

В. П. Иванов, Н. В. Иванова

# МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ



Санкт-Петербург  
СпецЛит

**Владимир Петрович Иванов**  
**Алексей Валерьевич Полоников**  
**Наталья Васильевна Иванова**  
**Медицинская экология**

*Текст предоставлен правообладателем*

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=10242608](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=10242608)*

*Медицинская экология : учебник для медицинских вузов / под общ. ред.*

*В. П. Иванова: СпецЛит; Санкт-Петербург; 2012*

*ISBN 978-5-299-00470-0*

### **Аннотация**

В учебнике освещена современная концепция и теоретико-методологические основы медицинской экологии – важнейшего быстро развивающегося раздела экологии человека. Приводится медико-экологическая характеристика атмосферы, гидросферы, литосферы. Дается классификация основных экологических факторов риска окружающей среды. Рассматриваются основные медико-экологические проблемы взаимодействия человека с многофакторной средой его обитания, закономерности ответной реакции организма на внешние средовые воздействия. Учебник предназначен для студентов медицинских вузов.

# Содержание

Условные сокращения	5
Введение	10
Глава 1	13
1.1. Человек – биосистема. Теория функциональных систем П. К. Анохина. Понятие об адаптации	13
1.2. Стресс, пределы и способность экосистем к самовосстановлению	42
1.3. Понятие биоритмов. Биоритмологические аспекты адаптации человека	54
Конец ознакомительного фрагмента.	60

**Владимир Петрович  
Иванов, Наталья  
Васильевна  
Иванова, Алексей  
Валерьевич Полоников  
Медицинская экология**

© ООО «Издательство „СпецЛит“», 2011

\* \* \*

# Условные сокращения

АД – артериальное давление

АИ – аэроионы

АКТГ – адренокортикотропный гормон

АПФ – ангиотензинпревращающий фермент

АТФ – аденозинтрифосфорная кислота (аденозинтрифосфат)

АЭС – атомная электростанция

АЭУ – атомная энергетическая установка

БА – бронхиальная астма

БОД – болезнь органов дыхания

БОК – безопасное остаточное количество

БП – бенз(а)пирен

БСК – болезнь системы кровообращения

Бэр – биологический эквивалент рада

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ВПР – врожденный порок развития

ВЧ – высокая частота

ГАМК –  $\gamma$ -аминомасляная кислота

ГБ – гипертоническая болезнь

ГСМОС – глобальная система мониторинга окружающей среды

ДБХП – дибромохлоропропан

ДДТ – дихлор-дифенил-трихлорэтан

ДИ – доверительный интервал

ДЛ<sub>50</sub> – полуметалетальная (средняя смертельная) доза  
токсического вещества

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

ДСД – допустимая суточная доза

ДСП – допустимое суточное поступление

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

Е – эффективная доза

ЕРФ – естественный (природный) радиационный фон

ЖКТ – желудочно-кишечный тракт

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИИ – ионизирующее излучение

ИК – инфракрасный

ИРФ – искусственный радиационный фон

ЛГ – лютеинизирующий гормон

МАИР – Международное агентство по изучению рака

МВР – множественные врожденные пороки развития

МДН – максимально допустимая нагрузка

МКРЕ – Международная комиссия по радиационным  
единицам

МКРЗ – Международный комитет по радиационной за-  
щите

МНД – максимальная недеиствующая доза

МОТ – Международная организация труда

Н – эквивалентная доза

НРБ-99 – Нормы радиационной безопасности 1999 г.

ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия

ОКС – оксикортикостероиды

ООН – Организация Объединенных Наций

ОП – отходы производства

ОРВИ – острая респираторная вирусная инфекция

ОРЗ – острое респираторное заболевание

ПАА – полиакриламид

ПАУ – полиароматические углеводороды

ПД – предел дозы

ПДВ – предельно допустимый выброс

ПДД – предельно допустимая доза

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПДС – предельно допустимый сброс

ПДУ – предельно допустимый уровень

ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты

ПХБ – полихлорированные бифенилы

РНК – рибонуклеиновая кислота

РНЦ – Российский научный центр

РФ – радиационный фон

СА – спонтанный аборт

СВЧ – сверхвысокая частота

СИ – системная единица

СОЗ – стойкие органические загрязнители

СОЭ – скорость оседания эритроцитов

СТГ – соматотропный гормон

СХЯ – супрахиазматические ядра гипоталамуса

T<sub>3</sub> – трийодтиронин

T<sub>4</sub> – тироксин

T<sub>6</sub> – период полувыведения

ТБО – твердые бытовые отходы

ТИЕРФ – технологически измененный естественный радиационный фон

ТТГ – тиреотропный гормон

T<sub>φ</sub> – период полураспада изотопа

ТЭС – теплоэлектростанция

T<sub>эфф</sub> – эффективный период

УФ – ультрафиолет

УФО – ультрафиолетовое облучение

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЦНС – центральная нервная система

ЧАЭС – Чернобыльская атомная электростанция

чел. – Зв – человеко-Зиверт

ЧХВ – чужеродные химические вещества

ЭПС – эндоплазматическая сеть

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

ЮНЕП – Программа ООН по окружающей среде

ЮНЕСКО – Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры

CAS – Служба химической информации США

D – поглощенная доза



$DL_{50}$  – см.  $DL_{50}$

pH – водородный показатель

Sr – стронций

t – температура

U – уран

$U_F$  – фактор неопределенности

X – экспозиционная доза

# Введение

Элементы медицинской экологии и экологической медицины достаточно долго развивались в рамках различных дисциплин. И только на конференции в Кливленде (США) в 1986 г. экологическая медицина была провозглашена самостоятельной научной дисциплиной.

Медицинская экология – наука, изучающая характер взаимодействия человека и окружающей среды, устанавливающая причинно-следственные связи между качеством среды и состоянием здоровья, разрабатывающая методы диагностики и профилактики неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на человека.

Целью изучения медицинской экологии является выработка у врачей умений осуществлять индивидуальную и популяционную профилактику экологически обусловленных заболеваний и патологических состояний.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов современных представлений о системности взаимоотношений в биосфере и обществе;
- понимание причинно-следственных связей между качеством среды обитания человека и состоянием его здоровья, роль первичной медицинской профилактики в здравоохранении.

Пособие разработано в соответствии с требованиями

действующего Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по врачевным специальностям и учебной программы преподавания дисциплины «Медицинская экология», и состоит из трех разделов: «Медико-биологические аспекты медицинской экологии», «Влияние на организм человека неблагоприятных экологических факторов» и «Методические рекомендации для студентов по курсу медицинской экологии».

В первом разделе рассматриваются вопросы экологического риска для здоровья человека, связанные с качеством окружающей среды. На современном уровне представлены механизмы адаптивных реакций человека, вопросы влияния ритмических изменений геофизических факторов внешней среды на организм человека, а также технологические и экологические формы воздействия человека на биосферу, вопросы комплексной медико-экологической оценки конкретных территорий, освещается влияние радиации на организм человека на клеточном, субклеточном и организменном уровнях, рассматриваются основные источники радионуклидного загрязнения окружающей среды и основные понятия экспертизы безопасности человека.

Второй раздел посвящен влиянию антропогенных загрязнителей атмосферы, гидросферы, литосферы на формирование соматопатологии человека, показана роль различных экологических факторов риска в развитии патологии человека, роль погоднo-климатических изменений в возник-

новении и характере течения заболеваний, хроно-биологические аспекты в клинике, особенности течения заболеваний внутренних органов. Рассматривается профессиональная деятельность как один из экологических факторов, определяющий здоровье человека, особенности воздействия лечебных факторов в курортных зонах, а также интегральной роли фактора питания в условиях экологического неблагополучия и проблемам алиментарной адаптации.

