

НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЛЕТА НА СОВРЕМЕННОМ САМОЛЕТЕ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА ЛЕТЧИКА К ИХ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Горелов А.А., доктор педагогических наук, профессор

Лотоненко А.А., соискатель

Белгородский государственный университет
Национальный государственный университет физической культуры
им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург



Аннотация

Авторы статьи продолжают серию публикаций по актуальным проблемам физической подготовки военных летчиков. В данной статье представлены данные теоретического анализа и обобщения специальной литературы, а также обобщенные результаты многолетних экспериментальных исследований по научному обоснованию подходов к специальной физической тренировке пилотов к действию неблагоприятных факторов полета на современном самолете (вертолете). В частности ими рассматриваются гипоксия, пилотажные перегрузки, укачивание, вибрация, сложные метеоусловия.

Ключевые слова: общая и специальная физическая подготовка, неблагоприятные факторы полета, гипоксия,

гипергравитация, гипервесомость, пилотажные перегрузки, ускорения, укачивание, вибрация, полеты в сложных метеоусловиях.

Профессиональная деятельность современного военного летчика характеризуется наличием целого комплекса неблагоприятных факторов, которые оказывают существенное влияние на функциональное состояние организма. В течение длительного времени нами, вначале на основе теоретического анализа и обобщения физиологических, биомеханических, психологических, педагогических и медицинских научных данных, а затем в ходе собственных экспериментальных исследований изучались такие факторы, как: гипоксия, гипергравитация, укачивание, вибрация и сложные метеоусловия. По результатам этих исследований были сделаны обобщающие заключения, которые, на наш взгляд, необходимо учитывать при разработке руководящих документов, декларирующих содержание, направленность и методику специальной физической подготовки летчиков соответствующих видов и родов военной авиации.

Гипоксия – понижение содержания кислорода в крови или тканях организма. Различают следующие формы гипоксических состояний: гипоксическая гипоксия, гемическая гипоксия, циркуляторная (застойная) гипоксия и тканевая гипоксия. В авиации встречается наиболее опасная форма кислородной недостаточности – гипоксическая гипоксия.

Возникает она при нарушении герметичности летательного аппарата или снижении наддува кабины, при отказе системы индивидуального кислородного обеспечения пилота.

Реакция организма на действие гипоксии зависит от степени снижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, скорости нарастания и продолжительности действия гипоксии, а также состояния и индивидуальных особенностей организма.

Адаптация к гипоксической гипоксии связана с перестройкой тканевого метаболизма (с вовлечением в процесс генетического аппарата клеток), стимулирующего синтез белков и нуклеиновых кислот, что в итоге устраняет дефицит энергии, облегчает жизнедеятельность.

С целью обеспечения нормальной деятельности на случай разгерметизации летательных аппаратов на больших высотах применяются специальные приборы, подающие под избыточным давлением кислород, дыхание которым позволяет удерживать парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе, достаточное для предупреждения неблагоприятных явлений. В тоже время дыхание под избыточным давлением приводит к некоторым сдвигам в функциональном состоянии организма, которые характеризуются следующими изменениями. С нача-

лом действия избыточного давления (первые 15-20 с) дыхание становится резким и поверхностным, нарушаются ритмы дыхательных движений, грудная клетка расширяется, диафрагма опускается. Облегчение вдоха приводит к затруднению выдоха, включению в работу дополнительных групп мышц. В последующие 30 с ритм дыхания восстанавливается, увеличивается дыхательный объем и вентиляция легких, частота сердечных сокращений (ЧСС) достигает 100 уд/мин. Далее наступает фаза относительной стабилизации (20-30 мин), происходит снижение ЧСС до 90 уд/мин. В случае превышения допустимых норм повышенного давления, развивается декомпенсация с такими характерными симптомами как: брадикардия, понижение артериального давления (АД), поверхностное и аритмичное дыхание, застойные явления в системе кровоснабжения мозга. Появляются головные боли, потемнения в глазах, ухудшается деятельность сенсорных систем, снижаются функции внимания, памяти, мышления, эмоциональной устойчивости, общей работоспособности.

