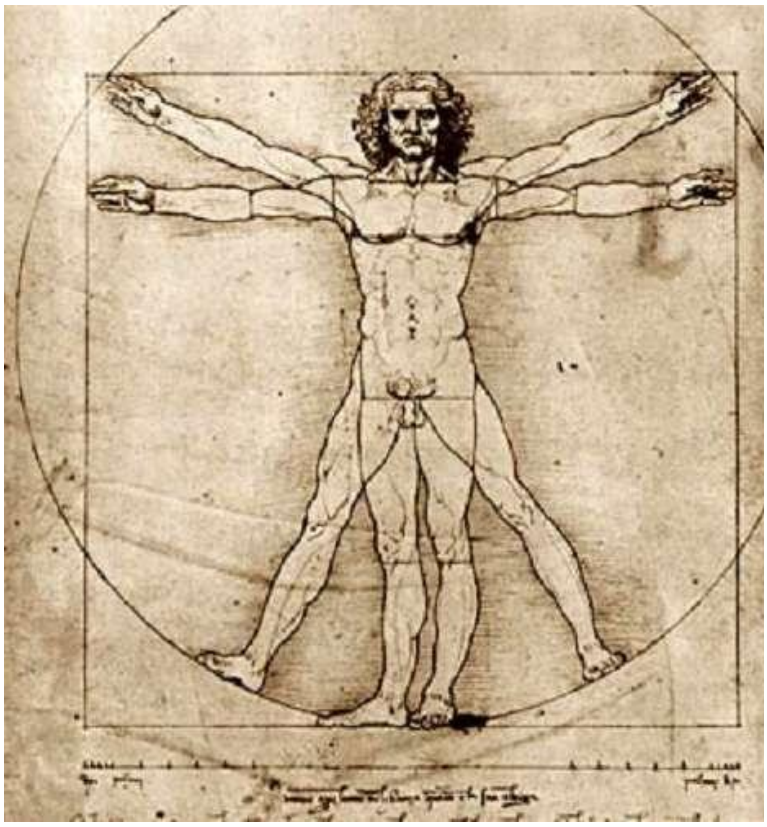
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Анатомо-физиологические особенности детей и подростков, закономерности развития репродуктивной, иммунной и нервной систем детского организма

Учебное пособие



Часть 2

Нижний Новгород
2020

УДК 612(075)
ББК 28.707.3я73
К17

Калюжный Е.А.

Возрастная физиология: Учебное пособие. В 2-х частях: / Е.А. Калюжный. Ч.2. Анатомо-физиологические особенности детей и подростков, закономерности развития репродуктивной, иммунной и нервной систем детского организма. - Н.Новгород: Изд-во ПИМУ Минздрава России, 2020. – 150 с.: ил.
ISBN…… (Ч.2)
ISBN……

Рецензенты:
д.б.н., доцент, заведующий кафедрой физиологии и анатомии ИББМ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» А.В. Дерюгина;
д.м.н., профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации Т.Е. Потемина.

Рекомендовано к изданию ЦМС ПИМУ

В учебном пособии рассмотрены основные разделы дисциплины «Возрастная физиология». Основное внимание уделено строению и функционированию организма в различные возрастные периоды онтогенеза. Изложены анатомо-физиологические особенности роста и развития детей и подростков, отражены вопросы размножения и развития организма, иммуногенеза на начальных этапах онтогенеза, а также основные этапы развития центральной и периферической нервной системы. Учебный материал направлен на формирование у школьников естественнонаучного мышления, изложен доступным для учащихся языком, иллюстрирован рисунками, таблицами, что облегчает усвоение учебного материала.
Учебное пособие предназначено для учащихся и преподавателей центров дополнительного образования «Дом научной коллаборации», участникам научного общества учащихся и всем интересующимся вопросами строения и функционирования организма человека на разных возрастных этапах.

© Калюжный Е.А., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема 1. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА и РАЗВИТИЯ ДЕТСКОГО ОРГАНИЗМА **5**

1.1 Общие законы индивидуального развития 5

1.2. Сенситивные и критические периоды развития 7

1.3. Влияние наследственности и среды на развитие 9

1.4. Акселерация и ретардация 12

1.5. Оценка физического развития детей и подростков 14

1.6. Механизмы и стадии адаптации детского организма 22

Тема 2. РАЗМНОЖЕНИЕ и РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА **24**

2.1. Половое созревание 24

2.2 Оплодотворение 27

2.3 Беременность 28

2.4 Развитие внутриутробного плода 30

2.5 Роды 34

2.6 Многоплодная беременность 37

2.7 Факторы риска нарушений течения беременности и развития плода 38

Тема 3. ИММУНИТЕТ, ЕГО МЕХАНИЗМЫ и СПОСОБЫ УКРЕЛЕНИЯ **41**

3.1. Механизмы иммунной защиты организма 41

3.2 Органы иммунной защиты организма 46

3.3 Развитие иммунной системы в онтогенезе 49

3.4 Способы укрепления иммунитета 50

Тема 4. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОСНОВНЫХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ **53**

4.1. Значение и общий план строения анализаторов 53

4.2 Зрительный анализатор 54

4.3 Профилактика нарушений зрения 66

4.4 Слуховой анализатор 71

4.5 Физиологическая оценка слуха 77

Тема 5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ **78**

5.1. Взаимодействие сенсорных систем 78

5.2 Вестибулярный анализатор 79

5.3 Обонятельный анализатор 82

5.4 Вкусовой анализатор 84

5.5 Тактильный анализатор 86

5.6 Двигательный анализатор 93

5.7 Висцеральный анализатор 95

Тема 6. ЗНАЧЕНИЕ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ **96**
6.1. Значение и общий план строения нервной системы 96
6.2 Спинной мозг 100
6.3 Головной мозг 101
6.4 Кора больших полушарий 104
6.5 Созревание мозга в онтогенезе ребенка 106
Тема 7. УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНЫЙ ХАРАКТЕР и ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ **110**
7.1. Условно-рефлекторный характер высшей нервной деятельности 110 110
7.2 Формирование условно-рефлекторной деятельности в онтогенезе 112
7.3 Типы высшей нервной деятельности 118
7.4 Формирование высших психических функций и готовность к обучению 121
Тема 8. ФУНКЦИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ **126**
8.1. Память и аналитико-синтетическая деятельность 126
8.2 Две сигнальные системы высшей нервной деятельности. Речь 130
8.3 Становление коммуникативного поведения 133
8.4 Психофизиологические основы поведения 137
8.5 Эмоции 139
8.6 Мышление 142
8.7 Сон 144
ЛИТЕРАТУРА **147**

