

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра безопасности полетов и жизнедеятельности

Е.В. Экзерцева, О.Г. Феоктистова, И.Н. Мерзликин

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

АВИАЦИОННАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Тексты лекций

*Утверждено редакционно-
издательским советом МГТУ ГА
в качестве учебного пособия*

Москва
ИД Академии Жуковского
2025

УДК 612
ББК 5А2.2
Э36

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты:

Наумов Т.В. (МГТУ ГА) – д-р филос. наук, профессор;
Галкина Е.Е. (ФГБОУВО «Московский авиационный институт») – доцент

Экзерцева Е.В.

Э36 Физиология человека. Авиационная физиология [Текст] : тексты лекций /
Е.В. Экзерцева, О.Г. Феоктистова, И.Н. Мерзликин. – М. : ИД Академии Жуков-
ского, 2025. – 68 с.

ISBN 978-5-908057-10-3

Курс лекций издается в соответствии с рабочей программой учебного плана для
студентов по специальности 25.05.05 «Обеспечение авиационной безопасности на объ-
ектах ГА» и направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность».

В текстах лекций изложены вопросы анатомии и физиологии с учетом совре-
менных достижений биологической и медицинской науки, а также рассматривается
влияние на человека различных факторов полета.

Материал содержит пять разделов, последовательно раскрывающих ключевые
аспекты физиологии человека применительно к специфике работы в авиации.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 11.02.2025 г. и методического
совета 11.02.2025 г.

УДК 612
ББК 5А2.2

Св. тем. план 2025 г.
поз. 10

ЭКЗЕРЦЕВА Екатерина Вадимовна, ФЕОКТИСТОВА Оксана Геннадьевна,
МЕРЗЛИКИН Игорь Николаевич

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. АВИАЦИОННАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Тексты лекций

В авторской редакции

Подписано в печать 01.07.2025 г.

Формат 60х84/16 Печ. л. 4,25 Усл. печ. л. 3,95

Заказ № 1084/0522-УП02 Тираж 25 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (499) 755-55-43 E-mail: zakaz@itsbook.ru

ISBN 978-5-908057-10-3

© Московский государственный технический
университет гражданской авиации, 2025

Оглавление

Раздел 1. СИСТЕМА ДЫХАНИЯ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КРОВООБРАЩЕНИЕМ	4
Тема 1.1 Дыхание. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания.....	4
Основные функции дыхательной системы и сердечно-сосудистой системы.....	4
Строение дыхательных путей.....	5
Механизм вдоха и выдоха.....	7
Регуляция процесса дыхания.....	7
Тема 1.2 Взаимодействие дыхания и кровообращения.....	11
Гипоксия.....	13
Роль дыхания в авиационной деятельности.....	16
Раздел 2. ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ	18
Тема 2.1 Гуморальная регуляция: основные принципы.....	18
Основные виды гуморальной регуляции.....	18
Гуморальные факторы.....	20
Железы.....	22
Тема 2.2 Железы внутренней секреции.....	22
Роль гуморальной регуляции в авиационной деятельности.....	24
Раздел 3. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ	26
Тема 3.1. Основные этапы обмена веществ.....	26
Белковый обмен.....	27
Углеводный обмен.....	28
Жировой обмен.....	29
Нуклеиновый обмен.....	31
Тема 3.2. Витамины и минералы.....	31
Витамины.....	31
Минералы.....	33
Регуляция обмена веществ.....	34
Роль обмена веществ в авиационной деятельности.....	36
Раздел 4. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	37
Строение.....	37
Основные этапы пищеварения.....	39
Микрофлора кишечника.....	40
Раздел 5. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗАТОРЫ	41
Тема 5.1. Виды сенсорных систем.....	41
Анализаторы и органы чувств.....	43
Тема 5.2. Внешние анализаторы (экстероцептивные).....	47
Зрительный.....	47
Слуховой.....	51
Обонятельный.....	54
Вкусовой.....	55
Тактильный.....	57
Тема 5.3. Внутренние анализаторы.....	58
Интероцептивные.....	58
Проприоцептивные.....	59
Висцеральный анализатор.....	60
Вестибулярный.....	61
Тема 5.4. Механизмы адаптации и компенсации.....	62
Значение анализа сенсорной информации для жизнедеятельности.....	64
Роль анализаторов в авиационной деятельности.....	65

Раздел 1. СИСТЕМА ДЫХАНИЯ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КРОВООБРАЩЕНИЕМ

Тема 1.1 Дыхание. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания.

Основные функции дыхательной системы и сердечно-сосудистой системы.

Основные функции дыхательной системы включают дыхание, газообмен, терморегуляцию, голосообразование, обоняние и увлажнение вдыхаемого воздуха. Дыхательная система также играет важную роль в таких процессах, как синтез гормонов, водно-солевой и липидный обмен. Она обеспечивает механическую и иммунную защиту от факторов внешней среды. Газообмен представляет собой обмен газов между организмом и внешней средой, включая поступление кислорода и выделение углекислого газа. Дыхательная система выполняет жизненно важную функцию обеспечения организма кислородом и освобождения его от углекислого газа, который является конечным продуктом обменных процессов.

Значение дыхания

1. Обеспечение клеток кислородом: Кислород необходим для окислительных процессов в клетках, особенно в митохондриях, где происходит выработка энергии (АТФ). Без достаточного количества кислорода клетки не могут эффективно функционировать, что приводит к нарушению работы органов и тканей.

2. Удаление углекислого газа: Углекислый газ образуется в результате метаболических процессов в клетках. Если он накапливается в организме, это может привести к ацидозу (закислению крови), что опасно для здоровья. Дыхательная система выводит углекислый газ из организма, обеспечивая поддержание нормального уровня рН крови.

3. Участие в терморегуляции: Во время дыхания часть тепла тела выделяется вместе с выдыхаемым воздухом. Это помогает поддерживать нормальную температуру тела, особенно при высокой температуре окружающей среды.

4. Голосообразование и речь: Голосовые связки, расположенные в гортани, вибрируют под воздействием проходящего воздуха, создавая звук. Этот процесс важен для общения и передачи информации.

5. Увлажнение и очищение воздуха: В верхних дыхательных путях воздух согревается, увлажняется и частично очищается от пыли и микроорганизмов. Это защищает нижние отделы дыхательной системы от повреждений и инфекций.

Значение кровообращения

1. Доставка питательных веществ: Кровь переносит питательные вещества, такие как глюкоза, аминокислоты и жиры, от пищеварительной системы к клеткам всего организма. Эти вещества необходимы для роста, восстановления и функционирования клеток.

2. Транспортировка гормонов: Эндокринная система вырабатывает гормоны, которые регулируют различные процессы в организме. Кровь доставляет эти гормоны к органам-мишеням, где они выполняют свои функции.

3. Удаление отходов обмена веществ: Метаболические отходы, такие как мочевина и креатинин, образуются в клетках и должны быть удалены из организма. Кровь транспортирует эти вещества к почкам и печени, где они фильтруются и выводятся наружу.

4. Поддержание иммунной защиты: Кровь содержит лейкоциты, антитела и другие компоненты иммунной системы. Эти элементы помогают организму бороться с инфекциями и устранять поврежденные клетки.

5. Терморегуляция: Кровь распределяет тепло по всему телу, помогая поддерживать постоянную температуру внутренних органов и предотвращать перегрев или переохлаждение.

Дыхание и кровообращение играют ключевую роль в поддержании жизни организма. Они обеспечивают доставку кислорода к клеткам и тканям, а также удаление продуктов

обмена веществ, таких как углекислый газ. Рассмотрим подробнее значение этих двух систем.

1. Газообмен в легких. Когда мы дышим, воздух поступает в легкие, где происходит обмен газов между воздухом и кровью. Кислород из вдыхаемого воздуха проходит через стенки альвеол (мелких воздушных мешочков в легких) и попадает в капилляры, окружающие альвеолы. Здесь кислород связывается с гемоглобином в эритроцитах (красных кровяных клетках), превращаясь в оксигемоглобин.

Одновременно углекислый газ, образовавшийся в результате метаболизма в клетках, переходит из крови в альвеолы и затем удаляется из организма при выдохе.

2. Транспорт газов кровью. После того как кислород связался с гемоглобином, кровь, обогащенная кислородом, поступает в левое предсердие сердца, а оттуда – в левый желудочек. Левый желудочек сокращается и выбрасывает кровь в аорту, откуда она разносится по артериям ко всем органам и тканям организма.

В тканях кислород отделяется от гемоглобина и используется клетками для производства энергии. В процессе этого образуется углекислый газ, который возвращается в кровь и транспортируется обратно к сердцу через венозную систему.

3. Возвращение крови к легким. Обогащенная кислородом кровь собирается в правом предсердии сердца, откуда она перекачивается в правый желудочек. Правый желудочек сокращается и направляет кровь в легочные артерии, ведущие к легким. В легких происходит новый цикл газообмена, и кровь снова насыщается кислородом.

4. Регуляция дыхания и кровообращения. Центральная нервная система контролирует и регулирует работу обеих систем. Например, когда уровень углекислого газа в крови повышается, специальные рецепторы в мозге стимулируют увеличение частоты и глубины дыхания, чтобы ускорить удаление углекислого газа и улучшить снабжение организма кислородом.

Также существуют механизмы обратной связи между сердцем и легкими. Например, *при увеличении физической активности сердце начинает работать быстрее, чтобы доставить больше кислорода к работающим мышцам. Легкие, в свою очередь, увеличивают частоту и глубину дыхания, чтобы обеспечить достаточное количество кислорода для насыщения крови.*

Нарушение работы одного из этих механизмов может привести к серьезным последствиям для организма. Например, заболевания легких, такие как пневмония или хронический бронхит, могут затруднить газообмен, что приведет к снижению уровня кислорода в крови (гипоксемия) и развитию гипоксии. Сердечная недостаточность может привести к недостаточному кровоснабжению органов и тканей, что также вызовет гипоксию.

Строение дыхательных путей

В дыхательном процессе участвуют следующие органы: нос, полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи и легкие. Кроме того, к системе верхних дыхательных путей относятся ротовая и глоточная части, а к системе нижних дыхательных путей - гортань, трахея и бронхи. Лёгкие осуществляют газообмен между атмосферным воздухом и организмом. Давайте подробно рассмотрим роль каждого отдела дыхательной системы в процессе дыхания.

1. Нос и Полость Носа. Основная функция:

- Увлажнение и очистка воздуха: Воздух, проходящий через нос, увлажняется слизистыми оболочками и очищается от пыли и микробов.
- Обоняние: Носовая полость содержит обонятельные рецепторы, позволяющие ощущать запахи.

2. Носоглотка Основная функция:

- Переход воздуха: Носоглотка служит переходным участком между носовой полостью и горлом, позволяя воздуху проходить дальше в дыхательную систему.

- Участие в защите: Лимфатические узлы, расположенные в носоглотке, помогают защищать организм от инфекций.

3. Гортань Основная функция:

- Путь для воздуха: Гортань служит продолжением носоглотки и направляет воздух в трахею.

- Производство звука: В гортани находятся голосовые связки, которые вибрируют при прохождении воздуха, производя звуки речи.

- Защита дыхательных путей: Надгортанник закрывает вход в гортань во время глотания, предотвращая попадание пищи и жидкостей в дыхательные пути.

4. Трахея Основная функция:

- Транспорт воздуха: Трахея проводит воздух от гортани к бронхам.

- Поддержание чистоты: Внутренняя поверхность трахеи покрыта ресничками и слизью, которые помогают удалять пыль и микробы из воздуха.

5. Бронхи Основная функция:

- Разделение потока воздуха: Бронхи делятся на более мелкие бронхиолы, распределяя воздух по различным участкам легких.

- Очистка воздуха: Как и трахея, бронхи покрыты ресничками и слизью, способствующими удалению загрязнений.

6. Легкие Основная функция:

- Газообмен: В легких происходит обмен газов между воздухом и кровью. Кислород из воздуха переходит в кровь, а углекислый газ из крови удаляется в атмосферу.

- Удаление отработанного воздуха: Легкие служат местом, откуда отработанный воздух выходит из организма при выдохе.

7. Альвеолы Основная функция:

- Место газообмена: Альвеолы — это крошечные воздушные мешочки, где непосредственно происходит обмен газов между воздухом и кровью.

- Огромная поверхность: Общая поверхность альвеол в легких взрослого человека составляет около 70 м^2 , что обеспечивает высокую эффективность газообмена.



Рис 1. Дыхательная система

Механизм вдоха и выдоха

Процесс дыхания включает в себя два основных этапа: вдох и выдох. Давайте рассмотрим механизм каждого из них.

1. Вдох (инспирация)

Вдох осуществляется за счет увеличения объема грудной клетки, что создает отрицательное давление внутри нее и позволяет воздуху входить в легкие.

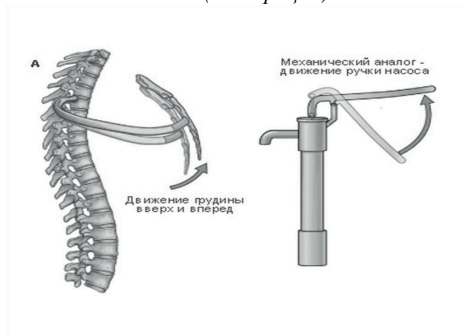
Основные этапы вдоха:

- **Работа межреберных мышц:** Межреберные мышцы, соединяющие ребра, сокращаются, поднимая грудную клетку вверх и вперед. Это увеличивает объем грудной полости.
- **Подъем грудины:** Грудина поднимается вверх, дополнительно увеличивая объем грудной клетки.
- **Действие диафрагмы:** Диафрагма, большая куполообразная мышца, расположенная под легкими, сокращается и опускается вниз. Это еще больше увеличивает объем грудной полости.
- **Создание отрицательного давления:** Увеличение объема грудной клетки создает отрицательное давление внутри нее, что заставляет воздух поступать в легкие через нос, рот и трахею.

Выдох обычно происходит пассивно, но при необходимости может быть активным.

Основные этапы выдоха:

Рис.2. Выдох (экспирация)



- **Расслабление межреберных мышц:** После завершения вдоха межреберные мышцы расслабляются, позволяя грудной клетке вернуться в исходное положение.
- **Поднятие диафрагмы:** Диафрагма также расслабляется и поднимается вверх, уменьшая объем грудной полости.
- **Сжатие легких:** Снижение объема грудной клетки приводит к увеличению давления внутри легких, что

вызывает выход воздуха через те же пути, которыми он входил (нос, рот, трахея).

- **Активный выдох:** При необходимости, например, при физической нагрузке или разговоре, межреберные мышцы и мышцы живота могут активно участвовать в процессе выдоха, усиливая сжатие грудной клетки и ускоряя выход воздуха.

Регуляция процесса дыхания

Процесс дыхания регулируется центральной нервной системой. Специальные центры в продолговатом мозге контролируют ритм и глубину дыхания. Они получают информацию о концентрации углекислого газа и кислорода в крови от специальных рецепторов, расположенных в кровеносных сосудах и мозге. На основе этой информации мозг корректирует частоту и глубину дыхания, обеспечивая оптимальное снабжение организма кислородом и удаление углекислого газа.

Таким образом, механизм вдоха и выдоха основан на изменении объема грудной клетки и создании соответствующего давления, которое заставляет воздух входить в легкие и выходить из них.

Нервная система играет ключевую роль в регуляции дыхания, обеспечивая автоматичность и адаптивность этого процесса. Рассмотрим основные аспекты регулирования дыхания нервной системой.

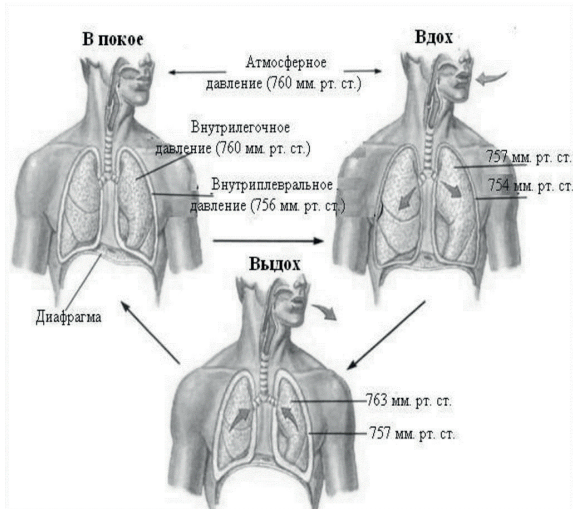


Рис.3 Механизм вдоха и выдоха

1. Дыхательный центр

Основную роль в регуляции дыхания играет дыхательный центр, расположенный в продолговатом мозге. Он состоит из нескольких групп нейронов, которые координируют активность дыхательных мышц и управляют частотой и глубиной дыхания.

Дыхательный центр состоит из центра вдоха и центра выдоха, хотя четкой границы между ними нет. Дыхательный центр находится в стволе мозга, включающем

продолговатый мозг и Варолиев мост. В продолговатом мозге расположена важная часть дыхательного центра, где в вентральной части преимущественно находятся экспираторные нейроны, а в дорсальной части - инспираторные нейроны.

- Инспираторные нейроны: Активируются во время вдоха, посылая сигналы к межреберным мышцам и диафрагме, заставляя их сокращаться и увеличивать объем грудной клетки.

- Экспираторные нейроны: Активируются во время выдоха, посылая сигналы к мышцам, участвующим в выдохе.

2. Рефлекторные механизмы

Нервная система использует рефлекторные механизмы для адаптации дыхания к изменяющимся условиям. Основные рефлекторные механизмы включают:

- Рефлекс Геринга-Брейера: Этот рефлекс предотвращает чрезмерное растяжение легких. Когда легкие наполняются воздухом, рецепторы в стенках бронхов активируются и посылают сигнал в дыхательный центр, который останавливает вдох и инициирует выдох.

- Рефлекс раздражения дыхательных путей: При попадании инородных частиц или раздражающих веществ в дыхательные пути, рецепторы в слизистой оболочке активируются, вызывая кашель или чихание, чтобы очистить дыхательные пути.

3. Химическая регуляция

Нервная система также реагирует на изменения химического состава крови, регулируя дыхание. Основные химические регуляторы включают:

- Уровень углекислого газа (CO_2): Повышение уровня CO_2 в крови стимулирует дыхательный центр, вызывая учащенное и глубокое дыхание. Это помогает удалить избыток CO_2 из организма.

- Уровень кислорода (O_2): Пониженный уровень O_2 в крови также стимулирует дыхательный центр, хотя этот эффект менее выражен, чем влияние CO_2 .

- pH крови: Изменение кислотности крови (например, при ацидозе) может влиять на активность дыхательного центра, вызывая изменения в частоте и глубине дыхания.

4. Влияние высших центров головного мозга

Хотя основное регулирование дыхания осуществляется автономными механизмами, высшие центры головного мозга могут модулировать этот процесс. Например:

- Кора головного мозга может сознательно контролировать дыхание, например, при выполнении упражнений на задержку дыхания или при пении.
- Лимбическая система- Эмоциональные состояния, такие как стресс или тревога, могут влиять на частоту и глубину дыхания.

5. Автоматизация и адаптация



Нервная система обеспечивает автоматизацию дыхания, позволяя человеку дышать без сознательных усилий. Однако она также способна адаптироваться к изменяющимся условиям, например, при физической нагрузке, когда требуется увеличить потребление кислорода и удаление CO_2 . Таким образом, нервная система играет ключевую роль в регуляции дыхания, обеспечивая его автоматичность, адаптивность и реакцию на внешние и внутренние стимулы.

Следовательно, на работу дыхательной системы влияют

следующие факторы:

1. Концентрация углекислого газа (CO_2) в крови: Повышение уровня CO_2 стимулирует дыхательный центр, вызывая усиление сокращений дыхательных мышц и увеличение объема дыхания.

2. Нервная регуляция: Дыхательный центр расположен в продолговатом мозге и получает сигналы от рецепторов различных внутренних органов и кожи. Эти сигналы могут изменять характер дыхательных движений в зависимости от внешних условий, таких как температура, боль, страх, радость и физическая нагрузка.

3. Тип дыхания: Существует два типа дыхания - грудной и брюшной. Тип дыхания зависит от возраста и пола человека. У мужчин преобладает брюшной тип дыхания, у женщин - грудной, особенно в период беременности.

4. Рефлексогенные зоны: Главные рефлексогенные зоны организма, такие как место разветвления сонной артерии и зона дуги аорты, содержат хеморецепторы, которые реагируют на изменение концентрации углекислого газа и кислорода в крови, влияя на глубину и частоту дыхания.

Эти факторы взаимодействуют между собой, обеспечивая адекватное функционирование дыхательной системы в различных условиях.

Газообмен в легких

Газообмен в легких — это ключевой процесс, благодаря которому кислород из атмосферы попадает в кровь, а углекислый газ из крови удаляется в атмосферу. Этот процесс происходит в мельчайших структурах легких — альвеолах. **Альвеолы** — это маленькие воздушные пузырьки, покрытые сетью капилляров. Их общая поверхность в

легких взрослого человека достигает около 70 квадратных метров. Благодаря такой большой поверхности и тонкости стенок альвеол, газообмен происходит очень эффективно.

Рассмотрим этот процесс подробнее.

Транспорт газов через аэрогематический барьер

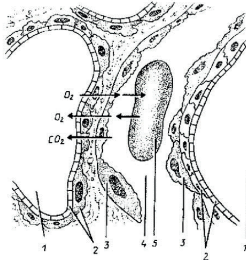


Схема обмена газами альвеол: стрелками показан путь кислорода (O_2), диоксида углерода (CO_2) через аэрогематический барьер между кровью и воздухом:

- 1 – просвет альвеолы;
- 2 – стенка альвеолы;
- 3 – стенка кровеносного капилляра;
- 4 – просвет капилляра;
- 5 – эритроцит в просвете капилляра.

Процесс диффузии

Газообмен в легких основывается на принципе диффузии — движении молекул из области с большей концентрацией в область с меньшей концентрацией. В случае кислорода и углекислого газа, это означает следующее:

1. Диффузия кислорода: Во время вдоха концентрация кислорода в альвеолах выше, чем в крови, текущей по

окружающим их капиллярам. Поэтому кислород диффундирует из альвеол в кровь.

2. Диффузия углекислого газа: В то же время, концентрация углекислого газа в крови выше, чем в альвеолах. Поэтому углекислый газ диффундирует из крови в альвеолы.

Транспорт газов кровью

После того как кислород попал в кровь, он связывается с гемоглобином в эритроцитах, формируя оксигемоглобин. Эта форма позволяет транспортировать большое количество кислорода по организму. Когда кровь достигает тканей, где концентрация кислорода низкая, оксигемоглобин распадается, освобождая кислород для использования клетками.

Углекислый газ, попавший в альвеолы, выдыхается из организма. Часть углекислого газа растворяется в плазме крови и транспортируется в виде бикарбоната, другая часть связывается с гемоглобином.

Факторы, влияющие на газообмен

Эффективность газообмена зависит от нескольких факторов:

- Парциальное давление газов: Разница в парциальном давлении кислорода и углекислого газа между альвеолами и кровью определяет скорость диффузии. Хотя pO_2 имеет меньшее влияние на регуляцию дыхания по сравнению с pCO_2 , резкое снижение pO_2 может вызвать гипоксию.
- Площадь поверхности альвеол: Чем больше площадь контакта между воздухом и кровью, тем эффективнее газообмен.
- Толщина альвеолярной мембраны: Тонкая мембрана облегчает диффузию газов.
- Скорость кровотока: Быстрая циркуляция крови способствует эффективному газообмену.

Механизмы регуляции:

- **Центральные хеморецепторы:** Эти рецепторы расположены в продолговатом мозге и реагируют на изменения pH спинномозговой жидкости. Когда pH снижается (что происходит при повышении pCO_2), центральные хеморецепторы стимулируют дыхательный центр, увеличивая частоту и глубину дыхания.

- **Периферические хеморецепторы:** Расположены в каротидных и аортальных телах крупных артерий. Они также реагируют на повышение pCO_2 и снижение pH, посылая сигналы в дыхательный центр для усиления дыхания. Кислород играет второстепенную роль в химической регуляции дыхания, однако его недостаток тоже может повлиять на дыхательный процесс. Реагируют на снижение PO_2 , посылая сигналы в дыхательный центр для увеличения частоты и глубины дыхания.

Хотя углекислый газ и кислород имеют разные механизмы воздействия на дыхательный процесс, они тесно взаимосвязаны. Например, при увеличении PCO_2 организм стремится избавиться от избыточного углекислого газа, увеличивая вентиляцию легких. Это одновременно приводит к усиленному поступлению кислорода в кровь, что помогает поддерживать баланс между этими двумя газами.

Таким образом, газообмен в легких — это сложный и важный процесс, обеспечивающий организм необходимым кислородом и удаляющий продукты обмена веществ.

Тема 1.2 Взаимодействие дыхания и кровообращения

Работа сердца и легких тесно связана, так как они образуют единую кардиореспираторную систему, отвечающую за доставку кислорода к тканям и удаление углекислого газа из организма. Рассмотрим эту связь подробнее.

1. Функционирование легких

Легкие отвечают за газообмен между атмосферным воздухом и кровью. Во время вдоха воздух поступает в легкие, где происходит обмен газов в альвеолах. Кислород из воздуха проникает через тонкие стенки альвеол в капилляры, где связывается с гемоглобином в эритроцитах, образуя оксигемоглобин. Одновременно углекислый газ из крови переходит в альвеолы и удаляется из организма при выдохе.

2. Функционирование сердца

Сердце отвечает за циркуляцию крови по организму. Оно состоит из четырех камер: правого предсердия, правого желудочка, левого предсердия и левого желудочка. Правые камеры сердца принимают бедную кислородом кровь из организма и отправляют её в легкие для обогащения кислородом. Левые камеры сердца принимают богатую кислородом кровь из легких и отправляют её в организм для доставки кислорода к тканям.

3. Циркуляция крови

Процесс циркуляции крови можно разделить на два круга:

Малый круг кровообращения (легочный):

- Бедная кислородом кровь из правого предсердия поступает в правый желудочек. - Правый желудочек сокращается и отправляет кровь в легочную артерию, ведущую к легким. - В легких кровь обогащается кислородом и становится богатой кислородом.
- Богатая кислородом кровь возвращается в левое предсердие через легочные вены.