Третий раздел включает всю необходимую информацию по подготовке студентов к занятиям.

Для достижения поставленных целей и задач учебное пособие включает не только информационный материал по отдельным разделам, но и вопросы для самостоятельной подготовки студентов к занятиям, контрольные вопросы, тестовые задания. Для более эффективной оценки усвоения прочитанного текста в конце пособия приведены основные термины и понятия.

# **Глава 1**

## **Медико-биологические аспекты медицинской экологии**

### **1.1. Человек – биосистема. Теория функциональных систем П. К. Анохина. Понятие об адаптации**

*...организм без внешней среды, поддерживающей  
его существование, невозможен.*  
**И. М. Сеченов**

Условием развития живых организмов является их взаимодействие с окружающей средой. Открытые системы рассматриваются как системы, которые могут обмениваться с окружающими телами энергией, веществом и информацией. Открытая система всегда динамическая: в ней непрерывно происходят изменения, и, естественно, она сама подвержена изменениям. Благодаря сложности данных систем в них возможны процессы самоорганизации, которые служат началом возникновения качественно новых и более сложных структур в ее развитии.

Онтогенез человеческого организма есть непрекращающийся процесс постоянного движения, направленный на поддержание количественно-качественных особенностей в организме человека. Причем для дальнейшего самообновления и поддержания динамического равновесия организма нужны дополнительные вещества, энергия и информация, получить которые он может лишь при взаимодействии с внешней средой. Исследуя организм как открытую систему, необходимо целостное его рассмотрение, установление взаимодействия составных частей или элементов в совокупности.

В медицине исторически под влиянием естественных наук, а главное – анатомических исследований, несмотря на провозглашенный (начиная с основополагающих работ С. Г. Зыбелина, М. Я. Мудрова, Е. О. Мухина, И. М. Сеченова, И. П. Павлова и др.) принцип целостности организма, сложилось органное мышление.

Любой современный учебник по важнейшим фундаментальным дисциплинам, таким, например, как анатомия, физиология, гистология и другие, строится по органному принципу. Органная патология – это болезни сердца, легких, печени, желудочно-кишечного тракта, почек, мозга и т. д. Врачи разделились по органным специальностям. Патогенез, диагностика и лечение непосредственно связываются с функцией конкретных органов, и профессиональный взгляд врача, как правило, в основном направлен в сторону больных

органов (Судаков К. В., 1999).

П. К. Анохин сформулировал новый подход к пониманию функций целого организма. Взамен классической физиологии органов, традиционно следующей анатомическим принципам, теория функциональных систем провозглашает системную организацию функций человека от молекулярного вплоть до социального уровня.

**Функциональные системы** (по: Анохин П. К.) – самоорганизующиеся и саморегулирующиеся динамические центрально-периферические организации, объединенные нервными и гуморальными регуляциями, все составные компоненты которых содействуют обеспечению различных полезных для самих функциональных систем и для организма в целом адаптивных результатов, удовлетворяющих его потребности.

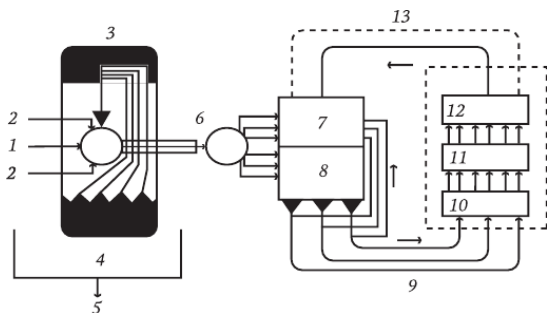
Теория функциональных систем, таким образом, радикально изменяет сложившиеся представления о строении организма человека и его функциях. Взамен представлений о человеке как наборе органов, связанных нервной и гуморальной регуляцией, данная теория рассматривает организм человека как совокупность множества взаимодействующих функциональных систем различного уровня организации, каждая из которых, избирательно объединяя различные органы и ткани, так же как и предметы окружающей действительности, обеспечивает достижение полезных для организма приспособительных результатов, обуславливающих в ко-

нечном счете устойчивость метаболических процессов.

С этих же позиций адаптация человека определяется как способность его функциональных систем обеспечивать достижение значимых результатов.

Анализ механизмов саморегуляции жизненно важных констант организма (кровяное давление, напряжение углекислого газа и кислорода в артериальной крови, температура внутренней среды, осмотическое давление плазмы крови, стабилизация центра тяжести в площади опоры и т. д.) показывает, что аппаратом саморегуляции выступает функциональная).

«Все функциональные системы, независимо от уровня своей организации и от количества составляющих их компонентов, имеют принципиально одну и ту же функциональную архитектуру, в которой результат является доминирующим фактором, стабилизирующим организацию систем» (Анохин П. К., 1971).





*Рис. 1. Схема саморегуляторных механизмов функциональной системы (по: Анохин П. К.):*

*1 — пусковой стимул (раздражение); 2 — обстановочные афферентации; 3 — память; 4 — доминирующая мотивация; 5 — афферентный синтез; 6 — принятие решения; 7 — акцептор результата действия; 8 — программа действия; 9 — эфферентные возбуждения; 10 — действие; 11 — результат действия; 12 — параметры результата; 13 — обратная афферентация*

К узловым механизмам, лежащим в основе структуры поведенческого акта любой степени сложности, относятся: афферентный синтез; стадия принятия решения; формирование акцептора результата действия; формирование самого действия (эфферентный синтез); многокомпонентное действие; достижение результата; обратная афферентация о параметрах достигнутого результата и сопоставление его с ранее сформировавшейся моделью результата в акцепторе результата действия (рис. 1).

Одни функциональные системы своей саморегуляторной деятельностью определяют устойчивость различных показателей внутренней среды — гомеостаз, другие — адаптацию живых организмов к среде обитания.

В ходе фило- и онтогенеза функциональные системы постоянно совершенствовались. Причем старые системы не устранялись новыми и усовершенствованными системами и

механизмами управления; эволюционно ранние механизмы адаптации сохранялись и входили в определенные взаимодействия как с более древними, так и с более новыми механизмами.

**Теория функциональных систем** (Анохин П. К., Судаков К. В.) выделяет четыре типа систем: морфофункциональные, гомеостатические, нейродинамические, психофизиологические.

*Морфофункциональные* системы связаны с деятельностью определенных функций. К ним относятся опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистая, дыхательная, эндокринная, нервная системы, клетки, органоиды, молекулы. Словом, все, что выполняет какую-либо функцию.

*Гомеостатические функциональные системы* включают подкорковые образования, вегетативную нервную и другие системы организма. Основная роль этой системы заключается в поддержании постоянства внутренней среды организма. Гомеостатические системы тесно взаимодействуют с морфофункциональными, которые вписываются в них отдельными элементами.

*Нейродинамические системы* в качестве ведущего структурного элемента имеют кору головного мозга, а именно первую сигнальную систему. В рамках этой системы формируется аппарат эмоций как механизм оптимизации функций организма и поведения в условиях взаимодействия организма и окружающей среды. Развитие коры резко расширило

адаптивные возможности организма, подчиняя себе вегетативные функции. Нейродинамические системы включают в себя элементы гомеостатической и морфофункциональной систем.

*Психофизиологические функциональные системы*, как и нейродинамические, ведущим структурным элементом имеют кору головного мозга, однако те ее отделы, которые связаны со второй сигнальной системой. Вторая сигнальная система усовершенствовала механизмы адаптивного поведения за счет формирования социальных форм адаптации. Психофизиологические функциональные системы реализуют свою деятельность через вегетативную нервную систему и посредством эмоций, морфологической основой которых являются подкорковые образования (лимбическая система, таламус, гипоталамус и другие). Они включают в себя элементы структурной архитектуры нейродинамических, гомеостатических и морфофункциональных систем.

