

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Лекция 7.

АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА К РАЗЛИЧНЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ

Лектор: Глебов Виктор Васильевич

АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура тела человека, как и любого гомойотермного организма, характеризуется постоянством и колеблется в чрезвычайно узких границах. Эти границы составляют от 36,4С до 37,5С.

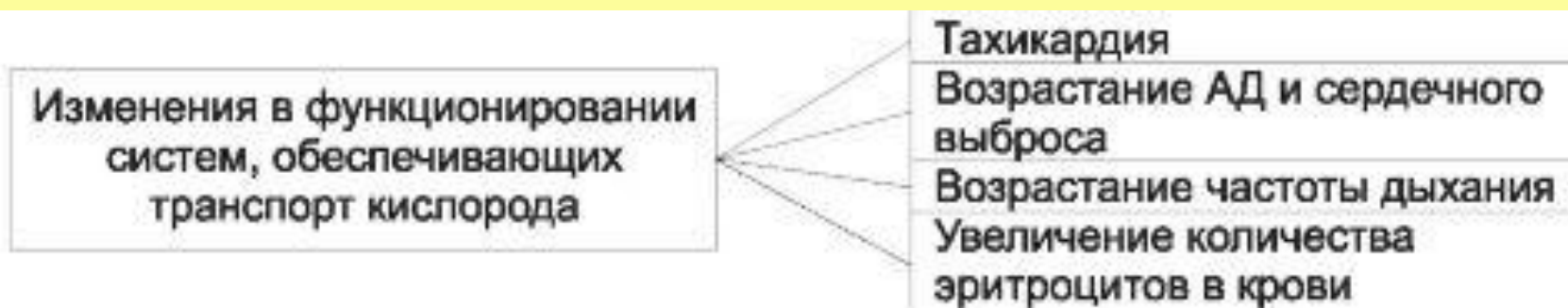
Адаптация к действию низкой температуры.

Условия, при которых организм человека должен адаптироваться к холоду, могут быть различными. Это может быть работа в холодных цехах (холод действует не круглосуточно, а чередуясь с нормальным температурным режимом) или адаптация к жизни в северных широтах (человек в условия Севера подвергается действию не только низкой температуры, но и изменённого режима освещённости и уровня радиации).

Работа в холодных цехах. Первые дни в ответ на низкую температуру теплопродукция нарастает неэкономично, избыточно, теплоотдача ещё недостаточно ограничена. После установления фазы стойкой адаптации процессы теплопродукции интенсифицируются, теплоотдачи - снижаются; в конечном счёте устанавливается оптимальный баланс для поддержания стабильной температуры тела.

Адаптация к условиям Севера характеризуется несбалансированным сочетанием теплопродукции и теплоотдачи. Снижение эффективности теплоотдачи достигается благодаря уменьшению и прекращению потоотделения, сужению артериальных сосудов кожи и мышц. Активация теплопродукции вначале осуществляется за счёт увеличения кровотока во внутренних органах и повышения мышечного сократительного термогенеза.

Аварийная стадия. Обязательной составляющей адаптивного процесса является включение стрессорной реакции (активация ЦНС, повышение электрической активности центров терморегуляции, увеличение секреции либеринов в нейронах гипоталамуса, в аденоцитах гипофиза - адренокортикотропного и тиреотропного гормонов, в щитовидной железетиреоидных гормонов, в мозговом веществе надпочечников - катехоламинов, а в их коре - кортикостероидов). Эти изменения существенно модифицируют функцию органов и физиологических систем организма, изменения в которых направлены на увеличение кислород-транспортной функции (рис. 4-1).



Стойкая адаптация сопровождается усилением липидного обмена. В крови повышается содержание жирных кислот и несколько снижается уровень сахара, происходит вымывание жирных кислот из жировой ткани за счёт усиления «глубинного» кровотока. В митохондриях, адаптированных к условиям Севера, имеется тенденция к разобщению фосфорилирования и окисления, доминирующим становится окисление. Более того, в тканях жителей Севера относительно много свободных радикалов.

Холодная вода. Физическим агентом, через который низкая температура влияет на организм, чаще всего является воздух, но может быть и вода. Например, при нахождении в холодной воде охлаждение организма происходит быстрее, чем на воздухе (вода обладает в 4 раза большей теплоёмкостью и в 25 раз большей теплопроводностью, чем воздух). Так, в воде, температура которой +12С, теряется тепла в 15 раз больше, чем на воздухе при такой же температуре.

