

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ АНАЛИЗАТОРНЫХ СИСТЕМ ЛЕТНОГО СОСТАВА АВИАЦИИ ВНУТРЕННИХ ВОЙСК МВД РОССИИ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

В исследовании проведена оценка динамики восстановления функционального состояния слухового, вестибулярного, зрительного и вибротактильного анализаторов в послеполетном периоде у летного состава военно-транспортной авиации внутренних войск МВД России после ночных полетов в сложных метеорологических условиях. В ходе работы выявлено, что ночные полеты приводят к снижению функции вестибулярного анализатора, для восстановления которой в полетном объеме необходимо до 36 часов послеполетного отдыха. Полученные данные свидетельствуют, что два ночных полёта в сложных метеорологических условиях в летную смену, продолжительностью по 1,5 часа, являются достаточным физиологическим пределом летной нагрузки.

Ключевые слова: летный состав, анализаторные системы, функциональное состояние, послеполетный отдых, ночные полеты, авиация ВВ МВД России.

Ночные полеты в сложных метеорологических условиях (СМУ) относятся к наивысшей категории сложности с психофизиологической точки зрения, так как требуют от летчика значительной физической выносливости, зрительной, оперативной и двигательной памяти, сложных координированных движений, умения вести непрерывное пространственное ориентирование вне видимости земли и естественного горизонта. Обилие различной информации, необходимость выполнения ряда сложных операций вынуждают летчика действовать в быстром темпе и с предельным напряжением всех интеллектуальных, волевых и физических сил [1], [5].

Ночные полеты в СМУ характеризуются выраженным совмещенным характером деятельности, обусловленным необходимостью наряду с управлением воздушного судна (ВС) решать задачу пространственной ориентировки; изменением способа определения положения ВС в пространстве, обусловленным переходом от ориентировки непосредственной (по естественным привычным наземным ориентирам) к ориентировке опосредованной (по показаниям приборов); усложнением умственной деятельности, связанным с восприятием, переработкой и мысленной трансформацией приборной информации в зрительный образ о положении ВС в пространстве [2], [3], [5].

При полетах, выполняемых в условиях низкой естественной освещенности, снижается ос-

тота зрения (до 0,3–0,5), увеличивается порог контрастной чувствительности (до 10–15%); частично утрачивается функция светоразличения внекабинных объектов, уменьшается порог световой чувствительности (на 10 порядков и более), вследствие чего создаются условия для ослепления летчика при различных нарушениях светового режима на аэродроме и в кабине ВС [1], [3], [6].

Уровень сложности выполнения боевых задач ночью в СМУ на боевых летательных аппаратах в разы превышает загрузку внимания, интеллектуальные и умственно-физиологические возможности, по сравнению с боевыми задачами, выполняемыми днём [4], [5], [6].

В соответствии с положениями физиологии труда критерием величины профессиональной нагрузки принято считать время возвращения основных физиологических показателей к исходному уровню в интервалах между последовательными трудовыми циклами. Применительно к авиации – и к очередной летной смене. Если не происходит восстановления основных функциональных систем до исходного уровня за этот временной интервал, то явления утомления кумулируются со всеми неблагоприятными последствиями [1], [2], [5].

Цель исследования

На основании анализа материалов исследования выявить в послеполетном периоде психо-

физиологические особенности динамики восстановления функционального состояния анализаторных систем организма летного состава военно-транспортной авиации внутренних войск МВД России, выполняющих ночные полеты в сложных метеорологических условиях.

Материал и методы

В исследовании принимали участие командиры кораблей (КК), помощники командиров кораблей (ПКК) и штурманы (Ш) самолетов Ил-76 авиации ВВ МВД России, имеющих квалификацию 1-го и 2-го классов и общий налет от 1500 до 2500 часов. Всего обследовано 36 человек, признанных врачебно-летной комиссией годными к летной работе и имеющие допуски к тренировочным полетам ночью в СМУ. Средний возраст обследованных командиров кораблей составил 38,0 лет, помощников командиров кораблей – 32,1 года и штурманов – 35,9 лет.

Летный состав выполнял в летную смену по два тренировочных ночных полета по маршруту в сложных метеорологических условиях. Полеты выполнялись в ручном режиме управления. Общая продолжительность полета составляла в среднем 1 час 40 мин.

Для решения поставленной задачи в работе использовался комплекс клинико-физиологических исследований функционального состояния слухового, вестибулярного, зрительного и вибротактильного анализаторов.

