

СПОСОБ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

Соколов¹Ю.А., Ерман¹Е.Ю., Коршук²М.В.

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»¹,
ГУ «223 центр авиационной медицины ВВС и войск ПВО
Вооруженных Сил Республики Беларусь»², г. Минск*

Актуальность исследования. Специфические условия получения информации в полете: одновременное восприятие и анализ инструментальной информации (т.е. отображаемой на приборах) и неинструментальной (т.е. воспринимаемой непосредственно органами чувств) информации о своем положении в пространстве и направлении движения самолета относительно земли и заданного маршрута полета на фоне необходимости одновременного восприятия различных сигналов и большого количества объектов внимания, предъявляют высокие психофизиологические требования к летному составу (1, 7).

При этом следует отметить, что целый ряд неблагоприятных факторов полета (особенно высотная гипоксия) в ряде случаев значительно нарушают высшие интегративные функции центральной нервной системы (ЦНС), в

частности – скорость переработки информации, что в свою очередь снижает уровень медицинской составляющей безопасности полетов. В связи с вышесказанным, своевременное выявление нарушения функционального состояния ЦНС при воздействии неблагоприятных факторов полета следует отнести к приоритетным направлениям деятельности авиамедицинских специалистов (7).

В настоящее время барокамерное исследование на переносимость умеренных степеней гипоксии и перепадов барометрического давления является основной специальной методикой исследования в целях врачебно-летней экспертизы (ВЛЭ), регламентированной в основных нормативных правовых актах, определяющих организацию медицинского освидетельствования летного состава государственной авиации (4, 5). При этом следует отметить, что при оценке влияния гипоксии на функциональное состояние ЦНС используются субъективные признаки: поведение свидетелеваемого, опрос о самочувствии, оценка сложных двигательных актов (проба почерка) (3).

Среди способов оценки скорости переработки информации наибольшее распространение получила корректурная проба «Кольца Ландольта», представляющая собой модификацию корректурной пробы Б.Бурдона, и основанная на анализе качества переработки испытуемым бланками с кольцами французского офтальмолога Ландольта (E.Landolt) (2). Вместе с тем, в доступной литературе отсутствуют сведения о применении вышеуказанной методики с целью оценки адаптации ЦНС к гипобарической гипоксии. Также следует отметить, что выполнение методики с кольцами Ландольта в полном объеме (стандартный бланк содержит 1024 символа) и интерпретация полученных результатов при барокамерном исследовании на переносимость умеренных степеней гипоксии представляется затруднительным по причине значительных временных затрат.

Цель исследования: оценить возможность применения модифицированной корректурной пробы «Кольца Ландольта» для экспертизы адаптации ЦНС к воздействию умеренных степеней гипобарической гипоксии.

Материал и методы. Проведено одномоментное исследование 101 результата тестирования свидетелеваемых мужского пола, проходящих очередное медицинское освидетельствование на предмет годности к летной работе, по предложенной нами модифицированной методике «Кольца Ландольта» (рационализаторское предложение, принятое УО «Белорусский государственный медицинский университет» № 40 от 20.06.2012 г. При этом свидетелеваемые были разделены на 3 группы, представленные в таблице 1.

Краткая характеристика выполненных исследований

№ группы	Характер выполненных исследований	Количество испытуемых в группе
1.	Установление среднего значения скорости переработки информации в обычных условиях	26
2.	Установление закономерности динамики скорости переработки информации в условиях гипобарической гипоксии («нормы адаптации»)	21
3.	Оценка возможности применения предложенной методики в экспертных целях	27

Критериями включения испытуемых в группы №№ 1 и 2 были: молодой возраст (17-30 лет), а также отсутствие хронической патологии по статьям Расписания болезней психоневрологического и терапевтического профиля (4).

Критерием включения испытуемых в группу № 3 служило отсутствие хронической патологии по статьям Расписания болезней психоневрологического профиля (4). Свидетельствуемым из 3-й группы тестирование проведено дважды: за 10-15 минут перед проведением барокамерного исследования (в обычных условиях) и на 15-й минуте «площадки» (во время барокамерного исследования).

Плановое барокамерное исследование на переносимость умеренных степеней гипоксии и перепадов барометрического давления свидетельствуемым 2-й и 3-й групп проводилось по общепринятой методике (3, 5).