Только при температуре воды +33-35С температурные ощущения находящихся в ней людей считают комфортными и время пребывания в ней не ограничено.

При температуре воды +29,4С люди могут находиться в ней более суток, но при температуре воды +23,8С это время составляет 8 ч 20 мин.

В воде с температурой ниже +20С быстро развиваются явления острого охлаждения, а время безопасного пребывания в ней исчисляется минутами.

Пребывание человека в воде, температура которой +10-12С, в течение 1 ч и менее вызывает угрожающие для жизни состояния.

Пребывание в воде при температуре +1С неминуемо ведёт к смерти, а при +2-5С уже через 10-15 мин вызывает угрожающие для жизни осложнения.

Время безопасного пребывания в ледяной воде составляет не более 30 мин, а в некоторых случаях люди умирают через 5-10 мин.

Организм человека, погружённого в воду, испытывает значительные перегрузки в связи с необходимостью поддерживать постоянную температуру «ядра тела» из-за высокой теплопроводности воды и отсутствия вспомогательных механизмов, обеспечивающих термоизоляцию человека в воздушной среде (теплоизоляция одежды резко снижается за счёт её намокания, исчезает тонкий слой нагретого воздуха у кожи).

В холодной воде у человека остаются только два механизма для поддержания постоянной температуры «ядра тела», а именно: увеличение производства тепла и ограничение поступления тепла от внутренних органов к коже.

Ограничение поступления тепла от внутренних органов к коже (и от кожи в окружающую среду) обеспечивается периферической вазоконстрикцией, максимально выраженной на уровне кожного покрова, и внутримышечной вазодилатацией, степень которой зависит от локализации охлаждения. Эти вазомоторные реакции, перераспределяя объём крови по направлению к центральным органам, способны поддерживать температуру «ядра тела». Одновременно с этим происходит уменьшение объёма плазмы за счёт повышения проницаемости капилляров, клубочковой фильтрации и снижения канальцевой реабсорбции.

Увеличение производства тепла (химический термогенез) происходит посредством повышенной мышечной активности, проявлением которой является дрожь. При температуре воды +25С дрожь наступает, когда температура кожи падает до +28С. В развитии этого механизма различают три последовательных фазы:

- начальное снижение температуры «ядра»;
- резкое её возрастание, иногда превышающее температуру «ядра тела» до охлаждения;
- снижение до уровня, зависящего от температуры воды.

В очень холодной воде (ниже +10С) дрожь начинается весьма резко, очень интенсивна, сочетается с учащённым поверхностным дыханием и ощущением сжатия грудной клетки.

Активация химического термогенеза не предотвращает охлаждения, а рассматривается как «аварийный» способ защиты от холода. Падение температуры «ядра» тела человека ниже +35С свидетельствует о том, что компенсаторные механизмы терморегуляции не справляются с разрушающим действием низких температур, наступает глубокое переохлаждение организма. Возникающая при этом гипотермия изменяет все важнейшие жизненные функции организма, так как замедляет скорость протекания химических реакций в клетках. Неизбежным фактором, сопровождающим гипотермию, является гипоксия. Результатом гипоксии являются функциональные и структурные нарушения, которые при отсутствии необходимого лечения приводят к смерти.

Гипоксия имеет сложное и многообразное происхождение.

Циркуляторная гипоксия возникает из-за брадикардии и нарушений периферического кровообращения.

Гемодинамическая гипоксия развивается вследствие перемещения кривой диссоциации оксигемоглобина влево.

Гипоксическая гипоксия наступает при торможении дыхательного центра и судорожного сокращения дыхательных мышц.

Адаптация к действию высокой температуры

Высокая температура может действовать на организм человека при разных ситуациях (например, на производстве, при пожаре, в боевых и аварийных условиях, в бане). Механизмы адаптации направлены на увеличение теплоотдачи и снижение теплопродукции. В результате температура тела (хотя и повышается) остаётся в пределах верхней границы нормального диапазона. Проявления гипертермии в значительной мере определяются температурой окружающей среды.