Большой круг кровообращения (системный):

- Из левого предсердия кровь поступает в левый желудочек. - Левый желудочек сокращается и отправляет кровь в аорту, откуда она разносится по артериям ко всем органам и тканям организма. - В тканях кислород отделяется от гемоглобина и используется клетками для производства энергии. Образуется углекислый газ, который возвращается в кровь. - Бедная кислородом кровь собирается в венах и возвращается в правое предсердие, замыкая цикл.

4. Гомеостаз

Взаимосвязь между дыханием и кровообращением крайне важна для поддержания гомеостаза организма, то есть стабильности внутренней среды, необходимой для нормальной жизнедеятельности. Гомеостаз подразумевает поддержание постоянного уровня температуры, pH, осмотического давления и других параметров, что позволяет клеткам и тканям функционировать оптимально. Рассмотрим, почему эта взаимосвязь столь значима.

1. Доставка кислорода к тканям. Одним из ключевых аспектов гомеостаза является доставка кислорода к клеткам. Дыхательная система обеспечивает поступление кислорода в организм, а сердечно-сосудистая система транспортирует его к тканям. Без достаточной поставки кислорода клетки не смогут выполнять свои функции, что приведет к гипоксии и нарушению гомеостаза.

2. Удаление углекислого газа. Другой важной задачей является удаление углекислого газа, который образуется в результате метаболизма. Накопление CO_2 в крови может

привести к ацидозу, что нарушает стабильность pH внутренней среды. Дыхательная система удаляет углекислый газ, а сердечно-сосудистая система доставляет его к легким для последующего удаления.

3. Терморегуляция. Теплопродукция, возникающая в ходе метаболических процессов, должна регулироваться для поддержания постоянной температуры тела. Кровообращение играет ключевую роль в распределении тепла по организму, а дыхание помогает отводить лишнее тепло через испарение влаги при выдохе.

4. Водный и электролитный баланс. Организм поддерживает стабильный уровень воды и электролитов в крови и тканях. Дыхательная система участвует в водном балансе, так как при дыхании происходит незначительная потеря влаги. Кровь транспортирует воду и электролиты к тканям и органам, обеспечивая их правильное функционирование.

5. Иммунная защита. Кровь переносит иммунные клетки и антитела, защищая организм от инфекций и чужеродных агентов. Дыхательная система также участвует в защите, фильтруя и очищая вдыхаемый воздух от пыли, бактерий и вирусов.

6. Поддержание уровня pH. Дыхательная система играет важную роль в поддержании нормального уровня pH крови. При нарушении баланса углекислого газа и бикарбоната в крови, вызванном нарушением дыхания, организм пытается компенсировать это изменением частоты и глубины дыхания, чтобы вернуть pH к норме.

Эти системы работают в тесной координации, обеспечивая доставку кислорода к тканям, удаление углекислого газа, поддержание температурного режима, водного и электролитного баланса, а также защиту организма от инфекций.

Таким образом, обе системы работают совместно, чтобы обеспечить жизнедеятельность организма.

Патология газообмена

Нарушения газообмена могут возникать при различных заболеваниях легких, таких как пневмония, астма, хронический бронхит и эмфизема. Эти заболевания могут уменьшать площадь поверхности альвеол, увеличивать толщину альвеолярной мембраны или нарушать проходимость дыхательных путей, что снижает эффективность газообмена.

Нарушение работы одного из компонентов кардиореспираторной системы может привести к серьезным последствиям для организма. Например, заболевания легких, такие как пневмония или хронический бронхит, могут затруднить газообмен, что приведет к снижению уровня кислорода в крови (гипоксемия) и развитию гипоксии. Сердечная недостаточность может привести к недостаточному кровоснабжению органов и тканей, что также вызовет гипоксию.

Таким образом, работа сердца и легких тесно связана и направлена на обеспечение клеток организма кислородом и удаление углекислого газа. Нормальное функционирование обеих систем необходимо для поддержания здоровья и предотвращения развития патологических состояний.

Концентрация кислорода и углекислого газа в крови поддерживается за счет сложного механизма газообмена (рис. 4). Во время вдоха кислород проникает через альвеолярную легочную мембрану и связывается с гемоглобином красных клеток крови — эритроцитов. Эритроциты доставляют кислород к тканям организма. Там гемоглобин, восстанавливаясь, отдаёт кислород и присоединяет углекислый газ. Возвращаясь в лёгкие, гемоглобин вновь окисляется и отдаёт углекислый газ, который удаляется из организма с выдохом.

Регуляция дыхания осуществляется дыхательным центром, который может подвергаться воздействию патологических факторов или рефлекторному влиянию через хемо- и барорецепторы. Такие воздействия как травмы и новообразования, кровоизлияния в головной мозг, гипоксия, интоксикации, незрелость хеморецепторов у новорожденных, воздействие наркотических средств, травмы органов дыхания а также выраженные болевые ощущения приводят к нарушениям регуляции дыхания, таким как: - *Апноэ* - временная остановка дыхания; - *Брадипноэ* - редкое дыхание с количеством дыхательных движений менее 12 в минуту; - *Стенотическое дыхание* - редкое и глубокое дыхание; - *Тахипноэ* –

частое и поверхностное дыхание; - *Гиперпноэ* – частое и глубокое дыхание; - *Нарушения ритма дыхания*.

Гипервентиляция: Чрезмерное дыхание может привести к снижению PCO_2 и развитию респираторного алкалоза. Это состояние характеризуется повышением pH крови и может сопровождаться такими симптомами, как головокружение, слабость и мышечные спазмы.

Гиповентиляция: Недостаточное дыхание приводит к накоплению углекислого газа и развитию респираторного ацидоза. Симптомы могут включать головную боль, спутанность сознания и даже потерю сознания.

Таким образом, химическая регуляция дыхания основана на взаимодействии углекислого газа и кислорода в крови. Углекислый газ играет основную роль в этом процессе, стимулируя дыхательный центр при его накоплении. Кислород также участвует в регуляции, особенно при развитии гипоксии. Баланс между этими двумя газами критически важен для поддержания нормальной функции организма.

Также возможны появления патологий дыхательной системы: астма, пневмония, обструктивная болезнь легких, легочная эмболия, злокачественные образования в легких, пневмоторакс, аспирация и т.д.

Гипоксия

Гипоксия - это состояние, характеризующееся пониженным содержанием кислорода в организме или отдельных органах и тканях. Она может возникнуть при недостатке кислорода во вдыхаемом воздухе, крови (гипоксемия) или тканях (при нарушениях тканевого дыхания). Если гипоксическое воздействие превышает адаптационные возможности организма, органа или ткани, то в них могут развиваться необратимые изменения. Наиболее чувствительные к кислородной недостаточности органы - это центральная нервная система, сердце, почки и печень.

Гипоксемия - это состояние, при котором содержание кислорода в крови снижается вследствие различных причин, таких как нарушение кровообращения, повышенная потребность тканей в кислороде, уменьшение газообмена в легких при их заболеваниях, уменьшение содержания гемоглобина в крови, уменьшение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе и других. При гипоксемии парциальное давление кислорода в артериальной крови (PaO_2) составляет менее 60 мм рт. ст., а сатурация ниже 90 %. Гипоксемия является одной из причин гипоксии.

Мозг особенно уязвим к гипоксии, поскольку он потребляет около 20% всего кислорода, поступающего в организм, несмотря на то, что составляет лишь 2% от общей массы тела.

Рассмотрим, как **гипоксия** влияет на мозг.

1. Энергетический дефицит. Основной функцией мозга является обработка и передача информации, что требует большого количества энергии. Энергия производится в митохондриях клеток мозга путем окисления глюкозы с использованием кислорода. При гипоксии доступ кислорода ограничен, что приводит к дефициту энергии. Это нарушает нормальные функции нейронов и может привести к их повреждению или гибели.

2. Накопление токсичных метаболитов. При недостатке кислорода клетки начинают использовать анаэробный гликолиз для получения энергии. Этот процесс менее эффективен и приводит к накоплению лактата и других токсичных метаболитов. Высокий уровень лактата может вызывать ацидоз (закисление) внутриклеточной среды, что негативно сказывается на работе нейронов.

3. Повреждение нейронов. Недостаток кислорода и накопление токсичных метаболитов приводят к повреждению нейронов. Это может проявляться в виде нарушения синаптической передачи сигналов, изменения мембранного потенциала и даже гибели клеток. Поврежденные нейроны теряют способность нормально функционировать, что ведет к когнитивным и неврологическим расстройствам.

4. Отек мозга. Гипоксия может вызвать отек мозга, известный как церебральный отек. Это происходит из-за нарушения проницаемости гематоэнцефалического барьера и

накопления жидкости в тканях мозга. Отек мозга может приводить к повышению внутричерепного давления, что усугубляет гипоксию и повреждение нервных клеток.

5. Нарушение когнитивных функций. Хроническая гипоксия может привести к долговременным когнитивным нарушениям, таким как ухудшение памяти, внимания, способности к обучению и решению проблем. Эти изменения могут быть обратимыми при восстановлении нормального уровня кислорода, но в некоторых случаях повреждения могут оказаться необратимыми.

6. Неврологические симптомы. Острые формы гипоксии могут вызывать острые неврологические симптомы, такие как головная боль, головокружение, потеря сознания, судороги и кома. В тяжелых случаях гипоксия может привести к смерти.

Симптомы гипоксии могут проявляться по-разному в зависимости от степени нехватки кислорода в организме. На начальных стадиях гипоксии обычно наблюдаются следующие симптомы:

1. Головная боль: Часто возникает тупая головная боль, которая может сопровождаться чувством тяжести в голове.
2. Усталость и слабость: Чувство общей слабости, быстрая утомляемость, снижение работоспособности.
3. Сонливость: Повышенное желание спать, заторможенность.
4. Спутанность сознания: Трудности с концентрацией внимания, замедленная реакция.
5. Тошнота: Может появиться легкое чувство тошноты.
6. Учащенное сердцебиение: Сердце начинает биться быстрее, пытаясь компенсировать нехватку кислорода.
7. Одышка: Учащенное дыхание, затрудненное дыхание, ощущение нехватки воздуха.
8. Бледность кожи: Из-за снижения насыщенности кислородом кровь становится менее красной, что придает коже бледный оттенок.
9. Синюшность (цианоз) губ и ногтевых пластин указывает на тяжелую степень гипоксии.
10. Головокружение: Ощущение легкого головокружения или потери равновесия.
11. Шум в ушах: Появляется звон или шум в ушах, связанный с нарушением кровообращения.
12. Потеря аппетита: Отсутствие желания есть, снижение интереса к пище.
13. Нарушение сна: Бессонница или беспокойный сон.
14. Повышенная возбудимость: Нервозность, раздражительность.
15. Проблемы с памятью: Затруднения с запоминанием новой информации.
16. Сухость во рту: Ощущение сухости слизистых оболочек рта и горла.
17. Расширенные зрачки: Увеличение размера зрачков в ответ на снижение уровня кислорода.
18. Мышечные спазмы: Непроизвольные сокращения мышц, судороги.
19. Металлический привкус во рту: Иногда появляется металлический привкус, вызванный изменениями в химическом составе слюны.
20. Покраснение лица: В некоторых случаях лицо может покраснеть из-за расширения кровеносных сосудов.
21. Замедленное дыхание: На поздних стадиях гипоксии дыхание может становиться редким и поверхностным.
22. Галлюцинации: В тяжелых случаях возможно возникновение галлюцинаций и бреда.
23. Потеря сознания: Крайнее проявление гипоксии, требующее немедленной медицинской помощи.

Лечение и профилактика гипоксии. Аклиматизация

Лечение гипоксии зависит от ее причины. В острых ситуациях важно быстро восстановить нормальный уровень кислорода, используя кислородотерапию или искусственную вентиляцию легких. В хронических случаях лечение направлено на устранение основной причины гипоксии, например, улучшение кровообращения или лечение заболеваний легких.

Профилактика гипоксии включает избегание высотных восхождений без соответствующей акклиматизации, контроль за состоянием сердечно-сосудистой системы и легких, а также своевременное обращение к врачу при появлении симптомов гипоксии.

Таким образом, гипоксия оказывает значительное негативное влияние на мозг, приводя к энергетическому дефициту, повреждению нейронов, отеку мозга и когнитивным нарушениям. Важно своевременно диагностировать и лечить гипоксию, чтобы предотвратить серьезные осложнения.

Гипоксия при подъеме на большую высоту возникает из-за снижения парциального давления кислорода в атмосфере, что приводит к уменьшению количества кислорода,

доступного для дыхания. Чтобы избежать гипоксии в таких условиях, необходима акклиматизация

Акклиматизация — это процесс приспособления организма к новым условиям. При подъеме на высоту рекомендуется делать это постепенно, давая организму время адаптироваться к пониженному содержанию кислорода. Обычно акклиматизация занимает несколько дней, в течение которых следует избегать интенсивных физических нагрузок.

Скорость акклиматизации варьируется у разных людей и зависит от множества факторов, таких как возраст, общее здоровье, физическая подготовка, генетика и предыдущие опыты пребывания на высоте. Рассмотрим ключевые моменты, касающиеся скорости акклиматизации.

Индивидуальная вариация. Не существует универсального времени для акклиматизации, подходящего для всех людей. Некоторые люди могут приспособиться к высоте довольно быстро, в то время как другим потребуются больше времени. Это связано с индивидуальными особенностями организма, такими как: *Генетика:* Исследования показывают, что некоторые гены могут играть роль в способности организма адаптироваться к высоте. Например, ген EPAS1 связан с повышенной продукцией эритропоэтина, гормона, стимулирующего производство эритроцитов, что помогает улучшить переносимость высоты. *Физическая подготовка:* Хорошо тренированные люди часто акклиматизируются быстрее, так как их тело уже привыкло к физическим нагрузкам и стрессу. *Предыдущий опыт:* Люди, которые ранее находились на высоте, могут иметь преимущество, так как их организм уже проходил через процесс акклиматизации.

Стадии акклиматизации

Акклиматизация обычно делится на три стадии:

- Начальная стадия (0–72 часа): В первые часы после подъема на высоту организм испытывает острый стресс. Это проявляется в виде симптомов горной болезни, таких как головная боль, тошнота, усталость и одышка. В этот период начинается активная адаптация организма, включая увеличение частоты дыхания и пульса.

- Средняя стадия (72–240 часов): Организм продолжает адаптироваться, увеличивая производство эритроцитов и повышая уровень гемоглобина для улучшения переноса кислорода. Симптомы горной болезни обычно ослабевают, но полное восстановление функциональности может занять некоторое время.

- Поздняя стадия (более 240 часов): Организм полностью приспосабливается к новым условиям, нормализуются уровни эритроцитов и гемоглобина, улучшается выносливость и работоспособность.

Для ускорения акклиматизации и уменьшения риска развития горной болезни можно следовать следующим рекомендациям:

- Постепенный подъем: Поднимайтесь медленно, делая остановки для отдыха и адаптации каждые 600–900 метров набора высоты.

- Гидратация: Пейте достаточное количество воды, чтобы предотвратить обезвоживание, которое может усугубить симптомы горной болезни.

- Правильное питание: Употребляйте высококалорийную пищу, богатую углеводами, для поддержания энергии.

- Медикаменты: Препараты, могут помочь ускорить акклиматизацию, но их использование должно быть согласовано с врачом.

- Использование дополнительного кислорода. Использование кислородных баллонов или масок с подачей кислорода может помочь компенсировать недостаток кислорода в воздухе. Это особенно полезно для людей, совершающих быстрые подъемы на большие высоты, например, альпинистов.

Физические нагрузки

При физических нагрузках концентрация газов в крови претерпевает значительные изменения, обусловленные увеличением потребности организма в кислороде и выведении

углекислого газа. Рассмотрим, как именно меняются концентрации кислорода (O_2) и углекислого газа (CO_2) в крови во время физической активности.

1. Изменение концентрации кислорода (O_2). Во время физических нагрузок организм нуждается в большем количестве кислорода для поддержания высокого уровня метаболизма в работающих мышцах. Это приводит к ряду изменений:

- Повышенная вентиляция легких: Частота и глубина дыхания увеличиваются, чтобы обеспечить большее поступление кислорода в кровь. Это называется гиперпноэ.
- Увеличение сердечного выброса: Сердце начинает биться чаще и сильнее, чтобы быстрее доставлять кислород к тканям.
- Расширение капилляров: Капилляры в мышцах расширяются, что улучшает кровоток и доставку кислорода к рабочим тканям.
- Образование новых эритроцитов: При длительных тренировках организм может начать производить больше эритроцитов, чтобы повысить способность крови переносить кислород.

Однако, несмотря на все эти меры, концентрация кислорода в крови может временно снизиться, особенно при интенсивных нагрузках, когда спрос на кислород превышает предложение. Это явление известно как гипоксия мышечной ткани.

2. Изменение концентрации углекислого газа (CO_2)

Углекислый газ является побочным продуктом метаболизма, и его концентрация в крови возрастает по мере увеличения интенсивности физической нагрузки. Это происходит потому, что работающие мышцы производят больше CO_2 . Организм реагирует следующими способами:

- Усиленная вентиляция легких: Увеличение частоты и глубины дыхания помогает быстрее выводить излишний углекислый газ из организма.
- Буферные системы крови: Кровь содержит буферы, такие как бикарбонат, которые помогают нейтрализовать избыток CO_2 и поддерживать стабильный pH крови.
- Выведение через кожу и почки: Небольшое количество CO_2 может выделяться через кожу в виде пота и мочи.

3. Роль лактата. При интенсивных физических нагрузках, когда кислород не успевает доставляться к мышцам в нужном объеме, начинается анаэробный метаболизм, результатом которого является образование молочной кислоты (лактата). Лактат может вызывать ощущение жжения в мышцах и временное снижение pH крови, что усиливает вентиляторный ответ организма.

Изменения концентрации газов в крови приводят к ряду физиологических реакций:

- Ускорение метаболизма: Организм переключается на более эффективные способы получения энергии, такие как аэробный и анаэробный гликолиз.
- Адаптации сердечно-сосудистой системы: Сердце и сосуды становятся более эффективными в доставке кислорода и удалении углекислого газа.
- Улучшение кислородной емкости крови: Со временем организм может увеличить количество эритроцитов и гемоглобина, что повышает способность крови переносить кислород.

При физических нагрузках концентрация кислорода в крови может временно снижаться, тогда как концентрация углекислого газа возрастает. Организм реагирует на эти изменения, увеличивая вентиляцию легких, усиливая кровообращение и адаптируя метаболические процессы. Эти реакции позволяют организму эффективно справиться с возросшими требованиями и поддерживать высокий уровень работоспособности.

Роль дыхания в авиационной деятельности.

Дыхание играет ключевую роль в авиационной деятельности, особенно когда речь идет о полетах на больших высотах, где уровень кислорода в воздухе значительно ниже, чем на уровне моря. Вот несколько аспектов важности дыхания в авиации:

1. Поддержка физиологических функций. На высоте кислородное голодание (гипоксия) становится серьезной проблемой для пилотов и пассажиров. Недостаток кислорода может привести к снижению умственной активности, ухудшению координации движений, головокружению и даже потере сознания. Чтобы избежать гипоксии, пилоты используют кислородные системы, такие как маски и баллоны с кислородом.

2. Оборудование для подачи кислорода. Современные самолеты оснащены системами кондиционирования воздуха, которые поддерживают оптимальное давление и концентрацию кислорода внутри кабины. В случае разгерметизации кабины пилотам предоставляются индивидуальные кислородные маски, чтобы обеспечить достаточное количество кислорода до тех пор, пока самолет не снизится до безопасной высоты.

3. Высотные полеты. При полетах на большой высоте (выше 10 000 метров) давление окружающей среды настолько низкое, что дыхание атмосферным воздухом становится невозможным. Пилоты истребителей и других высоколетящих самолетов используют специальные костюмы с системой принудительной вентиляции легких, чтобы поддерживать нормальное функционирование организма.

4. Психологическая поддержка. Правильное дыхание помогает пилотам сохранять спокойствие и сосредоточенность в стрессовых ситуациях. Контролируемое глубокое дыхание способствует уменьшению стресса и тревоги, что особенно важно во время аварийных ситуаций или сложных маневров.

5. Физическая подготовка. Пилоты проходят специальную подготовку, включающую тренировки дыхательной системы. Это позволяет им лучше адаптироваться к условиям пониженного содержания кислорода и эффективно использовать кислородные системы в случае необходимости.

Таким образом, правильное дыхание и использование кислородного оборудования являются критически важными элементами безопасности и эффективности работы пилота в условиях высоких нагрузок и экстремальных высот.

Специальная дыхательная подготовка для пилотов необходима по нескольким причинам, связанным с особенностями их профессиональной деятельности:

1. Гипоксия (кислородное голодание). На больших высотах воздух содержит меньше кислорода, чем на уровне моря. Без соответствующей подготовки организм может быстро испытывать недостаток кислорода, что приведет к ухудшению когнитивных способностей, замедлению реакции и даже потере сознания. Специальная тренировка дыхательных техник помогает пилотам лучше переносить условия низкого давления и недостатка кислорода.

2. Контроль стресса. Во время полета пилоты часто сталкиваются с ситуациями высокого напряжения — будь то сложная навигация, погодные условия или технические неисправности. Правильная техника дыхания помогает контролировать уровень стресса, снижая частоту сердечных сокращений и улучшая общее самочувствие. Глубокое контролируемое дыхание активирует парасимпатическую нервную систему, что способствует расслаблению и ясному мышлению.

3. Повышение выносливости. Пилотирование требует высокой концентрации внимания и физической выносливости, особенно в длительных рейсах. Регулярные упражнения для улучшения дыхания укрепляют легкие и сердечно-сосудистую систему, позволяя пилотам дольше оставаться в хорошей форме и эффективнее справляться с нагрузками.

4. Быстрая адаптация к изменениям давления. Резкий набор высоты или снижение могут вызвать неприятные ощущения, такие как заложенность ушей или дискомфорт в грудной клетке. Дыхательные техники помогают быстрее адаптироваться к изменению внешнего давления, предотвращая баротравмы и обеспечивая комфортное состояние пилота.

5. Использование кислородного оборудования. Эффективность использования кислородной маски зависит от правильного дыхания. Тренировки учат пилотов правильно дышать через маску, чтобы получать максимальное количество кислорода при минимальном расходе ресурсов.

6. Реакция на чрезвычайные ситуации. В экстренных случаях, таких как разгерметизация кабины или пожар на борту, правильные дыхательные техники позволяют пилотам сохранить хладнокровие и действовать рационально. Глубокое дыхание снижает панику и улучшает способность принимать решения в условиях стресса.

7. Подготовка к гипербарическим декомпрессии. Некоторые виды тренировок включают симуляцию условий низкой концентрации кислорода, например, в барокамерах. Эти тренировки готовят пилотов к возможным ситуациям разгерметизации на большой высоте и развивают навыки эффективного использования аварийного кислородного оборудования.

Раздел 2. ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

Тема 2.1 Гуморальная регуляция: основные принципы

Основные виды гуморальной регуляции

Гуморальная регуляция - это механизм регуляции физиологических и биохимических процессов в организме, осуществляемый через жидкие среды (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью гормонов и продуктов обмена веществ. Гуморальная регуляция неразрывно связана с нервной регуляцией, так как гормоны влияют на нервную систему, а их образование и выделение контролируется нервной системой. Гуморальная передача нервных импульсов осуществляется через химические вещества, называемые медиаторами, в центральной и периферической нервной системе.

Гуморальная регуляция включает в себя следующие ключевые аспекты:

1. Гормоны. Гормоны – это химические посредники, которые передают сигналы от одного органа к другому. Они производятся специализированными железами, такими как щитовидная железа, поджелудочная железа, надпочечники и половые железы. Гормоны влияют на обмен веществ, рост, размножение, иммунную систему и другие важные функции организма.

2. Медиаторы и нейрогуморальная регуляция. Медиаторы – это химические вещества, которые передают сигналы между нервными клетками. Они участвуют в передаче нервных импульсов и регулировании настроения, поведения и физиологического состояния организма.

3. Биологически активные вещества. Биологически активные вещества включают *цитокины, факторы роста и другие молекулы*, которые участвуют в регуляции воспалительных процессов, иммунитета и клеточных функций.

Цитокины: Цитокины участвуют в иммунной защите, регулируя воспалительные процессы и иммунные реакции. Цитокины могут стимулировать деление клеток и рост тканей.

Факторы роста: *Рост и развитие:* Факторы роста, такие как эпидермальный фактор роста (ЭФР) и фактор сосудистого роста (VEGF), стимулируют деление клеток и формирование новых структур. *Ангиогенез:* Факторы роста способствуют образованию новых кровеносных сосудов, что важно для заживления ран и регенерации тканей.

Основные виды гуморальной регуляции

1. Эндокринная регуляция. Включает выработку гормонов эндокринными железами, такими как гипофиз, щитовидная железа, надпочечники и половые железы. Эти железы выделяют гормоны, которые регулируют обмен веществ, рост, развитие и репродукцию.

2. Паракринная регуляция. Осуществляется локальным производством и действием медиаторов, таких как серотонин, гистамин и ацетилхолин. Эти медиаторы регулируют местную активность клеток, участвующих в иммунной реакции, свертывающей системе и других важных процессах.

3. Аутокринная регуляция. Включение аутокринной регуляции, при которой клетки сами производят и используют химические вещества для регуляции своих собственных функций.

Ключевые аспекты гуморальной регуляции

1. Синтез и секреция гормонов. Гуморальная регуляция начинается с синтеза гормонов, которые затем секретируются в кровь или другие жидкостные среды организма.

2. Передача сигналов. Гормоны переносят сигналы от места своего синтеза к месту действия, где они оказывают свое влияние на клеточные функции.

3. Взаимодействие с рецепторами. Гормоны взаимодействуют со специфическими рецепторами на поверхности клеток, передавая им сигналы для выполнения определенных функций.

4. Инактивация и разрушение. После выполнения своей задачи гормоны подвергаются разрушению или инактивации, чтобы предотвратить избыточное воздействие на организм.