Сущность примененной модифицированной методики «Кольца Ландольта» заключается в следующем: корректурная таблица состоит из колец, каждое из которых имеет разрыв в одном из восьми возможных направлений (рис. 1). Ориентируясь на циферблат часов, положение разрыва может быть на 1, 3, 5, 6, 7, 9, 11 и 12 ч. Всего в таблице содержится 320 колец (по 16 колец в каждой из 20 строчек), по 40 колец с определенным положением разрыва: на 1, 3, 5, 6, 7, 9, 11 и 12 ч.

Инструктаж обследуемых проводился перед проведением тестирования: «Вы должны, просматривая таблицу, зачеркивать кольца с определенным положением разрыва (рекомендуется зачеркивать кольца с двумя вариантами разрыва колец: например, в положении 1 и 11 ч). Для успешного выполнения задания в целом работать нужно как можно быстрее и точнее. Каждое пропущенное или неправильно зачеркнутое кольцо, а также пропущенная строка считаются ошибкой».

В условиях гипобарической гипоксии корректурная проба проводилась с 15-й минуты «площадки» по команде врача, проводящего барокамерное исследование.

Проверку результатов исследования осуществляли с помощью заранее подготовленного трафарета из прозрачной рентгеновской пленки, которая имеет отверстия на участках, проектируемых на кольцах с заданным разрывом.

С помощью трафарета определялось количество незачеркнутых и ошибочно зачеркнутых колец.

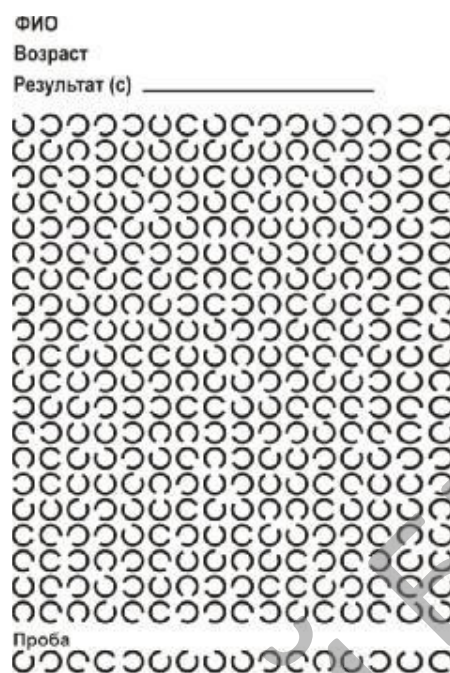


Рис.1. Образец бланка методики

За основной показатель, характеризующий эффективность выполнения задания, была принята скорость переработки информации (S), которая рассчитывалась по формуле:

$$S = \frac{1,53 \times (0,5436 \times 320 - 2,807 \times (P + O))}{T} \text{ (бит / сек*)},$$

где: бит (бинит) - единица измерения информации, содержащейся и сообщении о результате события, для которого возможны два одинаковых вероятных исхода; бит/с; P (зн.) - количество пропущенных символов; O (зн.) - количество ошибочно зачеркнутых символов; T - время выполнения задания, с; 0,5436 - средняя величина информации каждого кольца; 2,807 - величина потери информации, приходящейся на одно кольцо; 320 - количество колец в таблице; 1,53 – корригирующий коэффициент.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием пакета прикладных статистических программ «STATISTICA» (V.6). Поскольку при оценке с помощью критерия Шапиро-Уилка установлено несоответствие количественных признаков во всех исследуемых группах закону нормального распределения, статистический анализ проведен с применением непараметрических методов статистики. Различия считали достоверными при $p < 0,05$ (вероятность выше 95%) и высоко достоверными при $p < 0,001$ (вероятность выше 99,9%) (6).

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов тестирования свидетельствуемых 1-й группы выявил широкое колебание показателя S в обычных условиях (1,04 – 1,77 бит/с). При этом среднее значение S составило $1,25 \pm 0,1$ бит/с, что и было принято за норму для данной методики.

Установлено, что у лиц летного состава в условиях гипобарической гипоксии (2-я группа) S достоверно снижалась по сравнению с показателем S 1-й группы в среднем на 14-20% ($z=3,47$; $p=0,000526$; Wilcoxon Matched Pairs Test) и составила $1,05 \pm 0,09$ бит/с (рис. 2).