При повышении внешней температуры до +30-31С происходит расширение артерий кожи и усиление в ней кровотока, увеличивается температура поверхностных тканей. Эти изменения направлены на отдачу организмом избытка тепла путём конвекции, теплопроводения и радиации, но по мере нарастания температуры окружающей среды эффективность этих механизмов теплоотдачи снижается.

При внешней температуре +32-33С и выше прекращаются конвекция и радиация. Ведущее значение приобретает теплоотдача путём потоотделения и испарения влаги с поверхности тела и дыхательных путей. Так, с 1 мл пота теряется примерно 0,6 ккал тепла.

В органах и функциональных системах при гипертермии происходят характерные сдвиги.

Потовые железы секретируют калликреин, расщепляющий α_2 -глобулин. Это ведёт к образованию в крови каллидина, брадикинина и других кининов. Кинины, в свою очередь, обеспечивают двоякие эффекты: расширение артериол кожи и подкожной клетчатки; потенцирование потоотделения. Эти эффекты кининов существенно увеличивают теплоотдачу организма.

В связи с активацией симпатoadреналовой системы увеличивается ЧСС и минутный выброс сердца.

Происходит перераспределение кровотока с развитием его централизации.

Отмечается тенденция к повышению АД.

В дальнейшем приспособление идёт за счёт снижения теплопродукции и формирования стойкого перераспределения кровенаполнения сосудов. Избыточное потоотделение превращается в адекватное при высокой температуре. Потеря с потом воды и солей может компенсироваться питьём подсолённой воды.

АДАПТАЦИЯ К РЕЖИМУ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Нередко под влиянием каких-либо требований внешней среды уровень двигательной активности изменяется в сторону его повышения или понижения.

Повышенная активность.

Если двигательная активность по необходимости становится высокой, то организм человека должен приспособиться к новому состоянию (например, к тяжёлой физической работе, занятиям спортом и т.д.). Различают «срочную» и «долговременную» адаптацию к повышенной двигательной активности.

«Срочная» адаптация - начальная, аварийная стадия приспособления - характеризуется максимальной мобилизацией функциональной системы, ответственной за адаптацию, выраженной стресс реакцией и двигательным возбуждением.

В ответ на нагрузку возникает интенсивная иррадиация возбуждения в корковых, подкорковых и нижележащих двигательных центрах, приводящая к генерализованной, но недостаточно координированной двигательной реакции. Например, возрастает частота сердечных сокращений, но также происходит генерализованное включение «лишних» мышц.

Возбуждение нервной системы приводит к активации стрессреализующих систем: адренергической, гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной, что сопровождается значительным выбросом катехоламинов, кортиколиберина, АКТГ и соматотропного гормонов. Напротив, концентрация в крови инсулина и С-пептида под влиянием нагрузок понижается.

Стресс-реализующие системы. Изменения метаболизма гормонов при стресс-реакции (особенно катехоламинов и кортикостероидов) приводят к мобилизации энергетических ресурсов организма; потенцируют деятельность функциональной системы адаптации и формируют структурную основу долговременной адаптации.

Стресс-лимитирующие системы. Одновременно с активацией стресс-реализующих систем происходит активация стресс-лимитирующих систем - опиоидных пептидов, серотонинергической и других. Например, параллельно с увеличением в крови содержания АКТГ происходит увеличение концентрации в крови β -эндорфина и энкефалинов

Нейрогуморальная перестройка при срочной адаптации к физической нагрузке обеспечивает активацию синтеза нуклеиновых кислот и белков, избирательный рост определённых структур в клетках органов, увеличение мощности и экономичности деятельности функциональной системы адаптации при повторяющихся физических нагрузках.

При повторяющихся физических нагрузках увеличивается мышечная масса и возрастает её энергообеспечение. Наряду с этим происходят изменения в кислород-транспортной системе и эффективности функций внешнего дыхания и миокарда:

- увеличивается плотность капилляров в скелетных мышцах и миокарде;
- увеличивается скорость и амплитуда сокращения дыхательных мышц, возрастает жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ), максимальная вентиляция, коэффициент утилизации кислорода;
- происходит гипертрофия миокарда, увеличивается число и плотность коронарных капилляров, концентрация миоглобина в миокарде;
- увеличивается число митохондрий в миокарде и энергообеспечение сократительной функции сердца; возрастает скорость сокращения и расслабления сердца при нагрузках, ударный и минутный объёмы.