Гуморальная регуляция занимает важное место среди других видов регуляции, таких как нервная и эндокринная регуляция. Рассмотрим, как она взаимодействует с другими видами регуляции:

1. Взаимодействие с нервной регуляцией

- **Контроль над гормонами:** Нервная система контролирует выработку многих гормонов через гипоталамус и гипофиз. Например, адреналин, гормон стресса, секретируется надпочечными железами под влиянием симпатической нервной системы.

- **Рефлексы и гуморальный ответ:** Нервная система запускает гуморальную регуляцию через вегетативную нервную систему, управляющую внутренними органами. Например, стресс-реакция сопровождается выбросом кортизола.

Нейрогормоны: Некоторые гормоны, такие как эндорфины, действуют как нейротрансмиттеры, влияя на настроение и поведение.

2. Взаимодействие с эндокринной регуляцией

- **Эндокринная система:** Гуморальная регуляция обеспечивается эндокринной системой, которая производит и выделяет гормоны, циркулирующие в крови. Эти гормоны регулируют многие физиологические процессы, такие как рост, метаболизм и репродуктивная функция.

- **Гормональные оси:** Гуморальная регуляция осуществляется через гормональные оси, такие как ось гипоталамус-гипофиз-гонады, где гипофиз и гипоталамус регулируют работу эндокринных желез.

- **Гормональная коммуникация:** Гуморальная регуляция включает в себя передачу сигналов через гормоны, которые циркулируют в крови и воздействуют на различные органы и ткани.

3. Гуморальная регуляция как основа для интеграции

- **Общая регуляция:** Гуморальная регуляция интегрируется с нервной и эндокринной системами, создавая целостную систему регуляции. Все виды регуляции работают в гармонии, чтобы поддерживать гомеостаз организма.



- **Координация функций:** Гуморальная регуляция координирует функции различных систем организма, таких как пищеварительная, сердечно-сосудистая и иммунная системы.

Иммунная система играет важную роль в гуморальной регуляции, выполняя следующие функции:

1. **Продукция цитокинов.** Цитокины – это белки, которые способствуют коммуникации

между клетками иммунной системы. Они играют важную роль в регуляции воспаления, аллергических реакций и иммунного ответа.

2. Антителообразование. Иммунная система производит антитела, которые распознают и уничтожают патогены, вирусы и бактерии.

3. Иммунная память. Иммунная система запоминает антигены, что позволяет ей эффективно реагировать на повторное появление тех же антигенов.

4. Т-клетки и В-клетки. Т-клетки и В-клетки играют важную роль в реализации иммунного ответа, обеспечивая защиту организма от инфекционных агентов.

• **Баланс и гомеостаз:** Гуморальная регуляция помогает поддерживать баланс в организме, регулируя температуру, водно-солевой баланс и метаболизм.

Гуморальная регуляция играет ключевую роль в управлении функциями организма, работая в тесной взаимосвязи с нервной и эндокринной системами. Она позволяет организму реагировать на изменения в среде и поддерживать внутренний баланс, играя важную роль в поддержании гомеостаза.

Гуморальные факторы

Гуморальные факторы действуют несколькими способами:

1. **Прямая стимуляция рецепторов:** Гормоны связываются с рецепторами на поверхности клеток, стимулируя их к выполнению определенной функции.

2. **Модификация экспрессии генов:** Гормоны могут регулировать экспрессию генов, изменяя активность белков, участвующих в обмене веществ, росте, делении и дифференциации клеток.

3. **Влияние на функции соседних клеток:** Гормоны могут действовать косвенно, влияя на функции соседних клеток, например, через высвобождение вторичных мессенджеров.

4. **Изменение ионного баланса:** Гормоны могут изменять концентрацию и распределение ионов, что приводит к изменению электрической проводимости клеток и их чувствительности к различным стимулам.

5. **Активация вторичных мессенджеров:** Гормоны могут активировать каскады внутриклеточных посредников, таких как протеинкиназа Gq, фосфатазы, кальций-зависимые киназы, циклон-ДЭФы и фосфатазы ERK1/2.

Эти механизмы обеспечивают широкий спектр действий гуморальных факторов, включая прямую стимуляцию, модификацию экспрессии генов, косвенное влияние на соседние клетки, изменение ионного баланса и активацию вторичных мессенджеров.

Привести примеры гуморальных факторов несложно, ведь они включают в себя разнообразные гормоны, медиаторы, цитокины и другие биологически активные вещества. Вот несколько примеров:

1. Гормоны:

- **Инсулин:** Регулирует уровень сахара в крови. - **Эстроген:** Влияет на половую функцию, рост и развитие. - **Тестостерон:** Участвует в половой функции, развитии мускулов и костей. - **Адреналин:** Гормон стресса, регулирует энергетический обмен.

2. Медиаторы:

- **Серотонин:** Нейротрансмиттер, участвует в регуляции настроения и сна. - **Дофамин:** Влияет на мотивацию и внимание. - **Норадреналин:** Влияет на артериальное давление и пульс.

3. Цитокины:

- **Интерлейкины:** Играют важную роль в иммунной системе, регулируют воспалительные процессы. - **Фактор некроза опухоли (TNF-α):** Играет роль в воспалительном процессе и иммунной регуляции.

4. Факторы роста:

- **ЭФР (эпидермальный фактор роста):** Способствует росту эпителиальных клеток. - **VEGF (фактор сосудистого роста):** Стимулирует ангиогенез.

Гуморальная регуляция играет ключевую роль в поддержании гомеостаза организма, обеспечивая выполнение различных функций, таких как:

1. Метаболизм:

- Энергетический обмен: Гормоны, такие как инсулин и глюкагон, регулируют уровень глюкозы в крови, обеспечивая баланс между потреблением и расходом энергии.
- Терморегуляция: Гормоны щитовидной железы и адреналина поддерживают нормальную температуру тела, регулируя теплообмен.

2. Рост и развитие:

- Развитие тканей и органов: Гормоны, такие как тестостерон и эстроген, стимулируют рост и развитие тканей, обеспечивая правильный размер и форму организма.
- Детоксикация и обезвреживание: Гормоны детоксикации, такие как глутатионовая кислота и катехоламины, участвуют в нейтрализации токсинов и вредных веществ.

3. Репродуктивные функции:

- Фертильность: Гормоны, такие как лютеинирующий гормон и фолликулярный гормон, регулируют овуляторный цикл и менструацию, обеспечивая возможность зачатия.
- Эрекционная функция: Андрогены и эстрогены влияют на эрекционную функцию, обеспечивая поддержание либидо и сексуальной активности.

4. Иммунная система:

- Иммунная реакция: Гормоны, такие как интерлейкины и интерфероны, стимулируют защитные механизмы против инфекции, обеспечивая уничтожение патогенов.
- Противовоспалительная защита: Противовоспалительные средства, такие как кортизол, подавляют воспалительные процессы, предотвращая развитие болезней.

5. Психическая функция:

- Настроение и эмоции: Гормоны, такие как серотонин и дофамин, регулируют настроение и поведение, обеспечивая психологическую устойчивость.
- Сон и бодрость: Гормоны, такие как мелатонин и адреналин, регулируют циклическую смену режимов сна и бодрости.

6. Кардинальная система:

- Регуляция кровообращения: Гормоны, такие как адреналин и норадреналин, поддерживают нормальное артериальное давление и частоту сердечной пульсации.
- Патогенез сердечно-сосудистых заболеваний: Нарушение выработки гормонов может привести к гипертензии, ишемии и атеросклерозу.

7. Система дыхания:

- Газообмен и дыхание: Гормоны, такие как оксид азота и углекислый газ, регулируют обмен газов между легкими и кровью, обеспечивая поставку кислорода к клеткам.
- Дыхательная функция: Гормоны, такие как адреналин и норадреналин, стимулируют дыхательную активность, поддерживая нормальный уровень кислорода в крови.

8. Терморегуляция:

- Температура тела: Гормоны, такие как тироксин и адреналин, участвуют в поддержании оптимальной температуры тела, регулируя теплообмен.
- Потеря тепла: Потеря тепла через кожу и легкие регулируется уровнем гормонов, таких как кортизол и адреналин.

9. Выработка энергии:

- Метаболизм углеводов и жиров:
- Глюкоза и гликоген регулируются инсулином и глюкагоном, обеспечивая запас энергии для организма.
- Жировые запасы:
- Липиды хранятся в жировых депоах и используются при недостатке питания.

Гуморальная регуляция играет решающую роль в поддержании гомеостаза организма, обеспечивая управление всеми ключевыми физиологическими процессами. Она включает в себя эндокринную, паракринную и аутокринную регуляцию, обеспечивая эффективное взаимодействие между различными системами организма. Иммунная система играет

важную роль в гуморальной регуляции, обеспечивая продукцию цитокинов и антител, а также осуществляя защиту организма от инфекций.

Железы

Железы классифицируются по нескольким критериям, таким как их функция, механизм выделения секрета и местоположение.

По механизму выделения секрета:

1. Экзокринные железы: Выделяют свой секрет на поверхность тела или в полый орган через протоки.

Примеры: *потовые железы, сальные железы, молочные железы, слюнные железы.*

2. Эндокринные железы: Вырабатывают гормоны, которые выделяются прямо в кровь или лимфу.

Примеры: *щитовидная железа, надпочечники, гипофиз.*

3. Смешанные железы: Выполняют обе функции — экзокринную и эндокринную.

Примеры: *поджелудочная железа (выделяет ферменты в кишечник и инсулин в кровь).*

Тема 2.2 Железы внутренней секреции

Железы внутренней секреции, или эндокринные железы, отвечают за выработку гормонов, которые регулируют многие важные функции организма

Основными железами внутренней секреции являются:

Гипоталамус и гипофиз:

- Гипоталамус: Главный регулятор гуморальной регуляции, управляет секрецией гормонов.

- Гипофиз: Производит и выделяет множество гормонов, включая тиреотропные, соматотропные и другие. Гипофиз расположен в основании мозга и контролирует многие другие эндокринные железы через секрецию тропных гормонов.

Основные заболевания:

- Акромегалия: Избыточная продукция гормона роста после завершения роста скелета, вызывающая увеличение кистей, стоп и лицевых черт.

- Гигантизм: Избыточная продукция гормона роста до закрытия зон роста костей, приводящая к ненормально высокому росту.

- Недостаточность гипофиза (пангипопитуитаризм): Недостаточное производство одного или нескольких гормонов гипофиза, что проявляется различными клиническими проявлениями в зависимости от дефицита конкретного гормона.

- Пролактинома: Опухоль гипофиза, продуцирующая пролактин, что может вызывать галакторию (выделение молока из молочных желез) и нарушения менструального цикла у женщин.

Эпифиз (шишковидная железа). Эпифиз участвует в регуляции суточных ритмов через выработку мелатонина.

Основные заболевания:

- Нарушения циркадного ритма: Связанные с нарушением выработки мелатонина, могут проявляться бессонницей, депрессией и другими неврологическими расстройствами.

Симптомы нарушения гуморальной регуляции могут варьироваться в зависимости от конкретного вида нарушения и органа или системы, которые пострадали. Однако есть общие признаки, которые могут указывать на проблемы с гуморальным контролем

Щитовидная железа:

- Вырабатывает тироидные гормоны, такие как тироксин, который регулирует метаболизм и термogenesis. Щитовидная железа расположена в передней части шеи и вырабатывает гормоны тироксин (T4) и трийодтиронин (T3), которые влияют на метаболизм, рост и развитие.

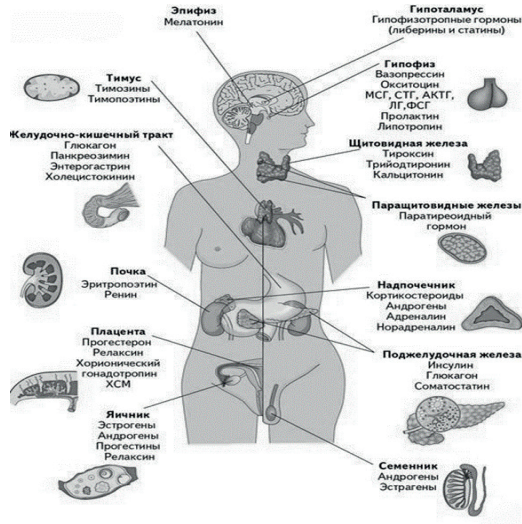


Рис.7 Железы внутренней секреции

Основные заболевания:

- **Гипотиреоз:** Недостаточное производство гормонов щитовидной железы. Симптомы включают усталость, увеличение веса, сухость кожи, ломкость волос и ногтей, замедленный пульс и повышенную чувствительность к холоду.
- **Гипертиреоз:** Избыточное производство гормонов щитовидной железы. Симптомы включают потерю веса, нервозность, тремор, учащенное сердцебиение и повышенную температуру тела.
- **Зоб:** Увеличение щитовидной железы, которое может быть вызвано дефицитом йода, аутоиммунными заболеваниями или опухолями.
- **Тиреоидит Хашимото:** Аутоиммунное заболевание, приводящее к хроническому воспалению и разрушению ткани щитовидной железы, что вызывает гипотиреоз.
- **Диффузный токсический зоб (болезнь Грейвса):** Аутоиммунное заболевание, характеризующееся избыточной активностью щитовидной железы и симптомами гипертиреоза.

Паращитовидные железы

Паращитовидные железы расположены позади щитовидной железы и отвечают за регуляцию уровня кальция в крови посредством паратгормона.

Основные заболевания:

- **Гиперплазия паращитовидных желез:** Увеличение размеров желез, ведущее к избыточному производству паратгормона и повышению уровня кальция в крови.
- **Первичный гиперпаратиреоз:** Избыточная продукция паратгормона одной или несколькими паращитовидными железами, вызывающая повышение уровня кальция в крови и вымывание кальция из костей.
- **Вторичный гиперпаратиреоз:** Развивается вторично по отношению к другим состояниям, таким как хроническая почечная недостаточность или дефицит витамина D, когда организм пытается компенсировать низкий уровень кальция в крови.
- **Гипопаратиреоз:** Недостаточность продукции паратгормона, ведущая к снижению уровня кальция в крови и возникновению судорог и мышечной слабости.

Надпочечные железы:

- Производят кортизол, адреналин, норадреналин и другие гормоны, регулирующие стресс, воспаление и обмен веществ. Надпочечники расположены сверху каждой почки и состоят из двух частей: коркового слоя, производящего кортикостероиды, минералокортикоиды и андрогены, и мозгового слоя, синтезирующего катехоламины (адреналин и норадреналин).

Основные заболевания:

- Синдром Кушинга: Избыточное производство кортизола, ведущего к ожирению, высокому артериальному давлению, истончению кожи, появлению фиолетовых растяжек и мышечной слабости.

- Аддисонова болезнь (хроническая надпочечниковая недостаточность): Недостаточное производство кортикостероидов, сопровождающееся усталостью, потерей веса, низким артериальным давлением и бронзовым оттенком кожи.

- Феохромоцитома: Опухоль мозгового слоя надпочечника, продуцирующая избыточное количество катехоламинов, вызывая гипертонические кризы, головные боли, потливость и тахикардию.

- Коннективный синдром (первичная гиперальдостеронизм): Избыточная продукция альдостерона, ведущего к повышению артериального давления и потере калия.

Поджелудочная железа:

- Секретирует инсулин, который регулирует уровень глюкозы в крови. Поджелудочная железа играет двойную роль: экзокринную (выработка пищеварительных ферментов) и эндокринную (производство инсулина и глюкагона).

Основные заболевания:

- Сахарный диабет I типа: Аутоиммунное разрушение клеток поджелудочной железы, продуцирующих инсулин, что требует регулярного введения инсулина извне.

- Сахарный диабет II типа: Снижение чувствительности клеток к инсулину, часто связанное с ожирением и неправильным питанием.

- Инсулома: Доброкачественная опухоль бета-клеток островков Лангерганса, продуцирующая избыточное количество инсулина, что приводит к гипогликемическим приступам.

Половые железы:

- Включают яичники и яичники у мужчин, а также яичники и матку у женщин. Производят эстрогены, андрогены и прогестероны, которые регулируют фертильность, сексуальность и другие функции. Половые железы (яички у мужчин и яичники у женщин) производят половые гормоны (тестостерон и эстроген соответственно), играющие ключевую роль в половом развитии и функционировании.

Основные заболевания: - *Мужской гипогонадизм*: Недостаточная функция яичек, проявляющаяся сниженным уровнем тестостерона, что может привести к импотенции, уменьшению мышечной массы и увеличению жировых отложений. - *Женский гипогонадизм*: Недостаточная функция яичников, выражающаяся в низком уровне эстрогена, что может сопровождаться аменореей, бесплодием и симптомами менопаузы. - *Опухоли половых желез*: Как доброкачественные, так и злокачественные новообразования могут влиять на продукцию половых гормонов и вызывать соответствующие симптомы.

Иммунная система играет важную роль в гуморальной регуляции организма, обеспечивая координацию и интеграцию различных регуляторных механизмов. Гуморальная регуляция, осуществляемая через взаимодействие гормонов, цитокинов и других химических посредников, играет ключевую роль в регуляции иммунного ответа, воспалительного процесса, а также в контроле за ростом и дифференцировкой иммунокомпетентных клеток.

Роль гуморальной регуляции в авиационной деятельности

Гуморальная регуляция играет важную роль в поддержании гомеостаза организма, особенно в условиях стресса и экстремальных нагрузок, связанных с авиационной

деятельностью. Она включает в себя работу эндокринной системы, выделяющей гормоны непосредственно в кровь, чтобы регулировать различные физиологические процессы.

Основные аспекты роли гуморальной регуляции в авиации:

1. Регуляция сердечно-сосудистой системы. В условиях полёта пилоты подвергаются значительным физическим нагрузкам, включая перегрузки (ускорение), гипоксию (недостаток кислорода) и вибрацию. Гуморальная система помогает поддерживать нормальное функционирование сердца и сосудов путём выделения адреналина и норадреналина, которые увеличивают частоту сердечных сокращений и сужают кровеносные сосуды, обеспечивая более эффективное кровоснабжение жизненно важных органов.

2. Поддержание водно-солевого баланса. Во время длительных перелётов организм теряет много жидкости через потоотделение и дыхание. Гуморальная система регулирует баланс воды и электролитов посредством гормонов, таких как вазопрессин (антидиуретический гормон), который уменьшает выделение мочи почками, помогая сохранить воду в организме.

3. Реакция на стресс. Полёт может вызвать сильный психологический стресс, особенно при выполнении сложных манёвров или в аварийных ситуациях. Гормоны стресса, такие как кортизол, помогают организму адаптироваться к стрессу, повышая уровень глюкозы в крови и улучшая когнитивные функции. Однако хронический стресс может привести к истощению ресурсов организма и ухудшению работоспособности пилота. Во время полета, особенно в условиях высоких физических и эмоциональных нагрузок, гуморальная система играет ключевую роль в борьбе со стрессом. Рассмотрим подробнее механизмы её работы.

- Выброс адреналина и норадреналина

Когда пилот сталкивается с критической ситуацией, надпочечники начинают активно вырабатывать адреналин и норадреналин — ключевые гормоны стресса. Эти вещества действуют следующим образом:

Увеличение частоты сердечных сокращений: Адреналин ускоряет сердцебиение, что позволяет быстрее доставлять кислород и питательные вещества к мышцам и мозгу.

Расширение бронхов: Это улучшает вентиляцию легких, увеличивая поступление кислорода в кровь. Повышение уровня глюкозы в крови: Адреналин стимулирует распад гликогена в печени, высвобождая глюкозу, необходимую для быстрого получения энергии. Эти реакции позволяют организму быстро мобилизовать ресурсы для эффективного реагирования на угрозу.

- Кортизол — основной гормон стресса. Кортизол также выделяется в ответ на стрессовые ситуации. Его функции включают: Стимулирование метаболизма белков и жиров: Это обеспечивает дополнительное количество энергии.

- Эндорфины — природные обезболивающие. Эндорфины улучшают настроение и снижают чувство тревоги, помогая пилоту сохранять спокойствие в сложных ситуациях.

- Антистрессовый эффект окситоцина. В условиях полета окситоцин может способствовать более рациональному принятию решений.

- Дофамин важен для мотивации и сосредоточенности. Он стимулирует центры удовольствия мозга, помогая пилоту оставаться сосредоточенным и целеустремленным даже в трудных обстоятельствах.

Гуморальная система работает комплексно, активизируя различные гормоны и нейромедиаторы, чтобы помочь организму справиться со стрессовыми ситуациями во время полета. Адреналин и кортизол обеспечивают мгновенную реакцию на опасность, тогда как эндорфины, окситоцин и дофамин поддерживают эмоциональную стабильность и способствуют эффективному выполнению задач.

4. Энергетическое обеспечение Для поддержания высокой физической активности пилотов необходима постоянная поставка энергии. Гуморальная система стимулирует расщепление гликогена и жиров, обеспечивая таким образом дополнительный источник

энергии. Инсулин и глюкагон играют ключевую роль в регулировании уровня сахара в крови, поддерживая стабильный энергетический обмен.

5. Иммунная защита Пилоты часто подвергаются воздействию различных факторов окружающей среды, таких как изменения давления, температуры и радиации. Гуморальная система участвует в активации иммунной системы, способствуя защите организма от инфекций и повреждений клеток.

6. Психэмоциональное состояние Гуморальные факторы, такие как серотонин и эндорфины, влияют на настроение и эмоциональное состояние пилотов. Поддержание оптимального уровня этих веществ способствует улучшению концентрации внимания, снижению тревожности и повышению устойчивости к стрессу. Таким образом, гуморальная регуляция является важным механизмом адаптации организма к условиям авиационной деятельности, позволяя пилотам эффективно справляться с физическими и психическими нагрузками.

Гуморальная регуляция – это механизм, при котором химические вещества, такие как гормоны, медиаторы и биологические активные вещества, производятся и выделяются в жидкостные среды организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость) для управления различными физиологическими и биохимическими процессами.

Раздел 3. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Тема 3.1. Основные этапы обмена веществ

Обмен веществ, или метаболизм, включает в себя множество биохимических реакций, направленных на поддержание жизни и функционирования организма. Эти реакции делятся на два основных этапа: катаболизм и анаболизм.

Катаболизм – это процесс распада сложных молекул на более простые с выделением энергии. Это стадия разрушения, при которой крупные молекулы (например, белки, жиры, углеводы) разлагаются на меньшие компоненты. Примеры катаболических процессов включают:

- **Гликолиз:** превращение глюкозы в пируват с образованием небольшого количества АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), основного источника энергии для клеток.

- Бета-окисление жирных кислот: распад жирных кислот до ацетил-КоА, который затем используется в цикле Кребса.

- **Цикл Кребса** (цикл трикарбоновых кислот): окислительный этап метаболизма, где ацетил-КоА окисляется до углекислого газа и воды с высвобождением большого количества энергии. Цикл Кребса в организме нужен для выполнения нескольких функций:

- Энергетическая функция - участие в синтезе универсального источника энергии — АТФ
- Пластическая функция - синтез аминокислот, углеводов, жирных кислот и др.
- Транспортная функция заключается в содействии гликолизу: для транспортировки атомов и катионов водорода от одних соединений к другим нужны специальные соединения, которые получаются на одной из стадий цикла Кребса.

- **Протеолиз:** разрушение белков до аминокислот.

Энергия, полученная в результате катаболизма, запасается в виде АТФ, которая служит универсальным источником энергии для всех клеточных процессов.

Анаболизм – это синтез новых молекул из простых предшественников, требующий затрат энергии. Этот процесс направлен на построение структурных компонентов клетки и восстановление тканей. Примеры анаболических процессов:

- **Синтез белка:** объединение аминокислот в полипептидные цепи для формирования белков.

- **Липогенез:** образование триглицеридов (жиров) из глицерина и жирных кислот.

- **Гликогенез:** синтез гликогена из глюкозы для хранения энергии.

- **Нуклеотидный синтез:** создание нуклеотидов, необходимых для синтеза ДНК и РНК.

Эти процессы требуют энергии, которую организм получает за счет ранее накопленного АТФ.

Таким образом, катаболизм обеспечивает организм энергией через разрушение крупных молекул, а анаболизм использует эту энергию для построения новых структур и восстановления тканей. Оба процесса взаимосвязаны и необходимы для поддержания гомеостаза и нормального функционирования организма.

Белковый обмен

Белковый обмен является одним из ключевых аспектов метаболизма, поскольку белки выполняют множество важных функций в организме, включая структурную поддержку, транспорт веществ, катализ химических реакций и защиту от инфекций. Рассмотрим основные аспекты белкового обмена.

Белки состоят из аминокислот, соединённых пептидными связями. Белки выполняют следующие важные функции:

- **Структурная функция:** белки формируют основу многих тканей, таких как кожа, волосы, мышцы и кости.
- **Транспортная функция:** некоторые белки, такие как гемоглобин, переносят кислород и другие вещества по организму.
- **Каталитическая функция:** ферменты, являющиеся белками, ускоряют химические реакции в клетках.
- **Защитная функция:** антитела, которые тоже являются белками, защищают организм от инфекций.

Пищеварительные ферменты и их роль в расщеплении белков

Для того чтобы аминокислоты могли использоваться организмом, белки должны быть сначала расщеплены на отдельные аминокислоты. Этот процесс начинается в желудке и продолжается в тонком кишечнике с помощью пищеварительных ферментов:

- **Пепсин:** фермент, вырабатываемый в желудке, начинает расщепление белков на более мелкие пептиды.
- **Трипсин и химотрипсин:** ферменты поджелудочной железы, которые продолжают расщеплять пептиды до ещё более мелких фрагментов.
- **Карабоксипептидаза и аминопептидаза:** ферменты, вырабатываемые в кишечнике, завершают расщепление пептидов до отдельных аминокислот.

Метаболические пути аминокислот

После всасывания в кровь аминокислоты могут быть использованы для различных целей:

- **Синтез белков:** аминокислоты используются для сборки новых белков в соответствии с генетической информацией.
- **Дезаминирование:** удаление аминогруппы из аминокислоты с образованием аммиака и кетокислоты. Аммиак превращается в мочевины и выводится из организма.
- **Трансаминирование:** перенос аминогруппы от одной аминокислоты к другой, что позволяет использовать аминокислоты в различных биохимических процессах.
- **Окислительное дезаминирование:** полное разрушение аминокислоты с образованием углекислого газа, воды и энергии.