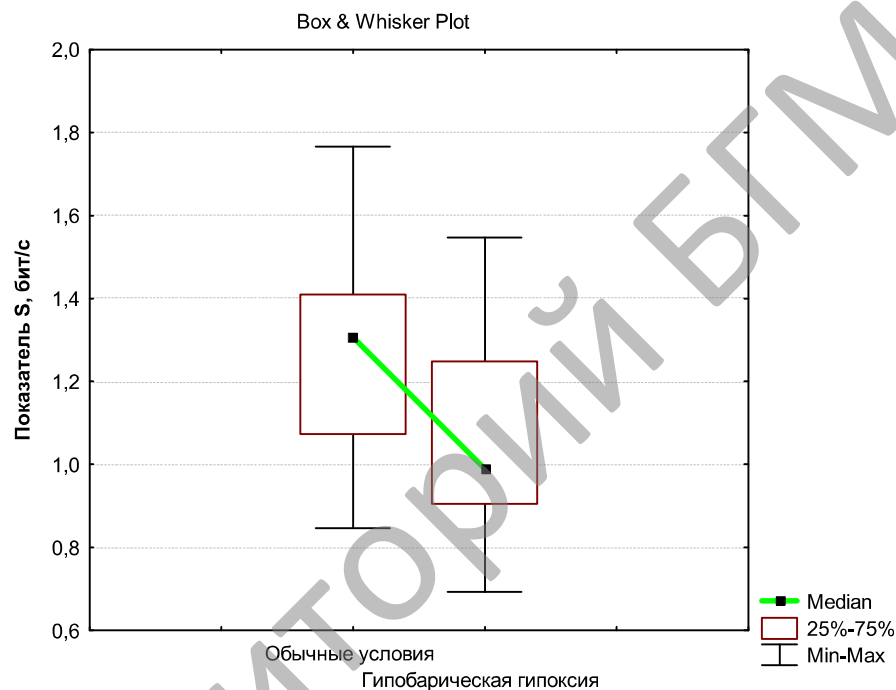


Рис.2. Сравнительный анализ показателя S в исследуемых группах в обычных условиях и при воздействии гипобарической гипоксии

Вышеуказанный интервал колебаний S в условиях высотной гипоксии принят за «норму адаптации», т.е. при нахождении полученного значения по результатам проведения корректурной пробы в вышеуказанном интервале адаптация ЦНС к гипоксии считалась хорошей. При снижении скорости переработки зрительной информации до уровня 0,87-0,96 бит/с адаптация ЦНС к гипоксии признается удовлетворительной, ниже 0,87 бит/с – неудовлетворительной.

Среднее значение показателя S в 3-й группе перед барокамерным исследованием составило $1,28 \pm 0,09$ бит/с и достоверно не отличалось от принятой нормы ($z=1,03$; $p=0,3$; Wilcoxon Matched Pairs Test). При этом в 81,5% наблюдений показатель S установленного ранее диапазона нормальных значений и выше (рис. 3).

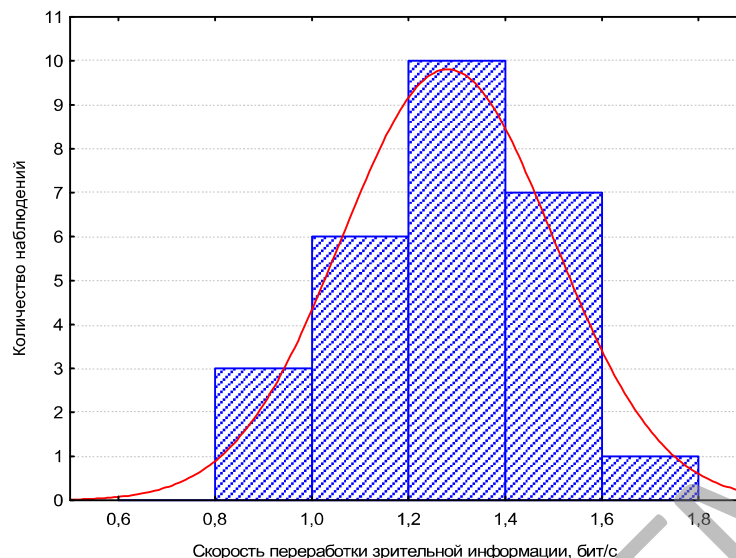


Рис.3. Частотная характеристика показателя S у обследуемых 3-й группы перед барокамерным исследованием