Тема 1. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ДЕТСКОГО ОРГАНИЗМА

1.1. Общие законы индивидуального развития

Развитие - процесс количественных и качественных изменений, происходящих в организме человека и приводящих к повышению сложности организации и взаимодействия всех его систем. Развитие организма включает в себя постепенные количественные изменения (например, увеличение числа клеток в процессе роста и дифференцировки тканей) и качественные скачки. Эти процессы тесно взаимосвязаны и находятся в диалектическом единстве. В ходе возрастного развития морфологическое усложнение живых структур приводит к появлению качественно новых функций (к примеру, развивающийся головной мозг ребенка приобретает способность к абстрактному мышлению). Развитие организма детей и подростков происходит посредством постепенной реализации наследственной информации, заложенной при оплодотворении, увеличения массы и размеров тела и отдельных органов (рост), качественных изменений (развития физиологических систем организма).

Важнейшими закономерностями роста и развития человеческого организма являются:

- непрерывность;
- гетерохрония с явлениями опережающего созревания жизненно важных функциональных систем;
- «энергетическое правило скелетных мышц»;
- «правило надежности биологической системы».

Непрерывность роста и развития целостного организма в своей основе имеет воспроизведение, созревание и жизнедеятельность составляющих его клеток и тканей. Рост и развитие, т.е. количественные и качественные изменения, тесно взаимосвязаны и обусловливают друг друга. Увеличение числа клеток и их размеров, т.е. количественные изменения, приводят к росту – увеличению длины, объема и массы тела детей и подростков; процессы роста тесно связаны с качественными изменениями, характеризующими развивающийся организм. Например, формирование двигательной активности ребенка связано с созреванием нервно-мышечного аппарата, с увеличением мышечной массы и изменением свойств мышечной ткани, увеличением количества связей в клетках нервной системы, регулирующих двигательные функции. Качественное совершенствование двигательных функций, в свою очередь, способствует созреванию мозговых структур, так как вследствие увеличения двигательной активности ребенка более интенсивно идет формирование новых связей в подкорковых и корковых образованиях головного мозга.

Рост и развитие всех органов и физиологических систем организма детей и подростков происходит неодновременно и неравномерно, т.е. **гетерохронно** (от греч. гетерос – другой, хронос – время). Прежде всего, развиваются и совершен-

ствуются те органы, функционирование которых необходимо организму. Например, сердце функционирует уже на третьей неделе пренатального развития, а почки формируются значительно позднее. Мозг развивается раньше других частей тела: у новорожденных он достигает 25% веса мозга взрослого человека, у 5-летнего ребенка – 90%, у 10-летнего – 95%. Лимфатическая ткань миндалин, червеобразного отростка, кишечника и селезенки достигает максимального развития в дошкольном и младшем школьном возрасте («пик» формирования иммунных реакций организма), затем она постепенно подвергается обратному развитию до уровня, характерного для взрослых. Гетерохрония развития касается не только различия в темпах роста разных органов и тканей, но и в темпах созревания функциональных систем.

П.К.Анохин выдвинул **учение о гетерохронии** (неравномерном созревании функциональных систем) и вытекающее из него – **учение о системогенезе**. Согласно его представлениям, под **функциональной системой** следует понимать функциональное объединение различно локализованных структур, направленное на получение конечного приспособительного эффекта, необходимого в данный момент (например, функциональная система акта сосания; функциональная система, обеспечивающая передвижение тела в пространстве, и др.). Функциональные системы созревают неравномерно, включаются поэтапно, сменяются, обеспечивая организму наилучшую адаптацию в различные периоды онтогенетического развития.

«Энергетическое правило скелетных мышц» разработано И.А.Аршавским (1981). Согласно этому правилу двигательная активность, возникающая в связи с необходимостью удовлетворения пищевой потребности или в связи с действием стрессовых раздражений, стимулирует энергетические процессы организма, способствуя, таким образом, его развитию. Следовательно, особенности обменных процессов в организме в различные возрастные периоды, а также изменение и преобразование деятельности дыхательной и сердечнососудистой систем находятся в зависимости от развития мускулатуры.

«Надежность биологической системы» в качестве общего закона индивидуального развития была описана А.А.Маркосяном. В соответствии с этим законом весь путь от зачатия до естественного конца проходит при наличии ресурса жизненных возможностей, которые обеспечивают развитие и оптимальное течение жизненных процессов при меняющихся условиях среды. Например, в крови человека находится столько тромбина, что его достаточно для свертывания крови у 500 человек. Бедренная кость выдерживает растяжения в 1500 кг, а большая берцовая кость – нагрузку в 1650 кг, что примерно в 30 раз больше обычной нагрузки на кость. Фактором надежности нервной системы является огромное количество нервных клеток (мозг новорожденного младенца содержит около 100 млрд. нейронов, человек использует при жизни лишь небольшой их процент). Такой «запас прочности» организма при необходимости может обеспечить экстренную мобилизацию резервных возможностей при изменении условий и быстрый возврат к исходному состоянию.

1.2. Сенситивные и критические периоды развития

Развитие ребенка происходит в тесной взаимосвязи генетически заложенных потенциалов организма и стимулирующего влияния окружающей среды. Воздействие внешних стимулов необходимо не только для овладения какой-либо функцией, но и для созревания клеток, тканей и органов, которые участвуют в осуществлении этой функции. Так, эксперименты на животных показали, что блокада зрительной информации в период развития зрительного анализатора приводит к обеднению и недоразвитию структур зрительной коры. При выращивании котят в клетках с чередующимися черными и белыми полосами по вертикали или горизонтали структура зрительной коры мозга отражает рисунок полос. Следовательно, внешняя среда (в данном случае зрительная информация) влияет на формирование воспринимающего субстрата (зрительного участка коры мозга), регулируя количество и качество составляющих его клеток.

