под ред. Е.С.Бережнова, П.Л.Слепенкова. — М.: Воениздат, 1995. — С. 205–218.
8. Пухов В.А., Иванов И.В., Чепур С.В. Оценка функционального состояния организма военных специалистов. — СПб, 2016. — С. 129–151.
9. Розенблат В.В., Малафеева С.Н., Поводатор А.М., Рожкова С.В. Два типа адаптации кардиореспираторных показателей человека к физической нагрузке // Физиология человека. — 1985. — Т. 11, № 1. — С. 102–105.
10. Севрюкова Г.А. Оценка адаптивных реакций студентов на воздействие моделируемых эмоциональных нагрузок // Вестник Волгоград. гос. мед. ун-та. — 2004. — № 11. — С. 18–20.
11. Суворов П.М., Карлов В.Н., Сидорова К.А. Специальная функциональная диагностика во врачебно-летной экспертизе. — М.: Наука, 1996. — С. 118–149.
12. Судаков К.В. Общая теория функциональных систем. — М.: Медицина, 1984. — 224 с.
13. Фудин Н.А., Судаков К.В., Хадарцев А.А., Классина С.Я., Чернышов С.В. Индекс Хильдебрандта как интегральный показатель физиологических затрат у спортсменов в процессе возрастающей этапно-дозированной физической нагрузки // Вестник новых мед. технологий. — 2011. — № 3. — С. 244–248.
14. Хоменко М.Н. Психофизиологическая подготовка к полетам с большими, длительными и быстро нарастающими перегрузками // В кн.: Психофизиологическая подготовка летного состава. — М.: Воениздат, 1989. — С. 133–143.
15. Burton R.R., Leverett S.D., Mechaelson E.D. Man at high sustained + Gz acceleration a review // Aerospace Med. — 1994. — Vol. 45. — P. 1115–1135.
16. Dancuo Z., Zeljkovic V., Rasuo B., Dapic M. High G. Training Profiles in a High Performance Human Centrifuge // Scientific Technical Review. — 2012. — Vol 62, N 1. — P. 64–69.
17. Kerdo J. Ein aus Daten der Blutzirkulation kalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage // Acta neurovegetativa. — 1966. — Bd. 29, N 2. — S. 250–268.
18. Robinson B. Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris // Circulation. — 1967. — Vol. 35, N 6. — P. 1073–1083.

ЛЕНТА НОВОСТЕЙ

Отряд кораблей и судов обеспечения *Северного флота* во главе с большим противолодочным кораблем «Вице-адмирал Кулаков» прибыл в самый северный порт континентальной части России — **Диксон**. Корабли и суда встали на якорь на рейде порта.

За время стоянки на рейде порта Диксон военные моряки СФ проведут учение по оказанию экстренной медицинской помощи экипажам судов, находящимся на стоянке в арктическом порту. В ходе учения североморцы отработают варианты экстренной доставки условно больных и раненых на борт большого противолодочного корабля с помощью поисково-спасательного корабельного вертолета Ка-27, а также быстроходных плавсредств.

До захода в порт Диксон экипажи отряда кораблей и судов СФ в акватории Баренцева моря провели учение по обеспечению безопасности объектов экономической деятельности Российской Федерации и разрешению кризисных ситуаций в случае их возникновения.

Пресс-служба Северного флота, 14 августа 2018 г.

https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12190957@egNews