Изучение продолжительности восстановительного периода функционального состояния анализаторных систем организма и работоспособности летчиков включали комплексное исследование летного состава за сутки до полета, в полете и на протяжении суток восстановительного периода после летного дня (1-2 часа, 12 часов и 24 часа после полетов).

Результаты исследования и обсуждение

Функциональное состояние слухового анализатора в восстановительном периоде

Исследование функций слухового анализатора у членов летных экипажей проводилось методами тональной и речевой аудиометрии.

Пороги слуха по воздушной проводимости в нелетный день у командиров кораблей, помощников командиров кораблей и штурманов самолетов Ил-76 оказались выше нормы на 6–7 дБ по

всему диапазону частот (125–3000 Гц). Пороги слуха по костной проводимости в исходном состоянии также были умеренно повышены на 6–10 дБ по всему диапазону частот (125–6000 Гц). Наибольшее повышение порогов слуха было отмечено на частоте 1500 Гц.

При обследовании летного состава в различные сроки послеполетного отдыха (1–2 ч, 12 и 24 ч) не было выявлено существенных изменений функций слуха как по воздушной, так и по костной проводимости.

В дополетных исследованиях функций слуха методом речевой аудиометрии проводилось определение порогов слышимости речи и уровней разборчивости слов в пределах от 20 до 100%, используя специальные таблицы слов авиационной терминологии.

В дополетном исследовании у всех членов летных экипажей пороги слышимости речи определялись при интенсивности звуковых посылок 4–5 дБ, разборчивость слов (100%) – при интенсивности 40–45 дБ.

В послеполетном обследовании существенных изменений порогов слышимости речи и разборчивости слов не обнаружено.

Таким образом, выполнение двух ночных полетов в СМУ не приводило к существенным изменениям функций слуха.

Функциональное состояние вестибулярного анализатора в восстановительном периоде

Для изучения функционального состояния вестибулярного анализатора в восстановительном послеполетном периоде были использованы методы определения устойчивости вестибулярного анализатора к кумуляции ускорения Кориолиса с использованием кресла Барани КВ-1 и кардиоинтервалография (ЭКГ во 2-ом стандартном отведении).

При исследовании устойчивости к ускорениям Кориолиса в исходном состоянии было выявлено, что летчики переносили воздействие ускорений без каких-либо неприятных ощущений. При вращении через 1–2 часа после полетов отмечалось выраженное снижение устойчивости вестибулярного анализатора к ускорениям Кориолиса, при этом вестибуло-вегетативные реакции проявились быстрее и были более выражены. Клинические симптомы укачивания нашли определенное подтверждение в соответствующих изменениях кардиоинтервалографии.

Полученные материалы позволяют заключить, что ночные полеты в СМУ приводят к понижению вестибулярной устойчивости к кумуляции ускорений Кориолиса, что следует объяснить снижением реактивности организма лётного состава под влиянием развивающегося утомления.

Для восстановления функции вестибулярного анализатора в полетном объеме необходимо до 36 часов послеполетного отдыха.

Комплексный метод – исследование устойчивости к кумуляции ускорений Кориолиса и кардиоинтервалография – позволяет выявить скрытые формы вестибуло-вегетативной неустойчивости и может быть рекомендован для практического использования в деятельности авиационных врачей в внутренних войсках МВД России.

Функциональное состояние зрительного анализатора в восстановительном периоде

В дополетных исследованиях состояние функций зрения не имели существенных отклонений от общепринятых норм. Острота зрения у членов экипажей при определении по таблице Головина-Сивцева была в пределах 0,7-1,0. Динамическая острота зрения составляла 0,5-0,7. Она определялась методом компьютерного тестирования испытуемых, находившихся в полностью затемнённом помещении, после десятиминутной адаптации их зрения к темноте; испытуемым предлагалось распознавать направление дефекта кольца Ландольфа во время его движения по темному экрану монитора. Аккомодация глаз исследовалась путем определения ближайшей точки ясного зрения (БТЯЗ). У всех обследованных в исходном состоянии БТЯЗ соответствовала возрасту и реф-

ракции, т. е. находилась в пределах нормальных изменений. Резервы конвергенции и дивергенции также находились в пределах нормы (20 призмных диоптрий для конвергенции и 10 – для дивергенции, пределы колебаний составляли 30 призматических диоптрий).

Клиническая рефракция у всех обследуемых в исходном состоянии находилась в пределах от эмметропии до миопии в 1,5 Д (эмметропия – 70%, миопия 0,5 Д – 18%, миопия 1,0 Д – 10%, миопия 1,5 Д – 2% глаз). У лиц старше 40 лет отмечалась пресбиопия.