На 15-й минуте «площадки среднее значение S у испытуемых 3-й группы составило $1,04 \pm 0,07$ бит/с и также достоверно не отличалось от такового во 2-й группе ($z=1,61$; $p=0,11$; Wilcoxon Matched Pairs Test). По результатам проведенного анализа тестирования свидетелемых 3-й группы в условиях гипоксии в 63% наблюдений установлена «норма адаптации» ЦНС к высотной гипоксии по показателю S (рис. 4). При этом сравнительный анализ показал, что в 44,4% случаев оцениваемый параметр в условиях гипоксии не отличался от такового перед барокамерным исследованием ($z=2,01$; $p=0,092$; Wilcoxon Matched Pairs Test).

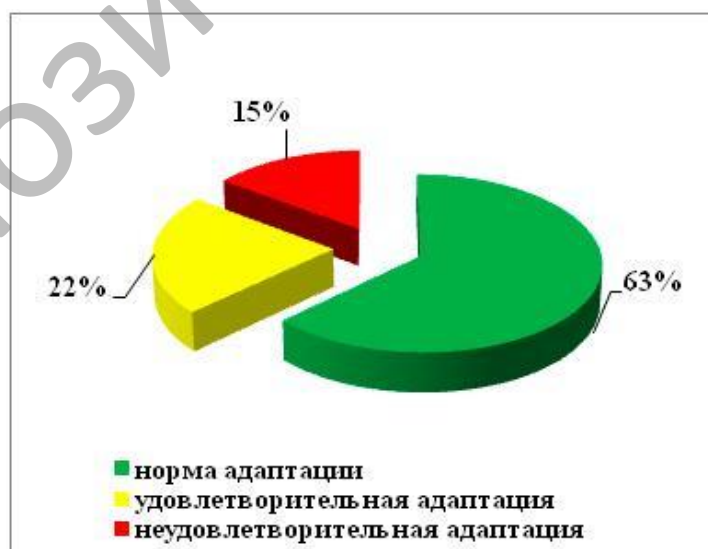


Рис.4. Анализ адаптации ЦНС к высотной гипоксии по показателю S у свидетелемых 3-й группы

У 4 обследуемых 3-й группы отмечено выраженное снижение S в условиях гипобарической гипоксии. При этом по совокупности традиционных критериев (3, 5) переносимости умеренных степеней гипоксии в 3 случаях установлена удовлетворительная, а в 1 – неудовлетворительная переносимость высотной гипоксии.

Выводы:

1. У здоровых людей при воздействии умеренных степеней гипоксии скорость переработки зрительной информации достоверно снижается в среднем в 1,19 раза ($z=3,47$; $p=0,000526$; Wilcoxon Matched Pairs Test).

2. Предварительные результаты применения предложенной методики оценки адаптации ЦНС к высотной гипоксии по динамике скорости переработки зрительной информации свидетельствуют о простоте ее в применении и интерпретации полученных результатов, а также незначительных временных затратах на проведение исследования.

3. Уточнение критериев оценки предложенного теста в обычных условиях и при воздействии высотной гипоксии на большой выборке обследуемых с последующим расчетом диагностической эффективности методики позволит в дальнейшем рекомендовать ее к использованию в экспертных целях как дополнительного критерия адаптации ЦНС к гипобарической гипоксии.

Литература

1. Авиационная медицина: Руководство / Под ред. Н.М.Рудного, П.В.Васильева, С.А.Гозулова. - М.: Медицина, 1986. – С. 304-350.

2. Бруннер, Е.Ю. Лучше, чем супервнимание: Методики диагностики и психокоррекции. – Ростов н/Д: «Феникс». – 2006. – С. 30-34.

3. Голофеевский В.Ю. и др. Врачебно-летная экспертиза: методики терапевтического обследования. Учебное пособие. – СПб.: ВМедА, 2003. – 212 с.

4. Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 19.01.2009 г. № 2 «Об утверждении Инструкции о порядке медицинского освидетельствования лиц летного состава авиации Вооруженных Сил Республики Беларусь».

5. Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 30 ноября 2004 г. № 72 «Об утверждении Авиационных правил медицинского обеспечения полетов государственной авиации Республики Беларусь».

6. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М., МедиаСфера, 2002. – 312 с.

7. Физиология летного труда. Учебник / Под ред. В.С.Новикова. - СПб., Наука, 1997. - 411 с.