



## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

Список сокращений и условных обозначений.....	6
Введение.....	8

### **ГЛАВА 1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ ПРИ АВИАПУТЕШЕСТВИЯХ** ..... 10

1.1. Факторы психологического и физического стресса.....	12
Ответы на острые физические и психические стрессы.....	13
Диссомнии, нарушения циркадных ритмов.....	17
Режим приема и дозы лекарств.....	19
1.2. Гипобарическая гипоксия.....	19
Барометрическая характеристика пассажирского самолета....	20
Гипоксия и ишемия миокарда.....	23
Гипоксия и сердечная недостаточность.....	25
Гипоксия и тромбогенность.....	27
Гипоксия и аритмические риски.....	29
1.3. Электрические и магнитные поля, радиация и вибрация.....	30
Поля бортового радиоэлектронного оборудования.....	30
Электромагнитные поля систем безопасности.....	31
Ионизирующая радиация.....	32
Вибрация.....	32
1.4. Длительная иммобилизация пассажира.....	33
1.5. Влажность воздуха.....	34

### **ГЛАВА 2. О НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЯХ ВО ВРЕМЯ ПОЛЕТА** ..... 36

2.1. Эпидемиология неотложных сердечно-сосудистых состояний в полете.....	36
2.2. Медицинская помощь авиапассажирам.....	37
Медицинские службы аэропортов.....	37
Оказание неотложной помощи на борту воздушного судна....	38
Врачи-добровольцы.....	40
2.3. Изменение маршрута из-за неотложного состояния.....	41

<b>ГЛАВА 3. МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА И ПОДГОТОВКА К ПУТЕШЕСТВИЮ: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ</b> .....	44
3.1. О противопоказаниях и особых состояниях .....	45
Пациенты, которым следует отложить авиапутешествие.....	45
Пациенты, которым потребуется дополнительный кислород во время полета.....	46
Пациенты, которым потребуется сопровождение или медицинское сопровождение .....	49
3.2. Медицинская оценка перед путешествием .....	51
3.3. Время приема и дозирование лекарственных средств.....	52
3.4. Подготовка к авиапутешествию и обучение пациента.....	53
3.5. Риск и профилактика венозных тромбозов .....	55
<b>ГЛАВА 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ</b> .....	59
4.1. Ишемическая болезнь сердца.....	59
Хронические коронарные синдромы .....	59
Острый коронарный синдром.....	60
4.2. Сердечная недостаточность .....	62
Общие причины .....	63
Сердечная недостаточность при эндокардите, перикардите и миокардите .....	65
Врожденные цианотические пороки сердца .....	67
4.3. Состояния после операций на сердце .....	67
4.4. Нарушения ритма сердца .....	70
Тахи- и брадиаритмии .....	70
Состояния после хирургического лечения нарушений ритма сердца .....	70
4.5. Легочная гипертензия.....	73
Заключение .....	77
Список литературы .....	78
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	86
Приложение 1. Состав комплекта первой помощи .....	86
Приложение 2. Состав комплекта медицинского .....	90

Приложение 3. Состав универсального профилактического комплекта.....	97
Приложение 4. Форма бланка оказания помощи на борту воздушного судна.....	99
Приложение 5. Алгоритм реагирования при возникновении у пассажира на объекте транспорта состояния или заболевания, угрожающего жизни и здоровью.....	100
Глоссарий.....	106