Компенсация может осуществляться одной системой, по отношению к которой данный фактор наиболее специфичен. Если возможности специфической системы оказываются ограниченными, подключаются другие системы.

Одни функциональные системы генетически детерминированы, другие складываются в индивидуальной жизни в процессе взаимодействия организма с разнообразными факторами внутренней и внешней среды, т. е. на основе обучения. Естественно, что наиболее сложные и совершенные

функциональные системы имеются у людей, как наиболее совершенных живых существ. Понять их взаимодействия можно с учетом представлений о структурных уровнях организации биосистем.

Уровни организации функциональных систем (Судаков К. В., 1999): метаболический, гомеостатический, поведенческий, психический, социальный.

На *метаболическом* уровне функциональные системы обуславливают достижение завершающих этапов химических реакций в тканях организма. При появлении определенных продуктов химические реакции по принципу саморегуляции прекращаются или, наоборот, активируются. Типичным примером функциональной системы метаболического уровня является процесс ретроингибирования.

На *гомеостатическом* уровне многочисленные функциональные системы, объединяющие нервные и гуморальные механизмы, по принципу саморегуляции обеспечивают оптимальный уровень важнейших показателей внутренней среды организма, таких как масса крови, кровяное давление, температура, рН, осмотическое давление, уровень газов, питательных веществ и т. д.

На *поведенческом* биологическом уровне функциональные системы определяют достижение человеком биологически важных результатов – специальных факторов внешней среды, удовлетворяющих его ведущие метаболические потребности в воде, питательных веществах, защите от разно-

образных повреждающих воздействий и в удалении из организма вредных продуктов жизнедеятельности; половую активность и т. д.

Функциональные системы *психической* деятельности человека строятся на информационной основе идеального отражения человеком его различных эмоциональных состояний и свойств предметов окружающего мира с помощью языковых символов и процессов мышления. Результаты функциональных систем психической деятельности представлены отражением в сознании человека его субъективных переживаний, важнейших понятий, абстрактных представлений о внешних предметах и их отношений, инструкций, знаний и т. д.

На *социальном* уровне многообразные функциональные системы определяют достижение отдельными людьми или их группами социально значимых результатов в учебной и производственной деятельности, в создании общественного продукта, в охране окружающей среды, в мероприятиях по защите Отечества, в духовной деятельности, в общении с предметами культуры, искусства и т. д. (Анохин П. К., Судаков К. В.).

Взаимодействие функциональных систем в организме осуществляется на основе принципов иерархического доминирования, мультипараметрического и последовательного взаимодействия, системогенеза и системного квантования процессов жизнедеятельности.

*Иерархическое доминирование функциональных систем.* Всегда один из параметров общей потребности организма выступает в роли ведущего, доминирующего, будучи наиболее значимым для выживания, продления рода или для адаптации человека во внешней и прежде всего социальной среде, формируя доминирующую функциональную систему. При этом все другие функциональные системы либо затормаживаются, либо своей результативной деятельностью способствуют деятельности доминирующей системы. По отношению к каждой доминирующей функциональной системе субдоминирующие системы в соответствии с их биологической значимостью и значимостью для социальной деятельности человека, начиная от молекулярного вплоть до организменного и социально общественного уровня, выстраиваются в определенном иерархическом порядке. Иерархические взаимоотношения функциональных систем в организме строятся на основе результатов их деятельности.

*Мультипараметрическое взаимодействие.* Особенно отчетливо принцип мультипараметрического взаимодействия проявляется в деятельности функциональных систем гомеостатического уровня, в которых изменение одного показателя внутренней среды, представляющего результат деятельности какой-либо функциональной системы, немедленно сказывается на результатах деятельности других связанных с ним функциональных систем. Принцип мультипараметрического взаимодействия отчетливо выявляется, напри-

мер, в деятельности функциональной системы, определяющей уровень газовых показателей в организме.

**Последовательное взаимодействие функциональных систем.** В организме человека деятельность различных функциональных систем последовательно связана друг с другом во времени, когда результат деятельности одной функциональной системы последовательно формирует другую потребность и соответствующую функциональную систему.

Принцип последовательного взаимодействия различных функциональных систем в организме человека отчетливо проявляется в континууме процессов кровообращения, пищеварения, дыхания, выделения и т. д.

Особую разновидность последовательного взаимодействия функциональных систем во времени представляют *процессы системогенеза*.

П. К. Анохин определил системогенез как избирательное созревание функциональных систем и их отдельных частей в процессах пре- и постнатального онтогенеза.

Континуум жизнедеятельности каждого человека на разных уровнях организации благодаря последовательному взаимодействию функциональных систем подразделяется на отдельные, дискретные «*системокванты*». Каждый отдельный «системоквант» жизнедеятельности включает возникновение той или иной биологической или социальной потребности, формирование на уровне мозга доминирующей мо-

тивации и, через достижение промежуточных и конечного результата, завершается удовлетворением потребности. При этом оценка различных параметров промежуточных и конечных результатов деятельности постоянно осуществляется с помощью обратной афферентации, поступающей от разнообразных органов чувств и рецепторов организма к аппарату предвидения потребного результата – акцептору результата действия.

По характеру организации можно выделить последовательное, иерархическое и смешанное квантование процессов жизнедеятельности (Судаков К. В., 1997).

Начиная с замечательных работ канадского биолога Л. фон Берталанфи, в биологию и медицину все шире внедряется системный подход.

Понимание функциональных особенностей построения целого организма необходимо в первую очередь для врача, занимающегося диагностикой и лечением заболевшего человека. Современная действительность настоятельно требует для решения больших теоретических и практических задач тесного объединения специалистов различного профиля.

Физиологические механизмы человека уже сейчас не могут справляться с огромными нагрузками современной производственной деятельности и условий жизни. При наличии огромного числа обратных связей от различных параметров деятельности машин практически отсутствует контроль за физиологическими функциями работающих на этих маши-



нах людей.

Ситуацию усугубляют социально-политические преобразования во многих странах мира, включая Россию, а также экологическое неблагополучие во многих районах земного шара.

Теория функциональной системы открыла новые перспективы ранней диагностики нарушений физиологических функций человека в условиях реальной производственной деятельности, особенно в условиях напряженной работы современного производства (Судаков К. В.).

Любая болезнь, будь то соматическая или психическая, есть проявление адаптации организма (личности) в меняющихся условиях внешней и внутренней среды. Адаптация осуществляется в зависимости от целого ряда факторов, начиная от биологических, социальных и психологических особенностей заболевającego организма, кончая особенностями патогенного фактора, условиями среды, в которой происходит данное воздействие, длительностью и интенсивностью воздействия и т. д., и затрагивает многие морфофункциональные уровни, системы, организации. То есть болезнь проявляет себя как многоуровневая система (Сукиасян С. Г., 2005).

В связи с этим оценка различных показателей деятельности организма в условиях патологии должна учитывать системную интеграцию физиологических функций.

При каждом заболевании прежде всего необходимо опре-

делить: какие функциональные системы затронул патологический процесс и нарушение деятельности которых усугубляет его; деятельность каких функциональных систем имеет компенсаторную направленность (Судаков К. В.).

Стойкое повышение артериального давления, например, может быть связано с нарушениями в самых разных звеньях функциональной системы, определяющей оптимальный уровень артериального давления в организме: барорецепторного аппарата, центральных эмоциогенных и сосудодвигательных механизмов, периферической сосудистой или гормональной регуляции и т. д. Одновременно с этим изменяется деятельность других, связанных с ней функциональных систем выделения, водно-солевого баланса, поддержания температуры тела и т. д.