Азотистый баланс отражает соотношение между количеством азота, поступающего в организм с пищей, и количеством азота, выводимого из организма. Положительный азотистый баланс означает, что организм накапливает больше азота, чем выводит, что обычно происходит у растущих детей и беременных женщин. Отрицательный азотистый баланс указывает на то, что организм теряет больше азота, чем получает, что может происходить при голодании или некоторых заболеваниях.

Белковый обмен играет ключевую роль в поддержании структуры и функций организма. Правильное питание, обеспечивающее достаточное количество белков, необходимо для нормального роста, развития и поддержания здоровья. Нарушения белкового обмена могут

привести к различным заболеваниям, таким как мышечная дистрофия, анемия и иммунодефициты.

Углеводный обмен

Углеводный обмен — это сложный биологический процесс, включающий в себя различные стадии преобразования углеводов в организме. Углеводы служат основным источником энергии для большинства клеток, особенно для мозга и мышц. Рассмотрим ключевые аспекты углеводного обмена.

Глюкоза основной источник энергии

Глюкоза — это простой сахар, который является главным источником энергии для клеток. Она поступает в организм с пищей, преимущественно из углеводов, таких как крахмал и сахароза. После переваривания и всасывания глюкоза попадает в кровь, откуда она доставляется к различным тканям и органам.

Гликолиз — это первый этап окисления глюкозы, происходящий в цитоплазме клетки. В процессе гликолиза одна молекула глюкозы преобразуется в две молекулы пирувата с образованием двух молекул АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты). АТФ — это основное топливо для большинства клеточных процессов. Цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот). Пентозофосфатный путь. Это альтернативный путь окисления глюкозы, который происходит в цитоплазме клетки.

Регуляция уровня сахара в крови

Концентрация глюкозы в крови строго регулируется двумя гормонами: инсулином и глюкагоном.

- Инсулин: вырабатывается бета-клетками поджелудочной железы в ответ на повышение уровня глюкозы в крови. Он стимулирует поглощение глюкозы клетками и её превращение в гликоген (форма хранения глюкозы в печени и мышцах).

- Глюкагон: вырабатывается альфа-клетками поджелудочной железы в ответ на снижение уровня глюкозы в крови. Он стимулирует распад гликогена до глюкозы и её высвобождение в кровь.

Гликогенолиз. Это процесс расщепления гликогена до глюкозы. Он происходит в печени и мышцах под действием фермента гликогенфосфорилазы. Глюкоза, образующаяся в результате гликогенолиза, может быть использована клеткой или выпущена в кровь.

Глюконеогенез. Это процесс синтеза глюкозы из неуглеводных источников, таких как аминокислоты, лактат и глицерин. Глюконеогенез происходит преимущественно в печени и корковом слое почек. Он активируется при длительном голодании или интенсивных физических нагрузках, когда запасы гликогена истощены.

Нарушение углеводного обмена может приводить к ряду серьезных заболеваний, которые влияют на общее состояние здоровья и качество жизни. Рассмотрим основные заболевания, связанные с нарушениями углеводного обмена:

Сахарный диабет — это хроническое заболевание, характеризующееся повышенным уровнем глюкозы в крови. Существует два основных типа диабета:

- Диабет 1-го типа: аутоиммунное заболевание, при котором поджелудочная железа перестает производить инсулин. Пациентам с этим типом диабета требуются инъекции инсулина для контроля уровня глюкозы в крови.

- Диабет 2-го типа: развивается, когда организм становится устойчивым к действию инсулина или когда поджелудочная железа не производит достаточного количества инсулина. Диабет 2-го типа часто связан с ожирением и малоподвижным образом жизни.

Гипергликемия — это состояние, при котором уровень глюкозы в крови превышает норму. Это может быть связано с недостаточным производством инсулина, резистентностью к инсулину или другими факторами. Длительная гипергликемия может привести к повреждению сосудов, нервов и других органов.

Гипогликемия — это состояние, при котором уровень глюкозы в крови слишком низкий. Это может произойти у пациентов с диабетом, принимающих инсулин или другие

препараты, снижающие уровень глюкозы. Симптомы гипогликемии включают слабость, головокружение, потливость и дрожь.

Синдром хронической усталости (СХУ) может быть связан с нарушением углеводного обмена. Некоторые исследования показывают, что у пациентов с СХУ наблюдается нарушение регуляции уровня глюкозы в крови, что может способствовать развитию симптомов усталости и слабости.

Метаболический синдром — это сочетание факторов риска, включая избыточный вес, высокое кровяное давление, высокий уровень холестерина и повышенный уровень глюкозы в крови. Нарушение углеводного обмена является одним из ключевых компонентов метаболического синдрома.

Нарушение углеводного обмена может привести к множеству серьезных заболеваний, начиная от сахарного диабета и заканчивая раком. Важно следить за своим питанием, вести активный образ жизни и регулярно проходить медицинские обследования для раннего выявления и профилактики этих заболеваний.

Углеводный обмен — это сложный и многоэтапный процесс, обеспечивающий организм энергией и регулирующий уровень глюкозы в крови. Нарушения углеводного обмена могут привести к различным заболеваниям, таким как сахарный диабет, гипогликемия и гипергликемия. Поддержание здорового образа жизни, включая сбалансированное питание и регулярные физические упражнения, помогает поддерживать нормальный углеводный обмен и предотвращать развитие связанных с ним заболеваний.

Жировой обмен

Жировой обмен — это совокупность биохимических процессов, связанных с потреблением, переработкой, хранением и использованием жиров в организме. Жиры играют важную роль в обеспечении организма энергией, защите органов, теплоизоляции и других функциях. Рассмотрим основные аспекты жирового обмена.

Липиды как энергетическое депо

Жиры (триглицериды) являются наиболее концентрированным источником энергии среди макронутриентов. Один грамм жира содержит около 9 килокалорий, тогда как углеводы и белки содержат примерно 4 килокалории на грамм. Жиры хранятся в жировых тканях (адипоцитах) и могут быть мобилизованы при необходимости для обеспечения организма энергией.

Расщепление жиров до жирных кислот и глицерина. Когда организму требуется энергия, жиры подвергаются гидролизу, в ходе которого триглицериды расщепляются на свободные жирные кислоты и глицерин. Этот процесс катализируется липазами — ферментами, находящимися в желудочно-кишечном тракте и жировой ткани.

Бета-окисление жирных кислот. Свободные жирные кислоты поступают в митохондрии клеток, где они подвергаются процессу бета-окисления. В ходе этого процесса жирные кислоты последовательно окисляются, образуя ацетил-КоА, который затем вступает в цикл Кребса, где полностью окисляется до углекислого газа и воды с образованием большого количества АТФ.

Синтез липидов. Организм способен синтезировать новые жиры из углеводов и белков. Этот процесс называется липогенезом. Он происходит в основном в печени и жировой ткани. При избытке калорий организм конвертирует излишки глюкозы и аминокислот в жирные кислоты, которые затем объединяются с глицерином для формирования триглицеридов.

Жировой обмен играет ключевую роль в поддержании энергетического баланса организма. Нарушения жирового обмена могут привести к ожирению, сердечно-сосудистым заболеваниям и другим проблемам со здоровьем. Жиры, или триглицериды, являются важным источником энергии для организма. Они используются для получения энергии следующим образом:

1. Гидролиз триглицеридов

Первым шагом в использовании жиров для получения энергии является их гидролиз, то есть расщепление на свободные жирные кислоты и глицерин. Этот процесс происходит в жировой ткани (адипоцитах) и катализируется ферментами липазами. Свободные жирные кислоты и глицерин затем попадают в кровоток.

2. Транспорт свободных жирных кислот

Свободные жирные кислоты транспортируются в крови, связанные с альбуминами — белками плазмы. Альбумины обеспечивают безопасную доставку жирных кислот к различным тканям и органам, где они могут быть использованы для получения энергии.

3. Бета-окисление жирных кислот

Когда свободные жирные кислоты достигают клеток, они проникают внутрь митохондрий, где происходит процесс бета-окисления. В ходе этого процесса жирные кислоты последовательно окисляются, образуя ацетил-КоА. Ацетил-КоА затем вступает в цикл Кребса, где полностью окисляется до углекислого газа и воды с образованием большого количества АТФ.

4. Цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот)

В цикле Кребса ацетил-КоА окисляется, проходя через серию реакций, в результате которых образуются промежуточные соединения и выделяется энергия в форме АТФ. Этот процесс завершает окисление жирных кислот и приводит к образованию конечных продуктов — углекислого газа и воды.

5. Использование энергии

Образовавшаяся в результате окисления жирных кислот энергия в форме АТФ используется клетками для выполнения различных функций, таких как сокращение мышц, синтез белков и других молекул, поддержание мембранного потенциала и многие другие процессы.

Жиры являются эффективным источником энергии благодаря своей высокой энергетической плотности — один грамм жира содержит около 9 килокалорий, что значительно больше, чем у углеводов и белков. Организм использует жиры для получения энергии посредством гидролиза, транспорта, бета-окисления и цикла Кребса. Этот процесс обеспечивает организм необходимым топливом для поддержания жизнедеятельности, особенно в условиях длительного голодания или интенсивных физических нагрузок.

Продолжительность использования запасов жира организмом зависит от нескольких факторов, включая индивидуальные особенности человека, интенсивность физической активности и доступность других источников энергии. Давайте рассмотрим этот вопрос подробнее.

1. Запасы жира в организме

Среднестатистический человек имеет значительные запасы жира в виде подкожно-жировой клетчатки и висцерального жира. Количество запасенного жира варьируется в зависимости от пола, возраста и общего состояния здоровья. Например, у мужчин обычно больше висцерального жира, а у женщин — подкожного.

2. Потребление энергии

Основной источник энергии для организма — это глюкоза, которая поступает из углеводов. Когда запасы глюкозы исчерпываются (например, во время голода или интенсивных физических нагрузок), организм начинает использовать запасы гликогена, а затем переходит к использованию жиров.

3. Продолжительность использования жиров

- Голодание: При полном отсутствии пищи организм может использовать запасы жира в течение нескольких недель. Сначала расходуются запасы гликогена (около 24 часов), затем организм переключается на использование жиров. Жировые запасы могут обеспечивать организм энергией до тех пор, пока не начнут истощаться жизненно важные органы, такие как сердце и мозг.

- Физические нагрузки: Во время умеренной физической активности (например, бег трусцой или ходьбе) организм начинает использовать жиры уже через 20-30 минут после

начала тренировки. При интенсивных нагрузках (например, спринте) организм будет продолжать использовать глюкозу и гликоген, но после их истощения перейдет к жирам.

4. Ограничивающие факторы

Продолжительность использования жиров ограничивают следующие факторы:

- Наличие других источников энергии: Если доступны углеводы или белки, организм предпочтет использовать их вместо жиров.

- Интенсивность физической активности: Чем выше интенсивность нагрузки, тем быстрее будут истощиваться запасы глюкозы и гликогена, и тем раньше начнется использование жиров.

- Индивидуальные особенности: Уровень физической подготовки, возраст, пол и общее состояние здоровья влияют на скорость использования жиров.

Организм может использовать запасы жира в течение длительного времени, особенно при отсутствии других источников энергии. Однако продолжительность этого процесса зависит от индивидуальных особенностей и условий окружающей среды. Важно помнить, что длительное использование жиров без доступа к другим источникам энергии может привести к истощению организма и серьезным последствиям для здоровья.

Нуклеиновый обмен

Нуклеиновый обмен — это комплекс биохимических процессов, связанных с синтезом, разрушением и утилизацией нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) в организме. Нуклеиновые кислоты играют ключевую роль в передаче генетической информации, синтезе белков и регуляции клеточной активности.

Рассмотрим основные аспекты нуклеинового обмена.

1. Структура нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты состоят из мономеров, называемых нуклеотидами. Каждый нуклеотид состоит из трех частей:

- Азотистого основания: аденин (А), тимин (Т), гуанин (G) или цитозин (С) в случае ДНК; урацил (U) вместо тимина в случае РНК.

- Пентозы: дезоксирибоза в случае ДНК и рибоза в случае РНК.

- Фосфатная группа. Нуклеотиды связаны друг с другом фосфодиэфирными связями, образуя полимерную цепь.

2. Биосинтез пуринов и пиримидинов

Пуриновые и пиримидиновые основания синтезируются из небольших органических молекул, таких как аминокислоты и одноуглеродные соединения. Процесс синтеза включает несколько этапов и требует участия различных ферментов.

3. Распад нуклеотидов

Распад нуклеотидов происходит путем гидролитического расщепления нуклеиновых кислот на мононуклеотиды, которые затем могут быть далее разложены на составляющие их части: азотистые основания, пентозы и фосфатные группы. пентозы и фосфатные группы рециркулируются для повторного использования.

Нуклеиновый обмен играет критическую роль в поддержании генетической стабильности и нормальной клеточной функции. Нарушения нуклеинового обмена могут привести к различным заболеваниям, включая наследственные болезни и рак. Понимание механизмов нуклеинового обмена важно для разработки методов лечения этих состояний и предотвращения их возникновения.

Тема 3.2. Витамины и минералы

Витамины

Витамины играют важную роль в метаболизме, выполняя каталитическую функцию в составе активных центров разнообразных ферментов и участвуя в гуморальной регуляции в качестве экзогенных прогормонов и гормонов. Они также участвуют в регуляции обмена веществ, образовании ферментов, влиянии на усвоение питательных веществ и

способствуют нормальному росту клеток и развитию всего организма. Витамины не являются источником энергии для организма, но они важны для множества биохимических реакций, выступая информационными регуляторными посредниками и выполняя сигнальные функции экзогенных прогормонов и гормонов.

Водорастворимые витамины (В, С).

Водорастворимые витамины — это группа витаминов, которые растворяются в воде и легко выводятся из организма с мочой. Они не накапливаются в значительных количествах в теле, поэтому их нужно регулярно получать с пищей. Основными водорастворимыми витаминами являются витамины группы В и витамин С. Рассмотрим их подробнее.

Витамины группы В

Витамин В1 (тиамин) Участвует в метаболизме углеводов, необходим для нормального функционирования нервной системы.

- Источники: Цельнозерновые продукты, свинина, орехи, бобовые.

Витамин В2 (рибофлавин): Необходим для производства энергии и метаболизма жиров, белков и углеводов.

- Источники: Молоко, яйца, зеленые листовые овощи, обогащенные злаки.

3. *Витамин В3 (ниацин)* : Играет ключевую роль в производстве энергии и метаболизме жиров, белков и углеводов.

- Источники: Курица, тунец, авокадо, грибы, картофель.

Витамин В5 (пантотеновая кислота): Участвует в синтезе коферментов, необходимых для метаболизма жиров, белков и углеводов.

- Источники: Яйца, мясо, авокадо, брокколи, цельнозерновые продукты.

Витамин В6 (пиридоксин): Участвует в метаболизме аминокислот и производстве нейротрансмиттеров.

- Источники: Бананы, картофель, курица, рыба, нут.

Витамин В7 (биотин): Необходим для метаболизма жиров, белков и углеводов, а также для здоровья волос, кожи и ногтей.

- Источники: Яичный желток, орехи, соя, цельнозерновые продукты.

Витамин В9 (фолиевая кислота): Важна для синтеза ДНК и деления клеток.

- Источники: Шпинат, брокколи, цитрусовые, фасоль, чечевица.

Витамин В12 (кобаламин): Необходим для нормального функционирования нервной системы и синтеза ДНК.

- Источники: Мясо, молочные продукты, яйца, морепродукты.

Витамин С (аскорбиновая кислота): Антиоксидант, участвует в синтезе коллагена и заживлении ран.

- Источники: Цитрусовые, клубника, киви, болгарский перец, брокколи.

Водорастворимые витамины играют важную роль в метаболических процессах, поддержании нормальной работы нервной системы, производстве энергии и здоровье клеток. Поскольку они быстро выводятся из организма, важно регулярно включать в рацион продукты, богатые этими витаминами.

Жирорастворимые витамины (А, D, Е, К).

Витамин А (ретинол): Поддерживает здоровье глаз, кожи и иммунной системы.

- Источники: Морковь, сладкий картофель, тыква, шпинат, печень.

Витамин D: Помогает усваивать кальций и фосфор, поддерживает здоровье костей.

- Источники: Солнечный свет, рыбий жир, обогащенное молоко.

Витамин Е: Антиоксидант, защищает клетки от повреждений.

- Источники: Орехи, семена, растительные масла, шпинат.

Витамин К: Необходим для свертывания крови и здоровья костей.

- Источники: Зеленые листовые овощи, брокколи, брюссельская капуста.

Все эти витамины играют важную роль в различных аспектах обмена веществ, обеспечивая нормальное функционирование организма. Для получения достаточного

количества каждого витамина рекомендуется разнообразное и сбалансированное питание, включающее все основные группы продуктов.

Минералы

Минералы играют важную роль в поддержании нормального функционирования организма. Они подразделяются на макроэлементы и микроэлементы в зависимости от их потребности организмом.

Макроэлементы

Макроэлементы необходимы организму в больших количествах (более 100 мг в день):

Кальций (Ca): Основной компонент костной ткани, зубов. Участвует в сокращении мышц, передаче нервных импульсов, свертываемости крови. - Источники: Молочные продукты, зелень, орехи, рыба.

Фосфор (P): Входит в состав костей и зубов, участвует в энергетическом обмене, синтезе ДНК и РНК. - Источники: Рыба, мясо, молочные продукты, орехи.

Калий (K): Поддерживает нормальное функционирование сердца, участвует в передаче нервных импульсов, регулирует водно-солевой баланс. - Источники: Бананы, картофель, томаты, шпинат.

Натрий (Na): Участвует в поддержании водно-солевого баланса, передаче нервных импульсов, сокращении мышц. - Источники: Соль, консервированные продукты, сыр.

Магний (Mg): Участвует в более чем 300 ферментативных реакциях, способствует расслаблению мышц, поддерживает здоровье нервной системы.

- Источники: Орехи, семена, темно-зеленые овощи, бананы.

Хлор (Cl): Участвует в поддержании водно-солевого баланса, формировании соляной кислоты в желудке. - Источники: Соль, морепродукты.

Сера (S): Входит в состав белков, участвует в синтезе аминокислот, поддерживает структуру кожи и волос. - Источники: Мясо, рыба, яйца, чеснок.

Макроэлементы, которые необходимы организму ежедневно, включают кальций, магний, натрий, калий, фосфор, сера и хлор. Эти элементы требуются организму в относительно больших количествах (порядка нескольких граммов в сутки). Они выполняют различные функции, включая участие в структуре и функции ферментов, витаминов, гормонов и других биологически активных веществ.

Микроэлементы

Микроэлементы необходимы организму в малых количествах (менее 100 мг в день):

Железо (Fe): Необходимо для транспортировки кислорода в крови, участвует в синтезе гемоглобина и миоглобина. - Источники: Красное мясо, печень, шпинат, бобовые.

Цинк (Zn): Участвует в синтезе белков и ДНК, поддерживает иммунитет, способствует заживлению ран. - Источники: Устрицы, красное мясо, орехи, цельнозерновые продукты.

Медь (Cu): Участвует в образовании эритроцитов, поддерживает здоровье нервной системы, способствует усвоению железа. Источники: Морепродукты, орехи, семена, шоколад.

Йод (I): Необходим для синтеза гормонов щитовидной железы, которые регулируют обмен веществ. Источники: Морские водоросли, морепродукты, йодированная соль.

Селен (Se): Антиоксидант, защищает клетки от повреждения свободными радикалами, поддерживает работу щитовидной железы. Источники: Бразильские орехи, морепродукты, мясо, зерновые.

Фтор (F): Укрепляет зубы и кости, предотвращает кариес. Источники: Фторированная вода, чай, морепродукты.

Марганец (Mn): Участвует в антиоксидантной защите, поддерживает здоровье костей, участвует в метаболизме углеводов и аминокислот. Источники: Орехи, цельнозерновые продукты, зеленые листовые овощи.

Кобальт (Co): Является частью витамина B12, участвует в синтезе ДНК и метаболизме жирных кислот. Источники: Мясо, рыба, моллюски, яйца.

Молибден (Мо): Участвует в метаболизме серосодержащих аминокислот, поддерживает функцию ферментов. - Источники: Бобовые, зерна, орехи.

Минералы играют жизненно важную роль в поддержании здоровья организма. Макроэлементы, такие как кальций, фосфор и калий, необходимы для строения костей, передачи нервных импульсов и поддержания водно-солевого баланса. Микроэлементы, такие как железо, цинк и йод, участвуют в многочисленных биохимических процессах, включая синтез гормонов и защиту от свободных радикалов. Для обеспечения организма всеми необходимыми минералами важно придерживаться разнообразного и сбалансированного питания.

Примеры, иллюстрирующие важность витаминов и минералов для нашего организма:

1. **Витамин D и здоровье костей.** Витамин D играет ключевую роль в поддержании здоровья костей, так как он помогает организму усваивать кальций из пищи. Недостаток витамина D может привести к рахиту у детей и остеопорозу (размягчению костей) у взрослых. Интересно, что этот витамин уникален тем, что наше тело может синтезировать его самостоятельно под воздействием солнечного света!

2. **Железо и анемия** Железо необходимо для синтеза гемоглобина — белка, который переносит кислород по всему телу. Дефицит железа может привести к анемии, состоянию, при котором организм не получает достаточно кислорода. Это вызывает усталость, слабость и бледность кожи. Женщины особенно подвержены риску дефицита железа из-за менструальных потерь.

3. **Йод и щитовидная железа.** Йод необходим для синтеза гормонов щитовидной железы, которые регулируют обмен веществ. Недостаток йода может привести к гипотиреозу — состоянию, при котором щитовидная железа не вырабатывает достаточное количество гормонов. Это может вызывать усталость, увеличение веса и сухость кожи. Интересно, что добавление йода в поваренную соль помогло существенно снизить распространенность йододефицита во многих странах.

4. **Магний и стресс.** Магний играет важную роль в регуляции нервной системы и помогает уменьшить симптомы стресса и тревоги. Исследования показали, что дефицит магния может усиливать чувство беспокойства и раздражительности. Магний также участвует в более чем 300 ферментативных реакциях в организме, включая производство энергии и синтез белков.

5. **Цинк и иммунитет.** Цинк необходим для нормального функционирования иммунной системы. Он помогает бороться с инфекциями и ускоряет заживление ран. Недостаток цинка может ослабить иммунную систему и сделать организм более уязвимым к болезням. Интересно, что цинк содержится в продуктах животного происхождения, таких как мясо и морепродукты, а также в орехах и семенах.

6. **Калий и артериальное давление.** Калий помогает регулировать артериальное давление, поддерживая баланс жидкости в организме. Недостаток калия может привести к повышению артериального давления и увеличению риска сердечных заболеваний. Продукты, богатые калием, включают бананы, картофель, томаты и шпинат.

7. **Витамин C и антиоксиданты.** Витамин C является мощным антиоксидантом, защищающим клетки от повреждений, вызванных свободными радикалами. Он также играет важную роль в синтезе коллагена — белка, который придает коже эластичность и прочность. Недостаток витамина C может привести к цинге — заболеванию, которое характеризуется слабостью, усталостью и кровоточивостью десен.

Разнообразное и сбалансированное питание, включающее фрукты, овощи, цельнозерновые продукты, мясо, рыбу и молочные продукты, поможет обеспечить организм всеми необходимыми питательными веществами.

Регуляция обмена веществ

Регуляция обмена веществ — это сложный процесс, который координируется различными системами организма, такими как эндокринная, нервная и гуморальная

системы. Основная цель этой регуляции — поддержание гомеостаза, то есть стабильного внутреннего состояния организма, несмотря на внешние изменения.

Рассмотрим основные механизмы регуляции обмена веществ.

1. Эндокринная система - играет ключевую роль в регуляции обмена веществ через выработку гормонов. Гормоны — это биологически активные вещества, которые производятся железами внутренней секреции и распространяются по организму через кровь. Вот некоторые примеры гормонов и их влияния на обмен веществ:

- Инсулин и глюкагон: вырабатываются поджелудочной железой. Инсулин снижает уровень глюкозы в крови, стимулируя ее поглощение клетками и превращение в гликоген. Глюкагон повышает уровень глюкозы в крови, стимулируя распад гликогена.

- Тироксин (Т4) и трийодтиронин (Т3): вырабатываются щитовидной железой. Эти гормоны ускоряют метаболизм, увеличивая потребление кислорода и выработку тепла.

- Адреналин и кортизол: вырабатываются надпочечниками. Адреналин увеличивает сердечный ритм и усиливает кровообращение, готовя организм к стрессу. Кортизол повышает уровень глюкозы в крови и подавляет воспалительные процессы.

2. Нервная система - регулирует обмен веществ через симпатическую и парасимпатическую нервную системы. Симпатическая нервная система заставляет организм мобилизовать все имеющиеся энергетические ресурсы. Печень выбрасывает в кровь жир и сахар, служащие топливом. Дыхание становится более глубоким, чтобы к сердцу поступало больше кислорода. Сердечный ритм ускоряется, чтобы кислород, жир и сахар быстрее поступали к мышцам и мозгу. Парасимпатическая нервная система восстанавливает организм после стресса, уменьшая расход энергии.

3. Гуморальная регуляция - осуществляется через взаимодействие различных биологических жидкостей, таких как кровь, лимфа и межклеточная жидкость. Например, изменение концентрации глюкозы в крови стимулирует выработку инсулина или глюкагона.

4. Генетическая регуляция. Генетическая информация определяет структуру и функции белков, участвующих в обмене веществ. Мутации в генах могут привести к нарушению метаболических путей и развитию различных заболеваний, таких как фенилкетонурия или муковисцидоз.

