



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2009
УДК 612.316-008.8-074+613.693-092.19

Метод оценки уровня функциональной адаптации авиационных специалистов по биохимическим показателям слюнного секрета

СОЛДАТОВ С.К., профессор, полковник медицинской службы¹
МАЛЫШЕВА Е.В., кандидат биологических наук²
ЗАСЯДЬКО К.И., профессор, полковник медицинской службы²
АБАШЕВ В.Ю., кандидат технических наук, полковник¹
ГУЛИН А.В., профессор¹
ЕРМАКОВА Н.В., профессор¹

¹Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины МО РФ, Москва; ²Липецкий государственный педагогический университет

Soldatov S.K., Malysheva E.V., Zasyad'ko K.I., Abashev V.Yu., Gulin A.V., Ermakova N.V. – Method of evaluation of level of functional adaptation of air specialists according to biochemical indexes saliva secretion. It was examined a capability of evaluation of functional condition of air staff by indexes of natrium, kalium, cortisol and glucose in saliva. There were realized 5 series of examinations with participations of 71 airplane pilot of the same level in conditions of realizing flies of different difficultness. Saliva sampling was effectuated before and after the flies not later then 10–15 minutes after landing. On pre-flight medical examination and after performance of task of air relay there was registration of systolic, diasystolic blood pressure and cardiac rate. It was posed the correlation of physiological indexes with percentage of examined ingredients in saliva in different flight loads. The results of examinations speak for capability of using of indexes of percentage of natrium, kalium, cortisol and glucose in saliva for evaluation of functional condition of airplane pilots during effectuating the flies and rating of value of flight load with account of individual peculiarities.

К е у в о р д с: evaluation method, functional condition, saliva components.

Современный этап развития авиационной техники характеризуется неуклонным повышением роли человеческого фактора в обеспечении надежности системы «летчик – самолет» [8].

Особенности профессиональной деятельности не могут не сказываться на состоянии здоровья летного состава и в сравнении с лицами наземных профессий приводят к более частому возникновению заболеваний сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, нарушениям обмена веществ и его регуляции.

В связи с этим возникает задача раннего (донологического) выявления снижения профессионального здоровья. Причем под уровнем здоровья уже выступает не столько наличие или отсутствие тех или иных заболеваний, сколько более тонкая его дифференциация, а именно уровень резервных физиологи-

ческих и психических возможностей человека. Исследования последних лет позволили выявить четкую зависимость между уровнем здоровья и профессиональной надежностью человека. Следовательно, здоровье в авиации – это интегральный показатель, категория безопасности полетов [1, 2, 11].

Вполне очевидно, что успешное решение совокупности указанных проблем становится невозможным без внедрения в практику авиационной медицины качественно новых подходов к оценке и прогнозированию состояния здоровья летного состава. Весьма перспективный в этом отношении путь видится в более широком использовании достижений медико-биологических наук, в частности биохимии, изучающей показатели фундаментальных биологических процессов на клеточном и молекулярном уровнях [9].



Среди биохимических тестов особое внимание привлекает исследование показателей слюны для ранней диагностики изменений функционального состояния человека [4, 7, 10].

Цель исследования

Изучить возможности оценки функциональной адаптации авиационных специалистов по показателям натрия, калия, кортизола и глюкозы в слюнном секрете.

Материал и методы

Проведено пять серий исследований с участием 71 летчика сверхзвуковой авиации примерно одинакового уровня подготовки.

Первая серия включала исследования в нелетные дни, что позволило судить об исходных биохимических характеристиках слюны летчиков. Во второй, третьей, четвертой и пятой сериях анализировали реакцию организма на летную нагрузку.

Летчики были разделены на 3 группы: первая выполняла несложные полеты по поддержанию летных навыков с небольшой перегрузкой в 1,5–2,1 ед. (34 летчика), вторая – полеты на освоение нового вида маневрирования с перегрузкой в 5,1–5,3 ед. (10 летчиков), третья осваивала привычные виды маневренных полетов с интенсивным маневрированием с перегрузкой в 4,9–5,4 ед. (27 испытуемых – в нее вошло несколько летчиков из первой группы). В летную смену выполнялось по 3 полета. На предполетном медицинском осмотре и после выполнения задания летной смены у испытуемых регистрировали *систолическое* (САД), *диастолическое* (ДАД) *артериальное давление* и *частоту сердечных сокращений* (ЧСС).