При хирургическом удалении того или иного органа, исходя из представлений о том, что одни и те же органы различными сторонами своего метаболизма участвуют в деятельности различных функциональных систем, прежде всего необходимо определить, какие функциональные системы и в какой степени затронула хирургическая операция, какие компенсаторные механизмы при этом продолжают обеспечивать ведущие физиологические функции организма, какие полезные приспособительные результаты деятельности организма при этом сохранены, а какие нарушены, а также какие стороны гомеостаза или поведения они затрагивают?

С системных позиций компенсация нарушенных функций

всегда идет в направлении сохранения функциональными системами способности обеспечивать полезные для организма приспособительные результаты.

Как показали исследования Е. Л. Голубевой, сотрудницы П. К. Анохина, при удалении одного легкого компенсаторный процесс связан не только с деятельностью второго оставшегося легкого, но и с функциями сердца, почек, крови и других исполнительных компонентов разветвленного внутреннего звена саморегуляции функциональной системы дыхания. При этом нарушается деятельность и других функциональных систем, определяющих оптимальный для организма уровень кровяного и осмотического давления, реакции крови, выделения и т. д., которые по принципу многосвязного взаимодействия компенсаторно перестраивают свою деятельность.

Хирургическая операция, например замена протезом восходящей дуги аорты, может нарушить функции барорецепторов и хеморецепторов газового гомеостаза. В этом случае компенсаторная функция в значительной степени ложится на другие хеморецепторные зоны: синокаротидную и центральные, состояние которых в этом случае необходимо оценить еще до операции (Судаков К. В.).

Теория функциональных систем позволяет по-новому подойти к проблеме реабилитации нарушенных функций человека.

С позиций теории функциональных систем все реабили-

тационные мероприятия выступают в роли дополнительно-го внешнего звена саморегуляции, компенсируя тем самым недостаточную функцию тех или иных функциональных систем организма.

Особого внимания в этом плане заслуживает первая информационная стадия формирования патологического процесса (*преморбидное состояние*).

На этой стадии нарушенные информационные внутри- и межсистемные отношения функциональных систем в организме легко восстанавливаются информационными методами реабилитации: гипнотическим воздействием, массажем, гомеопатией, акупунктурой, тепло-холодовыми процедурами, гипоксией и другими, позволяющими предупредить переход дисфункций в устойчивую патологическую форму. Исходя из того что болезнь первично проявляется как нарушение информационных системных отношений в организме, становится понятной роль культурных, семейных и производственных отношений как своеобразного «человеческого иммунитета». Эти же факторы важны и для сохранения и упрочения эффектов реабилитации (Судаков К. В., 1996).

Каждый организм имеет свою зону физиологического комфорта, в которой сохраняется максимально возможный предел компенсации функции. При стойких изменениях среды организм переходит на новый уровень гомеостаза, или «гомеорезиса» (по: Адо В. Д.), для которого оптимальными являются другие показатели гомеостаза. Это и есть состоя-

ние адаптации. Таким образом, теория функциональных систем П. К. Анохина, рассматривая организм как целостный биосоциальный объект в фило– и онтогенетическом плане, подтверждает учение об адаптационном синдроме (Судаков К. В., Сукиасян С. Г.).

**Адаптация** (приспособление) – это процесс поддержания функционального состояния гомеостатических систем и организма в целом, обеспечивающий его сохранение, развитие, максимальную продолжительность жизни в неадекватных условиях (Казначеев В. П., 1973).

Адаптация есть, несомненно, одно из фундаментальных качеств живой материи. Она присуща всем известным формам жизни. Выделяют следующие типы адаптации: биологическая, физиологическая, биохимическая, психологическая, социальная и т. д.

При классификации процессов адаптации следует учитывать:

1. Факторы среды (физические, химические, бактериальные, вирусные).
2. Свойства организма (эмбриональный, детский, взрослый, пол, национальность.)
3. Характер адаптационных перестроек в разных системах органов (в первую очередь – нервная, гормональная, иммунная системы, а также сердечно-сосудистая, дыхательная, пищеварительная и др.).
4. Уровень организации биосистемы (вид, популяция, ор-

ганизм, система, орган и др.).

По значимости для эволюции адаптационные изменения могут быть: генотипические, фенотипические.

В основе *генотипической* адаптации лежат стойкие изменения наследственного материала (мутации), которые могут передаваться из поколения в поколение и закрепляться действием естественного отбора, дрейфа генов.

Следствием этого типа адаптации является приобретение новых адаптивных генотипических признаков.

Под *фенотипической* адаптацией понимается варьирование значения признака в результате действия внешне-средовых факторов. В основе данного варьирования лежит «норма реакции», которая контролируется генетически и определяет размах варьирования признака в конкретных условиях окружающей среды.

С физиологической и патофизиологической точек зрения, понятия приспособление, норма и патология должны даваться только в целях обоснования взгляда, что нормологический и патологический процессы являются различными качественными проявлениями одного и того же процесса – приспособления или адаптации. При этом патология не всегда является адаптивной аномалией, как и адаптивной нормой.

Исходя из этого, практически все болезни являются результатом ошибок в адаптивных реакциях на внешние раздражители. С этой точки зрения большая часть болезней

(нервные расстройства, гипертоническая болезнь, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, некоторые типы ревматических, аллергические, сердечно-сосудистые заболевания и почечные болезни) являются болезнями адаптации, то есть патологические процессы и болезни это всего лишь особенности приспособительных реакций.

Согласно теории адаптационных реакций в зависимости от силы воздействия, в организме могут развиваться три типа адаптационных реакций:

- на слабые воздействия – реакция тренировки;
- на воздействия средней силы – реакция активации;
- на сильные, чрезвычайные воздействия – стресс-реакция (по: Селье Г.).

Реакция тренировки имеет три стадии: ориентировки, перестройки, тренированности. В ЦНС преобладает охранительное торможение. В эндокринной системе вначале умеренно повышается активность глюко- и минералокортикоидных гормонов, а затем постепенно увеличивается секреция минералокортикоидов и нормализуется секреция глюкокортикоидов на фоне умеренно повышенной функциональной активности щитовидной и половых желез.

Реакция активации имеет две стадии: первичной активации и стадию стойкой активации. В ЦНС преобладает умеренное, физиологическое возбуждение. В эндокринной системе отмечается увеличение секреции минералокортикоидов при нормальной секреции глюкокортикоидов и повыше-

ние функциональной активности щитовидной и половых желез. Повышение активности желез внутренней секреции выражено больше, чем при реакции тренировки, но не носит характера патологической гиперфункции. В обеих стадиях реакции активации повышается активная резистентность к повреждающим агентам различной природы.

Реакция тренировки и реакция активации – это те адаптационные реакции, которые встречаются в течение нормальной жизни организма. Эти реакции являются неспецифической основой физиологических процессов, так же как стресс – неспецифической основой патологических процессов.

В основе любой адаптивной реакции организма лежат определенные биохимические преобразования. Ни один вид адаптации не обходится без существенных биохимических перестроек.

Биохимическая адаптация выполняет в клетке следующие основные функции:

1. Поддержание структурной целостности макромолекул (ферментов сократительных белков, нуклеиновых кислот и др.) при их функционировании в специфических условиях.
2. Достаточное снабжение клетки:
  - а) энергетической валютой – АТФ;
  - б) восстановительными эквивалентами, необходимыми для протекания процессов биосинтеза;
  - в) предшественниками, используемыми при синтезе запасных веществ (гликогена, жиров и т. п.), нуклеиновых кис-



лот и белков.

3. Поддержание систем, регулирующих скорости и направления метаболических процессов в соответствии с потребностями организма и их изменениями при изменении условий среды.

