

М. А. Польшанский

**ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
В УСЛОВИЯХ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ**

Научный руководитель канд. мед. наук, доц., п/п-к м/с Ю. А. Соколов

Кафедра организации медицинского обеспечения войск

и экстремальной медицины

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Ключевые слова: *лётный состав, барокамера, гипобарическая гипоксия, гемодинамические показатели.*

Keywords: *aircrew, pressure chambers, hypobaric hypoxia, hemodynamic parameters.*

Резюме. *В результате исследования установлены возрастные особенности гемодинамических реакций на воздействие умеренных степеней гипоксии. Впервые установлены формулы изменений показателей центральной гемодинамики в ответ на воздействие на организм умеренных степеней гипоксии в зависимости от возраста.*

Resume. *The research object is members of the aircrew. They are undergoing research in a pressure chamber on the tolerability of moderate degrees of hypoxia and barometric pressure drops. As a result of the research age-specific effects of hemodynamic reactions to the impact of a moderate degree of hypoxia have been identified.*

Актуальность. Специфические условия летной профессии предъявляют высокие требования к состоянию здоровья летчиков, важнейшим из которых является высокий функциональный резерв сердечно-сосудистой системы (ССС). По данным Быстровой А. Г. (2008) хронические заболевания ССС уверенно занимают 1 место по частоте медицинских причин дисквалификации летного состава. При этом в структуре заболеваний, угрожающих безопасности полетов, патология системы кровообращения составляет 82,3%. В связи с вышесказанным, своевременное выявление и ранняя коррекция нарушений адаптации ССС к воздействию неблагоприятных факторов полета следует отнести к приоритетным направлениям деятельности авиамедицинских специалистов [1].

Цель: установить закономерности динамики некоторых гемодинамических показателей, а также особенности электрической активности сердца при воздействии ГГ.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов 611 барокамерных исследований на переносимость ГГ, проведенных при плановом медицинском освидетельствовании на предмет годности к летной работе летному составу государственной авиации, а также абитуриентам и курсантам авиационного факультета учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» (ВА РБ) путем сплошной выборки. Дизайн исследования – одномоментное пассивное, ретроспективное.

Для более детального анализа изменений гемодинамики в исследуемой выборке были выделены следующие группы: абитуриенты авиационного факультета ВА РБ – 128 человек; курсанты авиационного факультета ВА РБ – 91 человек; лица летного

состава в возрасте 21-30 лет – 136; 31-40 лет – 188 и старше 40 лет – 68 случаев. Исследования проведены в барокамере ПБК-50. «Подъемы» осуществлялись по стандартной методике: скорость подъема 10-15 м/с на высоту 5000 м; «площадка» - 30 минут; спуск до 2000 м осуществлялся со скоростью 30-35 м/с, с 2000 м до 0 – со скоростью 15-20 м/с [2,3]. Расчетное парциальное давление O_2 в период «площадки» в воздухе внутри барокамеры составило 84,8 мм рт. ст. или 53,3% от нормальных условий [1]. Перед началом и по окончании исследования всем испытуемым проводилась ЛОР-эндоскопия, измерение АД, ЧСС за 1 мин. В начале, середине и в конце «площадки» у обследуемых регистрировалась ЧСС за 1 мин. Также на «площадке» свидетелствуемым производилось ситуационное мониторирование АД с помощью суточного монитора артериального давления «МнСДП-2» (BPLab) с таким расчетом, чтобы на «площадке» за 30 минут было осуществлено 3 регистрации АД. По результатам измерений вышеуказанных показателей проведен расчет минутного объема кровотока (МОК), пульсового давления (ПД) и типа саморегуляции кровообращения (ТСК) [2,3,5].

Для установления особенностей электрической активности сердца в условиях ГГ проведен анализ результатов 1746 ЭКГ-исследований у 291 обследуемого в возрасте 24 [20; 32] года, выполненных до, во время и после барокамерных исследований. Оценка электрической активности сердца проводилась 2 методами:

1. Стандартная методика снятия ЭКГ: 582 исследования - мониторирование II отведения 1-3 мин. (средняя длительность мониторирования составила 112 ± 22 с); 938 исследований - регистрация – I, II, III стандартных отведений, avL, avF, avR; 226 исследований - регистрация – I, II, III стандартных отведений, avL, avF, avR; V1-V6. Таким образом, каждому свидетелствуемому за период барокамерного исследования выполнялось время барокамерного подъема каждому обследуемому выполнялось 4-6 ЭКГ-исследований.