Неравномерное созревание различных систем организма, в первую очередь отделов нервной системы, ведет к тому, что чувствительность к внешним воздействиям может сильно различаться в разные возрастные периоды. Исследования показали, что орган или система, осуществляющие определенную функцию, становятся особо чувствительными к внешним воздействиям именно в период наиболее интенсивного развития данной функции. Эти исследования легли в основу представления о сенситивных периодах развития как периодах наибольшей чувствительности развивающегося организма к воздействию факторов среды.

Сенситивный период – это временной диапазон, максимально благоприятный для развития той или иной функции, той или иной способности человека. Например, сенситивным периодом в развитии речи является возраст от 9 месяцев до 2 лет. Это не означает, что речевая функция не развивается ни до, ни после этого возраста, но именно в этот период речь развивается наиболее бурно и в этот период ребенок должен иметь опыт речевого общения, поддержку и поощрение взрослым его речевых попыток, желания выразить свои чувства речью.

Сенситивные периоды в развитии ребенка определяются последовательным созреванием определенных участков центральной нервной системы. Знание этих периодов позволяет создавать вокруг ребенка необходимую среду для развития навыков, которые связаны с развитием определенных структур мозга. Особенно эффективен этот подход при обучении детей с отставанием в психическом развитии, нарушениями слуха и зрения. При таком подходе высокая чувствительность определенных функций в определенные периоды используется для эффективной стимуляции развития этих функций внешними воздействиями. Выявление и учет сенситивных периодов является обязательным условием создания адекватных условий эффективного обучения и сохранения здоровья ребенка.

Границы сенситивных периодов не являются резко выраженными, у каждого ребенка они могут быть сдвинуты в ту или иную сторону на несколько меся-

цев. Сенситивные периоды формирования различных функций могут накладываться и создавать предпосылки друг для друга. Выделение сенситивных периодов в равной степени относится к моторным функциям (освоение моторных навыков), сенсорным функциям (развитие восприятия окружающего мира) и психическим функциям, включающим в себя сенсорные и моторные. Ниже приведены условные границы некоторых сенситивных периодов.

1. **От 1 месяца до 3-4 лет – период освоения движений и действий.** Нормальное состояние бодрствующего ребенка – движение. На первом году жизни ребенок осваивает собственное тело, учится управлять отдельными его частями, поворачиваться, садиться, вставать. Затем он осваивает действия с предметами, совершенствует движения руки. Восприятие и познание окружающего мира происходит в значительной степени через движение. Полученные в результате «двигательного периода» представления об окружающем мире ложатся в основу развития мышления.

2. **От 0 до 5,5 года – период сенсорного развития.** Активное приобретение с первых месяцев жизни сенсорного опыта (опыта, представленного в ощущениях величины, формы, веса, цвета, фактуры, структуры предметов, вкуса, запаха, разнообразных звуков) стимулирует формирование и развитие зон головного мозга, обеспечивающих восприятие и переработку сенсорной информации, способствует развитию интеллекта ребенка.

3. **От 0 до 6 лет – период развития речи.** В этот период каждый ребенок – «великий филолог», скорость и качество усвоения им речевой информации не имеет аналогий в другие периоды развития. На первом году жизни ребенок усваивает артикуляцию и интонационный рисунок родного языка. На втором году нарастает словарь ребенка, происходит соединение отдельных слов в простые фразы, усваиваются многие грамматические нормы. В 2,5-3 года ребенок говорит многословными фразами, использует соединительные союзы и местоимения. К этому возрасту речь становится средством общения и средством управления поведением. К 5-6 годам ребенок интересуется письмом и чтением, начинает их осваивать.

4. **От 10 месяцев до 2,5 лет – период восприятия мелких предметов.** Ребенок проявляет повышенный интерес к мелким предметам, испытывает потребность интенсивного развития мелкой моторики пальцев и мускулов руки. Манипуляции с мелкими предметами способствуют особенно интенсивному развитию определенных отделов головного мозга, в том числе отделов, обеспечивающих развитие речи.

5. **От 2 до 6 лет – период развития социальных навыков.** Ребенок начинает идентифицировать себя, уменьшается его зависимость от взрослого. Ему интересны другие дети, формы поведения в группе, отношения с взрослыми и сверстниками. Он осваивает манеры поведения. Его поведение легко корректируется средой общения, внешним ритмом жизни, который становится потребностью. Ребенок «примеряет» на себя различные роли. Происходит интенсивное впитывание культуры. Отсутствие адекватного социального опыта в этом периоде значительно снижает возможности социальной адаптации не только в дошкольном периоде, но и на протяжении последующей жизни.

Каждый из вышеназванных периодов требует определенных условий окружающей среды и воспитания для оптимального развития тех функций, которые находятся в сенситивном состоянии.

Помимо сенситивных периодов в онтогенетическом развитии можно выделить периоды бурных, переломных скачков. Это **критические периоды,** характеризующиеся интенсивными морфофункциональными изменениями, когда отсутствие адекватных средовых воздействий нарушает развитие функции. Например, при отсутствии определенных зрительных стимулов в первые месяцы жизни восприятие их в дальнейшем не формируется, то же относится к речевой функции (известны примеры детей-маугли, которые выросли среди животных – овладение человеческой речью в дальнейшем оказалось для них недоступно).

Критическим является весь период внутриутробного развития, период новорожденности и первые 6 месяцев младенчества. В этом возрасте закладываются основы большинства физических и психических функций, их регуляции и взаимодействия. В процессе дальнейшего развития критические периоды могут возникать как результат интерференции (наложения) процессов интенсивного развития и резких изменений социально-средовых факторов. Например, таким периодом является возраст начала обучения, когда качественные перестройки морфофункционального созревания базовых мозговых процессов приходятся на период резкой смены социальных условий – поступление в школу.

Критическим периодом оказывается и **пубертатный период** (начало полового созревания), который характеризуется резким повышением активности центрального звена эндокринной системы (гипоталамуса) и бурным изменением взаимодействия подкорковых структур и коры больших полушарий. В результате эффективность центральных регуляторных механизмов значительно снижается, обусловливая недостаточную саморегуляцию. Одновременно повышаются социальные требования к подросткам, возрастает их самооценка. Это приводит к несоответствию функциональных возможностей организма социальным требованиям и может проявляться «трудным» поведением и отклонениями в здоровье.