Повторное обследование, проведенное через год после этой же программы, не выявило каких-либо изменений в состоянии зрительных функций, связанных с выполнением ночных полетов в СМУ.

После 24-х часового отдыха летного состава функции зрения возвращались к исходному уровню (табл. 1).

Таким образом, применение методики исследования зрительных функций не позволили выявить существенных их изменений после ночных полетов в СМУ.

Функциональное состояние зрительного, слухового и вибротактильного анализаторов по данным пропускной способности и скорости переработки информации в восстановительном периоде.

Для изучения влияния комплекса неблагоприятных факторов полета на функциональное состояние основных анализаторных систем организма летного состава определялись: время простой двигательной реакции (t_0), время

Таблица 1. Направленность изменений функции зрения в восстановительном периоде

Этапы обследования функции зрения	До полетов	После полетов		
		Через 1-2 часа	Через 12 часов	Через 24 часа
Острота зрения				
По таблицам Головина-Сивцева	100%	88%	98%	100%
Динамическая острота зрения				
Компьютерное тестирование	100%	88%	96%	99,5%
Ближайшая точка ясного видения (аккомодация)				
Ближе	0%	10%	14,6%	13,8%
Дальше	0%	16%	8,3%	5,3%
Резервы конвергенции и дивергенции				
Снижение	0%	19,2%	19,2%	–
Повышение	0%	37,5%	25,0%	–

реакции с выбором (t_v), время дифференцировки сигналов ($t_v - t_o$), количество допущенных ошибок. На основании этих показателей вычислялись количество переработанной информации (J), скорость переработки информации (R) и пропускная способность анализаторов (C). Исследования проводились в исходном состоянии в нелетный день, сразу после полетов и через 24 часа послеполетного отдыха.

При анализе исходных данных самые высокие показатели на световые сигналы (2,20–3,96 дв.ед/сек) определялись у различных чле-

нов экипажа. В этом случае невелико количество ошибок (1,20–2,90 на 20 реакций) и сравнительно короткое время дифференцировки сигналов (0,45–0,83 сек). Более низкие результаты получены при предъявлении звуковых сигналов. Время дифференцировки составило 0,59–0,75 сек, количество ошибок на 20 предъявлений достигало 3,60–4,60 и пропускная способность равнялась 1,48–2,39 дв.ед/сек. Среди результатов исследования возможностей анализаторов по переработке информации на сигналы различной модальности вибротактильный

Таблица 2. Показатели переработки информации у летного состава самолетов им их изменения под влиянием ночных полетов в СМУ

Модальность сигнала	Этап обследования	t_o , сек	t_v , сек	$t_v - t_o$, сек	Кол-во ошибок на 20 сигналов	J , дв.ед	R , дв.ед/сек	C , дв.ед/сек
Командиры кораблей								
Световой	Исходные данные	0,27	1,10	0,83	2,90	1,56	2,41	2,20
	Сразу после полетов	0,30	0,90	0,60	1,86	1,70	3,42	2,99
	24 ч после полетов	0,31	0,80	0,49	1,75	1,74	3,91	3,74
Звуковой	Исходные данные	0,38	1,13	0,75	4,60	1,33	2,08	1,48
	Сразу после полетов	0,39	1,12	0,77	4,60	1,31	2,45	1,85
	24 ч после полетов	0,34	0,78	0,44	3,16	1,53	3,65	2,89
Вибротактильный	Исходные данные	0,37	1,19	0,82	2,30	1,64	2,41	2,02
	Сразу после полетов	0,38	0,89	0,51	2,10	1,67	3,91	3,31
	24 ч после полетов	0,34	0,85	0,51	2,58	1,60	3,81	3,23
Помощники командиров кораблей								
Световой	Исходные данные	0,29	0,74	0,45	1,20	1,80	4,27	3,96
	Сразу после полетов	0,30	0,78	0,48	3,18	1,46	4,35	3,91
	24 ч после полетов	0,30	0,72	0,42	2,10	1,69	4,37	3,90
Звуковой	Исходные данные	0,28	0,87	0,59	3,60	1,45	3,24	2,39
	Сразу после полетов	0,34	0,96	0,62	4,12	1,40	3,15	2,66
	24 ч после полетов	0,29	0,90	0,61	3,90	1,37	2,80	2,20
Вибротактильный	Исходные данные	0,27	0,81	0,54	3,20	1,49	3,43	2,45
	Сразу после полетов	0,30	0,90	0,60	1,91	1,70	3,19	2,89
	24 ч после полетов	0,29	0,84	0,55	3,50	1,41	2,81	2,25
Штурманы								
Световой	Исходные данные	0,27	0,97	0,70	2,25	1,66	3,28	2,86
	Сразу после полетов	0,28	0,83	0,55	1,29	1,77	3,73	3,34
	24 ч после полетов	0,29	0,75	0,46	1,18	1,79	4,14	3,77
Звуковой	Исходные данные	0,34	0,93	0,59	3,86	1,43	2,70	2,02
	Сразу после полетов	0,36	0,86	0,50	3,55	1,45	3,11	2,33
	24 ч после полетов	0,34	0,82	0,48	3,18	1,49	3,42	2,68
Вибротактильный	Исходные данные	0,33	1,00	0,67	2,57	1,60	2,98	2,43
	Сразу после полетов	0,34	0,86	0,52	2,61	1,60	3,45	2,70
	24 ч после полетов	0,34	0,77	0,43	2,45	1,61	3,77	3,07