# Глава 1

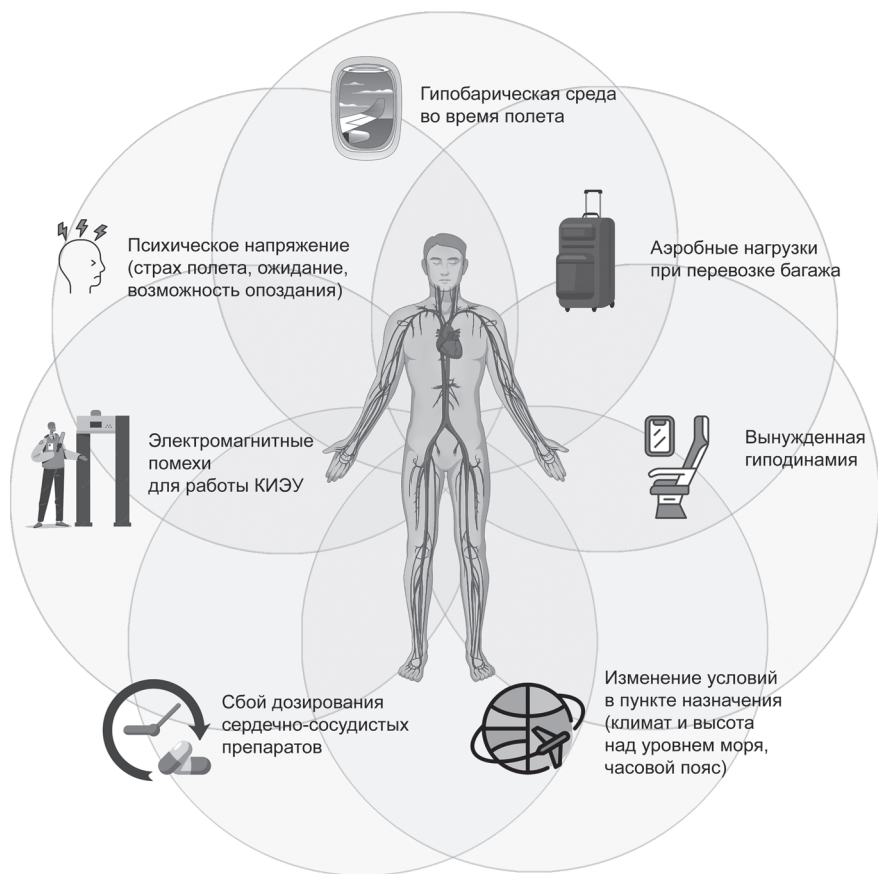
## Факторы, влияющие на сердечно-сосудистую систему при авиапутешествиях

Медицинское обслуживание авиапассажиров является частью деятельности по медицинскому обеспечению полетов, в свою очередь направленной на достижение и сохранение приемлемого в медицинском отношении уровня безопасности полетов. При этом, как и в отношении лиц летного состава, основная масса случаев внезапного ухудшения состояния здоровья у авиапассажиров во время полета имеет более или менее продолжительную историю развития, начинающуюся, как правило, задолго до указанного полета. Но в отличие от авиационного персонала, находящегося в сфере контроля со стороны специалистов по авиационной медицине, обращение пассажира с каким-либо вопросом, связанным с авиаперелетом, к медицинскому работнику отнюдь не представляет собой повседневную практику.

Для значительной части даже современных людей полет на борту воздушного судна не является элементом жизненной рутины, а некоторые лица склонны воспринимать его как нечто экстремальное. В связи с изложенным представляется корректным принимать во внимание факторы, не только реализующие свое значение непосредственно в полетное время, но и действующие на протяжении весьма длительного периода подготовки к моменту прибытия на борт воздушного судна. В этих целях нами будет использоваться имеющий более широкие временные рамки термин «авиапутешествие», а не «полет».

Условия, в которые попадает человек во время авиапутешествия, отличаются от условий, в которых он живет повседневно и для жизни в которых он предназначен. И отличия не только в очевидных изменениях, например, атмосферы в полете, но и во влияниях, происходящих до взлета и после приземления, включая, например, смену часовых поясов или даже переживания во время ожидания рейса или при опоздании на него.

Руководствуясь этими соображениями, можно условно выделить факторы психологического, физического стресса и физиологические факторы. Совокупность всех факторов изображена на **рис. 1.1**. Разумеется, этот набор влияний не полный, и совершенно логично, что на пациента с ССЗ действует комбинация факторов, каждый из которых выражен в различной степени.



**Рис. 1.1.** Факторы, влияющие на сердечно-сосудистую систему человека во время авиапутешествия

## 1.1. ФАКТОРЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО СТРЕССА

Влияния на человека, путешествующего воздушным транспортом, происходящие до взлета и после приземления, включают самые различные стрессовые воздействия. Очевидно, что в дальнемагистральных и стыковочных рейсах люди испытывают больше таких воздействий, чем в ближнемагистральных рейсах без пересадок. Так, например, международные путешественники, помимо обычного страха полета, сталкиваются с длинными очередями при миграционном контроле, что увеличивает тревожность и беспокойство с опасениями опоздать на посадку. Во время эпидемий и пандемий меры по более строгому инфекционному контролю могут добавлять определенные стрессовые воздействия дополнительно к уже имеющимся неудобствам. Стыковочные маршруты увеличивают вероятность потери багажа, и на фоне усталости в длительном путешествии разрушение планов из-за необходимости розыска утраченного приводит к фрустрации, что тоже может быть отнесено к психологическому стрессу. В крупных аэропортах дистанции ходьбы, например от мест регистрации и контроля безопасности до места посадки или между терминалами, могут быть довольно существенными, и зачастую путешественники вынуждены проходить эти расстояния в непривычно быстром темпе. К стрессу также можно отнести и перевозку багажа в аэропорту или иногда в транзитных зонах, приводящую к более высокой, чем в привычной жизни, физической нагрузке. Как правило, перевозка багажа нестандартного размера сопровождается более выраженными физическими нагрузками. Психологические и физические стрессы могут усугубляться более высоким положением над уровнем моря пункта назначения, изменением климата в нем, в том числе более теплой либо, напротив, чрезвычайно холодной по сравнению с пунктом отбытия температурой.