Скорость обмена веществ, или метаболическая активность, зависит от множества факторов, которые могут влиять на интенсивность и эффективность биохимических процессов в организме. Вот некоторые ключевые факторы:

- 1. Возраст.** С возрастом обмен веществ замедляется. Это связано с уменьшением мышечной массы, снижением уровня гормонов и общим старением организма. Обычно после 30 лет скорость обмена веществ начинает постепенно уменьшаться примерно на 1–2% каждые десять лет.
- 2. Пол.** У мужчин обычно выше базовая скорость обмена веществ благодаря большему количеству мышечной массы и меньшему проценту жира. Женщины имеют более высокий процент жировых отложений, что снижает их общую метаболическую активность.
- 3. Генетика.** Генетический фон влияет на индивидуальные особенности обмена веществ. Некоторые люди от природы обладают более быстрым или медленным метаболизмом, что обусловлено наследственными факторами.
- 4. Масса тела и состав тела.** Чем больше у человека мышечная масса, тем быстрее обмен веществ, так как мышцы требуют большего количества энергии даже в состоянии покоя. Жировая ткань, напротив, менее активна с точки зрения метаболизма.
- 5. Уровень физической активности.** Регулярные физические нагрузки ускоряют обмен веществ за счет увеличения потребности в энергии. Особенно эффективны аэробные упражнения и силовые тренировки, которые способствуют наращиванию мышечной массы.
- 6. Питание.** Питание оказывает значительное влияние на обмен веществ. Белковая пища требует больше энергии для переваривания, чем углеводы или жиры, поэтому белковые диеты могут временно ускорить метаболизм. Недостаточное потребление калорий также может привести к

снижению скорости обмена веществ, поскольку организм переходит в режим экономии энергии. 7. **Гормональный баланс.** Гормоны играют важную роль в регуляции обмена веществ. Например, гормоны щитовидной железы (тироксин и трийодтиронин) стимулируют обмен веществ, повышая расход энергии. Дефицит этих гормонов приводит к гипотиреозу, который характеризуется замедлением метаболизма. Другие важные гормоны включают инсулин, кортизол и тестостерон. 8. **Стресс и сон.** Хронический стресс повышает уровень кортизола, что может способствовать увеличению веса и замедлению обмена веществ. Недостаток сна также негативно сказывается на метаболизме, влияя на гормональный баланс и аппетит. 9. **Температура окружающей среды.** При низких температурах организму требуется больше энергии для поддержания нормальной температуры тела, что ускоряет обмен веществ. В жарких условиях, наоборот, метаболизм может замедляться. 10. **Заболевания и лекарства.** Некоторые заболевания, такие как диабет, гипотиреоз и синдром Кушинга, могут существенно влиять на скорость обмена веществ. Также определенные лекарственные препараты, включая стероиды и антидепрессанты, могут изменять метаболическую активность.

Таким образом, скорость обмена веществ является результатом взаимодействия многих внутренних и внешних факторов, и каждый человек имеет свою уникальную метаболическую картину.

Регуляция обмена веществ — это сложный и многоуровневый процесс, включающий взаимодействие эндокринной, нервной и гуморальной систем, а также генетическую информацию. Нарушения в любой из этих систем могут привести к серьезным заболеваниям, таким как сахарный диабет, ожирение или гормональные дисбалансы. Понимание механизмов регуляции обмена веществ важно для разработки эффективных методов лечения и профилактики этих состояний.

Роль обмена веществ в авиационной деятельности

Обмен веществ (метаболизм) играет важнейшую роль в обеспечении жизнедеятельности организма и поддержании его функций в условиях авиационной деятельности. Рассмотрим основные аспекты этой роли.

1. **Энергетические потребности** Пилотам необходимы значительные запасы энергии для выполнения сложных задач, связанных с управлением воздушным судном. Метаболизм обеспечивает преобразование питательных веществ (углеводов, жиров и белков) в энергию, которую организм использует для функционирования мышц, нервной системы и других органов.

- Глюкоза — основной источник быстрой энергии, особенно важна для работы мозга и нервных центров.

- Жиры — долгосрочный резерв энергии, используются в случае продолжительного полета или при недостатке углеводов.

- Белки — участвуют в строительстве тканей и служат источником аминокислот, необходимых для синтеза гормонов и ферментов.

2. **Регуляция водного баланса.** Во время полета происходит значительная потеря влаги через дыхание и потоотделение. Обмен веществ помогает поддерживать оптимальный уровень гидратации путем регулирования работы почек и секреции антидиуретического гормона (вазопрессина).

3. **Терморегуляция.** Авиакомпании часто сталкиваются с резкими изменениями температур внутри кабины самолета. Метаболизм поддерживает постоянную температуру тела за счет механизмов теплопродукции (например, дрожь) и теплоотдачи (потливость).

4. **Поддержание кислотно-щелочного равновесия.** Изменения атмосферного давления и состава воздуха могут влиять на pH крови. Метаболические процессы, такие как образование углекислоты и ее выведение легкими, помогают стабилизировать этот показатель.

5. **Окислительно-восстановительные процессы.** При полете на больших высотах снижается парциальное давление кислорода, что требует усиленной работы дыхательной и

сердечно-сосудистой систем. Окислительное фосфорилирование в митохондриях клеток становится ключевым процессом для обеспечения энергией всех органов и тканей.

6. Защита от радиации. Космическое излучение представляет потенциальную опасность для здоровья экипажа. Антиоксидантные системы организма, включающие витамины С и Е, глутатион и супероксиддисмутазу, защищают клетки от свободных радикалов, образующихся под воздействием радиации.

7. Адаптация к изменению гравитации. Перегрузки и невесомость вызывают перераспределение жидкостей в теле, влияя на кровообращение и нервную регуляцию. Обмен веществ адаптируется к новым условиям, поддерживая стабильность основных физиологических показателей.

8. Психо-эмоциональная устойчивость. Метаболиты, такие как серотонин, дофамин и эндорфины, влияют на настроение и восприятие стресса. Оптимизация обмена веществ способствует сохранению ясности ума и способности принимать решения в сложных ситуациях.

В то же время, стрессовые тренировки часто используют при подготовке астронавтов в НАСА или работников экстренных служб — так их учат не только выживать в сложных ситуациях, но и действовать при этом максимально эффективно. Психологи называют это прививкой стрессом.

Обмен веществ играет центральную роль в поддержании нормального функционирования организма пилота в условиях авиационной деятельности. От адекватного питания и гидратации до защиты от внешних воздействий — каждый аспект метаболизма имеет значение для безопасности и эффективности работы летчика.

Раздел 4. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Строение

Пищеварительная система человека представляет собой сложную сеть органов, обеспечивающих переработку пищи для получения энергии и питательных веществ.

Она включает несколько основных отделов:

1. Ротовая полость. Это начало пути пищевого комка. В ротовой полости происходит механическая обработка пищи при помощи зубов, а также химическое разложение углеводов под действием фермента слюны – амилазы. Слюнные железы выделяют слюну, которая увлажняет пищу и облегчает её проглатывание.

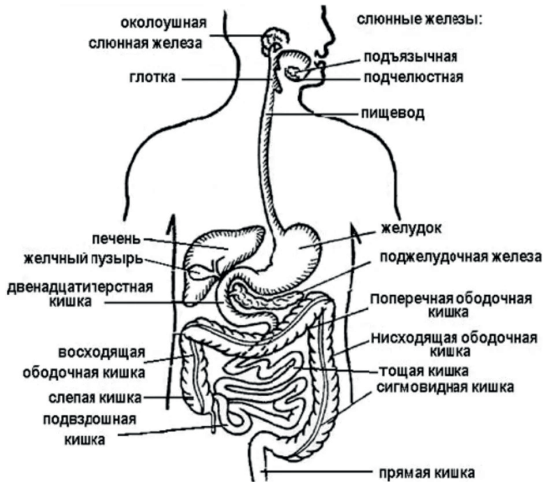
2. Глотка и пищевод. После того как пища пережёвана и смочена слюной, она проходит через глотку и попадает в пищевод. Пищевод – это трубчатый орган, который соединяет глотку с желудком. Благодаря перистальтическим движениям мышц стенки пищевода, пищевой комок продвигается к желудку.

3. Желудок. В желудке продолжается процесс химической обработки пищи. Желудочный сок содержит соляную кислоту и пепсин, которые начинают расщепление белков. Кроме того, желудок служит резервуаром для хранения пищи до тех пор, пока она не будет готова перейти дальше по системе пищеварения.

Ферменты в желудке играют важную роль в начальном расщеплении белков. Основные ферменты, участвующие в этом процессе, включают пепсины, которые гидролизуют белки. Фермент ренин (или химозин) отвечает за створаживание молока в присутствии солей кальция. Гидролиз углеводов в желудке осуществляется под влиянием ферментов слюны. Мукоиды, входящие в состав желудочного сока, защищают слизистую оболочку желудка от механических повреждений и самопереваривания. Соляная кислота, присутствующая в желудочном соке, создает кислую среду, необходимую для активности ферментов. Таким образом, ферменты в желудке инициируют процесс пищеварения, обеспечивая начальное расщепление пищевых компонентов.

4. Тонкий кишечник. Этот отдел состоит из трёх частей: двенадцатиперстная кишка, тощая кишка и подвздошная кишка. Здесь происходит основное переваривание пищи и

всасывание питательных веществ. Под воздействием панкреатического сока, желчи и кишечного сока белки, жиры и углеводы окончательно распадаются на простые компоненты, которые затем могут проникнуть через стенку кишечника в кровь.



Длина тонкой кишки взрослого человека достигает 5-6 метров. Наиболее короткая и широкая часть тонкой кишки - двенадцатиперстная кишка, ее длина не превышает 25-30 сантиметров. Около 2/5 длины тонкой кишки (2-2,5 метра) занимает тощая кишка, и около 3/5 (2,5-3,5 метра) - подвздошная кишка.

Тонкий кишечник состоит из трех основных частей: *двенадцатиперстной кишки, тощей кишки и подвздошной кишки*. Эти отделы работают вместе, выполняя основные биологические функции тонкого отдела кишечника, такие как

циркуляция, образование ворсинок и крипт, а также защита и секреция гормонов.

Ферменты в тонком кишечнике играют ключевую роль в процессе переваривания пищи. Они участвуют в расщеплении белков, углеводов и жиров на более простые компоненты, которые затем могут быть восаны в кровеносные и лимфатические сосуды. Энтерокиназа, киназоген и трипсин расщепляют белки до аминокислот, а смесь пептидаз, называемая эрепсин, расщепляет пептиды до аминокислот. Нуклеаза способна расщеплять сложные белки — нуклеопротеиды. Переваривание углеводов обеспечивается ферментами амилазой, мальтазой, сахаразой, лактазой и фосфатазой, а расщепление жиров и липидов — липазой. Всасывание продуктов ферментативного расщепления пищевых ингредиентов белков, жиров и углеводов в кровеносные и лимфатические сосуды осуществляется кишечными ворсинками, основная функция которых — захват питательных веществ, подвергшихся физической и химической обработке жёлчью, поджелудочным и кишечным соком, выделяемым кишечными железами.

5. Толстый кишечник. Здесь завершается процесс пищеварения. Остатки непереваренной пищи поступают сюда, где происходит их обезвоживание и формирование каловых масс. Также в толстом кишечнике обитают бактерии, помогающие перерабатывать некоторые вещества и синтезирующие витамины группы В и К.

6. Прямая кишка и анус. Заключительный этап процесса пищеварения. Прямая кишка служит местом накопления каловых масс перед их выведением наружу через анальное отверстие.

Дополнительные органы

Кроме перечисленных выше структурных элементов, важную роль играют следующие вспомогательные органы:

- **Поджелудочная железа** выделяет панкреатический сок, содержащий ферменты для переваривания белков, жиров и углеводов.

- **Печень вырабатывает желчь**, необходимую для эмульсации жиров, а также выполняет функции детоксикации организма.

В процессе переваривания пищи участвуют различные ферменты, каждая группа которых специализируется на определённом виде питательных веществ. Для

переваривания белков используются такие ферменты, как энтерокиназа, киназоген, трипсин и эрепсин. Углеводы расщепляются ферментами амилазой, мальтазой, сахаразой, лактазой и фосфатазой. Жиры и липиды подвергаются действию липазы.

Также в процессе пищеварения участвуют ферменты, вырабатываемые поджелудочной железой, включая трипсин (для белков), липазу (для жиров) и амилазу (для углеводов).

Кроме того, существуют ферменты, которые действуют в различных частях пищеварительного тракта. В ротовой полости работает амилаза слюны, в желудке - пепсин, реннин и гастриксин, в тонкой кишке - трипсин, химотрипсин, эластаза, карбоксипептидаза и аминопептидаза.

- Желчный пузырь хранит и концентрирует желчь до момента её использования.

Основные этапы пищеварения

Таким образом, пищеварительная система обеспечивает поступление необходимых питательных веществ в организм, а также выводит ненужные продукты обмена.

Процесс пищеварения у человека делится на несколько этапов, каждый из которых играет свою ключевую роль в превращении пищи в питательные вещества, доступные организму. Вот основные этапы пищеварения:

1. Механическая обработка пищи. Этот этап начинается уже в ротовой полости. Он включает жевание, которое измельчает пищу, делая её более доступной для химических реакций. Во рту же выделяется слюна, содержащая ферменты, такие как амилаза, которая начинает расщеплять углеводы.

2. Химическая обработка пищи. На этом этапе происходит активное воздействие ферментов на пищу. Ферменты разлагают сложные молекулы на более простые, чтобы они могли быть усвоены организмом. Химические реакции начинаются ещё в ротовой полости, но основной процесс происходит в желудке и тонком кишечнике.

- В желудке: под воздействием желудочного сока, содержащего соляную кислоту и фермент пепсин, начинается расщепление белков.

- В тонком кишечнике: поджелудочная железа выделяет ферменты (трипсин, липаза, амилаза), а печень — желчь, которая помогает эмульгировать жиры. Эти ферменты завершают расщепление белков, жиров и углеводов.

3. Всасывание питательных веществ. После того как пища была разложена на более мелкие составляющие, наступает этап всасывания. Это происходит преимущественно в тонком кишечнике. Стенки кишечника покрыты микроворсинками, увеличивающими площадь поверхности для поглощения питательных веществ. Белки, жиры и углеводы проникают через стенки кишечника в кровь и лимфу.

4. Формирование и выведение отходов. Непереваренная часть пищи поступает в толстый кишечник, где происходит дальнейшее обезвоживание и формирование каловых масс. В толстом кишечнике также живут полезные бактерии, которые помогают завершить процессы переработки остатков пищи и синтеза некоторых витаминов.

5. Выведение продуктов обмена. Заключительным этапом является дефекация — удаление непереваренных остатков пищи из организма через прямую кишку и анальное отверстие.

Эти пять этапов обеспечивают полный цикл от приёма пищи до выделения конечных продуктов метаболизма. Каждый этап важен для поддержания здоровья и нормального функционирования организма.

Слюнные железы выполняют множество функций, связанных с обработкой пищи и поддержанием здоровья полости рта. Они производят слюну, которая смачивает полость рта, способствует артикуляции, воспринимает вкусовые ощущения, смазывает, склеивает и размягчает пищу, облегчая её глотание. Слюна также участвует в очищении полости рта и защите зубов от повреждений. Кроме того, слюнные железы могут выполнять эндокринную функцию, производя гормоноподобные вещества.

Всасывание питательных веществ — это сложный многоэтапный процесс, который позволяет организму извлекать необходимые элементы из пищи и транспортировать их в кровоток или лимфатическую систему для дальнейшего распределения по тканям и органам. Давайте рассмотрим этот процесс подробнее.

Этапы всасывания питательных веществ

1. Распад пищи на мономеры. Перед тем как начать всасываться, пищевые компоненты должны быть разложены на более простые формы — мономеры. Это достигается благодаря действию ферментов в разных отделах желудочно-кишечного тракта:

- Белки → аминокислоты,
- Углеводы → моносахариды (например, глюкоза),
- Жиры → жирные кислоты и глицерин.

2. Транспортировка мономеров через эпителий кишечника. Эпителий тонкого кишечника покрыт множеством микроскопических выступов — микроворсинок, которые значительно увеличивают поверхность всасывания. Мономеры транспортируются через эти клетки несколькими способами:

- Активный транспорт: требует затрат энергии (АТФ). Например, натрий-калиевый насос создаёт градиент натрия, который используется для переноса глюкозы и аминокислот внутрь клеток.
- Облегчённая диффузия: происходит без затраты энергии, когда вещество перемещается вдоль концентрационного градиента.
- Простая диффузия: перемещение молекул через клеточные мембраны по градиенту концентрации.

3. Пути транспортировки в кровь и лимфу. Различные типы питательных веществ попадают в разные транспортные системы:

- Глюкоза и аминокислоты всасываются непосредственно в капилляры, откуда они попадают в воротную вену печени.
- Жирные кислоты и глицерин сначала объединяются внутри эпителиальных клеток кишечника в хиломикроны — крупные частицы жира, покрытые белками. Хиломикроны выходят из клеток и попадают в лимфатическую систему, а оттуда — в общий кровоток.

4. Дополнительная обработка в печени. Печень играет ключевую роль в обработке и распределении питательных веществ после их всасывания. Глюкоза, например, может быть преобразована в гликоген для хранения, либо использована для выработки энергии. Аминокислоты могут участвовать в синтезе новых белков или использоваться в качестве источника энергии.

Микрофлора кишечника

Микрофлора кишечника также играет важную роль в процессе всасывания. Некоторые виды бактерий способны производить витамины (например, витамин К и витамины группы В), которые затем всасываются в кровь. Кроме того, микроорганизмы помогают разрушать клетчатку, которую человек сам не способен переварить, выделяя короткоцепочечные жирные кислоты, которые тоже могут быть использованы организмом.

Всасывание питательных веществ — это сложный и многогранный процесс, включающий механическую и химическую обработку пищи, транспортировку мономеров через эпителий кишечника и дальнейшую обработку в печени. Микрофлора кишечника также оказывает значительное влияние на этот процесс, помогая извлекать дополнительные питательные вещества из пищи.

Бактерии оказывают огромное влияние на здоровье человека, причем оно может быть как положительным, так и отрицательным. Рассмотрим оба аспекта.

Положительное влияние бактерий

1. Здоровье ЖКТ и иммунитет. Бактерии, живущие в нашем кишечнике, образуют микробиоту, которая играет важнейшую роль в поддержании нашего здоровья. Полезные бактерии, такие как **Bifidobacterium** и **Lactobacillus**, способствуют правильному

пищеварению, помогают усваивать питательные вещества и предотвращают развитие патогенных микроорганизмов. Они также стимулируют иммунную систему, помогая бороться с инфекциями. 2. *Производство витаминов.* Некоторые бактерии, особенно те, что находятся в толстом кишечнике, способны синтезировать важные витамины, такие как витамин К и витамины группы В. Эти витамины необходимы для нормальной работы нервной системы, свертывания крови и других жизненно важных процессов. 3. *Регуляция веса и обмена веществ.* Исследования показывают, что состав микробиоты может влиять на вес и обмен веществ. Определённые виды бактерий могут способствовать лучшему усвоению калорий из пищи, что может привести к набору веса. Другие бактерии, наоборот, помогают поддерживать здоровый метаболизм и контролировать аппетит. 4. *Психологическое здоровье.* Есть данные, что состояние микробиоты влияет на наше настроение и психическое здоровье. Например, исследования связывают дисбаланс кишечной флоры с развитием депрессии и тревожных расстройств. Это явление называется «ось кишечник-мозг».

Отрицательное влияние бактерий

1. *Инфекции.* Патогенные бактерии, такие как **Escherichia coli**, **Salmonella** и **Clostridium difficile**, могут вызывать серьёзные инфекции, приводящие к диарее, рвоте, лихорадке и другим неприятным симптомам. Некоторые бактериальные инфекции могут даже угрожать жизни, если вовремя не начать лечение. 2. *Аллергии и аутоиммунные заболевания.* Дисбаланс микробиоты может способствовать развитию аллергий и аутоиммунных заболеваний. Например, недостаток полезных бактерий может привести к повышенной проницаемости кишечника, что позволяет аллергенам и токсинам попадать в кровь, вызывая воспалительные реакции. 3. *Антибиотикостойчивость.* Чрезмерное использование антибиотиков приводит к появлению устойчивых к ним штаммов бактерий. Это становится большой проблемой для здравоохранения, поскольку многие болезни становятся труднее лечить. 4. *Хронические заболевания.* Нарушение баланса микробиоты связано с развитием хронических воспалительных заболеваний, таких как болезнь Крона, язвенный колит и синдром раздраженного кишечника.

Бактерии играют двойственную роль в нашей жизни. С одной стороны, они являются нашими союзниками, помогая нам оставаться здоровыми и защищёнными. С другой стороны, патогенные бактерии могут представлять угрозу нашему здоровью. Поддержание здорового баланса микробиоты — ключ к сохранению общего благополучия.

Раздел 5. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗАТОРЫ

Тема 5.1. Виды сенсорных систем.

Сенсорные системы и анализаторы являются ключевыми компонентами восприятия информации об окружающем мире и состоянии организма. Они обеспечивают сбор, обработку и интерпретацию различных видов стимулов, таких как свет, звук, температура, давление и другие. Хотя эти термины часто используются взаимозаменяемо, между ними есть некоторые различия.

Сходства:

1. *Функция:* Обе структуры участвуют в восприятии внешних и внутренних сигналов, их преобразовании в нервные импульсы и передаче этой информации в мозг для дальнейшей обработки.
2. *Компоненты:* Как сенсорная система, так и анализатор состоят из рецепторов, проводящих путей и центров обработки информации в мозге.
3. *Рецепторы:* Оба термина включают рецепторный аппарат, который воспринимает различные виды энергии (световую, звуковую, химическую и др.) и преобразует её в электрические сигналы.
4. *Проводящие пути:* Информация от рецепторов передается через афферентные нервы к соответствующим центрам мозга.

5. *Центры обработки:* В обоих случаях информация обрабатывается в определенных областях мозга, где происходит ее интерпретация и формирование ответной реакции.

Различия:

1. Терминология:

- **Анализатор:** Этот термин был введен Иваном Петровичем Павловым и обозначает функциональную систему, которая включает рецепторы, проводящие пути и центры обработки информации в мозге. Анализатор отвечает за восприятие, передачу и анализ определенного вида раздражений.

- **Сенсорная система:** Это более широкое понятие, которое охватывает все компоненты, участвующие в восприятии и обработке определенной модальности стимула (например, зрительная, слуховая, тактильная и др.). Сенсорная система может включать несколько анализаторов.

2. Структура:

- **Анализатор:** Структурно анализатор состоит из трех частей: периферического отдела (рецептора), проводникового отдела (афферентного нерва) и центрального отдела (мозговых структур).

- **Сенсорная система:** Включает в себя не только анализаторы, но и дополнительные элементы, такие как вспомогательные органы (например, хрусталик глаза в зрительной системе) и механизмы обратной связи.

3. Специализация:

- **Анализатор:** Специфичен для одного типа раздражения (например, световые, звуковые, химические и механические). Каждый анализатор настроен на определенный диапазон стимулов.

- **Сенсорная система:** Может объединять несколько анализаторов, работающих совместно для обеспечения комплексного восприятия окружающей среды.

Обработка сенсорной информации осуществляется различными областями мозга, каждая из которых специализируется на определенном виде сенсорных данных.

Основные области мозга, отвечающие за обработку сенсорной информации, включают:

1. Кора больших полушарий

- *Первичная сенсорная кора:* Эта область получает информацию непосредственно от таламуса и специализированных сенсорных ядер ствола мозга. Она подразделяется на несколько зон в зависимости от типа воспринимаемой информации:

- **Зрительная кора** (поле 17) находится в затылочной доле и отвечает за первичную обработку визуальной информации.
- **Слуховая кора** (поле 41 и 42) расположена в височной доле и участвует в первичной обработке аудиальных сигналов.
- **Соматосенсорная кора** (поле 3, 1, 2) находится в задней центральной извилине теменной доли и отвечает за обработку тактильной, температурной и болевой чувствительности.
- **Вкусовая кора** (в островковой коре) обрабатывает вкусовые ощущения.
- **Обонятельная кора** (в передней части височной доли) отвечает за обработку запахов.

- *Вторичные и ассоциативные зоны коры:* Эти области находятся рядом с первичной сенсорной корой и занимаются более сложной обработкой информации, такой как распознавание объектов, лиц, речи и других сложных стимулов.

2. Таламус. Таламус играет ключевую роль в обработке и распределении сенсорной информации. Он служит своего рода «переключателем», направляя данные от органов чувств к соответствующим зонам коры головного мозга. Например:

- *Ядра латерального коленчатого тела передают визуальную информацию в зрительную кору.* - *Медialное коленчатое тело передает акустические сигналы в слуховую кору.*

3. Гиппокамп. Гиппокамп, расположенный в медиальной височной доле, играет важную роль в формировании долговременной памяти, включая память о событиях и

местах. Он также взаимодействует с другими структурами мозга для интеграции сенсорной информации и создания целостной картины мира.

4. Миндалевидное тело (амигдала). Амигдала участвует в эмоциональной оценке сенсорной информации. Она помогает определять значимость стимулов и связывать их с эмоциями, такими как страх, удовольствие или тревога.

5. Мозжечок. Мозжечок участвует в координации движений и поддержании равновесия, а также в обработке проприоцептивной информации, то есть информации о положении тела в пространстве.

6. Базальные ганглии. Базальные ганглии играют важную роль в контроле двигательной активности и обучении новым навыкам. Они также участвуют в обработке моторной информации и принятии решений.

7. Ретикулярная формация. Ретикулярная формация ствола мозга регулирует уровень бодрствования и внимания, обеспечивая фильтрацию избыточной сенсорной информации и фокусировку на наиболее значимых стимулах.

8. Лимбическая система. Лимбическая система, включающая гиппокамп, миндалину и другие структуры, участвует в регуляции эмоций, мотивации и памяти, интегрируя сенсорную информацию с эмоциональными реакциями и поведенческими стратегиями.

Эти области работают вместе, образуя сложные нейронные сети, позволяющие человеку воспринимать, интерпретировать и реагировать на разнообразные внешние и внутренние стимулы.

Таким образом, хотя оба понятия связаны с восприятием и обработкой информации, анализатор является более узким понятием, относящимся к конкретной функции восприятия, тогда как сенсорная система представляет собой более широкую структуру, включающую несколько анализаторов и дополнительных элементов.

Анализаторы и органы чувств

Анализаторы и органы чувств — это взаимосвязанные, но всё же разные понятия. Давайте разберёмся, в чём заключаются отличия между ними.