Выделяют три типа механизмов биохимической адаптации:

1. Приспособление макромолекулярных компонентов клетки или жидкостей организма:

а) изменяются количества (концентрации) уже имеющихся типов макромолекул, например ферментов;

б) образуются макромолекулы новых типов, например новые изоферменты, которыми замещаются макромолекулы, ранее имевшиеся в клетке, но ставшие не вполне пригодными для работы в изменившихся условиях.

2. Приспособление микросреды, в которой функционируют макромолекулы. Сущность этого механизма состоит в том, что адаптивное изменение структурных и функциональных свойств макромолекул достигается путем видоизменения качественного и количественного состава окружающей эти макромолекулы среды (например, ее осмотической концентрации или состава растворенных веществ).

3. Приспособление на функциональном уровне, когда изменение эффективности макромолекулярных систем, в особенности ферментов, не связано с изменением числа имеющихся в клетке макромолекул или их типов. Данный тип

биохимической адаптации еще называется метаболической регуляцией. Его сущность состоит в регулировании функциональной активности макромолекул, ранее синтезированных клеткой.

При изучении влияния комплекса длительно действующих факторов среды обитания на организм человека важную задачу составляет оценка стратегии адаптации. На основе знания стратегии адаптации можно прогнозировать характер поведения организма во времени при его контакте с изменяющимися факторами окружающей среды.

**Под стратегией адаптации** понимают функционально-временную структуру потоков информации, энергии, веществ, обеспечивающую оптимальный уровень морфофункциональной организации биосистем в неадекватных условиях среды.

Критерием, лежащим в основе выделения различных стратегий адаптации (типов реагирования), является время выполнения субмаксимальной работы. Эта относительная величина всегда обратно пропорциональна силе противодействия организма разрушительному влиянию среды, при условии выполнения организмом работы субмаксимальной интенсивности.

Можно выделить три варианта «стратегии» адаптивного поведения организма человека.

1. Тип стратегии (*стратегия типа «спринтер»*): организм обладает способностью мощных физиологических реакций

с высокой степенью надежности в ответ на значительные, но кратковременные колебания во внешней среде. Однако такой высокий уровень физиологических реакций может поддерживаться относительно короткий срок. К длительным физиологическим перегрузкам со стороны внешних факторов, даже если они средней величины, такие организмы мало приспособлены.

2. Второй тип (*стратегия типа «стайер»*): организм менее устойчив к кратковременным значительным колебаниям среды, но обладает свойством выдерживать длительное время физиологические нагрузки средней силы.

3. Наиболее оптимальным типом стратегии является *промежуточный тип*, который занимает среднее положение между указанными крайними типами.

Формирование стратегии адаптации генетически детерминировано, но в процессе индивидуальной жизни, соответствующего воспитания и тренировки их варианты могут подвергаться коррекции. Следует отметить, что у одного и того же человека разные гомеостатические системы могут иметь различные стратегии физиологической адаптации.

Установлено, что у людей с преобладанием стратегии первого типа («спринтер») одновременное сочетание работы и восстановительных процессов выражено слабо и для указанных процессов требуется более четкая ритмичность (то есть расчленение во времени).

У людей же с преобладанием стратегии 2 типа («стайер»),

напротив, резервные возможности и степень быстрой мобилизации не высоки, однако рабочие процессы более легко сочетаются с процессами восстановления, что обеспечивает возможность длительной нагрузки.

Так, в условиях северных широт у людей с вариантами стратегии типа «спринтер» наблюдается быстрое истощение и нарушение липидно-энергетического обмена, что приводит к развитию хронических патологических процессов. В то же время у людей, относящихся к варианту стратегии «стайер», приспособительные реакции к специфическим условиям высоких широт наиболее адекватны и позволяют им длительное время находиться в этих условиях без развития патологических процессов.

С целью определения эффективности адаптационных процессов были разработаны **определенные критерии и методы диагностики функциональных состояний организма.**

Р. М. Баевским (1981) предложено учитывать пять основных критериев:

- 1 – уровень функционирования физиологических систем;
- 2 – степень напряжения регуляторных механизмов;
- 3 – функциональный резерв;
- 4 – степень компенсации;
- 5 – уравновешенность элементов функциональной системы.

В качестве индикатора функционального состояния це-

лостного организма может рассматриваться система кровообращения. Рассматриваются три свойства системы кровообращения, с помощью которых можно оценить переход от одного функционального состояния к другому. Это:

– *уровень функционирования*. Под ним следует понимать поддержание определенных значений основных показателей миокардиально-гемодинамического гомеостаза: ударный и минутный объем, частота пульса и артериальное давление;

– *степень напряжения регуляторных механизмов*, которая определяется показателями вегетативного гомеостаза, например степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы и уровнем возбуждения вазомоторного центра.

– *функциональный резерв*. Для его оценки обычно принимают функциональные нагрузочные пробы, например ортостатическую или с физической нагрузкой.

Классификация функциональных состояний при развитии болезней адаптации (Баевский Р. М., 1980):

1. Состояние удовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды. Для этого состояния характерны достаточные функциональные возможности организма, гомеостаз поддерживается при минимальном напряжении регуляторных систем организма. Функциональный резерв не снижен.

2. Состояние напряжения адаптационных механизмов. Функциональные возможности организма не снижены. Гомеостаз поддерживается благодаря определенному напряже-

нию регуляторных систем. Функциональный резерв не снижен.

3. Состояние неудовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды. Функциональные возможности организма снижены. Гомеостаз сохраняется благодаря значительному напряжению регуляторных систем либо благодаря включению компенсаторных механизмов. Функциональный резерв снижен.

4. Срыв (поломка) механизмов адаптации. Резкое снижение функциональных возможностей организма. Гомеостаз нарушен. Функциональный резерв резко снижен.

Деадаптация и развитие патологических состояний происходит поэтапно. С позиций биокibernетики перемещение от здоровья к болезни представляет собой поэтапную смену способов управления. Каждому состоянию соответствует свой характер структурно-функциональной организации биосистемы.

Начальный этап пограничной зоны между здоровьем и патологией – это состояние функционального напряжения механизмов адаптации. Наиболее характерным его признаком является высокий уровень функционирования, который обеспечивается за счет интенсивного или длительного напряжения регуляторных систем. Состояние напряжения адаптационных механизмов, не выявляемое при традиционном клиническом обследовании, следует относить к дозонологическим, то есть предшествующим развитию заболева-

ния.

Более поздний этап пограничной зоны – состояние неудовлетворительной адаптации. Для него характерно уменьшение уровня функционирования биосистемы, рассогласование отдельных ее элементов, развитие утомления и переутомления. Состояние неудовлетворительной адаптации является активным приспособительным процессом. Организм пытается приспособиться к чрезмерным для него условиям существования путем изменения функциональной активности отдельных систем и соответствующим напряжением регуляторных механизмов. Состояние неудовлетворенной адаптации может быть отнесено к преморбидным, поскольку значительное снижение функционального резерва позволяет при использовании функциональных проб выявить неадекватный ответ организма, указывающий на скрытую или начальную патологию.

С клинической точки зрения, только срыв адаптации относится к патологическим состояниям, ибо он сопровождается заметными изменениями традиционно измеряемых показателей: частота пульса, ударный и минутный объем, артериальное давление и т. д.

По своим проявлениям болезни адаптации носят полиморфный характер, охватывая различные системы организма. Наиболее распространены болезни адаптации при длительном пребывании людей в неблагоприятных условиях (горная болезнь и др.). Вследствие продолжительного напря-

жения механизмов регуляции, а также клеточных механизмов, происходит истощение и потеря наиболее важных резервов организма (Гора Е. П., 1999). Поэтому для профилактики болезней адаптации используют методы увеличения эффективности адаптации.