Пониженная активность

Гипокинезия (ограничение двигательной активности) вызывает характерный симптомокомплекс расстройств, существенно ограничивающих работоспособность человека. Наиболее характерные проявления гипокинезии:

- нарушение регуляции кровообращения при ортостатических воздействиях;
- ухудшение показателей экономичности работы и регуляции кислородного режима организма в покое и при физических нагрузках;
- явления относительной дегидратации, нарушения изоосмии, химизма и структуры тканей, нарушения почечной функции;
- атрофия мышечной ткани, нарушения тонуса и функции нервно-мышечного аппарата;
- уменьшение объёма циркулирующей крови, плазмы и массы эритроцитов;
- нарушение моторной и ферментативной функций пищеварительного аппарата;
- нарушение показателей естественного иммунитета.

Аварийная фаза адаптации к гипокинезии характеризуется мобилизацией реакций, компенсирующих недостаток двигательных функций. К таким защитным реакциям относится возбуждение симпато-адреналовой системы. Симпатоадреналовая система обуславливает временную, частичную компенсацию нарушений кровообращения в виде усиления сердечной деятельности, повышения сосудистого тонуса и, следовательно, кровяного давления, усиления дыхания (повышение вентиляции лёгких). Однако эти реакции кратковременны и быстро угасают при продолжающейся гипокинезии.

Дальнейшее развитие гипокинезии можно представить себе следующим образом:

- неподвижность способствует, прежде всего, снижению катаболических процессов;
- выделение энергии уменьшается, снижается интенсивность окислительных реакций;
- в крови уменьшается содержание углекислоты, молочной кислоты и других продуктов метаболизма, в норме стимулирующих дыхание и кровообращение.

АДАПТАЦИЯ К НЕВЕСОМОСТИ

Человек рождается, растёт и развивается под действием земного притяжения. Сила притяжения формирует функции скелетной мускулатуры, гравитационные рефлексy, координированную мышечную работу. При изменении гравитации в организме наблюдаются различные изменения, определяемые устранением гидростатического давления и перераспределением жидких сред организма, устранением гравитационно-зависимой деформации и механического напряжения структур тела, а также снижением функциональной нагрузки на опорно-двигательный аппарат, устранением опоры, изменением биомеханики движений. В результате формируется гипогравитационный двигательный синдром, который включает изменения сенсорных систем, моторного контроля, функции мышц, гемодинамики.

Сенсорные системы:

- снижение уровня опорной афферентации;
- снижение уровня проприоцептивной активности;
- изменение функции вестибулярного аппарата;
- изменение афферентного обеспечения двигательных реакций;
- расстройство всех форм зрительного слежения;
- функциональные изменения в деятельности отолитового аппарата при изменении положения головы и действии линейных ускорений.

Моторный контроль:

- сенсорная и моторная атаксия;
- спинальная гиперрефлексия;
- изменение стратегии управления движениями;
- повышение тонуса мышц-сгибателей.

Мышцы:

- снижение скоростно-силовых свойств;
- атония;
- атрофия, изменение композиции мышечных волокон.

Гемодинамические нарушения:

- увеличение сердечного выброса;
- снижение секреции вазопрессина и ренина;
- увеличение секреции натрийуретического фактора;
- увеличение почечного кровотока;
- уменьшение объёма плазмы крови.

АДАПТАЦИЯ К ГИПОКСИИ

Гипоксия - состояние, возникающее в результате недостаточного обеспечения тканей кислородом. Гипоксия нередко сочетается с гипоксемией - уменьшением уровня напряжения и содержания кислорода в крови. Различают гипоксии экзогенные и эндогенные.

Экзогенные типы гипоксии - нормо- и гипобарическая. Причина их развития: уменьшение парциального давления кислорода в воздухе, поступающем в организм.

Нормобарическая экзогенная гипоксия связана с ограничением поступления в организм кислорода с воздухом при нормальном барометрическом давлении. Такие условия складываются при:

- нахождении людей в небольшом и/или плохо вентилируемом пространстве (помещении, шахте, колодце, лифте);
- нарушениях регенерации воздуха и/или подачи кислородной смеси для дыхания в летательных и глубинных аппаратах;
- несоблюдении методики искусственной вентиляции лёгких.