В критические периоды онтогенеза чувствительность развивающегося организма к воздействию повреждающих факторов внешней и внутренней среды особенно высока.

1.3. Влияние наследственности и среды на развитие

Известно множество факторов, оказывающих влияние на скорость роста и развития. Некоторые из них носят наследственный характер и с раннего возраста способствуют ускорению или замедлению физиологического созревания. Другие (питание, время года, психологический стресс) относятся к категории факторов внешней среды и влияют на скорость роста лишь в период своего действия. И наконец, факторы как результат их сложного взаимодействия (например, социально-экономическое положение).

На темпы роста и биологического созревания оказывает влияние характер питания. Сбалансированное по калорийности и белковому составу питание не только способствует оптимальному темпу роста в детском и подростковом воз-

расте, но и замедляет процессы старения. Напротив, ограничения в питании, особенно белковое голодание, приводит к задержке роста, а избыточное питание ускоряет инволюционные перестройки (старение организма). Зависит скорость роста и от времени года. Более быстрый продольный рост происходит в весеннее время, а более интенсивные прибавки в весе – осенью.

Задержка роста ребенка может быть обусловлена психологическими факторами. Хронический эмоциональный стресс приводит к нарушению секреции гормона роста, в результате чего снижаются показатели роста ребенка или подростка. Подтверждение этому – меньшие размеры тела детей, выросших в условиях асоциальных семей, жестокого воспитания или эмоциональной депривации.

Таким образом, в процессе роста и развития организма реализуются сложные формы взаимодействия наследственных факторов и влияние внешней среды.

Среда – это вся совокупность окружающих человека условий, которые складываются из факторов неорганической природы (свет, температура, содержание кислорода и т.д.), из факторов органической природы (разнообразные воздействия, оказываемые на человека другими живыми существами) и социальных факторов. Все социальные факторы, влияющие на человека (детско-материнские отношения, атмосфера и взаимоотношения в семье, условия и взаимоотношения в детском или учебном заведении, на предприятии, где человек трудится), могут быть объединены понятием социальная среда. Среда является важным условием существования любого живого существа. Из окружающей среды организм получает информацию и вещества, необходимые для жизнедеятельности, а в окружающую среду выделяет ненужные для него продукты обмена. Социальная среда определяет содержание и особенности мотиваций, поведения, эмоций индивида. Для человека факторы социальной среды – необходимое условие для развития сугубо человеческих качеств: речи и сознания. Поэтому все особенности жизнедеятельности любого человеческого организма следует рассматривать только в единстве со средой, как биологической, так и социальной.

Наследственность – это способность родительских организмов передавать потомству свои признаки и свойства, «закодированные» в генетическом аппарате. Наследственность человека изучена в настоящее время в значительно меньшей степени, чем механизмы наследования признаков у простых растительных и животных организмов. Тем не менее, имеются интересные данные о наследственной обусловленности многих физических признаков человека и предпосылок к формированию определенных психических качеств (таких, к примеру, как особенности темперамента). Современный уровень генетической науки позволяет также утверждать, что все основные закономерности наследования признаков и законы наследственности, выявленные в экспериментах с растениями и животными, являются справедливыми и для человека.

Проявление генного влияния может осуществляться на различных этапах онтогенеза, но большинство фенотипических признаков (тип телосложения, цвет глаз, волос, группа крови и многие другие) определяется еще до рождения. Эти признаки называются жестко детерминированными – на их формирование в развитии организма внешняя среда оказывает минимальное воздействие. Однако

большинство признаков – относительно детерминированные и на их формирование условия среды оказывают значительное воздействие. Так, к примеру, передаваемая по наследству музыкальная одаренность достигает высокого уровня развития только при благоприятных условиях воспитания и обучения ребенка: если регулярные занятия музыкой позволяют развиться им в полной мере. К признакам, имеющим наследственную предрасположенность, но определяемым в значительной степени внешней средой, относятся такие параметры, как рост и масса человека, сила и ловкость его мышц, склонность к заболеваниям и др. Следует отметить, что между генами и признаками не существует прямой связи: развитие одного признака может зависеть от влияния множества генов, а один ген может оказывать влияние на развитие многих признаков. Картина еще более усложняется воздействием внешней среды, оказывающей влияние с самого раннего этапа развития – эмбрионального.

Хотя формирование органов и функциональных систем ребенка в процессе внутриутробного развития определяется генотипом, а плод относительно хорошо защищен от многих внешних воздействий и получает через плаценту все необходимое для существования, многие факторы, влияющие на материнский организм, могут влиять и на развивающийся организм ребенка. Наиболее изучено влияние неблагоприятных факторов – алкоголя, никотина, некоторых лекарственных веществ, радиации и др. Влияние положительных факторов, таких как спокойная мелодичная музыка, общение родителей с плодом и т.п., изучено в меньшей степени, но представляет большой интерес.

Особенно неблагоприятным является воздействие повреждающих факторов во время закладки важнейших органов, происходящей в течение первых 8 недель внутриутробного развития. Это может привести к рождению ребенка с различными физическими дефектами.

Еще большее значение имеет среда в постнатальном развитии ребенка. Не вызывает сомнения, что мозг новорожденного является незрелым в морфологическом и функциональном отношениях. Созревание высших отделов нервной системы человека в значительной степени происходит после рождения. Особенности характера, свойства памяти, произвольного внимания, мышления и многие другие черты высшей нервной деятельности определяются не только природными задатками, но и условиями воспитания и обучения. Подтверждают это наблюдения за развитием детей, выросших в нетипичных условиях среды. Так, в конце 30-х гг. прошлого столетия французская этнографическая экспедиция обнаружила в дебрях Амазонки племя, находившееся по уровню развития в каменном веке. Поскольку основным продуктом питания у них являлся мед, племя назвали «медовой цивилизацией». Перед отъездом во Францию члены экспедиции взяли с собой маленькую девочку, которая воспитывалась в дальнейшем одинокой француженкой. После окончания с отличием гимназии эта девочка окончила университет и стала доктором этнографии, профессором, ее имя – Мария Ивон.