Наиболее общими причинами функциональных изменений в организме являются потоки афферентных импульсов, необычных по сочетанию, поступающих в центральную нервную систему (ЦНС) из раздражаемых механопроприорецепторов легких и других внутренних органов. Результатом этого является нарушение нормального протекания условно-рефлекторной деятельности.

При обосновании содержания специальной физической тренировки к гипоксии мы основывались на данных экспериментальных исследований профессора Макарова Р.Н. (1980-2000), а также собственных научных данных, свидетельствующих об эффективности тех физических упражнений, в которых проявляется длительная задержка или затруднение дыхания (прыжки в воду, ныряние в длину, плавание в маске с трубкой и др.).

Гипергравитация. В повседневной жизни скорость передвижения с использованием любого транспорта, в том числе различных летательных аппаратов, не бывает постоянной. Она всегда изменяется как по величине, так и по направлению. В механике быстрота изменения скорости в единицу времени обозначается термином "ускорение".

При криволинейном полете силы, вызывающие ускорение, как и само ускорение, имеют центростремительное направление. Летчик при этом испытывает действие центробежных сил, чаще обозначаемых терминами "Гипергравитация", "перегрузка" или "гипервесомость". Измеряется перегрузка в единицах, кратных весу тела в земных условиях. В состоянии покоя человек испытывает перегрузку, равную

единице. Если какому-либо телу внешняя сила сообщает ускорение 5g, то перегрузка будет равна 5 ед. (пятикратная), т.е. вес тела как бы увеличивается в 5 раз по сравнению с исходным.

По условиям возникновения и по характеру воздействия различается 4 вида ускорений: прямолинейное, центростремительное, угловое и ускорение Кориолиса.

В летной практике встречаются центростремительные ускорения, часто называемые радиальными. Возникают они в полете в момент совершения летчиком эволюции, когда изменяется скорость и направление движения самолета. Величина их прямо пропорциональна квадрату скорости полета и обратно пропорциональна радиусу траектории самолета. Во время выполнения сложного пилотажа ускорение действует в направлении к центру кривизны траектории, а перегрузка, которую испытывает летчик, имеет обратное направление. Чем меньше радиус кривизны, тем больше радиальное ускорение.

Пилотажные перегрузки могут действовать в направлении от таза к голове (краниокаудальное), от головы к тазу (каудокраниальное), от спины к груди (дорзовентральное), от груди к спине (вентродорзальное), слева направо и справа налево.

Наиболее часто встречающимися в летной практике являются перегрузки направления "таз-голова". Они возникают при выполнении большинства маневров современного самолета-истребителя (боевой разворот, выход из пике, петля и др.). Менее характерны перегрузки направления "тазголова", возникающие при выполнении таких элементов сложного пилотажа, как переворот, бочка, ввод самолета в пикирование.

Гипервесомость, действующая на организм, вызывает деформацию органов и тканей, смещение большой массы крови в направлении действия перегрузки. Гемодинамические сдвиги приводят к ухудшению кровоснабжения органов и тканей, а следовательно и к гипоксическому их состоянию. Последнее снижает устойчивость организма к данным механическим условиям, а при выраженных нарушениях, сочетаясь с рефлекторным механизмом, приводит к обморочному состоянию.

При продолжительном воздействии пилотажных перегрузок степень отрицательных сдвигов в организме определяется направлением их действия. Так, при функционально переносимых перегрузках "голова-таз" сдвиги в функциональном состоянии организма определяются необычными афферентными влияниями со стороны ЦНС. При повторном же их воздействии начинают приобретать нарушения микроциркуляции, приводящие к развитию изменений обменных процессов вследствие гипоксии.

Для перегрузок направления "таз-голова" превалярующее значение имеют явления циркуляторной гипоксии мозга, а также нарушения нормальной деятельности функций организма, связанные с резким повышением внутричерепного давления и раздражением интерорецепторов органов средостения.

В настоящее время весь комплекс методов, направленных на повышение устойчивости организма к пилотажным перегрузкам, условно делится на две группы: физические и психофизиологические. К физическим методам относятся: изменение позы летчика, применение противоперегрузочных устройств и т.п. Психофизиологические методы направлены на стимуляцию компенсаторно-приспособительных механизмов или уменьшению реактивности организма. Они включают: реальную летную деятельность, центрифугирование, общую физическую подготовку и специальную тренировку.