Забор 1,5–2,0 мл смешанной нестимулированной слюны осуществляли до и после полетов (не позднее чем через 10–15 мин после посадки). Слюну собирали натощак спустя 1–3 ч после еды в течение 5–15 мин в пробирку. Перед этим полость рта ополаскивали, т. к. в зубном налете много белка и ферментов. Затем слюну центрифугировали при 3000 об./мин в течение 15 мин, для удаления пены

и денатурации муцина слюну замораживали, а затем оттаивали [3, 4].

Определение натрия и калия в слюне проводили электрохимическим методом потенциометрии на ионоселективном анализаторе электролитов MICROLIT 6 («KONE», Финляндия) в следующей модификации. Слюну в количестве 100 мкл помещали в кювету с индикаторным электродом, на поверхности которого возникал электрический потенциал. Туда же помещали электрод сравнения с постоянным потенциалом. Контакт электролита в нем с анализируемым раствором обеспечивали пористой мембраной. Разность потенциалов индикаторного электрода и электрода сравнения отражала активность исследуемого иона. В системе с относительно постоянной ионной силой раствора активность определяемого иона соответствовала его концентрации [8].

Концентрацию кортизола в слюне определяли иммуноферментным методом, использовали комплект диагностического лабораторного оборудования для иммунного анализа Sanofi diagnostics Pasteur (Франция – США) и реагенты для иммуноферментного определения кортизола в слюне (ИФА-Кортизол-1). Анализ проводился в одну стадию. Количество анализируемой слюны – 20 мкл [5].

Содержание глюкозы в слюне определяли модифицированным глюкозооксидазным методом. Использовали фотоэлектроколориметр КФК-2 и реактивы фирмы «Ольвекс». Депротеинизирующий раствор готовили из 25 мл дистиллированной воды и 1 таблетки антикоагулянта (оксалат натрия, фторид натрия). Рабочий раствор состоял из 1 таблетки ферментно-хромогенной смеси и 100 мл дистиллированной воды. Стандартный раствор глюкозы из набора разводили дважды: 0,3 мл раствора и 7,2 мл дистиллированной воды перемешивали, отбирали 0,5 мл, которые вновь разводили 4,5 мл воды. Полученный раствор глюкозы, содержащий 100 мкмоль/л глюкозы, использовали как стандартный раствор.

Содержимое проб перемешивали, отстаивали 20 мин, центрифугировали при 3000 об./мин 20 мин, к 0,5 мл супернатанта каждой пробы приливали 3 мл ра-



Таблица 1

**Нормативные показатели
концентрации ингредиентов
в слюне, $M \pm m$**

Показатель	Нормативные значения
Глюкоза, ммоль/л	0,061±0,020
Натрий, ммоль/л	16,6±3,2
Калий, ммоль/л	21,2±2,7
Кортизол, нмоль/л	15,8±1,4

бочего раствора. Пробирки инкубировали в термостате при 37 °С в течение 30 мин и колориметрировали при 490 нм в кювете с длиной оптического пути 1 см. В качестве сравнения была дистиллированная вода.

Расчет проводили по формуле:

$$C = E_{\text{оп}} / E_{\text{ст}} \times 10 \text{ (ммоль/л)},$$

где С – концентрация исследуемого компонента слюны, $E_{\text{оп}}$, $E_{\text{ст}}$ – экстинция опытной и стандартной проб соответственно [3].

Результаты исследований обрабатывали на компьютере с использованием программы «Excel». Достоверность различий средних значений оценивали по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Параметры секрета слюны у летчиков в нелетные дни представлены в табл. 1.

Изучение функционального состояния летчиков на протяжении летной смены позволило оценить их потенциальные возможности и диагностировать изменения под влиянием различных как по сложности, так и по степени воздействия неблагоприятных факторов и нагрузок (табл. 2).

Как показали исследования, физиологические реакции летчиков коррелировали со сложностью выполняемых полетных заданий (табл. 3).

При этом в каждой из групп в соответствии с физиологическими показателями наблюдалась разная степень увеличения концентрации кортизола, глюкозы, разнонаправленное изменение содержания в слюне натрия и калия.

Таблица 2

Биохимические показатели у летчиков до (А) и после (Б) полетов, $M \pm m$

Группа летчиков	Этапы	Натрий, ммоль/л	Калий, ммоль/л	Кортизол, нмоль/л	Глюкоза, ммоль/л
1-я	А	16,7±0,3	25,2±0,2	13,3±1,5	0,05±0,04
	Б	13,7±0,1**	32,9±1,1***	16,2±1,7*	0,11±0,02**
2-я	А	16,7±0,3	25,2±0,2	13,3±1,5	0,05±0,04
	Б	48,1±1,5***	11,1±0,1***	47,6±2,3***	0,33±0,01***
3-я	А	16,7±0,3	25,2±0,2	13,3±1,5	0,05±0,04
	Б	35,9±1,3**	17,5±0,2***	35,1±2,1**	0,20±0,06***

*Достоверность различий при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$; *** – при $p < 0,001$.