Гипобарическая экзогенная гипоксия может возникнуть:

- при подъёме в горы;
- у людей, поднятых на большую высоту в открытых летательных аппаратах, на креслах-подъёмниках, а также при снижении давления в барокамере;
- при резком снижении барометрического давления.
- Эндогенные гипоксии являются результатом патологических процессов различной этиологии.

Различают острую и хроническую гипоксию.

Острая гипоксия возникает при резком уменьшении доступа кислорода в организм: при помещении исследуемого в барокамеру, откуда выкачивается воздух, отравлении окисью углерода, остром нарушении кровообращения или дыхания.

Хроническая гипоксия возникает после длительного пребывания в горах или в любых других условиях недостаточного снабжения кислородом.

Гипоксия - универсальный действующий фактор, к которому в организме на протяжении многих веков эволюции выработались эффективные приспособительные механизмы. Реакция организма на гипоксическое воздействие может быть рассмотрена на модели гипоксии при подъёме в горы

Первой компенсаторной реакцией на гипоксию является увеличение частоты сердечных сокращений, ударного и минутного объёмов крови. Если организм человека потребляет в покое 300 мл кислорода в минуту, его содержание во вдыхаемом воздухе (а, следовательно, и в крови) уменьшилось на $\frac{1}{3}$, достаточно увеличить на 30% минутный объём крови, чтобы к тканям было доставлено то же количество кислорода. Раскрытие дополнительных капилляров в тканях реализует увеличение кровотока, так как при этом увеличивается скорость диффузии кислорода.

Наблюдается незначительное увеличение интенсивности дыхания, одышка возникает только при выраженных степенях кислородного голодания (pO_2 во вдыхаемом воздухе - менее 81 мм. рт.ст.). Объясняется это тем, что усиление дыхания в гипоксической атмосфере сопровождается гипокапнией, которая сдерживает увеличение лёгочной вентиляции, и только через определённое время (1-2 недели) пребывания в условиях гипоксии происходит существенное увеличение лёгочной вентиляции из-за повышения чувствительности дыхательного центра к углекислому газу.

Возрастает количество эритроцитов и концентрация гемоглобина в крови за счёт опорожнения кровяных депо и сгущения крови, а далее за счёт интенсификации кроветворения. Уменьшение атмосферного давления на 100 мм рт.ст. вызывает увеличение содержания гемоглобина в крови на 10%.

Изменяются кислород-транспортные свойства гемоглобина, увеличивается сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо, что способствует более полной отдаче кислорода тканям.

В клетках возрастает количество митохондрий, увеличивается содержание ферментов дыхательной цепи, что позволяет интенсифицировать процессы использования энергии в клетке.

Происходит модификация поведения (ограничение двигательной активности, избегание воздействия высоких температур).

Таким образом, в результате действия всех звеньев нейрогуморальной системы происходят структурно-функциональные перестройки в организме, в результате которых формируются адаптивные реакции к данному экстремальному воздействию.

ПСИХОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ И ДЕФИЦИТ ИНФОРМАЦИИ

Адаптация к воздействию психогенных факторов протекает по разному у лиц с разным типом ВНД (холериков, сангвиников, флегматиков, меланхоликов). У крайних типов (холериков, меланхоликов) такая адаптация не является стойкой, рано или поздно факторы, воздействующие на психику, приводят к срыву ВНД и развитию неврозов.

В качестве основных принципов противострессовой защиты можно назвать следующие:

- изоляцию от стрессора;
- активацию стресс-лимитирующих систем;
- подавление очага повышенного возбуждения в ЦНС путём создания новой доминанты (переключения внимания);
- подавление системы отрицательного подкрепления, связанной с негативными эмоциями;
- активацию системы положительного подкрепления;
- восстановление энергетических ресурсов организма;
- физиологическую релаксацию.

Информационный стресс

Один из видов психологического стресса - информационный стресс. Проблема информационного стресса - проблема XXI столетия. Если поток информации превышает сформированные в процессе эволюции возможности мозга для её переработки, развивается информационный стресс. Последствия информационных перегрузок столь велики, что вводятся даже новые термины для обозначения не совсем понятных состояний человеческого организма: синдром хронической усталости, компьютерная зависимость и т.д.