Примеры детей-«маугли» показывают и возможность негативного влияния факторов среды на развитие ребенка. Известно несколько случаев попадания в стаю зверей детей маленького возраста, выросших вне воздействия человеческо-

го общества. Один из них описан в XIV в. – история ребенка-волка из немецкого городка Гессе. В 1344 г. местные жители поймали существо, которое оказалось попавшим в раннем возрасте в волчью стаю и одичавшим мальчиком. Согласно описанию мальчик жил с волками, которые приняли его в стаю как собственного волчонка. Ребенок так привык ходить на четвереньках, что к его ногам пришлось привязывать доски, чтобы помочь ему держаться прямо. Членораздельно говорить он не умел, мог лишь ворчать и издавать звуки, свойственные животным, ел только сырую пищу. Данный факт является далеко не единственным, это убедительно показывает, что среда для человека является мощным фактором развития.

Спорными являются границы возможностей ребенка в максимально стимулирующих развитие условиях. Адепты раннего развития утверждают, что правильно организованная стимуляция физического и психического развития в раннем возрасте в несколько раз повышает уровень возможностей ребенка в обучении и в спортивных достижениях. Интересен факт, что в детстве средовые факторы играют большую роль, чем у взрослых. Очевидно, это связано с тем, что у взрослых генетические программы уже актуализированы, а в детском возрасте факторы среды (формы обучения, воздействие родителей и педагогов, окружения, в котором развивается ребенок) могут способствовать активизации дополнительных потенциальных возможностей.

Таким образом, обобщая данные генетики, физиологии, психофизиологии, педагогики, можно предположить существование наследственно определенных потенциальных возможностей физического и психического развития детей и подростков, в то время как уровень их реализации зависит от факторов внешней среды.

1.4. Акселерация и ретардация

Колебания средних показателей физического развития детей и подростков связаны с процессом **акселерации** (от лат. acceleratio – ускорение). Этот термин, предложенный в 1935 г. немецким ученым Кохом, обозначает ускорение ростовых процессов, более раннее созревание организма, достижение к периоду зрелости больших размеров. В настоящее время термин «акселерация» употребляется в двух значениях: акселерация внутригрупповая и эпохальная.

Под **внутригрупповой акселерацией** понимают ускорение физического развития отдельных детей и подростков в определенных возрастных группах. В среднем такие дети составляют до 20% общего числа детей данного возраста. Для них характерны: более высокий рост, большая мышечная сила, больший объем легких. У них быстрее происходит половое созревание, раньше заканчивается рост (обычно к 15-17 годам). К **эпохальным** (или долговременным – long-term trend) относят прослеживаемые на протяжении тысячелетий и столетий изменения размеров головного мозга, формы черепа и массивности скелета. Сюда включаются также колебания длины тела, изменение продолжительности жизни и др.

Для объяснения процесса акселерации было предложено множество самых различных гипотез и теорий. Основные теории объясняют причины акселерации

влиянием солнечной и космической радиации, магнитного поля Земли и созданных человеком машин, повышенной концентрации углекислого газа, связанной с ростом производства; пищевых факторов, содержанием в пище искусственных стимуляторов роста, используемых в сельском хозяйстве; повышенной информации, смешения популяций, урбанистического влияния, а также комплексного воздействия всех перечисленных факторов. Наиболее вероятной представляется гипотеза комплексного воздействия, где тесно переплетены циклические биологические изменения в популяции и воздействия социального порядка. Подтверждается это тем, что, по мнению большинства антропологов, в экономически развитых странах процесс акселерации завершается, в то время как в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки продолжает в определенной степени сохраняться ускоренное индивидуальное развитие детей. Материалы антропологических исследований свидетельствуют, что периоды замедления и ускорения развития наблюдались и в прежние времена, однако их интенсивность была меньше. По мнению ученых, увеличение длины тела человека не перейдет установившуюся на протяжении тысячелетий норму среднего роста, совместимую с гармоничным развитием частей тела, не ожидается и значительного снижения возраста полового созревания.

Процессы акселерации могут протекать как гармоничным, так и дисгармоничным образом. При дисгармоничном ускорении роста и развития часто наблюдаются функциональные расстройства сердечнососудистой системы из-за отставания ее развития от темпа увеличения размеров тела. У акселерированных детей в пред- и пубертатный периоды нередко отмечаются увеличение щитовидной железы, повышение адреналовой и снижение глюкокортикоидной функции надпочечников, что может приводить к адаптационным проблемам. Значительное увеличение массы тела в ходе акселерации повышает вероятность развития гипертонической болезни. По данным статистики, частым спутником акселерации оказывается повышение общей заболеваемости из-за недостаточного развития иммунитета, особенно острыми респираторными инфекциями, ангинами, тонзиллитами.

Особенности развития, при которых показатели роста и функциональной зрелости организма отстают от возрастной нормы, называют **ретардацией**. Как и акселерация, ретардация может быть гармоничной – равномерное отставание всех параметров физического и нервно-психического развития – и неравномерной, дисгармоничной. Если темпы роста разных систем организма сильно отличаются друг от друга (отход от широкой групповой нормы), нарушается согласованность регуляции и возникает угроза дисгармоничности всего дальнейшего развития. Число ретардированных детей внутри возрастных групп также достигает 20%, и это особенно важно учитывать при решении проблем, связанных с готовностью к школьному обучению. Определение школьной зрелости ребенка важно для определения оптимальных сроков поступления в школу, которые могут отличаться у детей с разной скоростью роста и развития.

Как отмечалось выше, для эпохальных изменений можно считать установленной цикличность, периодическую повторяемость определенных уровней развития. Некоторые колебания обусловлены социальной зависимостью: перио-

ды уменьшения средних показателей совпадают с годами экономического неблагополучия населения – военные и неурожайные годы; повышение показателей происходит в годы социально-экономического расцвета. Однако цикличность изменений показателей роста и развития может проступать достаточно четко и в периоды социально-экономического благополучия.

Существует и половая предрасположенность к темпам созревания организма. Как правило, девочки растут и развиваются быстрее, чем мальчики. Во все возрастные периоды биологические характеристики у девочек несколько старше, чем у мальчиков того же возраста. Так, новорожденные мальчики отстают по скелетной зрелости приблизительно на 4 недели, а в течение всего периода роста их костный возраст составляет 80% такового у девочек того же календарного возраста. У девочек отмечается также более раннее (на 2 года) начало пубертатного периода.