Теоретический анализ и обобщение специальной литературы показывает, что наибольшее предпочтение для повышения устойчивости организма к пилотажным перегрузкам отдается бегу на 200-400 м, прыжкам в воду, упражнениям на специальных снарядах, а также упражнениям, повышающим статическую устойчивость мышц шеи, брюшного пресса и нижних конечностей. В тоже время, несмотря на обилие работ, свидетельствующих о пользе физических упражнений в повышении толерантности гипервесомости, имеются и противоречивые сведения, касающиеся данной проблемы. Так, многие отечественные и зарубежные исследователи отмечают, что лица, занимающиеся циклическими видами спорта (легкая атлетика, лыжные гонки, велосипедный спорт и т.п.), а также физическими упражнениями, для которых характерна "взрывная" нагрузка (борьба, футбол, хоккей, вращение на лопинге и т.п.) подвержены варикозному расширению подкожных вен нижних конечностей и плохо переносят гипергравитацию.

Приведенные выше противоречия являются, по нашему мнению, результатом того, что многие авторы, исследуя вопросы повышения устойчивости организма к пилотажным перегрузкам средствами физической подготовки, привлекали к опытам лиц, обладающих низкой способностью претерпевать их воздействие. При проведении лабораторных исследований на центрифуге не учитывался тот факт, что простое напряжение мышц живота и ног способствуют толерантности гипергравитации. Упражнения, эффективность которых определялась в модельных, лабораторных, естественных и стендовых экспериментах, проводились на фоне основной профессиональной деятельности, влияние которой учитывалось недостаточно.

Нами была проведена серия исследований, в которых: определялась возможность моделирования

гипервесомости в наземных условиях с помощью вращений на лопинге; исследовалась возможность использования некоторых физических упражнений для повышения устойчивости организма к продольным положительным перегрузкам, изучались особенности специальной физической тренировки к пилотажным перегрузкам в системе физической подготовки лётного состава.

Для определения величины и длительности гравитационных воздействий, возникающих во время вращения на лопинге, проводилась их киносъёмка. По кинограммам рассчитывались среднее время и скорость вращения (T), а также скорость движущейся рамы лопинга на отдельных отрезках радиуса вращения. Анализ киноматериалов и их математическая обработка показали, что при $T=1,7$ с перегрузка достигает максимальной величины (5,9g) в нижнем секторе описываемой лопингом окружности и минимальной (1,9g) в верхнем. При прохождении вращающейся рамы под углом 90 градусов по отношению к вертикальным стойкам (наружные секторы) возникают перегрузки величиной в 4,5g. Было также выявлено, что с возрастанием скорости выполнения оборотов на лопинге величина перегрузки повышается, однако продолжительность её действия остается на прежнем уровне, что является результатом уменьшения длительности воздействия гипервесомости малых величин (менее 3g) в верхнем секторе вращения. Суммарная же продолжительность гипергравитации от 3g и более составляет в среднем 1,2 с, что позволило классифицировать их как кратковременные и импульсно воздействующие.

Для оценки эффективности физических упражнений на лопинге и батуте, как в предметных занятиях, так и в комплексе с упражнениями, компенсирующими гемодинамические сдвиги, нами была проведена серия лабораторных экспериментов. В первом изучалось многократное воздействие ускорений, возникающих при вращении на лопинге на уровень развития базовых и специальных физических качеств, функциональное состояние организма, повышение его устойчивости к продольным положительным перегрузкам. Во втором эксперименте в этом же направлении изучалось влияние упражнений на батуте. В третьем исследовалось комплексное воздействие продольных положительных перегрузок, возникающих во время упражнений на лопинге и батуте, и продольных отрицательных перегрузок, возникающих при выполнении стоек на голове и руках, висов вниз головой и т.п. До и после экспериментов, которые проводились в течение 2-х месяцев, у испытуемых изучалась динамика основных показателей функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной

систем, общей и специальной физической подготовленности. Оценка способности переносить воздействие проводилась с помощью субъективных проб и тестов (скорость вращения на лопинге и длительность бесконечного тона по их окончанию, способность длительно напрягать мышцы живота и ног), а также с помощью центрифугирования.