Сочетание различных психических и физических нагрузок может выходить за рамки того уровня, к которому привык пассажир в обыденной жизни, и это обстоятельство может быть в первую очередь триггером ишемических событий у кардиологических пациентов, особенно у тех, у которых ишемическая болезнь сердца (ИБС) уже клинически проявлялась ранее [8], или декомпенсации имеющейся сердечной недостаточности.

В то время как типичная стенокардия совершенно однозначно определяется симптомами, вызванными физической нагрузкой, ишемия миокарда, индуцируемая психологическим стрессом (ИМИПС), хотя и является общепризнанной проблемой, зачастую незаслуженно игнорируется при клинических консультациях. Поэтому, на наш взгляд, весьма целесообразно рассмотреть ишемию, связанную и с физическими, и с психическими нагрузками, которые могут быть ее триггерами во время авиапутешествия.

## Ответы на острые физические и психические стрессы

### Физиологический ответ на физические нагрузки

Аэробные физические нагрузки, по своему определению, это такая работа участвующих в них скелетных мышц, которая требует увеличения доставки к ним кислорода, соответствующего его потреблению. В таких условиях увеличивающееся потребление кислорода сопровождается снижением общего периферического сопротивления (ОПСС) из-за усиления активации  $\beta_2$ -рецепторов и высвобождения локально действующих вазодилататоров в скелетных мышцах. Повышенная симпатическая активность (преимущественно за счет норадреналина) и снижение тонуса блуждающего нерва приводят к увеличению частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема, что приводит к увеличению сердечного выброса (то есть минутного объема) (рис. 1.2, а).



**Рис. 1.2.** Сердечно-сосудистые реакции на психические и физические нагрузки. Аэробные физические нагрузки (а) связаны с более выраженным увеличением сердечного выброса (минутного объема) по сравнению с психическими (б). Общее периферическое сосудистое сопротивление и постнагрузка снижаются во время физической нагрузки, но возрастают в ответ на психический стресс. Циркулирующие уровни как адреналина, так и норадреналина увеличиваются после физической нагрузки и психического стресса. Психический стресс связан с большим повышением уровня адреналина по сравнению с норадреналином, в то время как после физической нагрузки наблюдается противоположное

Вышеперечисленные явления требуют также увеличения потребления кислорода миокардом и, соответственно, его доставки. Возможности изменения доставки кислорода определяются миокардиальным кровотоком,



в свою очередь регулируются сосудистым сопротивлением (определяемым диаметром сосуда, его тонусом и коллатеральным кровотоком) и перфузионным давлением (градиентом давления в микроциркуляторном русле).

В покое распределение потока по миокарду является относительно равномерным благодаря локальной ауторегуляции резистивных сосудов миокарда [9]. В условиях физической нагрузки требуется дилатация как эпикардиальных коронарных артерий, так и резистивных сосудов микроциркуляторного русла, что и происходит посредством различных механизмов, включая локальный синтез оксида азота и высвобождение аденозина. Однако следует учесть, что трансмуральное микрососудистое сопротивление перестает быть равномерным. В субэндокардиальных слоях сопротивление оказывается выше, чем в субэпикардиальных. Это происходит потому, что, во-первых, кровоток направлен от эпикарда к эндокарду, а во-вторых, во время нагрузки увеличивается давление внутри полости миокарда и, соответственно, его воздействие в первую очередь на микроциркуляторное русло в субэндокардиальных слоях, что делает их более чувствительными к ишемии [10].

### **Физические нагрузки и ишемия**

Если имеется значительный стеноз в коронарной артерии, то снижение внутрикоронарного давления далее за ним по току крови требует дополнительной дилатации микроциркуляторного русла в покое для поддержания кровотока. Это снижает способность к дальнейшему снижению сопротивления в ответ на нагрузку. Следовательно, сосудорасширяющая способность/резерв, чаще всего выражаемая как отношение максимального кровотока к кровотоку в состоянии покоя, истощается при физической нагрузке преждевременно в сравнении с лицами без коронарных стенозов.