Мелкие мышцы рук у мальчиков развиваются позднее, чем у девочек, поэтому их руки быстрее устают при обучении рисованию и письму. У девочек раньше и быстрее развиваются познавательные способности. Они раньше начинают говорить, у них богаче словарный запас, они употребляют предложения более сложной конструкции. Как правило, девочки более послушны, аккуратны, исполнительны, а мальчики часто требуют большего терпения и внимания. Однако все это не свидетельствует о более высоких потенциальных возможностях девочек – мальчики часто «обгоняют» девочек в дальнейшем обучении, успешно реализуют свои возможности в профессиональной деятельности.

Акселерацию и ретардацию можно рассматривать как отличие биологического возраста, в соответствии с которым протекают процессы развития, роста и старения организма, от календарного. Ускорение развития организма при акселерации может быть обусловлено как генетически (ребенок рождается с потенциями активного роста и реализует их в период детства и юности), так и влиянием экзогенных факторов, что подтверждает роль внешней среды в акселерации развития. То же самое справедливо и для явления ретардации. Тем самым подтверждается роль как экзогенных (средовые влияния), так и эндогенных (наследственность) факторов в индивидуальной траектории развития индивида.

1.5. Оценка физического развития детей и подростков

При рассмотрении вопросов онтогенетического развития необходимо иметь в виду, что нормы развития и границы возрастных этапов весьма условны. Они зависят от конкретных этнических, климатических, социальных и других факторов. Пропорции тела, росто-весовые показатели и их возрастные изменения, показатели физической, гормональной и нервно-психической зрелости, как правило, индивидуальны и в значительной степени определяются особенностями конституции. Под **конституцией** понимают совокупность относительно устойчивых морфологических, физиологических и психологических свойств человека, связанных как с его наследственностью, так и с формирующим влиянием окружающей среды. Конституция обусловлена индивидуальными и типологическими

характеристиками индивидуума и определяет функциональные возможности организма, его реакции на изменяющиеся условия жизни.

Определение индивидуальных характеристик ребенка и подростка имеет важное значение для оценки своевременности и гармоничности развития, функциональных и адаптационных возможностей организма. Особенности индивидуального развития выявляются с использованием **антропометрии** (измерения размеров человеческого тела и его частей) – методики, которая позволяет оценить уровень физического развития и степень его гармоничности. Измерение длины тела у детей до трех лет производится в положении лежа с помощью горизонтального ростомера (если ребенок не умещается на стандартном ростомере, можно использовать любую горизонтальную поверхность с прибитой к ней сантиметровой лентой). После трех лет используется вертикальный ростомер со скользящей планкой, который позволяет измерить рост, стоя и сидя. Кроме того, проводятся измерения таких показателей, как окружность, диаметр и поперечник различных частей тела. Массу тела детей до двух лет определяют на специальных детских весах с максимально допустимой нагрузкой до 25 кг и точностью измерения до 10 г. С двухлетнего возраста измерение массы тела производится на обычных медицинских весах. Функциональные показатели (емкость легких, мышечная сила рук) измеряются, начиная со старшего дошкольного возраста с помощью специальных приспособлений. У подростков важным показателем развития являются показатели полового созревания.

Полученные при измерении показатели физического развития ребенка или подростка оцениваются путем сравнения величины его роста с нормами, представленными в стандартных таблицах, называемых **параметрическими** (табл.1.1).

В данной таблице даны нормативы для юношей Московской области (2012 г.). Специальные таблицы разработаны для оценки соответствия показателей массы тела достигнутому росту, используется также оценка соответствия возрастным показателям окружности грудной клетки и окружности головы.

Оценочные таблицы периодически составляют на основании массовых обследований детей в определенных регионах, имеющих свои географические, социальные и экономические особенности. В таблицах представлены средние показатели антропометрических данных в определенных возрастных интервалах и допустимые (стандартные) отклонения от этих показателей.

Наряду с методом средних норм, регрессионных и сигмальных (стандартных) отклонений, используемых при составлении таблиц параметрического типа, широко применяются **таблицы непараметрического типа — центильные**. Центильные таблицы не требуют дополнительных расчетов, легки и удобны в обращении. Колонки таблицы показывают границы определенного показателя, получившие название центилей. Диапазон показателей между двумя близлежащими центилями называется центильным интервалом (зоной, коридором) (табл.1.2).

Показателями нормы считаются данные, характерные для 50% детей данного пола и возраста (это средний статистический уровень для определенного признака) и расположенные в диапазоне между 25 и 75 центилями. Каждый

измерительный признак (длина, масса тела, окружность головы и грудной клетки) должен быть помещен в свой «коридор» центильной шкалы.

Таблица 1.1

Федеральные возрастно-половые нормативы [7]

Региональные возрастно-половые нормативы для мальчиков 11 лет (московский регион)

Показатели уровня биологического развития

Возраст в годах	Длина тела, см (M ± σ)	Погодовая прибавка, см	Количество постоянных зубов, шт	Показатели полового созревания, баллы
11	138,6 – 151,8	3,7 – 6,5	16-25	Ax_0, P_0