2. Непрерывное мониторирование ЭКГ с применением системы КР-01 (УП «Кардиан», Республика Беларусь): начало мониторирования – за 20 мин. до барокамерного подъема, конец мониторирования – через 20 мин. после окончания барокамерного исследования. Всего по указанной выше методике проведено 66 непрерывных мониторирований ЭКГ.

Статистическая обработка проведена с применением пакета прикладных программ «STATISTICA» (Version 6 – Index, Stat. Soft Inc., USA).

Результаты и их обсуждение. В настоящем исследовании переносимость ГГ была оценена как удовлетворительная и неудовлетворительная лишь в 10 случаях (1,64% от общего числа наблюдений), причем экстренный спуск с высоты и оказание неотложной помощи понадобились только в 1 случае. Наибольшее количество случаев неудовлетворительной переносимости пробы закономерно наблюдалось в группе абитуриентов (3,9% от общего количества испытуемых в группе). Из вышеуказанных фактов можно сделать выводы об относительной безопасности методики. Наши

данные не совпадают с результатами, приведенными другими авторами и свидетельствующими о значительно более высокой распространенности среди летного состава сниженной толерантности к воздействию ГГ [4].

Анализ изменений АДс показал, что воздействие гипоксии приводило к его снижению во всех группах наблюдения, однако различия между исходным уровнем и конечным показателем были достоверны только в группе летчиков в возрасте 31-40 лет (таблица 1).

АДд недостоверно снижалось к концу обследования, либо оставалось на прежнем уровне, причем наиболее существенное снижение показателя наблюдалось в группах летчиков 31-40 и старше 40 лет (на 1,39% и 2,53% соответственно к исходному уровню).

Анализ расчетных показателей МОК также выявил неоднородность изменений данного параметра под действием гипоксии в зависимости от возраста: в группе летчиков старше 40 лет отмечено его недостоверное повышение на 3,42%, а в группах абитуриентов, курсантов, летчиков 21-30 и 31-40 лет – понижение на 0,33%; 5,07% и 4,78% ($p < 0,01$).

Таблица 1 - Динамика некоторых показателей гемодинамики при воздействии умеренных степеней гипоксии в зависимости от возраста (Wilcoxon Matched Pairs Test)

Показатель, единицы	Категория испытуемых	Абитуриенты	Курсанты	Летчики		
				21-30 лет	31-40 лет	старше 40 лет
АДс исх., мм рт.ст.		124,5±6,5	125,3±5,8	126,0±5,9	128,7±6,5	130,1±6,3
АДс конечн., мм рт.ст.		121,3±6,8	124,7±5,1	123,6±3,3	125,6±4,7*	129,1±5,5
АДд исх., мм рт.ст.		78,1±4,9	75,1±3,3	77,9±4,9	80,1±4,9	82,1±4,3
АДд конечн., мм рт.ст.		76,5±4,9	75,9±3,4	76,1±8,3	79,0±3,4	80,1±3,5
АД пульс. исх., мм рт.ст.		50,42±1,83	50,33±1,91	48,13±1,47	48,54±1,25	48,27±2,14
АД пульс. конечн., мм рт.ст.		49,72±1,88	49,45±2,23	47,57±1,69	46,62±1,56	48,82±2,51
ЧСС исх., уд./мин.		72,9±3,6	69,8±3,9	75,6±2,3	74,2±3,8	75,1±2,4
ЧСС конечн., уд./мин.		72,1±3,1	67,7±3,2*	72,3±2,4*	71,9±2,9*	75,7±3,5
МОК исх., мл/мин.		3690±146	3508±158	3576±135	3449±99	3412±161
МОК конечн., мл/мин.		3678±152	3330±161	3455±143	3284±121**	3533±193
ТСК исх., ед.		104,1±2,9	108,9±3,4	104,6±2,8	109,0±2,0	110,2±3,1
ТСК конечн., ед.		102,9±2,8	113,4±3,9*	106,7±2,9	111,4±2,7	106,9±3,8*

Примечание: * - различия достоверны ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем;

** - различия достоверны ($p < 0,01$) по сравнению с исходным уровнем.

При оценке динамики ТСК установлено, что во всех группах преобладали его сосудистый и сердечно-сосудистый типы, что свидетельствовало об экономизации регуляции кровообращения, стремлении организма к повышению функциональных

резервов в ответ на гипоксическое воздействие. Вместе с тем, в общей анализируемой выборке наблюдений после воздействия ГГ отмечено недостоверное возрастание сердечного ТСК на 2,7% и сердечно-сосудистого ТСК на 1,4% на фоне снижения удельного веса сосудистого ТСК на 2,4%.