Очень важна доля сердечного цикла, занимаемая фазой диастолы (так называемая фракция диастолического времени), так как поток максимален в эту фазу. Субэндокардиальное сопротивление увеличивается по мере укорочения этой фракции при физической нагрузке. Субэпикардиальная перфузия, как правило, не подвержена этим изменениям [11]. Таким образом, при физической нагрузке дисбаланс между потреблением кислорода и потоком наиболее выражен в субэндокардиальных слоях, и когда дисбаланс становится критичным, возникает ишемия.

### **Физиологический ответ на психические стрессы**

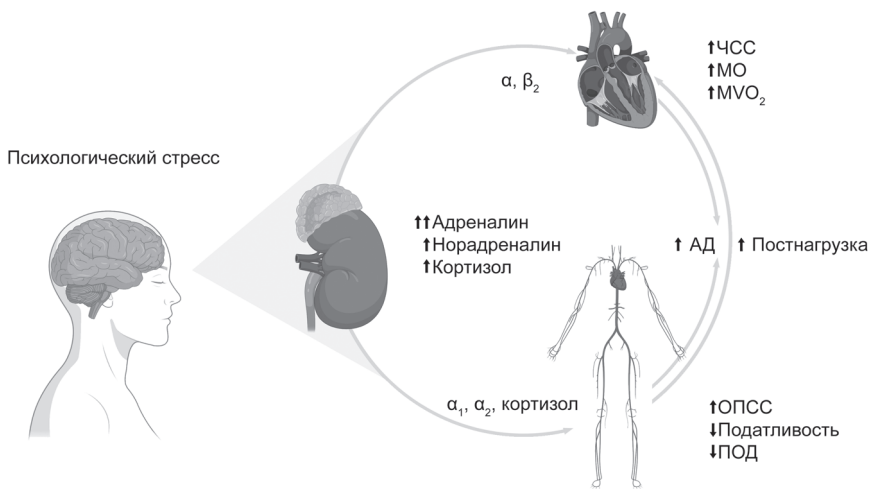
Адаптация к острому психическому стрессу не требует такого же увеличения потребления кислорода, как в ответ на физическую нагрузку, поэтому нагрузка на сердечно-сосудистую систему ниже. Минутный объем все же увеличивается — примерно на 20% по сравнению с исходным уровнем. ЧСС вначале может увеличиваться незначительно, а вот систолическое артериальное давление (АД) реагирует подобно ответу на фи-

зическую нагрузку [12]. Таким образом, растет двойное произведение, и поскольку оно косвенно оценивает потребление кислорода миокардом, можно утверждать, что оно, хотя и в меньшей степени, чем при физической нагрузке, все-таки повышается.

Самая существенная разница в ответе на физический и психический стресс заключается в особенностях динамики ОПСС. В первом случае оно снижается, во втором — повышается (рис. 1.2, б). Во время психического стресса ОПСС обычно неуклонно повышается, прогрессивно увеличивая постнагрузку на левый желудочек [13].

Вышеуказанные гемодинамические сдвиги опосредованы резким повышением уровня циркулирующего кортизола и симпатической активности. После психологического стресса циркулирующие уровни как адреналина, так и норадреналина увеличиваются. По-видимому, наблюдается большее повышение уровня адреналина по сравнению с норадреналином, в то время как после физической нагрузки наблюдается противоположное соотношение преобладающих уровней катехоламинов [14].

Эти более высокие уровни циркулирующего адреналина приводят к системной вазоконстрикции:  $\beta_2$ -агонизм преодолевается  $\alpha_1$ -активацией, вызывая чистую вазоконстрикцию, в то время как работа миокарда и потребность в кислороде увеличиваются за счет активации  $\beta_1$ -рецепторов (рис. 1.3).



**Рис. 1.3.** Острые последствия психологического стресса. Повышение уровней адреналина, норадреналина и кортизола приводит к увеличению минутного объема и повышению общего периферического сосудистого сопротивления, повышению артериального давления и постнагрузки на сердце.  $\alpha, \beta$  — адренорецепторы; ПОД — поток-опосредованная дилатация; ЧСС — частота сердечных сокращений; MVO<sub>2</sub> — потребность миокарда в кислороде; АД — артериальное давление; МО — минутный объем