**Методы увеличения эффективности адаптации** могут быть специфическими и неспецифическими.

К *неспецифическим методам* относятся: активный отдых, закаливание, средние физические нагрузки, адаптогены и терапевтические дозировки разнообразных курортных факторов, которые способны повысить неспецифическую резистентность, нормализовать деятельность основных систем организма.

*Адаптогены* – это средства, осуществляющие фармакологическую регуляцию адаптивных процессов в организме. По своему происхождению адаптогены могут быть разделены на две группы: природные и синтетические. Источниками природных адаптогенов являются наземные и водные растения, животные и микроорганизмы. К наиболее важным адаптогенам растительного происхождения относятся женьшень, элеутерококк, лимонник китайский, аралия маньчжурская, заманиха, шиповник и т. д. К препаратам животного происхождения относятся: пантокрин, получаемый из пантов марала; рантарин – из пантов северного оленя, апилак – из пчелиного маточного молочка. Широкое применение получили вещества, выделенные из различных микроорганизмов и



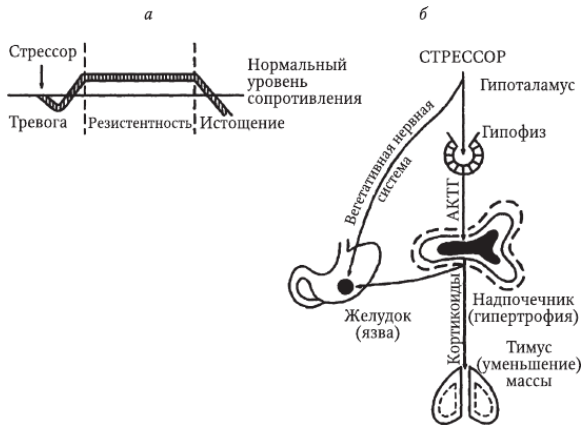
дрожжей (продигиоган, зимозан и др.). Высокой адаптогенной активностью обладают витамины. Многие эффективные синтетические соединения получены из природных продуктов (нефть, уголь и т. п.).

*Специфические методы* увеличения эффективности адаптации основаны на повышении резистентности организма к какому-либо определенному фактору среды: холоду, гипоксии и т. д. К ним относятся лекарственные средства, физиотерапевтические процедуры, специальные тренировки и т. д. (Гора Е. П., 1999).

## **1.2. Стресс, пределы и способность экосистем к самовосстановлению**

По мере развития адаптации наблюдается определенная последовательность изменений в организме: сначала возникают неспецифические адаптационные изменения, затем – специфические. Изучение неспецифических компонентов адаптации принято связывать с именем канадского ученого Ганса Селье (1936), хотя отдельные аспекты данной проблемы разрабатывались Н. Е. Введенским, У. Кэнноном, Д. Н. Насоновым и В. Я. Александровым, Л. А. Орбели.

Г. Селье (1982) показал, что в ответ на действие раздражителей самой различной природы (механических, физических, химических, биологических и психических) в организме возникают стереотипные изменения. Комплекс этих изменений получил название «общего адаптационного синдрома». Такое приспособление выработалось в ходе эволюции как способ адаптации организма. Состояние организма, вызываемое неблагоприятными воздействиями, Г. Селье назвал реакцией напряжения или стресс-реакцией.



*Рис. 2.* Три фазы общего адаптационного синдрома (а) и основные пути формирования стресс-реакции (б) (по: Селье Г.)

Механизм развития общего адаптационного синдрома и стресс-реакции представлен на рис. 2.

Признание стресса в качестве одного из основных механизмов этиопатогенеза экопатологии делает необходимым более предметное рассмотрение его роли в адаптивном и дезадаптивном процессах.

**Стресс** – обобщенное понятие, отражающее реакцию напряжения организма в ответ на действие чрезмерно интенсивных, биологически значимых факторов.

Стресс рассматривают как неспецифическую реакцию организма, формирующуюся под влиянием разнообразных

опасных факторов и проявляющуюся фазным изменением защитно-приспособительных возможностей организма, состояния его физиологических систем и обмена веществ. Стресс разного происхождения может вызывать не только приспособительные, но и патологические изменения в разных системах и органах.

Открытие Г. Селье стресс-реакции способствовало пониманию общности в течении различных патологических процессов, вооружило медицину знанием теории, помогающей не только понять патогенез, но и обосновать терапию целого ряда болезней.

Стресс принято разделять на непсихогенный и психогенный (психоэмоциональный) (Исаев Л. К., Хитров Н. К., 1997).

**Непсихогенный стресс** формируется под влиянием разнообразных физических, в том числе механических, химических и биологических факторов или при недостатке необходимых для жизни соединений ( $O$ ;  $H_2O$  и т. д.), если степень этого дефицита опасна для жизни.

**Психоэмоциональный стресс** возникает под влиянием негативных социальных факторов, значимость которых в жизни современного человека постоянно нарастает.

Разделение стресса на психогенный и непсихогенный является условным, потому что, если организм не достигает какого-либо биологически важного результата или не может устранить неблагоприятное воздействие физической

природы, то, как следствие, развивается психоэмоциональный стресс, нередко опасный возникновением различных форм патологии. Длительный психоэмоциональный стресс приводит к понижению функциональных возможностей центральной нервной системы и клинически проявляется развитием различных форм неврозов – неврастения, невроз навязчивых состояний, истерия. Сегодня психоэмоциональный стресс рассматривается как важнейший фактор риска возникновения гипертонической и гипотонической болезни, атеросклероза, ишемической болезни сердца, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, нейрогенных заболеваний кожи, эндокринных заболеваний и многих других (Тополянский В. Д., Струковская М. В., 1986).

Развитие стресса и его исходы во многом зависят от свойств организма, его нервной, в том числе вегетативной, системы, эндокринных органов, особенно гипофиза и надпочечников, состояния иммунной системы, кровообращения и т. д. Важное значение в развитии стресса имеет степень тренированности, то есть долговременной адаптации, формирующейся при многократном воздействии определенного стрессорного агента в оптимальном для этого режиме. Например, жители высокогорья высокорезистентны к кислородному голоданию (гипоксическому стрессу), спортсмены – к физическому стрессу и т. д. Важное значение в формировании устойчивости к стрессорным воздействиям имеют возраст, пол и конституция организма. В частности, ново-

рожденные легко переносят гипоксию, женщины более резистентны к кровопотере, чем мужчины.

**При обычном варианте развития при стрессе наблюдаются три стадии**, а именно:

- 1) реакция тревоги (*alarm reaction*);
- 2) стадия стресса или адаптации (*stage of resistance*);
- 3) стадия истощения (*stage of exhaustion*).

1. Первая стадия характеризуется экстренной мобилизацией защитных сил организма, направленной на борьбу со стрессовым воздействием, то есть на предупреждение его патогенного воздействия или устранение уже возникших негативных воздействий. В первой стадии стресса происходит активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, следствием чего является усиленный выход из передней доли гипофиза адренокортикотропного гормона (АКТГ), стимуляция стероидной функции надпочечников и накопление в крови человека в первую очередь глюкокортикоидного гормона кортизона, угнетается секреция минералокортикоидов.

Не меньшее значение в развитии стресса вообще и его первой стадии имеет симпатoadреналовая система. Во время реакции тревоги наблюдается усиление высвобождения катехоламинов из мозгового слоя надпочечников и нейромедиатора норадреналина из симпатических нервных окончаний.