Региональные модифицированные шкалы регрессии массы тела по длине тела

Оценка длины тела	Длина тела, см	Оценка массы тела				
		Дефицит массы тела II степени, кг	Дефицит массы тела I степени, кг	Нормальное физическое развитие	Избыток массы тела, кг	Ожирение, кг
низкая M – 2,1σ	132	Масса тела, кг				
ниже средней от M – 1,1σ до M – 2σ	133	15,4 и менее	15,5 – 21,3	21,4 – 39,1	39,2 – 45,0	45,1 и более
	134	16,4 и менее	16,5 – 22,3	22,4 – 40,1	40,2 – 46,0	46,1 и более
	135	17,3 и менее	17,4 – 23,2	23,3 – 41,0	41,1 – 46,9	47,0 и более
	136	18,2 и менее	18,3 – 24,1	24,2 – 41,9	42,0 – 47,8	47,9 и более
	137	19,2 и менее	19,3 – 25,1	25,2 – 42,9	43,0 – 48,8	48,9 и более
	138	20,1 и менее	20,2 – 26,0	26,1 – 43,8	43,9 – 49,7	49,8 и более
средняя M ± 1σ	139	21,1 и менее	21,2 – 27,0	27,1 – 44,8	44,9 – 50,7	50,8 и более
	140	22,0 и менее	22,1 – 27,9	28,0 – 45,7	45,8 – 51,6	51,7 и более
	141	22,9 и менее	23,0 – 28,8	28,9 – 46,6	46,7 – 52,5	52,6 и более
	142	23,9 и менее	24,0 – 29,8	29,9 – 47,6	47,7 – 53,5	53,6 и более
	143	24,8 и менее	24,9 – 30,7	30,8 – 48,5	48,6 – 54,4	54,5 и более
	144	25,8 и менее	25,9 – 31,7	31,8 – 49,5	49,6 – 55,4	55,5 и более
	145	26,7 и менее	26,8 – 32,6	32,7 – 50,4	50,5 – 56,3	56,4 и более
	146	27,6 и менее	27,7 – 33,5	33,6 – 51,3	51,4 – 57,2	57,3 и более
	147	28,6 и менее	28,7 – 34,5	34,6 – 52,3	52,4 – 58,2	58,3 и более
	148	29,5 и менее	29,6 – 35,4	35,5 – 53,2	53,3 – 59,1	59,2 и более
	149	30,5 и менее	30,6 – 36,4	36,5 – 54,2	54,3 – 60,1	60,2 и более
	150	31,4 и менее	31,5 – 37,3	37,4 – 55,1	55,2 – 61,0	61,1 и более
	151	32,3 и менее	32,4 – 38,2	38,3 – 56,0	56,1 – 61,9	62,0 и более
выше средней от M + 1,1σ до M + 2σ	152	33,3 и менее	33,4 – 39,2	39,3 – 57,0	57,1 – 62,9	63,0 и более
	153	34,2 и менее	34,3 – 40,1	40,2 – 57,9	58,0 – 63,8	63,9 и более
	154	35,2 и менее	35,3 – 41,1	41,2 – 58,9	59,0 – 64,8	64,9 и более
	155	36,1 и менее	36,2 – 42,0	42,1 – 59,8	59,9 – 65,7	65,8 и более
	156	37,0 и менее	37,1 – 42,9	43,0 – 60,7	60,8 – 66,6	66,7 и более
	157	38,0 и менее	38,1 – 43,9	44,0 – 61,7	61,8 – 67,6	67,7 и более
высокая M + 2,1σ	158					
M	145,2			38,6		
σ	6,6					
$R_{x/y}$				0,94		
σ_R				5,9		

Региональные возрастно-половые нормативы для девочек 11 лет (московский регион)

Показатели уровня биологического развития

Возраст в годах	Длина тела, см (M ± σ)	Погодовая прибавка, см	Количество постоянных зубов, шт	Показатели полового созревания, баллы
11	138,9 – 153,3	4,0 – 7,8	17-25	Ax_0, $P_{0,1}$, Ma_1, Me-

Региональные модифицированные шкалы регрессии массы тела по длине тела

Оценка длины тела	Длина тела, см	Оценка массы тела				
		Дефицит массы тела II степени, кг	Дефицит массы тела I степени, кг	Нормальное физическое развитие	Избыток массы тела, кг	Ожирение, кг
низкая M – 2,1σ	132	Масса тела, кг				
ниже средней от M – 1,1σ до M – 2σ	133	15,5 и менее	15,6 – 21,4	21,5 – 39,2	39,3 – 45,1	45,2 и более
	134	16,4 и менее	16,5 – 22,3	22,4 – 40,1	40,2 – 46,0	46,1 и более
	135	17,2 и менее	17,3 – 23,1	23,2 – 40,9	41,0 – 46,8	46,9 и более
	136	18,1 и менее	18,2 – 24,0	24,1 – 41,8	41,9 – 47,7	47,8 и более
	137	19,0 и менее	19,1 – 24,9	25,0 – 42,7	42,8 – 48,6	48,7 и более
	138	19,8 и менее	19,9 – 25,7	25,8 – 43,5	43,6 – 49,4	49,5 и более
средняя M ± 1σ	139	20,7 и менее	20,8 – 26,6	26,7 – 44,4	44,5 – 50,3	50,4 и более
	140	21,5 и менее	21,6 – 27,4	27,5 – 45,2	45,3 – 51,1	51,2 и более
	141	22,4 и менее	22,5 – 28,3	28,4 – 46,1	46,2 – 52,0	52,1 и более
	142	23,3 и менее	23,4 – 29,2	29,3 – 47,0	47,1 – 52,9	53,0 и более
	143	24,1 и менее	24,2 – 30,0	30,1 – 47,8	47,9 – 53,7	53,8 и более
	144	25,0 и менее	25,1 – 30,9	31,0 – 48,7	48,8 – 54,6	54,7 и более
	145	25,8 и менее	25,9 – 31,7	31,8 – 49,5	49,6 – 55,4	55,5 и более
	146	26,7 и менее	26,8 – 32,6	32,7 – 50,4	50,5 – 56,3	56,4 и более
	147	27,6 и менее	27,7 – 33,5	33,6 – 51,3	51,4 – 57,2	57,3 и более
	148	28,4 и менее	28,5 – 34,3	34,4 – 52,1	52,2 – 58,0	58,1 и более
	149	29,3 и менее	29,4 – 35,2	35,3 – 53,0	53,1 – 58,9	59,0 и более
	150	30,1 и менее	30,2 – 36,0	36,1 – 53,8	53,9 – 59,7	59,8 и более
	151	31,0 и менее	31,1 – 36,9	37,0 – 54,7	54,8 – 60,6	60,7 и более
	152	31,9 и менее	32,0 – 37,8	37,9 – 55,6	55,7 – 61,5	61,6 и более
	153	32,7 и менее	32,8 – 38,6	38,7 – 56,4	56,5 – 62,3	62,4 и более
выше средней от M + 1,1σ до M + 2σ	154	33,6 и менее	33,7 – 39,5	39,6 – 57,3	57,4 – 63,2	63,3 и более
	155	34,4 и менее	34,5 – 40,3	40,4 – 58,1	58,2 – 64,0	64,1 и более
	156	35,3 и менее	35,4 – 41,2	41,3 – 59,0	59,1 – 64,9	65,0 и более
	157	36,2 и менее	36,3 – 42,1	42,2 – 59,9	60,0 – 65,8	65,9 и более
	158	37,0 и менее	37,1 – 43,0	43,1 – 60,7	60,8 – 66,6	66,7 и более
	159	37,9 и менее	38,0 – 43,9	44,0 – 61,6	61,7 – 67,5	67,6 и более
высокая M + 2,1σ	160					
M	146,1			38,6		
σ	7,2					
$R_{x/y}$				0,86		
σ_R				5,9		