Во всех анализируемых группах динамика ЧСС подчинялась закону параболы, причем в группах обследуемых летчиков в возрасте 21-30 и 31-40 лет были выявлены достоверные различия между исходным и конечным показателями ЧСС. Снижение данного параметра по отношению к исходному уровню составило 4,39% ($p < 0,01$) и 3,16% ($p < 0,05$).

По результатам проведенного анализа установлено 5 типов кривых динамики ЧСС в ответ на воздействие ГГ.

В 72,8% наблюдений установлен параболический тип кривой динамики ЧСС. При этом в 65,4% случаев возраст свидетельствуемых данной группы составил не более 30 лет.

В 15,4% (93 случая) отмечалась ранняя стабилизация ЧСС с тенденцией к брадикардии к концу исследования. Данный тип кривой свидетельствует о высоких адаптационных резервах организма и наиболее характерен для летчиков в возрасте 30-35 лет, не имеющих хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы.

В 6,7% (41 случай) отмечался М-образный тип кривой динамики ЧСС при барокамерном исследовании, что свидетельствовало о снижении компенсаторных резервов сердечно-сосудистой системы к концу «площадки». При этом наличие хронической патологии сердечно-сосудистой системы наблюдалось у 70,8% обследуемых.

У 23 испытуемых (3,8% от всех наблюдений) при барокамерном исследовании наблюдалась тенденция к выраженной тахисистолии в течение всего исследования. Средняя ЧСС в данной группе составила $104,7 \pm 3,1$ уд./мин.

В 1,5% наблюдений отмечена парадоксальная реакция ЧСС на воздействие ГГ в виде брадисистолии. При этом во всех случаях отмечены выраженные нарушения на ЭКГ в виде бигеминии, пауз более 3 с, частой политопной экстрасистолии.

По результатам настоящего исследования в 64,2% случаев (392 наблюдения) выявлены различные нарушения электрической активности сердца. При этом преобладали: тахисистолия (55,9%), единичная наджелудочковая (14%) и желудочковая (22,4%) экстрасистолия. Реже отмечались: политопная экстрасистолия (9,2%), переходящая АВ-блокада (3,6%), более тяжелые нарушения ритма и проводимости сердца (бигеминии, паузы и др.), отмеченные в 1,5% наблюдений.

Выводы:

1. В норме динамика ЧСС и АД при воздействии ГГ подчиняются закону параболы.

2. По результатам исследования установлено 5 типов кривых реагирования ЧСС на воздействие ГГ.

3. Установленная по результатам исследования высокая частота выявления различных нарушений ритма и проводимости сердца (64,2%) у лиц без хронической патологии ССС при воздействии ГГ требует пересмотра экспертных подходов при оценке результатов барокамерных исследований.

M. A. Polyvyany

**FEATURES OF ACTIVITY OF CARDIOVASCULAR SYSTEM IN THE
HYPOBARIC HYPOXIA**

Tutor Associate professor Y. A. Sokolov

*Department of organization of medical support and emergency medicine
Belarusian State Medical University, Minsk*

Литература

1. Авиационная медицина: Руководство / Под ред. Н. М. Рудного, П. В. Васильева, С. А. Гозулова. – М.: Медицина, 1986. – 580 с.
2. Врачебно-летная экспертиза: методики терапевтического обследования. Учебное пособие / В. Ю. Голофеевский [и др.]; – СПб.: ВМедА, 2003.–212 с.
3. Методики исследований в целях врачебно-летней экспертизы (пособие для членов врачебно-летних комиссий) / Под общ. ред. Е. С. Бережнева. – М.: Воениздат. – 1995. – 455 с.
4. Пономаренко, К. В. Принцип индивидуальной оценки в системе врачебно-летней экспертизы / К. В. Пономаренко, В. С. Вовкодав // Авиапанорама. – 2008. - № 4. [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.avia.ru/press/list/12963 – Дата доступа: 9.09.2009.
5. 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».