Органы чувств — это анатомические структуры, которые воспринимают и преобразуют внешние стимулы в нервные импульсы. Они являются первым звеном в цепи передачи информации от окружающей среды к мозгу. Примерами органов чувств являются: - *Глаз (для зрения)*, - *Ухо (для слуха)*, - *Нос (для обоняния)*, - *Язык (для вкуса)*, - *Кожа (для осязания)*.

Органы чувств содержат специализированные рецепторы, которые реагируют на конкретные типы стимулов (свет, звук, химические вещества и т.д.) и преобразуют их в электрические сигналы, которые затем передаются в мозг.

Анализаторы — это сложные биологические системы, предназначенные для восприятия, проведения и анализа информации о внешнем мире и внутреннем состоянии организма. Анализаторы включают в себя не только сами органы чувств, но и всю цепь передачи и обработки информации. Например, зрительный анализатор включает не только глаз, но и зрительный нерв, а также зоны мозга, ответственные за обработку визуальной информации.

Каждый анализатор состоит из трёх основных отделов:

1. Периферический отдел (рецепторы): Рецепторы — это специализированные клетки или группы клеток, способные воспринимать различные виды раздражений (свет, звук, химические вещества и т.д.). Они преобразуют энергию внешнего раздражения в нервный импульс. Примеры рецепторов: *палочки и колбочки в сетчатке глаза*, *волосковые клетки в улитке уха*, *вкусовые рецепторы на языке*.

2. Проводниковый отдел: Проводниковый отдел включает в себя афферентные нервные пути, по которым нервные импульсы передаются от рецепторов к центральному отделу. Примером проводникового отдела является *зрительный нерв, который проводит информацию от глаза к мозгу*.

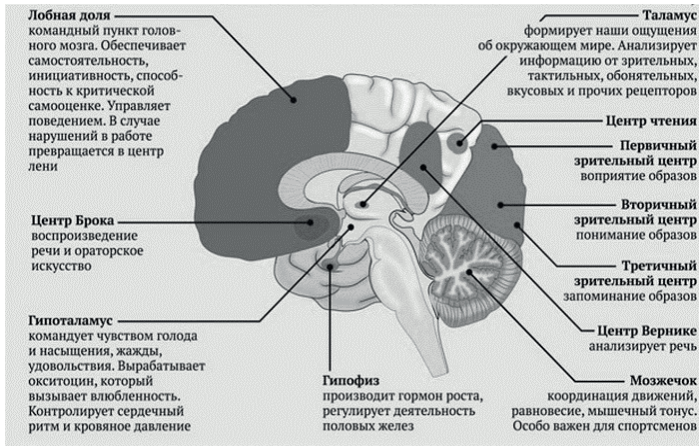


Рис.11. Центры анализаторов в мозге

3. Центральный отдел: - Центральный отдел представляет собой участки мозга, куда приходят нервные импульсы от рецепторов. Здесь происходит анализ и синтез полученной информации.

- Центральные отделы могут находиться в различных частях мозга, в зависимости от типа анализатора. Например, *зрительная кора расположена в затылочной доле, слуховая кора — в височной доле.*

Отличия

1. Анатомическая структура функциональная система:

- Органы чувств — это физические структуры, находящиеся на периферии тела.
- Анализаторы — это комплексные функциональные системы, включающие в себя как периферические рецепторы, так и центральные механизмы обработки информации.

2. Специализация:

- Органы чувств специализируются на восприятии конкретных типов стимулов (например, глаз — на свете, ухо — на звуке).
- Анализаторы объединяют восприятие, передачу и обработку информации, обеспечивая целостное восприятие стимулов.

3. Целостность восприятия:

- Органы чувств предоставляют первичную информацию.
- Анализаторы обеспечивают полноценное восприятие и осознание этой информации.

Рассмотрим разницу на примере зрения:

- Глаз — это орган чувств, содержащий рецепторы (колбочки и палочки), которые реагируют на свет.

- Зрительный анализатор — это система, включающая глаз, зрительный нерв и зоны мозга (затылочная доля коры), которые обрабатывают и интерпретируют визуальную информацию.

Таким образом, анализаторы — это более широкие функциональные системы, включающие в себя органы чувств как первый компонент, а также проводящие пути и центры обработки информации в мозге.

Вот несколько примеров работы различных анализаторов:

1. Зрительный анализатор: *Когда вы смотрите на дерево, световые лучи отражаются от дерева и попадают на сетчатку глаза. Светочувствительные клетки (палочки и колбочки) преобразуют этот свет в нервные импульсы, которые передаются*

по зрительному нерву в затылочную долю коры головного мозга. Там происходит окончательная обработка информации, и вы видите дерево.

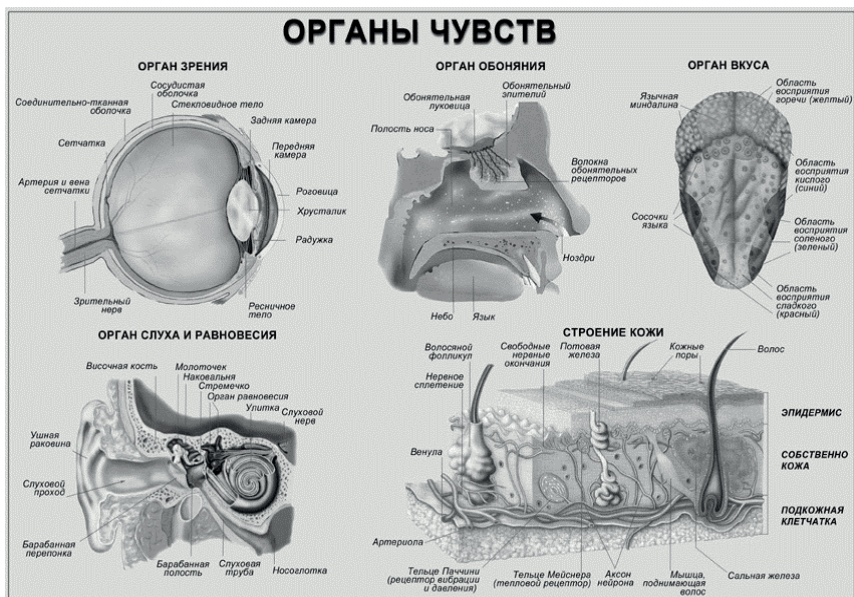


Рис.12. Органы чувств

2. Слуховой анализатор: Вы слышите музыку. Звуковые волны проникают в ухо, вызывая колебания барабанной перепонки. Эти колебания передаются через систему косточек среднего уха (молоточек, наковальня, стремечко) на внутреннее ухо, где находятся волосковые клетки улитки. Волоски начинают колебаться под воздействием звуковых волн, генерируя нервные импульсы, которые отправляются в височные доли коры головного мозга. Здесь происходит распознавание звуков, и вы понимаете, какая музыка играет.

3. Обонятельный анализатор: Вы чувствуете запах цветов. Молекулы ароматических веществ попадают в нос, взаимодействуя с обонятельными рецепторами в верхней части носовой полости. Эти рецепторы посылают сигналы в обонятельную луковицу, которая находится в передней части мозга. Оттуда информация поступает в обонятельные области коры головного мозга, и вы ощущаете приятный аромат цветов.

4. Вкусовой анализатор: Вы едите яблоко. Химические вещества из яблока вступают в контакт с вкусовыми рецепторами на языке. Эти рецепторы различают пять основных вкусов: сладкий, кислый, горький, соленый и умами (мясной). Информация о вкусе передается в продолговатый мозг, затем в таламус и далее в лобные доли коры головного мозга, где происходит осознание вкуса яблока.

5. Тактильный анализатор: Вы касаетесь горячего предмета. Терморецепторы кожи реагируют на высокую температуру, отправляя сигнал по нервным волокнам в спинной мозг, а оттуда – в соматосенсорную кору головного мозга. Мозг интерпретирует эту информацию как ощущение тепла, и вы быстро убираете руку, чтобы избежать ожога.

6. Проприоцептивный анализатор: Вы идёте по узкому мостику. Рецепторы в суставах и мышцах посылают сигналы в мозжечок и кору головного мозга, сообщая о положении вашего тела в пространстве. Это позволяет вам поддерживать баланс и координировать движения, чтобы не упасть.

7. Вестибулярный анализатор: *Вы катаетесь на карусели. Полукружные каналы внутреннего уха реагируют на изменение положения головы и ускорение, посылая сигналы в вестибулярные ядра ствола мозга. Эта информация помогает вашему телу адаптироваться к движению и сохранять равновесие.*

Эти примеры показывают, насколько разнообразны и сложны процессы, происходящие внутри нашего организма благодаря работе анализаторов.

В структуре анализатора выделяются три основных отдела: **воспринимающий орган или рецептор, проводник и центральный отдел.**

Рецептор предназначен для преобразования энергии раздражения в процесс нервного возбуждения. Проводник, состоящий из афферентных нервов и проводящих путей, передает импульсы к центральному отделу, который состоит из релейных подкорковых ядер и проекционных отделов коры больших полушарий. В этом отделе происходит обнаружение и опознавание сигнала. Также существуют нисходящие волокна, по которым осуществляется регуляция деятельности нижних уровней анализатора со стороны его высших, в особенности корковых, отделов.

Классификации анализаторов

Существует два типа анализаторов: внешние (экстероцептивные) и внутренние (интероцептивные).

Внешние анализаторы включают: - Зрительный- Слуховой - Осязательный (тактильный) - Вкусовой

За восприятие боли отвечает болевая (ноцицептивная) сенсорная система, которая является частью кожного анализатора. Эта система имеет особое значение для выживания организма, так как боль предупреждает об опасности и защищает организм. Боль вызывает охранительные рефлексорные реакции и сопровождается вегетативными изменениями, такими как расширение зрачков, сужение сосудов, повышение артериального давления, учащение пульса и напряжение мышц в пораженном регионе. Внезапная, мучительная и упорная боль может угнетать центральную нервную систему и вызывать расстройства гомеостаза.

Внутренние анализаторы включают:

- Анализатор давления - Кинестетический (рецепторы в мышцах, сухожилиях) – Вестибулярный - Специальные во внутренних органах

Помимо деления анализаторов на **внешние** (экстероцептивные) и **внутренние** (интероцептивные), существует ещё несколько классификаций, основанных на других критериях. Рассмотрим некоторые из них:

1. По типу чувствительности:

– **Экстероцептивные** анализаторы: Дистанционные: зрительный, слуховой, обонятельный (воспринимают стимулы на расстоянии): тактильный, вкусовой (взаимодействуют непосредственно с объектом).

– **Интероцептивные** анализаторы.

– Проприоцептивные: отвечают за восприятие положения тела в пространстве, мышечного напряжения и движений.

– **Висцероцептивные:** контролируют состояние внутренних органов.

2. По характеру воспринимаемых стимулов:

– Механорецепторы: воспринимают механические воздействия (давление, вибрации, положение тела). Терморецепторы: реагируют на изменения температуры. Хеморецепторы: воспринимают химические вещества (обонятельные и вкусовые рецепторы). Фоторецепторы: реагируют на свет (сетчатка глаза).

– Барорецепторы: регистрируют изменения давления.

3. По локализации рецепторных клеток:

- Кожно-мышечные анализаторы: расположены в коже и мышцах.
- Висцероганглионарные анализаторы: сосредоточены в стенках внутренних органов.
- Органные анализаторы: локализованы в специализированных органах (глаза, уши, язык и др.).

4. По степени осознанности восприятия:

- Сознательные анализаторы: информация воспринимается сознательно (зрительный, слуховой, тактильный).
- Бессознательные анализаторы: работают без участия сознания (вестибулярный, интероцептивные).

5. По специфичности рецепторов:

- Монотипичные анализаторы: имеют рецепторы, специализированные на одном виде стимула (например, фоторецепторы глаз).
- Полимодальные анализаторы: способны воспринимать разные виды стимулов (например, кожа может реагировать на тепло, холод, давление и боль).

Каждая классификация подчеркивает определённые особенности функционирования анализаторов и помогает лучше понять их роль в процессе восприятия и обработки информации организмом.

Роль анализаторов в восприятии информации о внешнем мире и внутреннем состоянии организма.

Анализаторы выполняют различные функции в зависимости от их типа. В биологии анализаторы представляют собой сложные системы чувствительных нервных образований, которые воспринимают и анализируют раздражения, обеспечивая приспособление организма к изменениям внешней и внутренней среды. Они состоят из периферического отдела (рецептора), проводникового отдела и центральных нервных центров в коре головного мозга.

Анализаторы состава и свойств веществ определяют физико-химические свойства, состав и структуру твердых, жидких и газообразных веществ. Они могут выполнять как количественный, так и качественный анализ, устанавливая наличие и количество определенных химических элементов и структур в пробе. Кроме того, они могут определять плотность, вязкость и другие свойства веществ, а также их микро- и макроструктуру.

Тема 5.2. Внешние анализаторы (экстероцептивные)

Экстероцептивные анализаторы - это часть нервной системы, которая отвечает за восприятие внешних стимулов или сигналов из окружающей среды. Они расположены на поверхности или вблизи поверхности тела и включают такие анализаторы, как зрительный, слуховой, осязательный, вкусовой и болевой. Эти анализаторы играют важную роль в приеме, переработке и хранении информации, поступающей из внешней среды, и участвуют в формировании нашего представления о мире вокруг нас.

Зрительный

Зрительный анализатор выполняет следующие *функции*:

1. Воспринимает электромагнитное излучение видимого спектра (свет), создавая ощущение положения предметов в пространстве.
2. Обеспечивает функцию зрения, где нормальным раздражителем органа зрения является свет.
3. Участвует в восприятии цвета и объема. Палочки функционируют при слабом освещении и обеспечивают черно-белое зрение, тогда как колбочки функционируют днем и при ярком освещении, определяя ощущение цветности.
4. Включает в себя не только глаза, но и зрительные нервы, головной мозг и глазодвигательные нервы и мышцы, участвующие в получении зрительного впечатления.

5. Преобразует изображение в серию электрических или электромагнитных колебаний, передаваемых по проводам или без них на большие расстояния, изменяя направление взгляда и сосредотачиваясь на выбранном предмете.

6. Формирует зрительный образ из электрических импульсов в головном мозге.

7. Состоит из фоторецепторов (палочек и колбочек), образующих сетчатку, зрительных нервов и зрительной коры затылочной доли, выполняющих соответственно функции периферического, проводникового и центрального отделов анализатора.

8. Осуществляет восприятие света, биохимические превращения зрительных пигментов, изменение электрических свойств нейронов и передачу информации в центральную нервную систему.

Зрительный анализатор обладает рядом уникальных свойств, которые делают его одним из наиболее важных и сложных сенсоров человеческого организма. Вот некоторые из ключевых *свойств* зрительного анализатора:

1. Высокая разрешающая способность

- Острота зрения: Фовеальная область сетчатки, содержащая большое количество колбочек, обеспечивает максимальную остроту зрения. Это позволяет человеку различать мелкие детали объектов.

- Периферическое зрение: Хотя оно менее четкое, чем фовеальное зрение, периферическое зрение охватывает широкий угол обзора и помогает обнаружить движение и изменения в окружающей среде.

2. Цветовое восприятие

- Три типа колбочек: Колбочки в сетчатке делятся на три типа, каждый из которых чувствителен к разным длинам волн света (красный, зеленый и синий). Это позволяет человеку видеть мир в цвете.

- Смешанное восприятие: Различные комбинации активации этих типов колбочек создают множество оттенков и цветов, которые человек способен различить.

3. Световая адаптация

- Переход от дневного к ночному зрению: Зрительный анализатор способен адаптироваться к условиям освещения. В условиях низкой освещенности палочковые клетки становятся активными, обеспечивая черно-белое видение.

- Быстрая адаптация: Переход от темноты к свету занимает около 30 минут, в то время как переход от света к темноте требует всего несколько секунд.

4. **Аккомодация** - Изменение фокусировки: Хрусталик глаза способен менять свою форму, чтобы фокусировать изображение на сетчатке. Это позволяет человеку ясно видеть объекты на разных расстояниях.

5. Глубинное восприятие

- Бинокулярное зрение: Использование обоих глаз одновременно дает возможность оценивать расстояние до объектов и глубину пространства.

- Параллакс движения: Движение головы или тела создает небольшие различия в изображениях, получаемых каждым глазом, что также помогает оценить глубину.

6. Константность восприятия

- Размер константности: Несмотря на изменения размера изображения на сетчатке, зрительный анализатор сохраняет восприятие постоянного размера объекта.

- Цветовая константность: Даже при изменении условий освещения, зрительный анализатор поддерживает стабильное восприятие цвета объектов.

7. Способность к различению деталей

- Разрешение мелких деталей: Высокая плотность колбочек в центре сетчатки позволяет различать очень мелкие детали.

- Контрастная чувствительность: Способность различать тонкие градации яркости и контраста.

8. Динамическое восприятие

- Следящий взгляд: Способность следить глазами за движущимися объектами, сохраняя их в фокусе.

- Предсказательное восприятие: Зрительный анализатор может предсказывать траекторию движения объектов, что помогает быстро реагировать на изменения в окружающей среде.

9. Эмоциональная реакция

- Реакция на мимику: Зрительный анализатор играет важную роль в распознавании эмоций на лицах людей, что существенно влияет на социальное взаимодействие.

- Оценка опасности: Быстрое распознавание угрожающих объектов или ситуаций.

10. Память и обучение

- Запоминание образов: Зрительный анализатор тесно связан с памятью, позволяя запоминать и узнавать ранее увиденные образы.

- Ассоциации и обучение: Способность связывать зрительные образы с другими видами информации, что облегчает обучение и понимание окружающего мира.

Эти свойства делают зрительный анализатор уникальным инструментом восприятия, позволяющим человеку ориентироваться в сложной и динамичной окружающей среде.

Строение зрительного анализатора

Зрительный анализатор состоит из нескольких компонентов, каждый из которых выполняет свои функции. Во-первых, это глазное яблоко, которое содержит рецепторы, реагирующие на световые лучи. Затем идет проводящий путь, состоящий из волокон зрительного нерва, которые передают информацию от глаза к мозгу. Наконец, в мозге находится зрительная зона коры, где происходит обработка полученной информации и формирование изображений.

Глазное яблоко

1. **Роговица и склера.** Роговица: Прозрачная внешняя оболочка глаза, которая преломляет световые лучи и направляет их внутрь глаза. Склера: Непрозрачная белая оболочка, покрывающая большую часть глаза и придающая ему форму.

2. **Хрусталик** - расположен позади радужки и зрачка. Его функция заключается в дополнительной фокусировке света на сетчатке. Хрусталик способен изменять свою кривизну благодаря работе цилиарных мышц, что обеспечивает аккомодацию – способность видеть объекты на разных расстояниях.

3. **Радужка и зрачок** Радужка: Цветная часть глаза, содержащая мышцы, которые контролируют размер зрачка. Зрачок: Отверстие в центре радужки, через которое свет попадает внутрь глаза. Размер зрачка регулируется мышцами радужки в ответ на изменение освещенности.

4. **Сетчатка** - внутренняя оболочка глаза, содержащая фоторецепторы (палочки и колбочки), которые преобразуют световые сигналы в нервные импульсы. Палочки отвечают за черно-белое зрение при слабом освещении, а колбочки – за цветное зрение при ярком свете.

Палочки и колбочки в сетчатке глаза выполняют разные функции. **Палочки** отвечают за восприятие света и обеспечивают ночное зрение, так как они обладают высокой чувствительностью к свету и способны регистрировать даже небольшое количество фотонов. В сетчатке человека содержится около 130 миллионов палочек. Палочки содержат пигмент родопсин, который реагирует на свет, вызывая серию химических реакций и обесцвечивая зрительный пигмент. **Колбочки**, напротив, обеспечивают восприятие формы и цвета предметов. Они менее чувствительны к свету и активируются только при ярком освещении. В сетчатке человека насчитывается около 7 миллионов колбочек. Колбочки содержат пигмент йодопсин, который состоит из нескольких зрительных пигментов, чувствительных к разным частям спектра, что позволяет им обеспечивать цветное зрение.

Распределение палочек и колбочек в сетчатке неравномерно: в центре сетчатки, называемом жёлтым пятном, сосредоточено больше колбочек, что обеспечивает наилучшее видение, а на периферии преобладают палочки.

5. **Желтое пятно** (fovea centralis) – центральная часть сетчатки, богатая колбочками и ответственная за остроту зрения. Именно сюда направляется световой поток для получения четкого изображения.

Проводящий путь

1. **Зрительный нерв** - начинается от сетчатки и выходит из глаза через отверстие в склере. Он состоит из аксонов ганглиозных клеток сетчатки. Зрительный нерв проходит через зрительное перекрестье (хиазму), где перекрещиваются волокна, идущие от носовых половин сетчатки.

2. **Зрительное перекрестье (хиазма).** В хиазме волокна от носовых половин сетчатки переходят на противоположную сторону, в результате чего информация от левой половины поля зрения каждого глаза поступает в правую половину мозга, и наоборот.

3. **Зрительные тракты** - После хиазмы зрительные пути продолжают в виде зрительных трактов. Левый зрительный тракт несет информацию от правой половины поля зрения обоих глаз, а правый – от левой половины.

Подкорковые зрительные центры

1. **Латеральные колленчатые тела (LGN)** – парные образования в таламусе, куда поступают волокна зрительных трактов. Здесь происходит первичная обработка зрительной информации.

2. **Верхние холмики четверохолмия** - верхние холмики четверохолмия (superior colliculi) – структуры среднего мозга, участвующие в управлении движениями глаз и ориентацией головы в ответ на визуальные стимулы.

Кора головного мозга

1. **Зрительная кора (поле 17).** Основная зрительная кора расположена в затылочной доле мозга. Она получает информацию от LGN и занимается дальнейшим анализом и синтезом зрительных образов. В зрительной коре происходит идентификация формы, цвета, движения и глубины объектов.

2. **Ассоциативная зрительная кора.** Ассоциативные зоны зрительной коры (поля 18 и 19) участвуют в более сложном анализе и интерпретации зрительной информации, включая узнавание лиц, чтение текста и понимание смысла увиденного.

Таким образом, зрительный анализатор представляет собой сложную систему, состоящую из глазного яблока, проводящих путей и зрительной зоны коры головного мозга, обеспечивающих восприятие и обработку визуальной информации

Механизмы адаптации и компенсации

1. **Аккомодация** - Способность глаза менять фокусное расстояние для четкого видения объектов на разных расстояниях. Осуществляется путем изменения кривизны хрусталика.

2. **Конвергенция и дивергенция** - Движения глазных яблок, направленные на совмещение изображения объекта на обеих сетчатках для получения стереоскопического эффекта.

3. **Бинокулярное зрение** - Совместная работа двух глаз, позволяющая оценивать глубину пространства и объем предметов.

Зрительный анализатор – одна из самых сложных и важных сенсорных систем человеческого организма, обеспечивающая нас информацией о внешнем мире и играющая ключевую роль в нашей повседневной жизни.

Нарушения зрительного анализатора могут быть разнообразными и варьироваться по степени тяжести. Они могут затрагивать различные структуры глаза и зрительной системы, начиная от роговицы и заканчивая корковыми центрами мозга. Вот некоторые распространенные нарушения зрительного анализатора:

- *Миопия (близорукость).* Миопия характеризуется тем, что человек хорошо видит предметы вблизи, но плохо вдаль. Это происходит из-за удлинённого глазного яблока или слишком сильного преломления света хрусталиком и роговицей.
- *Гиперметропия (дальнозоркость)* При гиперметропии человек лучше видит дальние объекты, чем ближние. Это связано с укороченным глазным яблоком или недостаточно сильным преломлением света.
- *Астигматизм.* Астигматизм вызывается неравномерностью кривизны роговицы или хрусталика, что приводит к искажению изображения. Человек видит предметы размыто независимо от расстояния.
- *Пресбиопия.* Пресбиопия развивается с возрастом и связана с утратой эластичности хрусталика, что затрудняет аккомодацию (способность изменять фокусировку). Люди с пресбиопией испытывают трудности с видением близких предметов.
- *Катаракта.* Катаракта представляет собой помутнение хрусталика, что вызывает постепенную потерю зрения. Симптомы включают размытое видение, повышенную чувствительность к свету и ухудшение ночного зрения.
- *Глаукома.* Глаукома связана с повышением внутриглазного давления, что может повредить зрительный нерв. Без лечения глаукома может привести к полной потере зрения.
- *Макулодистрофия* поражает центральную часть сетчатки (макулу), что приводит к потере центрального зрения. Это заболевание часто встречается у пожилых людей.
- *Диабетическая ретинопатия.* Диабетическая ретинопатия вызвана повреждением мелких кровеносных сосудов сетчатки вследствие высокого уровня сахара в крови. Она может привести к значительным нарушениям зрения и слепоте.
- *Косоглазие (страбизм)* проявляется отклонением одного или обоих глаз от нормального положения, что нарушает бинокулярное зрение. Это может привести к амблиопии ("ленивый глаз").
- *Дальтонизм (цветовая слепота)* Дальтонизм характеризуется нарушением восприятия определенных цветов, чаще всего красного и зеленого. Это генетически обусловленное состояние.
- *Нистагм.* Нистагм представляет собой произвольные быстрые движения глаз, что мешает фиксации взгляда и ухудшает зрение.
- *Заболевания роговицы.* Заболевания роговицы, такие как кератит (воспаление роговицы) или дистрофия роговицы, могут привести к ухудшению зрения и боли в глазах.
- *Заболевания сетчатки.* Различные заболевания сетчатки, такие как отслойка сетчатки, макулярные разрывы и сосудистые патологии, могут серьезно повлиять на зрение.
- *Неврит зрительного нерва.* Неврит зрительного нерва характеризуется воспалением зрительного нерва, что приводит к внезапной потере зрения, боли при движении глаз и изменению цветового восприятия.
- *Атрофия зрительного нерва* Атрофия зрительного нерва связана с необратимым повреждением нервных волокон, что ведет к прогрессирующей потере зрения.
- *Повреждения зрительных путей и коры головного мозга.* Травмы или инсульты могут повредить зрительные пути или корковые центры мозга, отвечающие за обработку визуальной информации, что приведет к частичной или полной потере зрения.

Слуховой

Слуховой анализатор — это сложная система, ответственная за восприятие и обработку звуковых сигналов. Она состоит из нескольких компонентов, каждый из которых играет важную роль в процессе слуха.