Анализ данных экспериментальных исследований показал, что наиболее эффективными, с точки зрения повышения устойчивости к продольным положительным перегрузкам, являются комплексные занятия с использованием упражнений на лопинге и батуте и упражнений, компенсирующих гемодинамические сдвиги. Программа тренировочного цикла при этом должна быть построена таким образом, чтобы происходило ритмическое чередование гравитационных воздействий, возникающих во время физических упражнений на верхнюю и нижнюю части тела в процессе каждого занятия и на протяжении всего периода тренировки. При этом, упражнения, связанные с длительным воздействием на организм гипервесомости, должны выполняться так, чтобы происходил постепенный переход от воздействия перегрузок малых величин к перегрузкам более интенсивным. В ходе экспериментальных исследований нами также были получены достоверные сведения о том, что упражнения с отягощениями, с собственным весом, атлетическая гимнастика с учетом поструральных аспектов деятельности летчика в реальном полете и тренировки мышц брюшного пресса, спины и ног, как в статическом, так и в динамическом режиме позволяют заблаговременно готовить летчика к перенесению пилотажных перегрузок значительных по величине и длительности.

Исследования, проведенные нами в течение нескольких лет на базе одного из авиационных вузов, показали, что физическая подготовка с использованием специальных снарядов, вызывающих гипергравитацию, должна организовываться с учетом этапов и периодов летного обучения. Наибольшее предпочтение упражнениям на специальных снарядах должно отдаваться в период первоначального обучения, когда отсутствуют реальные полеты. По мере возрастания интенсивности летной деятельности удельный вес тренировочных занятий, связанных с воздействием гипервесомости, должен снижаться.

Укачивание. Разнонаправленные перемещения самолета (вертолета) в пространстве вызывают возникновение механических и оптокинетических раздражителей, которые могут спровоцировать болезнь движения. Её основными симптомами являются головокружение, бледность кожных покровов, усиление слюно- и потоотделения, снижение аппетита, тошнота, сонливость, вялость и др.

Предупреждение этих нарушений включает в себя тщательный отбор по показателям функции вестибулярного анализатора и предрасположенности к болезни движения и вестибулярную тренировку. В настоящее время различают пассивную (вращающиеся установки, качели и т.п.) и активную (гимнастические, акробатические и др. физические упражнения) формы вестибулярной тренировки.

Проведенные нами теоретические исследования показали, что в основу совершенствования вестибулярных функций должно быть положено использование тонического компонента движений головы при модуляции шейных и вестибулярных рефлексов со стороны антигравитационной мускулатуры конечностей и всего тела. Это позволило нам предположить, что целенаправленная тренировка статической выносливости мышц шеи при одновременном расслаблении разгибателей тела позволит заблаговременно повысить устойчивость организма к укачиванию.

С этой целью нами, совместно с Г.А. Ивахненко был проведен лабораторный эксперимент, в котором группа курсантов-летчиков в течение 2-х месяцев выполняли движения головой (с дополнительным отягощением в 0.5 кг) при расслабленной антигравитационной мускулатуре тела (лежа). Один цикл тренировочного воздействия составлял 10-12 движений головой. Всего за одну тренировку проводилось 56 циклов с минутным перерывом между ними.

Сравнение исходных и конечных результатов показало, что подобная тренировка способствует не только росту статической выносливости мышц шеи, но и, что особенно важно, к значительному снижению вестибуловегетативных реакций в процессе вывозных полетов.

Таким образом, наряду с общеизвестными методами повышения устойчивости вестибулярного анализатора, высокую эффективность имеет развитие и совершенствование статической выносливости мышц разгибателей шеи при одновременном расслаблении антигравитационной мускулатуры тела.

Вибрация (механические колебания материальных точек или тела). Вибрация характеризуется амплитудой и частотой, из которых выводят скорость и ускорение. Виброускорение – это максимальное изменение скорости колебаний в единицу времени. Она может передаваться человеку непосредственно при прикосновении к вибрирующим предметам непосредственно через опорные поверхности, например, кресло пилота и вторичные контактные предметы (педаль, рукоятки управления, подголовник). Опосредованные воздействия вибрации проявляются в колебании приборов и стрелок на приборной доске, что затрудняет считывание показаний во время запуска двигателя.