анализатор занимал среднее положение ($C=2,02-2,45$ дв.ед/сек) (табл. 2).

В первый час после полетов показатели переработки информации оставались на уровне исходных величин, а в некоторых случаях повышались (на световые сигналы на 17–36%, на звуковые сигналы на 15–25%, на вибротактильные сигналы на 11–63%). Увеличение пропускной способности после полетов связано с увеличением точности реакции (снижение количества ошибок) и возрастанием их скорости (сокращение времени дифференцировки).

Отмеченное увеличение пропускной способности в первый час после полета следует объяснить состоянием повышенного эмоционального возбуждения летного состава под влиянием предшествовавшего полета.

Через сутки после полета показатели скорости переработки и пропускной способности

также были несколько выше, чем в исходном состоянии в нелетный день.

Выводы:

1. Два вылета в летную смену для выполнения ночных полетов в СМУ приводят к понижению вестибулярной устойчивости к кумуляции ускорений Кориолиса. Для восстановления функции вестибулярного анализатора в полетном объеме необходимо до 36 часов послеполетного отдыха.

2. На функциональное состояние зрительного, слухового и вибротактильного анализаторов ночные полеты существенного влияния не оказывают.

3. При ночных полетах в СМУ следует считать два полета в летную смену, продолжительностью по 1,5 часа, достаточным физиологическим пределом летной нагрузки.

18.10.2013

Список литературы:

1. Благинин, А.А. Психофизиологические основы деятельности военных летчиков / А.А. Благинин // Военная психология. – СПб.: Питер, 2005. – С. 403-436.
2. Кантур, В.А. Профессиональное здоровье летчиков авиации ТОФ: монография / В.А. Кантур, А.А. Боченков. – Владивосток, 2004. – 198 с.
3. Кубарко, А.И. Динамическая острота зрения как показатель состояния сенсомоторных функций зрительного анализатора / А.И. Кубарко, Ю.А. Кубарко, Н.П. Кубарко // Здоровоохранение. – 2005. – №1. – С. 13-17.
4. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека / Под ред. И.Б. Ушакова. – М.: Медицина, 2007. – 104 с.
5. Погодин, Ю.И. Психофизиология профессиональной деятельности / Ю.И. Погодин, А.А. Боченков. – М.: «Парадис», 2007. – 280 с.
6. Попов, Ф.И. Успешность первоначального летного обучения в зависимости от уровня развития физических, психических качеств и функционального состояния курсантов-вертолетчиков / Ф.И. Попов, А.И. Маракушин // Оздоровительные технологии по физической культуре и спорту в учебных заведениях: сборник науч.-метод. трудов Междунар. науч.-метод. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2004. – С. 221-226.

Сведения об авторах:

Панченко Леонид Федорович, заведующий лабораторией биохимии У РАМН НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН, доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН, заслуженный деятель науки РФ

125315, г. Москва, ул. Балтийская, 8, тел. (495) 601-21-80

Боченков Александр Анатольевич, профессор кафедры авиационной и космической медицины ВМА им. С.М. Кирова, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ
194044, г. Санкт-Петербург, ул. Ак. Лебедева, 6

Чермянин Сергей Викторович, заведующий кафедрой психофизиологии и клинической психологии ЛГУ им. А.С. Пушкина, доктор медицинских наук, профессор
196605, г. Санкт-Петербург, Петербургское ш., 10, тел. (812) 583-94-64

Суин Павел Анатольевич, начальник отделения ГЦГСЭН ВВ МВД России, кандидат медицинских наук

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 9а, тел. (495) 361-86-96

Фесюн Анатолий Дмитриевич, начальник отдела по развитию образовательных программ Московского НИИ организации здравоохранения и медицинской экологии, доктор медицинских наук