Строение слухового анализатора:

1. Ухо:

- Наружное ухо: Включает ушную раковину и наружный слуховой проход. Ушная раковина собирает звуки и направляет их в слуховой проход.

- Среднее ухо: Содержит барабанную перепонку и три маленькие кости (молоточек, наковальня и стремечко), которые усиливают и передают звуковые колебания во внутреннее ухо.

- Внутреннее ухо: Включает улитку, заполненную жидкостью, где находятся слуховые рецепторы (волосковые клетки).

2. Нервы: Слуховой нерв: Передает электрические сигналы от волосковых клеток в мозг.

3. Мозг: Кора головного мозга: Обработывает и интерпретирует звуковые сигналы, позволяя нам понимать речь, музыку и другие звуки.

Процесс восприятия звука:

1. Звуковые волны: Попадают в ушную раковину и проходят через наружный слуховой проход, достигая барабанной перепонки.

2. Колебания барабанной перепонки: Звуковые волны заставляют барабанную перепонку вибрировать, передавая эти колебания на молоточек.

3. Передача колебаний: Молоточек передает колебания на наковальню, а та — на стремечко, которое, в свою очередь, передает их во внутреннее ухо.

4. Преобразование в электрические сигналы: Во внутреннем ухе, в улитке, колебания жидкости вызывают вибрацию волосковых клеток, которые преобразуют механические колебания в электрические сигналы.

5. Передача сигналов в мозг: Электрические сигналы передаются по слуховому нерву в мозг, где они обрабатываются и интерпретируются.

Слуховой анализатор играет ключевую роль в общении, восприятии окружающей среды и безопасности. Он позволяет нам слышать речь, музыку, шумы природы и предупреждения об опасности. Без нормального функционирования слухового анализатора люди испытывают трудности с пониманием речи, ориентацией в пространстве и реагированием на внешние угрозы.

Нарушение работы слухового анализатора может привести к различным проблемам, таким как тугоухость, шум в ушах (тиннитус) и потеря слуха. Важно заботиться о своем слухе, избегая громких звуков и регулярно проверяя слух у специалиста.

Слуховой анализатор обладает множеством уникальных свойств, которые позволяют ему эффективно воспринимать и обрабатывать звуковые сигналы. Вот некоторые из ключевых свойств слухового анализатора:

1. Широкий диапазон частот

- Частотные характеристики: Человек способен слышать звуки в диапазоне от примерно 20 Гц до 20 кГц. Однако наибольшая чувствительность приходится на частоты от 1000 до 4000 Гц, что соответствует диапазону человеческой речи.

- Выделение отдельных частот: Слуховой анализатор способен выделять отдельные частоты из сложного звукового сигнала, что позволяет различать мелодии и речь.

2. Высокая чувствительность

- Минимальный порог слышимости: Человеческий слух чрезвычайно чувствителен и способен воспринимать звуки очень малой интенсивности. Минимальный уровень звука, который человек может услышать, составляет около 0 дБ SPL (уровень звукового давления).

- Диапазон динамических изменений: Слуховой анализатор может воспринимать звуки в широком диапазоне уровней громкости, от едва заметных шорохов до громких взрывов.

3. Локализация источника звука

- Бинауральное слушание: Использование двух ушей позволяет определить направление прихода звука. Разница во времени прибытия звука к каждому уху и разница в уровне громкости используются для определения местоположения источника звука.

- Скорость и точность: Локализация звука происходит практически мгновенно, что позволяет быстро реагировать на звуки, исходящие из разных направлений.

4. Распознавание речи

- Фонематический анализ: Слуховой анализатор способен различать мельчайшие различия в звуках речи, что позволяет правильно понимать произносимые слова.
- Устойчивость к помехам: Даже в условиях шума или реверберации слуховой анализатор часто способен выделять и понимать речь.

5. Музыкальность

- Мелодичность и ритм: Слуховой анализатор способен воспринимать и различать музыкальные тона, интервалы и ритмы, что делает возможным наслаждение музыкой.
- Гармоничность: Способность различать гармонические составляющие звуков и оценивать их согласованность.

6. Адаптация к уровню звука

- Аудиометрическая адаптация: Слуховой анализатор приспосабливается к длительным изменениям уровня звука, повышая или понижая свою чувствительность.
- Защита от перегрузки: При слишком громких звуках срабатывают защитные механизмы, предотвращающие повреждение слуховых рецепторов.

7. Дискретизация звуков

- Различение звуков: Слуховой анализатор способен отличать одни звуки от других, основываясь на их частоте, амплитуде, продолжительности и спектральных характеристиках.
- Идентификация источников: Способность ассоциировать определенные звуки с конкретными источниками, например, голос конкретного человека или звук знакомого инструмента.

8. Эмоциональная реакция

- Ответ на музыку и речь: Слуховой анализатор играет важную роль в эмоциональной реакции на музыку и речь, способствуя возникновению чувства радости, грусти, страха и других эмоций.
- Социальная значимость: Способность слышать и понимать речь других людей является основой социального взаимодействия и коммуникации.

9. Память и обучение

- Запоминание звуков: Слуховой анализатор тесно связан с памятью, позволяя запоминать и узнавать ранее услышанные звуки.
- Ассоциации и обучение: Способность связывать звуки с другими видами информации, что облегчает обучение и понимание окружающего мира.

10. Компенсаторные механизмы

- Компенсация потери слуха: При потере слуха на одном ухе слуховой анализатор может частично компенсировать это, улучшая восприятие звуков другим ухом.
- Тренировка слуха: Постоянная тренировка слуха может улучшить его эффективность и точность.

Эти свойства делают слуховой анализатор важным инструментом восприятия, позволяющим человеку ориентироваться в акустическом окружении и эффективно общаться с другими людьми.

Нарушения слухового анализатора могут быть связаны с различными факторами, такими как возрастные изменения, травмы, инфекции, генетические факторы и другие причины. Вот некоторые из возможных нарушений:

- *Кондуктивная* тугоухость возникает из-за препятствия прохождения звука через наружное и среднее ухо. Причины могут включать:
 - Серные пробки: Скопление серы в ушном канале блокирует прохождение звука.
 - Перфорация барабанной перепонки: Повреждение барабанной перепонки может препятствовать передаче звуковых колебаний.
 - Отиты среднего уха: Воспаление среднего уха может привести к накоплению жидкости и снижению слуха.

- Отосклероз: Рост костной ткани в среднем ухе, который блокирует движение слуховых косточек.

• *Нейросенсорная* тугоухость связана с повреждением внутреннего уха (улитки) или слухового нерва. Причины могут включать:

- Возрастные изменения: Потеря слуха с возрастом (пресбиакузис) является распространенным явлением.

- Шумовое повреждение: **Длительное воздействие громкого шума может повредить волосковые клетки улитки.**

- Инфекции: Менингит, вирусные инфекции и другие болезни могут повредить внутреннее ухо.

- Генетические факторы: Наследственная предрасположенность к потере слуха.

- Некоторые лекарства: Определенные антибиотики, химиотерапевтические препараты и диуретики могут вызывать повреждение слухового нерва.

• *Сенсоневральная* тугоухость связана с проблемами в обработке звуковой информации в центральной нервной системе.

• *Тиннитус* представляет собой субъективное восприятие звука (шума, звона, гудения) в ушах или голове при отсутствии внешнего источника звука.

• *Гиперакузия* — это повышенная чувствительность к обычным звукам, которые кажутся чрезмерно громкими и неприятными.

• *Рекрутмент* — это резкое усиление громкости звука при незначительном увеличении интенсивности сигнала. Это характерно для нейросенсорной тугоухости и может мешать восприятию речи.

• *Синдром Ушера* — это наследственное заболевание, характеризующееся сочетанием тугоухости и прогрессирующей потери зрения (ретиinit пигментозный).

• *Акустическая невринома* — доброкачественная опухоль слухового нерва, которая может вызывать потерю слуха, шум в ушах и проблемы с равновесием.

• *Ототоксичность* — это повреждение слухового анализатора под воздействием токсинов, содержащихся в некоторых лекарственных препаратах, промышленных химических веществах и продуктах питания.

• *Мастоидит* — воспаление сосцевидного отростка височной кости, которое может привести к временной потере слуха и другим осложнениям.

Обонятельный

Строение обонятельного анализатора

Обонятельный анализатор — это специализированная система, предназначенная для восприятия и анализа запахов. Он играет важную роль в определении качества пищи, обнаружении опасности и общении с окружающей средой.

Давайте рассмотрим его строение и функции более детально.

1. Обонятельный эпителий: Обонятельный эпителий располагается в верхней части носовой полости, прямо над перегородкой носа.

- Состав: Эпителий содержит специализированные *обонятельные рецепторные клетки*, поддерживающие клетки и базальные клетки. Обонятельные рецепторные клетки: Эти биполярные нейроны имеют реснички, которые контактируют с воздухом и содержат белки-рецепторы, способные связываться с молекулами пахучих веществ.



2. Обонятельные нервы. Аксоны обонятельных рецепторных клеток формируют обонятельные нервы, которые проникают через отверстия в решетчатой кости черепа и соединяются с обонятельными луковицами. У человека примерно 20-40 обонятельных нервов.

3. Обонятельные луковицы представляют собой скопления нейронов, которые принимают и обрабатывают информацию от обонятельных рецепторов.

- Структура: Каждая луковица состоит из нескольких слоёв нейронов, включая митральные клетки, которые передают информацию дальше в мозг.

4. Обонятельный тракт. От обонятельных луковиц информация передаётся по обонятельному тракту к различным областям мозга. Часть волокон идёт к гипоталамусу, другим важным центром является обонятельная кора, расположенная в височной доле мозга.

5. Обонятельная кора включает в себя несколько областей, таких как препириформная кора и аммоновый рог, которые участвуют в распознавании и запоминании запахов. Обонятельная кора связана с лимбической системой, что объясняет влияние запахов на эмоции и поведение.

Функции обонятельного анализатора

1. Воздействие летучего вещества. Молекулы пахучего вещества попадают в нос и растворяются в слизи, покрывающей обонятельный эпителий. Эти молекулы связываются с белками-рецепторами на ресничках обонятельных рецепторных клеток.

2. Генерация электрического сигнала. Связывание молекулы с рецептором вызывает каскад биохимических реакций внутри клетки, что приводит к открытию ионных каналов и изменению мембранного потенциала. Изменение мембранного потенциала генерирует электрический импульс, который распространяется вдоль аксона обонятельной рецепторной клетки.

3. Передача сигнала в мозг. Электрический импульс достигает обонятельной луковицы, где он обрабатывается и усиливается. Далее сигнал передаётся по обонятельному тракту к обонятельной коре и другим связанным областям мозга.

4. Распознавание запаха. В обонятельной коре происходит окончательное распознавание и интерпретация запаха. Запахи могут вызывать различные эмоциональные и поведенческие реакции благодаря связям с лимбической системой.

Особенности обонятельного анализатора

- Высокая чувствительность: Человек способен различать тысячи различных запахов, хотя число обонятельных рецепторов меньше, чем у многих животных.
- Быстрая адаптация: При длительном воздействии одного и того же запаха обонятельные рецепторы быстро адаптируются, и мы перестаём его замечать.
- Память на запахи: Запахи часто ассоциируются с воспоминаниями и эмоциями, что связано с тесной связью обонятельной системы с лимбической системой.

Патологии обонятельного анализатора

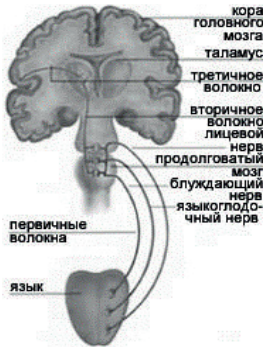
- *Аносмия*: Потеря способности ощущать запахи, которая может быть вызвана травмами, инфекциями или заболеваниями. *Гипосмия*: Сниженная чувствительность к запахам. *Паросмия*: Извращение восприятия запахов, когда приятные запахи кажутся неприятными. *Фантосмия*: Ощущение несуществующих запахов, часто связанное с неврологическими расстройствами.

Обонятельный анализатор — это важная часть нашей сенсорной системы, которая позволяет нам ориентироваться в окружающей среде, наслаждаться ароматами и избегать опасностей.

Вкусовой

Вкусовой анализатор — это комплексная система, которая позволяет человеку воспринимать и различать вкусовые ощущения. Эта система играет важную роль в питании, помогая определить качество пищи и избежать употребления потенциально вредных веществ. Давайте рассмотрим строение и функции вкусового анализатора более детально.

Строение вкусового анализатора



1. Вкусовые рецепторы располагаются преимущественно на языке, но также присутствуют на нёбе, глотке и стенках пищевода. Вкусовые рецепторы организованы в виде вкусовых почек, которые находятся в сосочках языка. Всего существует четыре типа сосочков: *грибовидные, желобоватые, листовидные и нитевидные.*

- Типы вкусовых рецепторов: Существуют пять основных типов вкусовых ощущений: сладкий, соленый, кислый, горький и умами (мясной вкус). Каждый тип рецепторов специфически реагирует на соответствующие вещества.

2. Вкусовая иннервация

Вкусовая информация передается в мозг через три пары черепных нервов: лицевой нерв (VII пара), языкоглоточный нерв (IX пара) и блуждающий нерв (X пара). *Нервы*

передают информацию от вкусовых рецепторов к ядрам продолговатого мозга, откуда она далее следует к таламусу и, наконец, к вкусовой коре в островковой доле мозга.

3. ЦНС

- Таламус служит промежуточным центром обработки вкусовой информации перед её передачей в кору головного мозга.

- Вкусовая кора. Окончательная обработка и распознавание вкуса происходят в островковой доле коры головного мозга, где формируются субъективные вкусовые ощущения.

Функционирование вкусового анализатора

1. Контакт с пищей - Когда пища попадает в рот, она растворяется в слюне, и молекулы веществ, определяющих вкус, вступают в контакт с вкусовыми рецепторами.

2. Активация рецепторов - Молекулы веществ связываются с соответствующими рецепторами на поверхности вкусовых клеток, вызывая изменение ионного состава мембраны и генерацию электрического сигнала.

3. Передача сигнала - Электрический импульс передается по нервным волокнам к ядрам продолговатого мозга, откуда — к таламусу, а затем — к вкусовой коре.

4. Распознавание вкуса - Вкусовой кортекс анализирует поступившую информацию и формирует субъективное ощущение вкуса, которое может варьироваться в зависимости от индивидуальных предпочтений и опыта.

Особенности вкусового анализатора

- **Адаптация:** Вкусовые рецепторы быстро адаптируются к постоянным стимулам, поэтому при длительном употреблении одной и той же пищи её вкус становится менее выраженным.

- **Взаимодействие с обонянием:** Вкус и запах тесно взаимосвязаны. Большая часть того, что мы воспринимаем как вкус, на самом деле обусловлено запахом пищи.

- **Индивидуальные различия:** Люди могут иметь разную чувствительность к определенным вкусам, что объясняется генетическими факторами и личным опытом.

Патологии вкусового анализатора

- **Агевзия:** Полная потеря способности ощущать вкус, которая может быть вызвана повреждением нервов, инфекциями или заболеваниями. **Гипогевзия:** Сниженная чувствительность к вкусу. **Дисгевзия:** Извращение восприятия вкуса, когда привычные продукты начинают казаться неприятными. **Фантагевзия:** Ощущение несуществующего вкуса, часто связанное с неврологическими расстройствами.

Вкусовой анализатор — это важный элемент нашей сенсорной системы, позволяющий нам наслаждаться едой и избегать потребления вредных веществ.

Тактильный

Тактильный анализатор — это сложная сенсорная система, отвечающая за восприятие прикосновения, давления, вибрации и температуры. Она состоит из *рецепторов кожи, нервных путей и соответствующих областей мозга*, обрабатывающих информацию. Рецепторы кожи реагируют на механические и температурные стимулы, посылают сигналы по нервным волокнам в спинной мозг, а затем в кору головного мозга, где информация интерпретируется и осознаётся. Тактильная чувствительность играет важную роль в восприятии окружающей среды и обеспечении безопасности организма.

Кожный анализатор — это сложная система, состоящая из рецепторов кожи, нервных путей и центральных отделов мозга, участвующих в восприятии и обработке различных типов ощущений, таких как прикосновение, давление, вибрация, тепло, холод и боль. Рассмотрим подробнее его строение и функции.

Строение кожного анализатора

1. Периферический отдел

Кожный покров состоит из трёх основных слоев:

- Эпидермис: Внешний слой, содержащий клетки, способные ощущать прикосновения и температуру.
- Дерма: Средний слой, содержащий кровеносные сосуды, волосные фолликулы, потовые железы и большинство рецепторов.
- Гиподерма (подкожно-жировая клетчатка): Самый глубокий слой, служащий для теплоизоляции и амортизации.

Типы рецепторов

В коже расположены различные типы рецепторов, каждый из которых специализирован на восприятии определённого типа стимула:

- Механорецепторы: Воспринимают прикосновение, давление и вибрацию.
- Тельца Пачини: Чувствительны к давлению и вибрации.
- Тельца Мейснера: Ответственны за восприятие лёгких прикосновений.
- Диск Меркеля: Обеспечивают ощущение давления и текстуры поверхности.
- Терморецепторы: Восприятие температуры.
- Тепловые рецепторы (терморецепторы): Реагируют на повышение температуры.
- Холодовые рецепторы (терморецепторы): Реагируют на снижение температуры.
- Термические ноцицепторы: Активируются при экстремально высоких или низких температурах.
- Ноцицепторы: Воспринимают болевые стимулы.
- Механические ноцицепторы: Реагируют на механическое повреждение.
- Химические ноцицепторы: Чувствительны к химическим веществам, вызывающим воспаление или раздражение.

2. Проводниковый отдел. Нервные пути. Сигналы от кожных рецепторов передаются по афферентным нервным волокнам к спинному мозгу, а затем к различным участкам мозга, включая таламус и кору головного мозга.

- Спинальные нервы: передают информацию от конечностей и туловища.
- Черепные нервы: передают информацию от лица и шеи.

3.Центральный отдел. Кора головного мозга. Центральная обработка кожной информации происходит в нескольких участках мозга:

- Таламус: Первичный центр обработки сенсорной информации.
- Соматосенсорная кора: Расположена в постцентральной извилине теменной доли. Здесь происходит окончательная обработка и осознание кожной чувствительности.

Функции кожного анализатора

- **Тактильная чувствительность.** Позволяет нам чувствовать прикосновения, давление и текстуру поверхностей. Это важно для манипуляций с предметами и взаимодействия с окружающим миром.

- Температурная чувствительность. Обеспечивает защиту организма от перегрева и переохлаждения, позволяя избегать опасных температурных условий.
- Болевой чувствительность (ноцицепция). Играет ключевую роль в защите организма от повреждений, сигнализируя о потенциально вредных воздействиях.
- Вибрационная чувствительность. Помогает нам ощущать колебания и вибрации, что особенно важно при использовании инструментов и механизмов.
- Осязание. Комплексная функция, включающая тактильную, температурную и болевую чувствительность, а также восприятие формы, размера и текстуры объектов.

Патологии кожного анализатора

Различные заболевания могут нарушать нормальную функцию кожного анализатора:

- Невропатии: Нарушения нервной проводимости, приводящие к снижению чувствительности или появлению аномальных ощущений.
- Дерматиты: Воспалительные процессы кожи, сопровождающиеся зудом, болью и изменением чувствительности.
- Аллодиния: Болезненная реакция на обычно безболезненные стимулы (например, лёгкое прикосновение).
- - Гипестезия: Снижение чувствительности к различным видам стимулов.
- Гиперпатия: Повышенная чувствительность и болезненность при воздействии обычных стимулов.

Кожный анализатор играет важнейшую роль в обеспечении безопасности и комфорта нашего существования, предоставляя ценную информацию о состоянии внешней среды и нашем взаимодействии с ней.

Тактильные рецепторы распределены неравномерно по телу. Наибольшая плотность рецепторов наблюдается на кончиках пальцев, губах и языке, что делает эти области особенно чувствительными.

Различные типы рецепторов имеют свои специфические функции и отвечают за восприятие конкретных типов стимулов.

Тема 5.3. Внутренние анализаторы

Интероцептивные

Интероцептивные анализаторы отвечают за восприятие сигналов от внутренних органов организма. Они формируют ощущения, такие как голод, усталость и жажда, которые сигнализируют о состоянии внутренних органов и функционировании организма в целом. Эти ощущения играют важную роль в поддержании гомеостаза и выживании организма, предупреждая о возможных опасностях и необходимости удовлетворения базовых потребностей.

Интероцептивные анализаторы — это специализированные системы, ответственные за восприятие внутренних состояний организма. Они включают в себя рецепторы, расположенные в органах и тканях тела, которые реагируют на изменения внутренней среды, такие как уровень кислорода, pH, осмотическое давление, температура и другие параметры.

Интероцептивная информация передается в центральную нервную систему, где она обрабатывается и используется для регуляции гомеостаза и адаптации организма к изменениям внешней и внутренней среды.

Основные компоненты интероцептивных анализаторов включают:

1. Рецепторы:

- Барорецепторы: реагируют на изменение артериального давления.
- Хеморецепторы: воспринимают изменения химического состава крови, такие как уровни углекислого газа, кислорода и pH.
- Осморецепторы: регистрируют изменения осмотического давления жидкостей организма.

- Терморецепторы: обнаруживают изменения температуры тканей и органов.

2. Проводящие пути. Информация от рецепторов передается по афферентным нервным волокнам к различным уровням центральной нервной системы, включая спинной мозг, ствол мозга и гипоталамус.

3. Центральные структуры. Центральная нервная система обрабатывает и интегрирует интероцептивную информацию, используя ее для регулирования физиологических функций и поведения. Ключевыми областями являются гипоталамус, миндалина и островковая кора.

Функции интероцептивных анализаторов включают: - Регуляцию сердечно-сосудистой системы. - Контроль дыхания. - Поддержание водно-солевого баланса. - Терморегуляцию. - Участие в эмоциях и субъективных переживаниях.

Интероцептивные сигналы также играют важную роль в формировании эмоциональных состояний и восприятии боли.

Таким образом, интероцептивные анализаторы представляют собой важный компонент общей сенсорной системы организма, обеспечивающий поддержание внутреннего равновесия и адаптацию к изменяющимся условиям. Интероцептивные анализаторы играют важную роль в передаче информации о состоянии внутренних органов и систем организма.

На их работу могут влиять различные факторы, включая:

1. Возраст: С возрастом чувствительность интероцептивных анализаторов может снижаться, что приводит к ухудшению восприятия внутренних состояний организма.
2. Заболевания: Некоторые заболевания, такие как диабет, сердечно-сосудистые заболевания и неврологические расстройства, могут нарушать работу интероцептивных анализаторов.
3. Стресс: Длительное пребывание в состоянии стресса может негативно сказываться на работе интероцептивных анализаторов, приводя к искаженному восприятию внутренних сигналов.
4. Медикаментозное лечение: Некоторые лекарства могут изменять чувствительность интероцептивных анализаторов, что может приводить к изменению восприятия внутренних состояний.
5. Физическая активность: Недостаточная физическая активность может снижать чувствительность интероцептивных анализаторов, тогда как регулярная физическая нагрузка способствует улучшению их работы.
6. Алкоголь и курение: Употребление алкоголя и курение могут ухудшать работу интероцептивных анализаторов, снижая их чувствительность и способность передавать точные сигналы.
7. Генетика: Наследственность также играет роль в работе интероцептивных анализаторов. Некоторые генетические факторы могут предрасполагать к повышенной или пониженной чувствительности этих систем.

Важно учитывать влияние всех этих факторов на работу интероцептивных анализаторов для поддержания здоровья и благополучия организма.

Проприоцептивные

Проприоцептивный анализатор относится к системе восприятия собственного тела и его положения в пространстве. Его основными функциями являются:

1. Ощущение положения тела в пространстве: Проприоцепторы, расположенные в мышцах, сухожилиях и суставах, позволяют нам чувствовать, в каком положении находятся наши конечности и тело в данный момент времени.

2. Регулирование мышечного тонуса: Проприоцептивная обратная связь помогает поддерживать тонус мышц, необходимый для поддержания позы и выполнения движений.

3. Координация движений: Проприоцепторы помогают синхронизировать движения различных частей тела, обеспечивая плавность и точность движений.

4. Осознание силы сокращения мышц: Проприоцепторы дают информацию о том, сколько усилий необходимо приложить для выполнения определенного действия.

Основные элементы проприоцептивного анализатора включают:

1. Рецепторы:

– Мышечные веретена: реагируют на изменение длины мышцы.

- Суставные рецепторы: воспринимают изменения угла сустава.
- Сухожильные органы Гольджи: регистрируют напряжение сухожилий.

2. **Проводящие пути.** Информация от рецепторов передается по афферентным нервным волокнам к различным уровням центральной нервной системы, включая спинной мозг, ствол мозга и мозжечок.

3. **Центральные структуры** Центральная нервная система обрабатывает и интегрирует проприоцептивную информацию, используя ее для координации движений и поддержания равновесия. Ключевыми областями являются мозжечок, базальные ганглии и моторная кора.

Пример проприоцептивной деятельности — это способность человека ходить, не задумываясь о том, какие мышцы он использует и каковы углы сгибания суставов. Проприоцептивные сигналы также важны для выполнения сложных двигательных задач, таких как игра на музыкальных инструментах или занятия спортом.

Патологии проприоцептивного анализатора:

- Мышечные спазмы и судороги: Из-за недостатка притока крови к мышцам или нервным повреждениям возникают неконтролируемые мышечные спазмы и судороги.

- Склеродермия и псориазические заболевания кожи: Изменения в структуре кожи, которые могут вызывать зуд и жжение, мешающие нормальному восприятию прикосновения.

Нарушения в работе этого анализатора могут привести к трудностям с координацией движений и поддержанием баланса.

Висцеральный анализатор

Висцеральный анализатор — это система, которая отвечает за восприятие и обработку информации от внутренних органов, таких как сердце, желудок, кишечник, мочевой пузырь и другие. Висцеральные ощущения включают в себя такие состояния, как *голод*, *насыщение*, *тошнота*, *боль*, *дискомфорт* и многие другие. Эти ощущения играют важную роль в поддержании гомеостаза организма и регулировании его функций.