При длительном воздействии вибрации на организм человека развиваются местные и общие функциональные расстройства, при которых нарушаются функции различных систем организма. В целом вибрация представляет собой общебиологический фактор, действующий на любые клетки организма, в том числе на кору головного мозга, поэтому, чем шире распространяется вибрация по организму, тем больше тканевых, в частности, нервных структур вовлекается в сферу ее воздействия.

Проведенные нами исследования, с привлечением в качестве испытуемых, пилотов вертолетной палубной авиации, показали, что наиболее эффективными средствами физической подготовки, повышающими толерантность к вибрации являются упражнения, направленные на развитие статической выносливости мышц спины. Кроме того нами обнаружена достоверная связь между уровнем общей физической подготовленности летчика и его устойчивости к вибрациям.

Важным аспектом данной проблемы является также и то, что низкочастотные вибрации служат специфическим раздражителем вестибулярного аппарата, что обуславливает возможность нивелирования отрицательных последствий теми же средствами физической подготовки, что и при болезни движения.

Полеты в сложных метеоусловиях (СМУ). Профессиональная деятельность лётного состава предполагает выполнение полетов как в различное время суток, так и в различных климатогеографических зонах. Это откладывает негативный отпечаток на деятельности некоторых функций и систем организма. Известно, что в процессе эволюции в организме выработалась определенная периодичность интенсивности протекания различных процессов в течение суток. Эта периодичность довольно устойчива. Естественно, что она сохраняется и в полете, увеличивая напряженность в ночных полетах. В результате, в ночные часы интенсивность физиологических процессов в организме несколько ниже, чем днем. Их мобилизация в ночном полете требует более значительной напряженности нервной системы, чем при перестройке какого-либо индивидуального приобретенного стереотипа. В тоже время, полеты в сложных метеоусловиях, особенно ночью, занимают значительную часть общего объема летной подготовки в дальней, транспортной и армейской авиации.

При полетах ночью, в СМУ, в облаках, у летчика могут возникать иллюзии пространственного положения, которые не только усложняют качество полета, но и могут служить причиной предпосылок к летным происшествиям.

К настоящему времени в отечественной и зарубежной литературе накоплено значительное количество работ по вопросам формирования готовности военнослужащих к действию в условиях ограниченной видимости и ночью. Однако многие важные вопросы, особенно касающиеся использования средств физической подготовки, разрешены не в полной мере.

С этой целью нами были проведены лабораторные исследования влияния нарушения суточного стереотипа на физическую работоспособность, особенности проявления двигательных навыков в условиях ограничения видимости, а также изучение эффективности предварительной специально направленной физической тренировки на выполнение профессиональных приемов и действий ночью и в условиях плохой видимости.

Результаты этих исследований показали, что нарушение суточного стереотипа отрицательным образом сказывается как на двигательной, так и на психической сферах деятельности человека. Снижение уровня профессиональной подготовленности к работе ночью, а также ухудшение показателей функционального состояния организма испытуемых свидетельствует о необходимости поиска эффективных средств поддержания готовности летчика к действиям в условиях ограниченной видимости и ночью.

Дальнейшие наши исследования позволили определить эффективные подходы с использованием физических упражнений, которые можно использовать в преддверии подготовки летчика к выполнению полетов в ночное время и в условиях ограниченной видимости. Эти подходы обуславливают, в первую очередь, расширение диапазона двигательных способностей, позволяющих пилоту более успешно выполнять приемы и действия в самых разнообразных и сложных условиях. При этом важной особенностью практических занятий по физической подготовке с лётным составом является то, что во время их проведения обращается внимание, во-первых, на выполнение сложнокординатных движений, а, во-вторых, на прочное закрепление двигательных навыков в целях дальнейшего их совершенствования в условиях темноты. После этого рекомендуется проведение занятий по физической подготовке по двум вариантам. По первому – в дневное время в помещениях с затемненными окнами, по второму – в вечернее (сумеречное время). Специфика их заключается в использовании физических упражнений, прочно усвоенных ранее, а также упражнений, сходных по структуре с профессиональными приемами и действиями.