При стрессе кортикостероиды и катехоламины перестраивают обмен веществ и деятельность физиологических си-

стем. Наблюдается усиление распада гликогена в печени и в мышцах (стимуляция гликогенолиза), мобилизация липидов и белков (стимуляция глюконеогенеза), возрастает уровень глюкозы, аминокислот и липидов в крови, активируются  $\beta$ -клетки инсулярного аппарата с последующим повышением содержания инсулина в крови. Происходит понижение деятельности щитовидной и половых желез, лимфопения, увеличивается количество лейкоцитов, эозинофилов, наблюдается уменьшение тимико-лимфатического аппарата, подавление анаболических процессов, главным образом снижение синтеза РНК и белка (Гора Е. П., 1999).

Обычно усиливается функция кровообращения, происходит перераспределение крови в пользу мозга, сердца и усиленно работающих скелетных мышц, активизируется внешнее дыхание.

Очень важным является тот факт, что в органах и системах, не участвующих в приспособлении, например при длительном гипоксическом или физическом стрессе, усиливается катаболизм, могут развиваться атрофические и язвенные процессы; функция таких органов и систем снижается (пищеварительная, иммунная, репродуктивная), усиление каталитических процессов в тканях может приводить к снижению веса тела.

Это перераспределение функциональной и пластической активности на первой стадии стресса способствует экономии энергозатрат организма, но может стать одним из механиз-

мов патогенного действия стресса. Во время стадии тревоги неспецифическая сопротивляемость организма повышается, он делается более устойчивым к различным воздействиям.

2. При классическом течении в случае успешной экстренной адаптации, несмотря на продолжающееся действие стрессорного агента, нейроэндокринные отклонения исчезают, нормализуется обмен веществ и деятельность физиологических систем. Таким образом, организм вступает во вторую стадию стресса или адаптации, для которой характерна повышенная устойчивость к экстремальному фактору. В эндокринных железах нормализуется запас адаптивных гормонов (АКТГ, глюкокортикоидов), а в тканях восстанавливается уровень гликогена и липидов, сниженных в первую стадию стресса, происходит снижение инсулина в крови, что обеспечивает усиление метаболических эффектов кортикостероидов. Наблюдается активация синтетических процессов в тканях с последующим восстановлением нормального веса тела и отдельных его органов. С переходом в стадию резистентности неспецифическая сопротивляемость уменьшается, но возрастает устойчивость организма к тому фактору, которым был вызван стресс.

3. В случае чрезмерно интенсивного или продолжительного действия стрессорного фактора, а также недостаточности регулирующих исполнительных систем формируется третья стадия стресса – истощение. В этой стадии преобладают, главным образом, явления повреждения, распада.



Гипофизарно-надпочечниковая и симпатoadреналовая системы угнетаются, и уровень соответствующих гормонов в железах внутренней секреции падает, уменьшается количество катехоламинов в мозговом слое надпочечников, в тканях и крови. В данном случае в организме начинают преобладать катаболические процессы, масса органов уменьшается в них развиваются атрофические и дегенеративные изменения. Специфическая и неспецифическая резистентность организма снижается.

Довольно часто на этой стадии развиваются расстройства центрального кровообращения (аритмии, артериальная гипотония) и микроциркуляции (стаз, микротромбозы и геморрагии) (Исаев Л.К., Хитров Н. К., 1997).

В последние годы установлено, что в формировании стресса принимают участие не только стрессорные, но и антистрессорные нейроэндокринные механизмы. Более того, тяжесть стресса и его последствия зависят подчас не только от состояния гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой системы, но и от способности антистрессорных механизмов обеспечивать адекватность реакции физиологических систем приспособления. В случае недостаточности антистрессорных механизмов стресс может стать настолько интенсивным, что в организме развиваются повреждения органов и систем.

Антистрессорные механизмы представлены на разных уровнях регуляции. В центральной нервной системе это

ГАМК-ергические и серотонинергические нейроны, которые ослабляют симпатические влияния и уменьшают высвобождение кортиколиберина. В периферических органах уменьшение высвобождения норадреналина и снижение эффективности его действия на адренорецепторы обусловлено нейромедиатором ацетилхолином, некоторыми классами простагландинов, аденозинов и другими соединениями.

Значение стресса не является однозначным; в зависимости от конкретных условий он может иметь и позитивное и негативное биологическое значение для организма. Стресс сформирован в эволюции как общебиологическая приспособительная реакция живых существ на опасные и вредные факторы. Кроме того, стресс является первым этапом развития долгосрочной адаптации организма, если стрессорный фактор действует продолжительное время в тренирующем режиме (Меерсон Ф. З., 1988). Длительное, особенно периодическое, действие разнообразных гипоксических факторов (дефицит  $O_2$ , кровопотери, цианиды), гипогликемии, физического напряжения, гипотермии и т. д. вызывает тренирующий эффект. В результате на смену экстренной приходит долговременная адаптация организма. Вместе с тем, стресс может стать фактором развития в организме патологических состояний.

**Особенности непсихогенного стресса.** Опасные и вредные экологические факторы могут вызывать развитие стресса. Среди физических воздействий наиболее часто

стрессорными агентами становятся резкие колебания барометрического давления, выходящие за рамки физиологических возможностей организма, колебания температуры, магнитные аномалии, механическая травма, воздействие пыли, электротравма, ионизирующее излучение и другие. (Исаев Л. К., Хитров Н. К., 1997). Химические воздействия, нарушающие обмен веществ в тканях и вызывающие гипоксию, например дефицит  $O_2$ , воздействия  $CO$  (оксида углерода), нитросоединений являются крайне опасными стрессорными факторами.

Разнообразные биологические агенты – вирусы, риккетсии, микробы, паразиты, вызывая развитие инфекционного процесса и лежащие в его основе воспаления и аллергию, на той или иной стадии также формируют стрессорное состояние организма. Большое значение в развитии стресса у человека имеет чрезмерное физическое напряжение, а также столь распространенное в наше время противоположное состояние – гиподинамия.

При действии непсихогенных экстремальных факторов возникновение различных форм патологии возможно на всех этапах формирования стрессорного состояния.

Во-первых, реакция тревоги, напряжения, может вообще не развиваться, если интенсивность вредного фактора настолько велика, что она превышает возможности систем приспособления организма. Так, при действии высокого дефицита  $O_2$ , токсических концентраций  $CO_2$ , дефицита глюко-

зы в крови практически сразу, без первых двух фаз стресса, возникает фаза истощения в форме соответственно гипоксической и гипогликемической комы. Аналогичная ситуация возникает при тяжелом облучении – лучевая кома, перегревании – тепловой удар и т. д. Подобные же состояния возникают в том случае, если интенсивность стрессорного фактора невелика, но имеется недостаточность систем регуляции, например недостаточность коры надпочечников или снижение активности симпатoadреналовой системы.

Во-вторых, возможна ослабленная или чрезмерная реакция напряжения и, соответственно, слабая или неадекватно сильная активация гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой систем. При недостаточной активности нейроэндокринных механизмов стресса, как и в первом случае, формируется быстрое истощение и развитие экстремальных состояний, обычно коллапса или комы. При избыточной активности указанных выше механизмов вследствие избытка катехоламинов могут развиваться некрозы миокарда, миокардиодистрофия, гипертензионные состояния, ишемические поражения почек, а в результате избытка кортикостероидов – язвенные поражения желудочно-кишечного тракта, иммунный дефицит со склонностью к инфекциям и ряд других расстройств (Василенко В. Х. [и др.], 1989).

В-третьих, при действии крайне интенсивных патогенных факторов среды обитания после реакции тревоги, проявляющейся общим возбуждением, фаза резистентности не раз-

вивается, а сразу возникает истощение систем регуляции и угнетение физиологических функций. Такая последовательность характерна для шоковых состояний, при которых ведущее значение в угнетении функции ЦНС вегетативного отдела и эндокринной системы имеет чрезмерная афферентация, например болевая (травматический, ожоговый шок).