Таблица 3

Физиологические показатели у летчиков до (А) и после (Б) полета, $M \pm m$

Группа летчиков	Этапы	САД, мм рт. ст.	ДАД, мм рт. ст.	ЧСС, уд./мин
1-я	А	125,4±2,9	85,9±3,1	72,9±2,8
	Б	130,8±3,1*	88,3±2,9*	79,7±2,9*
2-я	А	129,3±3,0	89,5±3,1	73,1±2,8
	Б	149,5±3,6***	107,0±3,6***	100,3±3,8***
3-я	А	127,4±2,9	86,9±3,1	74,1±3,2
	Б	145,2±3,5**	99,8±3,3**	85,8±3,6**

*Достоверность различий при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$; *** – при $p < 0,001$.



В первой группе летчиков динамика уровня натрия, калия, кортизола и глюкозы в слюне после завершения полетов происходила практически в диапазоне физиологической нормы. Это согласуется с данными литературы о том, что небольшое увеличение выделения калия со слюной и на фоне снижения выделения натрия отражает процесс незначительного повышения активности коры надпочечников [5, 6].

Выявленная во второй группе летчиков динамика изменения содержания в слюне натрия, калия, кортизола и глюкозы под воздействием полетов отражала состояние высокой напряженности испытуемых.

У летчиков третьей группы привычная нагрузка в летную смену сопровождалась возрастанием содержания в слюне натрия и глюкозы, превышающим

физиологические нормы состояния оперативного покоя, а калия и кортизола — до верхних границ этого диапазона, что отражало состояние умеренной напряженности.

В качестве допустимых изменений следует рассматривать увеличение концентрации в слюне летчика содержания натрия до 20–25%, кортизола — до 25–30%, глюкозы — до 110–120%, снижение концентрации калия до 10–15% относительно диапазона физиологической нормы.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования показателей содержания натрия, калия, кортизола, глюкозы в слюнном секрете для оценки состояния летчиков в процессе выполнения полетов и нормирования величины летной нагрузки с учетом их индивидуальных особенностей.

Литература

1. Бобровницкий И.П., Пономаренко В.А. Антропологические аспекты профессионального здоровья и некоторые биохимические подходы к проблеме его оценки у лиц опасных профессий // Космич. биология и авиакосмич. медицина. — 1991. — Т. 25, № 2. — С. 31–36.
2. Бугров С.А., Лапаев Э.В., Пономаренко В.А. Проблема профессионального здоровья в авиационной медицине // Воен.-мед. журн. — 1993. — № 1. — С. 61–64.
3. Дубовая Л.И., Григоренко В.К. Увеличение содержания глюкозы в слюне, определяемой глюкозооксидазным методом, как показатель психоэмоционального напряжения в стоматологии // Лаб. дело. — 1990. — № 4. — С. 70–71.
4. Ермакова Л.Г., Кудрявцева В.И., Кузнецов А.И. Оценка состояния напряженности летчика с помощью бескровных методов исследования // Воен.-мед. журн. — 1993. — № 11. — С. 58–60.
5. Кан Е.А. Исследование биохимических и психологических показателей у авиадиспетчеров в предстартовом состоянии перед

- началом профессиональной деятельности // Косм. биол. — 1983. — Т. 18, № 5. — 62 с.
6. Комарова Л.Г. Новые представления о функции слюнных желез в организме. — Н. Новгород, 1994. — 96 с.
7. Малов Ю.С., Карлов В.А., Кучмин А.К. Взаимосвязь уровней кортизола и тестостерона в крови и слюне // Клин. лаб. диагностика. — 1993. — № 2. — С. 10–14.
8. Меньшиков В.В. Клиническая лабораторная аналитика. Т. 1. — М.: Агат-мед, 2002. — 860 с.
9. Пономаренко В.А., Васильев П.В. Функциональное состояние летчика в экстремальных условиях. — М.: Полет, 1994. — С. 7–12.
10. Семенова Т.Д. Исследование особенностей экскреции натрия и калия со слюной как метод оценки функционального состояния организма при экстремальных воздействиях: Дис. ... канд. мед. наук. — М., 1972. — С. 21–26.
11. Ступаков Г.П., Ушаков И.Б. Современные концепции здоровья человека в авиации: истоки, результаты, перспективы // Авиационная и космическая медицина, психология, эргономика. — М., 1995. — С. 194–206.