Адаптация к дефициту информации. Мозг нуждается не только в минимальном отдыхе, но и в некотором количестве возбуждения (эмоционально значимых стимулах). Г. Селье описывает это состояние как состояние эустресса. К последствиям дефицита информации относятся дефицит эмоционально значимых стимулов и нарастающий страх.

Дефицит эмоционально значимых стимулов, особенно в раннем возрасте (сенсорная депривация), часто приводит к формированию личности агрессора, причём значимость этого фактора в формировании агрессивности на порядок выше, чем физические наказания и другие вредные в воспитательном отношении факторы.

В условиях сенсорной изоляции человек начинает испытывать нарастающий страх вплоть до паники и галлюцинации. Э. Фромм в качестве одного из важнейших условий созревания индивида называет наличие чувства единения. Э. Эриксон считает, что человеку необходимо идентифицировать себя с другими людьми (референтной группой), нацией и т.п., то есть сказать «Я - такой как они, они такие же, как я». Для человека предпочтительней идентифицировать себя даже с такими субкультурами, как хиппи или наркоманы, чем не идентифицировать себя вообще.

Сенсорная депривация (от лат. *sensus* - чувство, ощущение и *deprivatio* - лишение) - продолжительное, более или менее полное лишение человека зрительных, слуховых, тактильных или иных ощущений, подвижности, общения, эмоциональных переживаний, осуществляемое либо с экспериментальными целями, либо в результате сложившейся ситуации. При сенсорной депривации в ответ на недостаточность афферентной информации активизируются процессы, которые определённым образом воздействуют на образную память.

По мере увеличения времени пребывания в этих условиях у людей появляется эмоциональная лабильность со сдвигом в сторону пониженного настроения (заторможенность, депрессия, апатия), которые на короткое время сменяются эйфорией, раздражительностью.

Наблюдаются нарушения памяти, находящиеся в прямой зависимости от цикличности эмоциональных состояний.

Нарушается ритм сна и бодрствования, развиваются гипнотические состояния, которые затягиваются на относительно продолжительное время, проецируются вовне и сопровождаются иллюзией произвольности.

Таким образом, ограничение движения и информации - факторы, нарушающие условия развития организма, приводящие к деградации соответствующих функций. Адаптация по отношению к этим факторам не носит компенсаторного характера, так как в ней не проявляются типичные черты активного приспособления и преобладают лишь реакции, связанные со снижением функций и приводящие в конечном итоге к патологии.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ У ЧЕЛОВЕКА

К особенностям адаптации человека относится сочетание развития физиологических адаптивных свойств организма с искусственными способами, преобразующими среду в его интересах.

Управление адаптацией

Способы управления адаптацией можно разделить на социально-экономические, физиологические и психологические.

К социально-экономическим способам относят все мероприятия, направленные на улучшение условий быта, питания, создания безопасной социальной среды. Эта группа мероприятий имеет крайне важное значение.

Физиологические способы управления адаптацией направлены на формирование неспецифической резистентности организма. В их число входят организация режима (смены сна и бодрствования, отдыха и труда), физическая тренировка, закаливание.

Физическая тренировка. Наиболее эффективным средством повышения сопротивляемости организма болезням и неблагоприятным влияниям среды являются регулярные физические упражнения. Двигательная активность оказывает влияние на многие системы жизнедеятельности. Она распространяется на сбалансированность метаболизма, активизирует вегетативные системы: кровообращение, дыхание.

Закаливание. Существуют мероприятия, направленные на повышение сопротивляемости организма, объединённые понятием «закаливание». Классическим примером закаливания является постоянная тренировка холодом, водные процедуры, зарядка под открытым небом в любую погоду.

Дозированное использование гипоксии, в частности в виде тренировочного пребывания человека на высоте около 2-2,5 тыс. метров, повышает неспецифическую резистентность организма. Гипоксический фактор способствует повышенной отдаче кислорода тканям, высокой утилизации его в окислительных процессах, активизации ферментативных тканевых реакций, экономичному использованию резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Психологические способы-медитации

Стресс-реакция из звена адаптации может при чрезмерно сильных воздействиях среды трансформироваться в звено патогенеза и индуцировать развитие болезней - от язвенных до тяжёлых сердечно-сосудистых и иммунных