В четвертых, возможны ситуации, когда на действие стрессорного фактора кора надпочечников усиленно высвобождает не глюкокортикоиды (кортизол, кортизон, кортикостерон), а минералокортикоиды (альдостерон, дезоксикортикостерон). Вероятно, это связано с нарушением биосинтеза кортикостероидов в коре надпочечников. В данном случае при повторяющихся стрессорных воздействиях возникает высокая склонность к развитию воспалительных и аллергических заболеваний, гипертензионных состояний, склеротических процессов в почках, вплоть до почечной недостаточности.

# **1.3. Понятие биоритмов.**

## **Биоритмологические аспекты адаптации человека**

Биологические ритмы – фундаментальное свойство органического мира, обеспечивающее его способность к адаптации и выживанию в циклически меняющихся условиях внешней среды.

**Биологический ритм** – это самоподдерживающийся автономный процесс периодического чередования состояний организма и колебаний интенсивности физиологических процессов и реакций. Благодаря биоритмам обеспечивается внутреннее движение, развитие организма, его устойчивость к воздействию факторов окружающей среды. Это осуществляется за счет ритмичного чередования процессов анаболизма и катаболизма (Оранский И. Е, 1988). Борьба противоположностей, обуславливающая движение (развитие), лежит в основе адаптационных процессов, обеспечивающих синхронизацию физиологических функций организма с разнообразными изменениями окружающей среды. Исследование биоритмов позволяет оценивать реактивность, функциональное состояние и адаптационные возможности организма (Комаров Ф. И., [и др.], 1989).

Изучением биоритмов живых систем, их связи с ритмами,

существующими в природе, занимается относительно недавно возникшая наука – **хронобиология** (биоритмология), составной частью которой является хрономедицина.

Последняя, с помощью использования хронобиологических параметров, в основном решает задачи, связанные с улучшением диагностики, профилактики и лечения патологических состояний у людей (Комаров Ф. И., [и др.], 1989).

В нашей стране опубликовано много работ, посвященных вопросам биоритмологии (Алякринский Б. С., 1975, 1983; Моисеева Н. И. [и др.], 1981, 1985; Дильман В. М., 1981, 1986; Туркменов М. Т., 1983; Деряпа Н. Р. [и др.], 1985; Степанов С. И., 1986; Комаров Ф. И., 1989). Поскольку в биоритмологическом аспекте здоровье представляет собой оптимальное соотношение взаимосвязанных ритмов физиологических функций организма и их соответствие закономерным колебаниям среды обитания, анализ изменений этих ритмов и их рассогласования помогает глубже понять механизмы возникновения и развития патологических процессов, улучшить раннюю диагностику болезней и определить наиболее целесообразные временные схемы терапевтических мероприятий.

Существует несколько классификаций биоритмов, в зависимости от критериев, положенных в их основу.

По принадлежности к классу явлений ритмы подразделяются (Оранский И. Е., 1988):

I. Ритмы неживой природы.

## II. Ритмы живой природы:

- а) растений;
- б) животных;
- в) человека.

В настоящее время в человеческом организме обнаружено более 500 биоритмов на различных структурных уровнях: клеточном, тканевом, органном, организменном (Воложин А. М., Субботин Ю. К., 1998).

Биоритмы характеризуются широким диапазоном периодов – от миллисекунды до нескольких десятков лет. В связи с этим различают низко-, средне- и высокочастотные биоритмы (Смирнов К. М. [и др.], 1980; Оранский И. Е., 1988; Halberg F., 1969):

1. **Ритмы высокой частоты** – от долей секунды до 30 мин (осцилляции на молекулярном уровне, ритмы электроэнцефалограммы, сокращения сердца, дыхание, перистальтика кишечника).

2. **Ритмы средней частоты** – от 30 мин до 6 сут включают:

а) ультрадианные – от 30 мин до 20 ч. Сюда относятся колебания главных компонентов мочи и крови с частотой одного цикла около 20 ч, повторение стадий быстрых движений глаз через каждые 90 мин сна, процессы секреции;

б) циркадианные (околосуточные) – от 20–28 ч. Они синхронизированы с вращением Земли вокруг оси, сменой дня и ночи (ритмы сон – бодрствование, суточные колебания



различных физиологических параметров – температуры тела, артериального давления, частоты клеточных делений и др.). Эти ритмы наиболее устойчивые и сохраняются в течение жизни организма;

в) инфрадианные – от 28 ч до 6 сут. Эти ритмы наименее изучены (недельный ритм выделения с мочой некоторых гормонов).

### **3. Ритмы низкой частоты (от 7 дней и выше).**

а) циркасептидианные – 7 дней (околонедельный);

б) циркавигинтидианные – 21 день;

в) циркатригинтидианные – 30 дней (лунный);

г) циркануальный – около 1 года;

д) макроритмы – обусловленные циклами солнечной активности с периодами 2 года, 3 года, 5 лет, 8 лет, 11 лет, 22 года, 35 лет;

е) мегаритмы – свыше 10 лет.

Низкочастотные ритмы процессов жизнедеятельности, так же как и суточные (циркадианные), широко представлены в организме и имеют связь с геофизическими и социальными факторами. В основе выделения каждого из биоритмов лежат четко регистрируемые колебания какого-либо функционального показателя. Например, околонедельному биоритму соответствует уровень выделения с мочой некоторых гормонов, околomesячному – овариально-менструальный цикл у женщин, сезонным биоритмам – изменение продолжительности сна, мышечной силы, заболеваемости и др.,

окологодовым – рост и физическое развитие детей, иммунитета. Мегаритмы проявляются в изменении численности популяций, видов животных, вспышках эпидемий.

**В зависимости от уровней гомеостатических механизмов** биоритмы человека можно подразделить на следующие классы (Моисеева Н. И., Сысуев В. М., 1981):

1. Биоритмы клеточных образований, клеток, тканей.
2. Биоритмы органов.
3. Организменные биоритмы.
4. Биоритмы популяций.

Частотные спектры разных уровней биоритмов в значительной степени перекрываются, однако существует общая тенденция к увеличению длины периодов по мере усложнения биологических систем.

С точки зрения взаимодействия организма и среды, выделяют два типа *колебательных процессов*:

1. Адаптивные ритмы (экологические), или биоритмы, то есть колебания с периодами, близкими к основным геофизическим циклам, роль которых заключается в адаптации организма к периодическим изменениям внешней среды.
2. Физиологические, или рабочие, ритмы, то есть колебания, отражающие деятельность физиологических систем организма (сердцебиение, дыхание и т. д.).

Период (частота) физиологического ритма может изменяться в широких пределах в зависимости от степени функциональной нагрузки. Период экологического ритма, напро-

тив, сравнительно постоянен, закреплён генетически.

В биоритме всегда присутствуют *две компоненты* – экзогенная и эндогенная. *Экзогенная* компонента биоритма – это воздействие на организм любого внешнего фактора, *эндогенная* – обусловлена ритмическими процессами внутри организма. Эндогенный ритм непосредственно определяется генетической программой организма, которая реализуется через нервный и гуморальный механизмы.

Биоритмы имеют внутреннюю и внешнюю регуляцию.

*Внутренняя* регуляция биоритмов определяется функционированием так называемых *биологических часов*. Для объяснения эндогенных механизмов биологических часов предложено несколько гипотез.

1. «*Хрононгипотеза*» – была сформулирована К. Д. Ере и Е. А. Тракко. Согласно этой гипотезе механизм околосуточных ритмов связан с наследственным аппаратом клетки, в частности с определенными участками дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.