Основными элементами висцерального анализатора являются:

- **Рецепторы:** Специализированные нервные окончания, расположенные в стенках внутренних органов. Они реагируют на растяжение стенок, давление, химический состав содержимого и другие параметры.

- **Проводниковый отдел:** Нервные пути, по которым информация от рецепторов передается в спинной мозг и далее в мозг.

- **Центральный отдел:** Области мозга, которые получают и обрабатывают висцеральную информацию. Основными центрами являются гипоталамус, лимбическая система и кора головного мозга.

Висцеральная чувствительность отличается от других видов чувствительности своей диффузностью и субъективностью. Часто бывает трудно точно локализовать источник висцеральной боли или дискомфорта, и ощущения могут быть размытыми и неопределёнными.

Нарушения в работе висцерального анализатора могут проявляться различными заболеваниями, такими как синдром раздраженного кишечника, гастрит, язва желудка и другие. Правильная диагностика и лечение таких состояний требуют комплексного подхода, учитывающего как физическую, так и психологическую составляющую.

Болевые рецепторы

Болевые рецепторы, известные как *ноцицепторы*, являются специализированными окончаниями чувствительных нейронов, расположенными в коже, подкожных тканях, мышцах, суставах, слизистых оболочках и некоторых внутренних органах. Их функция заключается в обнаружении потенциально вредных стимулов, таких как высокая температура, интенсивное давление, химическое воздействие или повреждение тканей.

Когда эти рецепторы активируются, они генерируют электрический потенциал, который распространяется вдоль аксона до спинного мозга. В спинном мозгу этот сигнал переходит на второй нейрон, который переносит его дальше вверх по спинному мозгу к таламусу — важной структуре в мозге, служащей "переключателем" для многих видов сенсорной информации.

Из таламуса сигнал направляется в кору головного мозга, особенно в соматосенсорную кору, где он обрабатывается и осознается как боль. Другие области мозга, такие как лимбическая система, также вовлекаются в обработку боли, влияя на эмоциональные и поведенческие реакции на болезненный стимул.

Кроме передачи сигнала о боли, центральная нервная система также участвует в модуляции болевых ощущений. Например, система подавления боли, известная как антиноцицептивная система, может уменьшать восприятие боли путем выделения эндорфинов и энкефалинов — естественных обезболивающих веществ.

Таким образом, связь между болевыми рецепторами и центральной нервной системой является двунаправленной: сигналы от периферийных рецепторов поступают в ЦНС для обработки и интерпретации, а ЦНС, в свою очередь, может влиять на интенсивность восприятия боли через механизмы модуляции.

Вестибулярный

За поддержание равновесия отвечает вестибулярный анализатор. Этот анализатор расположен во внутреннем ухе и состоит из двух основных компонентов:

1. **Полукружные каналы**, которые реагируют на угловые ускорения и изменения положения головы относительно вертикальной оси. Отвечают за восприятие углового ускорения (вращение головы).

2. **Отолитовый аппарат**, включающий мешочки утрикулос и саккулос, отвечающие за восприятие линейных ускорений и гравитации. Отвечает за восприятие линейного ускорения и гравитации.

Когда мы двигаемся или меняем положение тела, жидкость в полукружных каналах перемещается, стимулируя специальные волосковые клетки. Эти клетки преобразуют механическое движение в нервные импульсы, которые затем передаются в мозг. На основе этой информации мозг корректирует работу мышц, поддерживая наше равновесие.

Таким образом, вестибулярный анализатор играет ключевую роль в координации движений и обеспечении устойчивости тела в пространстве. Он предоставляет мозгу информацию о положении тела в пространстве и изменениях его ориентации.

Основные функции вестибулярного анализатора:

1. **Поддержка равновесия:** Вестибулярный аппарат постоянно отслеживает положение головы и тела относительно гравитационного поля Земли. Эта информация необходима для поддержания устойчивого положения тела, будь то стояние, сидение или ходьба.

2. **Коррекция движений:** При изменении положения головы или тела вестибулярный анализатор мгновенно реагирует, посылая сигналы в мозг, которые инициируют соответствующие корректирующие движения мышц. Это позволяет человеку сохранять устойчивость даже при резких движениях или изменениях скорости.

3. **Синхронизация движений глаз и головы:** Вестибулоокулярный рефлекс (VOR) обеспечивает стабилизацию изображений на сетчатке глаза при движении головы. Это означает, что когда голова движется, глаза автоматически компенсируют это движение, позволяя видеть объекты четко и стабильно.

4. **Участие в пространственной ориентации:** Вестибулярный анализатор вместе с визуальными и проприоцептивными сигналами помогает формировать представление о положении тела в окружающем пространстве. Это особенно важно при выполнении сложных движений, требующих точной координации, таких как танцы, спорт или вождение автомобиля.

Информация от этих структур передается в мозг через вестибулярные нервы, где она интегрируется с данными от других сенсорных систем, таких как зрение и проприоцепция, для создания полной картины положения и движения тела.

Примеры важности вестибулярного анализатора:

- *Ходжение по неровной поверхности: Вестибулярный анализатор помогает поддерживать равновесие при ходьбе по неровной местности, корректируя движения ног и туловища.*
- *Езда на велосипеде: Для сохранения баланса на велосипеде требуется постоянная коррекция положения тела, основанная на данных от вестибулярного аппарата.*
- *Спортивные достижения: Спортсмены, такие как гимнасты или фигуристы, полагаются на свой вестибулярный анализатор для выполнения сложных вращательных движений и сохранения контроля над телом.*

Нарушения вестибулярного анализатора:

- Вестибулярная недостаточность: Проблемы с поддержанием равновесия, возникающие при нарушениях работы вестибулярного аппарата, например, при болезнях вестибулярного нерва.
- Лабиринтные нарушения: Нарушения ориентации в пространстве, связанные с проблемами в функционировании полукружных каналов внутреннего уха.
- Проблемы с вестибулярным анализатором при хронических заболеваниях:
- Менингит. Воспаление мозговых оболочек, которое может привести к сильной головной боли, лихорадочной температуре, мышечной слабости и нарушению равновесия.
- Энцефалия. Воспаление мозга, которое может сопровождаться головной болью, повышением температуры тела, нарушением равновесия и координации движений.

Без нормально функционирующего вестибулярного анализатора человек испытывал бы значительные трудности с выполнением даже самых простых движений, таких как ходьба или поворот головы. Поэтому этот анализатор является ключевым элементом нашей способности эффективно двигаться и ориентироваться в пространстве.

Анализаторы позволяют организму эффективно воспринимать, проводить и анализировать информацию, обеспечивая адекватное поведение и реакцию на изменения в окружающей среде и внутреннем состоянии.

- Зрение: восприятие света, преобразование световых сигналов в электрические импульсы, передача их в зрительную кору головного мозга.
- Слух: восприятие звуковых волн, преобразование механических колебаний в нервные сигналы, обработка звука в слуховой коре.
- Осязание: тактильные рецепторы кожи воспринимают прикосновения, давление, температуру, передают информацию в мозг.
- Обоняние: восприятие химических веществ через обонятельные рецепторы, передача сигнала в обонятельную зону коры.
- Вкус: вкусовые рецепторы языка реагируют на химические вещества пищи, информация передается в мозг.
- Проприорецепция: восприятие положения тела в пространстве, работа мышц и суставов.
- Вестибулярная система: восприятие равновесия и ускорения, работа полукружных каналов внутреннего уха.

Тема 5.4. Механизмы адаптации и компенсации

Адаптация

Адаптация анализаторов происходит на уровне рецепторов и центральных нервных структур. Основные этапы процесса адаптации включают:

1. Первичная адаптация: Происходит на уровне рецепторов. Когда постоянный стимул воздействует на рецептор длительное время, его чувствительность снижается, и он начинает генерировать меньше нервных импульсов.

- Например, если вы находитесь в комнате с сильным запахом, сначала ваш нос будет активно реагировать на него, но со временем вы перестанете замечать этот запах.

2. Вторичная адаптация: Если стимул продолжает действовать долгое время, происходит вторичная адаптация на уровне центральных нервных структур. Мозг начинает игнорировать сигналы от рецепторов, относящиеся к постоянному стимулу.

- Например, если вы долго сидите на стуле, ваши кожные рецепторы перестают посылать сигналы о давлении стула на ваше тело, и вы перестаёте это ощущать.

Примеры адаптации анализаторов

1. Зрительный анализатор:

- Если вы входите в тёмную комнату, ваши глаза сначала плохо видят, но через некоторое время они адаптируются, и вы начинаете различать предметы.

- Аналогично, при выходе на яркий свет глаза временно слепнут, но вскоре адаптируются к новому уровню освещённости.

2. Слуховой анализатор:

- Если вы находитесь в шумном месте, например, на концерте, вначале громкая музыка может показаться невыносимой, но спустя какое-то время вы привыкаете к этому уровню шума.

- Также, если вы работаете в тихом офисе, любой незначительный шум может казаться громким, пока вы не привыкнете к новой обстановке.

3. Тактильный анализатор:

- Если вы надеваете новую одежду, сначала можете ощущать её ткань на коже, но постепенно привыкаете и перестаёте обращать внимание на эти ощущения.

- Подобным образом, если вы носите часы или браслет, сначала вы будете чувствовать их вес и давление, но со временем перестанете это замечать.

Адаптация анализаторов имеет важное значение для нормальной жизнедеятельности. Она позволяет организму:

- Игнорировать несущественную информацию и концентрироваться на важных изменениях.

- Экономить энергетические ресурсы, не тратя их на обработку постоянных раздражителей.

- Предотвращать перегрузку нервной системы.

Однако стоит отметить, что чрезмерная адаптация может иметь и негативные последствия. Например, если человек долго подвергается воздействию вредных факторов (шум, токсины и т.п.), его организм может не успеть вовремя среагировать на опасность, что приведёт к развитию заболеваний.

Адаптация анализаторов — это тонкий баланс между необходимостью реагировать на важные изменения и способностью игнорировать постоянное окружение, что делает этот механизм жизненно важным для эффективного функционирования организма.

Компенсация при нарушении функций одного из анализаторов другими системами

Компенсация при нарушении функций одного из анализаторов другими системами Это сложный биологический механизм, который позволяет организму адаптироваться к повреждению или дисфункции одного из своих анализаторов, используя оставшиеся здоровые системы для восполнения утраченных функций. Этот процесс называется компенсацией или пластичностью нервной системы.

Примеры компенсации

1. Слепота и усиление слуха/осязания:

- Люди, потерявшие зрение, часто развивают повышенную чувствительность к звукам и тактильным ощущениям. Их слух и осязание становятся более острыми, помогая им ориентироваться в пространстве и получать информацию об окружающей среде.

2. Глухота и развитие чтения по губам:

- Глухие люди учатся читать по губам, чтобы компенсировать потерю слуха. Это позволяет им продолжать общение с помощью визуальных сигналов.

3. Потеря обоняния и улучшение вкуса:

- Потеря обоняния может привести к тому, что человек начнёт больше полагаться на свои вкусовые рецепторы для получения информации о пище и окружающей среде.

Механизмы компенсации

1. **Нейропластичность** - это способность мозга реорганизовывать свои связи и функции в ответ на изменения в окружающей среде или повреждения. Например, при утрате зрения мозг может перераспределить ресурсы, ранее используемые для обработки визуальной информации, на усиление слуха или осязания.

2. **Сенсорная интеграция** - это процесс объединения информации от различных анализаторов для формирования единого восприятия. Например, слепые люди используют комбинацию слуха, осязания и остаточного зрения (если есть) для создания мысленного образа окружения.

3. **Активное использование оставшихся анализаторов** - после утраты одной из сенсорных систем человек начинает использовать оставшиеся анализаторы более интенсивно. Это может включать активное обучение новым навыкам, таким как чтение по губам или ориентирование с помощью трости.

Компенсация играет важную роль в сохранении качества жизни и независимости человека после утраты одного из анализаторов. Она позволяет людям адаптироваться к новым условиям и продолжать функционировать в обществе, несмотря на ограничения. Этот процесс также демонстрирует удивительную гибкость и адаптивность человеческого мозга и нервной системы.

Таким образом, компенсация — это естественный защитный механизм, который помогает организму справляться с нарушениями сенсорных систем, перераспределяя ресурсы и усиливая оставшиеся функции для обеспечения полноценной жизни.

Значение анализа сенсорной информации для жизнедеятельности

Анализ сенсорной информации играет ключевую роль в поддержании нормальной жизнедеятельности человека. Он помогает регулировать поведение, обеспечивать стабильность и безопасность, а также участвовать в социальной и профессиональной деятельности. Рассмотрим подробнее значение анализа сенсорной информации:

1. **Регуляция поведения** - Сенсорная информация позволяет организму принимать решения о поведении на основании полученных данных. Например, человек может ориентироваться в пространстве, выбирая оптимальный маршрут передвижения, основываясь на показаниях зрения, слуха и тактильной чувствительности.

2. **Обеспечение стабильности** - Поддерживающий балансирующий механизм в организме (например, вестибулярный анализатор) помогает сохранять равновесие и ориентацию в пространстве. При возникновении дисбаланса (например, при падении или наклонении тела), вестибулярная система направляет мозг на восстановление правильного положения тела.

3. **Безопасность** - Система сенсорных анализаторов позволяет выявлять потенциальные опасности, такие как приближающиеся объекты, изменение окружающей температуры, давление или влажность. Это помогает избегать несчастных случаев и обеспечивает защиту от угроз.

4. **Социальная деятельность** - Взаимодействие с окружающим миром через сенсорные анализаторы способствует успешной интеграции в общество. Коммуникация, восприятие

запахов, звуков и других аспектов окружающей среды необходимы для полноценного взаимодействия с другими людьми и осуществления профессиональных обязанностей.

5. Самостоятельность - Чувство собственного положения в пространстве и контроль над действиями облегчают самостоятельность и независимость. Благодаря эффективной работе сенсорных систем человек может передвигаться самостоятельно, выполнять профессиональные задачи и взаимодействовать с внешним миром.

6. Профессиональная деятельность - Анализ сенсорной информации необходим для успешного выполнения профессиональных задач. Например, пилоты авиаторов и операторов тяжелых машин используют данные о положении тела, ориентации и окружающей среде для точного управления транспортными средствами.

7. Адекватная реакция на изменения среды - Способность оперативно реагировать на изменения окружающей среды, такие как внезапные изменения в освещении, температуре или наличии препятствий, обеспечивается хорошей функцией сенсорных анализаторов. Это позволяет своевременно адаптироваться к новым условиям и минимизировать риск ошибок.

8. Патогенеза и профилактика заболеваний - Диагностика заболеваний, таких как неврологические расстройства, травмы головного мозга или периферической нервной системы, зачастую начинается с оценки сенсорных функций. Определение отклонений в работе анализаторов может служить индикатором серьезных патологий, что способствует раннему выявлению и лечению опасных состояний.

9. Психологическая поддержка - Эффективная работа сенсорных систем поддерживает психоэмоциональное благополучие. Чувствование стабильности и уверенности в собственных возможностях положительно влияет на настроение и самооценку, что важно для общей психологической адаптации.

10. Оптимизация ресурсов - Системы сенсорного анализа способствуют экономии энергоресурсных затрат организма. Например, зрение и слух позволяют идентифицировать опасные объекты и препятствия на большом расстоянии, что минимизирует необходимость использования дополнительных средств защиты.

11. Формирование знаний и опыта - Получаемая сенсорная информация накапливается и используется для построения знаний о мире и адаптации к изменениям. Например, пилот самолета учится различать направления полета и углы наклона самолета по данным, предоставляемым зрительными и вестибулярными анализаторами.

12. Адаптация к условиям окружающей среды - Наличие развитых сенсорных анализаторов помогает человеку легко адаптироваться к различным условиям окружающей среды, включая экстремальные условия, такие как жара, холод, ветер и высота.

13. Модульная организация - Функционирование анализаторов организовано модульно, что позволяет оптимально распределять нагрузку на различные части мозга и нервную систему. Это помогает сохранить общую работоспособность даже при наличии ограниченных ресурсов или неоптимальных условий.

Анализ сенсорной информации является неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Он обеспечивает правильную ориентацию, координацию действий, защиту от опасных ситуаций и поддержку психоэмоционального благополучия. Это объясняет важность поддержания работоспособности анализаторов и их коррекции при возникновении любых отклонений.

Роль анализаторов в авиационной деятельности

Анализаторы играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности авиационной деятельности. Они представляют собой сложные системы восприятия информации о внешнем мире и внутреннем состоянии организма.

Основная функция анализаторов заключается в том, чтобы обеспечить пилоту точную информацию о внешней среде и состоянии самолета. Эти данные необходимы для принятия правильных решений и выполнения безопасных маневров. Анализаторы работают

совместно, обеспечивая комплексную оценку обстановки и реакцию на изменяющиеся условия полета.

В авиации особенно важны следующие виды анализаторов:

1. Зрительный анализатор. Это одна из самых важных систем для пилота, так как большая часть информации поступает через зрение. Пилот оценивает обстановку вокруг самолета, читает приборы, следит за состоянием внешних объектов и ландшафта.

Основные задачи зрительного анализатора включают: Оценка расстояния до препятствий. Определение скорости движения самолета относительно земли. Наблюдение за показаниями приборов. Контроль визуальных ориентиров при посадке и взлете.

Проблемы со зрением могут существенно повлиять на безопасность полетов. Например, *усталость глаз, блики от солнца или недостаточная освещенность кабины могут привести к ошибкам в восприятии ситуации.*

2. Вестибулярный анализатор. Этот анализатор отвечает за ориентацию тела в пространстве и восприятие ускорения. Вестибулярная система состоит из полукружных каналов внутреннего уха, которые реагируют на изменения положения головы и линейного ускорения. Для пилотов важно сохранять устойчивость вестибулярной системы, чтобы правильно оценивать положение самолета в воздухе и избегать дезориентации.

Дезориентация может возникнуть при резких маневрах, когда пилот теряет ощущение правильного положения самолета относительно горизонта. Это состояние называется иллюзией пространственного положения и является одной из основных причин аварий в авиации.

3. Кожный анализатор. Кожный анализатор воспринимает различные механические, температурные и болевые стимулы. В авиации он играет важную роль в оценке состояния окружающей среды внутри кабины, а также помогает пилотам контролировать свои действия через тактильные ощущения. Например, пилот может почувствовать изменение давления на педали управления или штурвал, что сигнализирует о необходимости корректировки курса. Он воспринимает различные механические, температурные и болевые стимулы.

Кроме того, кожный анализатор участвует в образовании двигательного навыка, который необходим для стабильного выполнения всех составляющих движений пилота. В процессе физической тренировки нервная система адаптируется к специфике выполняемых действий, и те области тела, которые подвергаются соприкосновениям и ударам, приобретают пониженную тактильную и болевую чувствительность.

Также кожный анализатор важен для обеспечения безопасности пилота. Кожа обладает высоким электрическим сопротивлением, что препятствует прохождению электрического тока через внутренние органы и позволяет включиться другим видам защиты организма. Функциональное нарушение большого процента кожного покрова может привести к серьезным последствиям для здоровья пилота.

4. Слуховой анализатор. Слуховая система позволяет пилотам воспринимать звуковые сигналы, такие как команды диспетчера, предупреждения бортовых систем и шумы двигателя. Важно уметь различать звуки и быстро реагировать на них, особенно в условиях стресса или перегрузки.

5. Вкусовая и обонятельная системы. Хотя эти анализаторы менее значимы в авиационной деятельности, они все же могут играть определенную роль. Например, запах дыма или горелого масла может предупредить пилота о неисправности оборудования. Вкусовые ощущения помогают оценить качество пищи и воды, что важно для поддержания здоровья и работоспособности экипажа.

Однако существует ряд факторов, которые могут нарушить работу анализаторов: *Усталость и стресс. Недостаток кислорода (гипоксия). Воздействие вибрации и шума. Перегрев или переохлаждение.*

Рассмотрим, как гипоксия влияет на каждый из основных анализаторов:

1. Зрительный анализатор. Гипоксия может вызывать нарушение зрения: - *Потери остроты зрения*: снижение способности четко видеть объекты. - *Появления "туннельного зрения"*: сужение поля зрения, когда периферическое зрение становится ограниченным. - *Искажений цветовосприятия*: цвета могут казаться менее яркими или искаженными. - *Светобоязнь*: повышенная чувствительность к яркому свету.

2. Вестибулярный анализатор. Вестибулярный аппарат очень чувствителен к уровню кислорода в крови. При гипоксии возможны следующие эффекты: - *Головокружение*: ощущение вращения окружающего мира или собственного тела. - *Нестабильность походки*: трудности с поддержанием равновесия и координации движений. - *Усиленная реакция на ускорение*: повышенная чувствительность к изменениям положения тела, что может привести к укачиванию.

3. Слуховой анализатор. Гипоксия может влиять на слух следующим образом: - *Шум в ушах*: появление постоянного или периодического звона, гула или шипения. - *Снижение слуха*: ухудшение способности слышать звуки нормальной громкости. - *Изменение восприятия звуков*: звуки могут казаться приглушенными или искаженными.

4. Кожный анализатор. При гипоксии кожа может стать бледной или синюшной из-за недостатка кислорода в тканях. Возможны следующие симптомы: - *Онемение и покалывание*: потеря чувствительности в конечностях. - *Повышенная чувствительность к холоду*: ощущение холода даже при нормальной температуре окружающей среды. - *Бледность кожи*: уменьшение кровоснабжения кожных покровов.

5. Обонятельный и вкусовой анализаторы. Гипоксия может оказывать следующее влияние на обоняние и вкус: - *Потеря обоняния*: неспособность ощущать запахи. - *Искажение вкусового восприятия*: изменение вкуса привычных продуктов и напитков.

Гипоксия приводит к общему ухудшению работы нервной системы, что сказывается на всех аспектах восприятия и когнитивной функции. В результате могут возникать следующие проблемы: - *Снижение реакции*: замедление времени реакции на внешние раздражители. - *Концентрация внимания*: трудности с фокусировкой на задачах и поддержание внимания. - *Память и мышление*: ухудшение памяти, сложности с решением логических задач и принятием решений. - *Эмоциональная нестабильность*: повышение уровня тревожности, раздражительности и депрессии.

Чтобы минимизировать негативное влияние гипоксии на работу анализаторов, рекомендуется: - Контролировать уровень кислорода: использовать кислородные маски или баллоны при подъеме на большую высоту или работе в условиях низкого содержания кислорода. - Физическая подготовка: регулярные физические упражнения способствуют улучшению кровообращения и повышению устойчивости к гипоксии. - Правильное питание: сбалансированное питание с достаточным количеством витаминов и минералов поддерживает нормальное функционирование организма. - Отдых и восстановление: адекватный отдых и сон помогают организму восстановиться после воздействия гипоксии.

Таким образом, гипоксия оказывает комплексное воздействие на работу анализаторов, приводя к различным нарушениям восприятия и когнитивным дисфункциям. Важно принимать меры предосторожности и следить за уровнем кислорода, чтобы минимизировать возможные негативные последствия.

Для минимизации этих рисков используются специальные тренировки, методы контроля состояния пилотов и современные технологии, такие как автоматические системы управления и помощи экипажу.

Дезориентация в полете – это состояние, при котором пилот теряет правильное представление о положении своего самолета относительно горизонта. Это одно из наиболее опасных явлений в авиации, поскольку оно может привести к потере контроля над самолетом и даже к катастрофе.

Чтобы избежать дезориентации, необходимо учитывать несколько ключевых аспектов:

1. Использование приборов. Основной способ предотвращения дезориентации – это использование авионики и навигационных приборов. Даже опытные пилоты полагаются на

приборы, особенно в условиях плохой видимости или ночью. К таким приборам относятся:

- *Искусственный горизонт (Attitude Indicator)* – показывает угол наклона самолета относительно горизонта. - *Авиагоризонт (Gyro Horizon)* – аналогичен искусственному горизонту, но использует гироскоп для стабилизации показаний. - *Навигационные системы (GPS, VOR/DME, ILS)* – позволяют точно определять местоположение самолета и следовать заданному маршруту.

Регулярная проверка и сверка показаний приборов помогут убедиться, что самолет находится в правильном положении.

2. Тренировка и подготовка. Пилоты проходят регулярные тренировки на симуляторах, где моделируются различные сценарии, включая потерю ориентации. Такие тренировки помогают развить навыки быстрого распознавания проблем и их решения. Также важно поддерживать физическую форму и здоровье, чтобы минимизировать влияние усталости и стресса на восприятие.

3. Контроль времени и пространства. Один из способов предотвратить дезориентацию – это регулярно проверять свое положение относительно известных ориентиров. Например, при полетах над водой или пустынными районами, где отсутствуют четкие ориентиры, следует чаще сверяться с картами и приборами.

4. Управление вниманием. Важно распределять внимание между различными задачами и источниками информации. Пилоты должны уметь переключаться между наблюдением за внешним миром, чтением приборов и выполнением команд. Это требует высокой концентрации и умения управлять своим вниманием.

5. Работа в команде. При наличии второго пилота или других членов экипажа важно поддерживать постоянную коммуникацию и обмен информацией. Если кто-то замечает признаки дезориентации у другого члена экипажа, он может вмешаться и помочь восстановить правильную картину происходящего.

6. Избегание монотонных условий. Длительные полеты в одинаковых условиях (например, над океаном или пустыней) могут способствовать развитию дезориентации. Рекомендуется периодически менять высоту, курс или скорость, чтобы создать разнообразие и снизить риск потери ориентации.

7. Соблюдение правил безопасности. Соблюдение установленных процедур и регламентов поможет избежать ситуаций, способных привести к дезориентации. Например, выполнение стандартных проверок перед взлетом и посадкой, соблюдение норм отдыха и питания, а также своевременное обслуживание и калибровка приборов.

Дезориентация в полете – это серьезное явление, которое может иметь катастрофические последствия. Однако, следуя перечисленным рекомендациям и используя современные технологии, пилоты могут значительно снизить риск возникновения этого состояния. Регулярные тренировки, использование приборов и внимательное отношение к своему здоровью и состоянию помогут сохранить контроль над ситуацией и обеспечить безопасность полета.