В зависимости от того, где расположен «коридор», можно дать оценку уровня развития и принять решение о необходимости дополнительных исследований в случаях его отклонения. Центильные интервалы и их оценка:

- до 3-го центиля – «очень низкий» уровень (3%);
- от 3-го до 10-го центиля – «низкий» уровень (7%);
- от 10-го до 25-го центиля – уровень «ниже среднего» (15%);
- от 25-го до 75-го центиля – «средний» уровень (50%);
- от 75-го до 90-го центиля – уровень «выше среднего» (15%);
- от 90-го до 97-го центиля – «высокий» уровень (7%);
- от 97-го центиля — «очень высокий» уровень (3%).

Оптимальный уровень физического развития характеризуется расположением всех показателей от 25-го до 75-го центиля, преимущественно в рамках одного коридора.

При попадании результатов оценки физического развития в область низких, очень низких и очень высоких величин рекомендуется обследование ребенка у специалистов: эндокринолога, невропатолога и других, так как велика вероятность болезненных изменений состояния здоровья.

Стандарты физического развития могут использоваться как для индивидуальной оценки развития ребенка, так и для оценки физического развития всего детского коллектива. Сравнительная оценка уровня физического развития различных коллективов или одного и того же коллектива в динамике позволяет косвенно судить об условиях жизни детей.

Таблица 1.2

Центильные шкалы для оценки физического развития юношей и девушек Нижегородской области [10]

Показатели	Оценка показателей по центильным интервалам						
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Центили						
	3(5)	10	25	**50**	75	90	(95)
Девушки 17 лет							
1. Длина тела, см	154,3	156,2	160,9	**163,9**	166,8	172,9	175,8
2. Масса тела, кг	45,33	48,10	51,14	**55,36**	60,29	65,76	75,00
3. BMI кг/м^2	17,1	18,0	19,0	**20,6**	2,0	4,0	25,4
4. Окружность грудной клетки, см	75,7	76,7	79,3	**82,4**	5,7	93,4	94,7
5. Жизненная емкость легких, л	2,14	2,59	2,84	**3,13**	3,45	3,68	4,08
6. Динамометрия правой кисти, кг	13	15	17	**22**	26	30	33
7. Динамометрия левой кисти, кг	12	14	17	**20**	24	28	29
8. САД, мм.рт.ст.	90	96	102	**106**	118	124	130
9. ДАД, мм.рт.ст.	60	61	63	**68**	76	79	85
10. Частота сердечных сокращений	62	63	68	**72**	79	87	98
Юноши 17 лет							
1. Длина тела, см	164,9	168,1	171,5	**177,0**	180,4	184,3	190,0
2. Масса тела, кг	52,39	55,23	59,08	**65,56**	71,75	77,70	85,22
3. BMI кг/м^2	17,4	18,2	19,3	**20,7**	22,5	24,3	25,6
4.Окружность грудной клетки, см	78,0	79,1	82,5	**86,3**	90,6	95,6	97,4
5. Жизненная емкость легких, л	3,24	3,53	3,79	**4,34**	4,8	5,1	5,6
6. Динамометрия правой кисти, кг	24	25	33	**38**	44	49	53
7. Динамометрия левой кисти, кг	16	20	30	**35**	42	50	69
8. САД, мм.рт.ст.	100	102	110	**120**	125	130	133
9. ДАД, мм.рт.ст.	60	62	65	**69**	76	84	87
10. Частота сердечных сокращений	58	60	66	**73**	80	89	101

Биологический возраст

Каждому человеку присущ свой собственный темп развития — скорость «разворачивания» генетической программы в конкретных условиях окружающей среды. Разница между степенью зрелости организма и его календарным возрастом в некоторых случаях может быть существенной. Поэтому важным показателем развития в антропологии считается соответствие паспортного (календарного) и биологического возраста.

Период времени, прошедший в абсолютном выражении (т.е. в годах, месяцах, днях и т.п.) с момента рождения человека до данного конкретного момента, называется **календарным** или **паспортным, возрастом;** возраст человека, оцененный по степени развития (или зрелости) отдельных признаков и систем признаков, — **биологическим возрастом**.

Дети, имеющие одинаковый календарный возраст, могут находиться на разных этапах созревания, т.е. иметь различный биологический возраст. Он отражается в сроках прорезывания молочных зубов и смене их на постоянные, формировании ядер окостенения в хрящевой ткани скелета, сроках полового созревания, в некоторых функциональных и биохимических показателях, особенностях психофизического развития. По соотношению антропометрических данных (показателей веса и роста), уровня биологической зрелости и психического развития различают гармоничный и дисгармоничный тип развития. Существенное отличие биологического возраста от календарного приводит, как правило, к нарушению адаптации ребенка к возрастным требованиям, предъявляемым ему социальной средой.

Основные критерии биологического возраста группируются по системам признаков:

- показатели морфологической зрелости – общее соматическое развитие; зубная зрелость; скелетный возраст; развитие репродуктивной системы (половое созревание);
- физиологические и биохимические показатели – прежде всего показатели основного, углеводного и липидного обмена; секреция ферментов и гормонов; особенности сердечнососудистой системы, нейродинамические и нейрофизиологические характеристики;
- показатели нервно-психического развития.

Определение биологического возраста по одонтологическим (зубным) признакам проводится на основе подсчета числа прорезывающихся зубов и последовательности их прорезывания. Эти данные сопоставляются с разработанными стандартами, в результате чего можно получить интервальную оценку возраста индивида – зубной возраст.

Зубной возраст определяется с точностью до года, иногда еще точнее. Это большое преимущество метода по сравнению со всеми прочими критериями. Однако зубной возраст наиболее информативен только в периоды прорезывания молочных (в среднем от 6 месяцев до 2 лет) и постоянных зубов (от 5-6 до 13-14 лет, без учета третьих моляров – «зубов мудрости»), он не показателен после прорезывания всех постоянных зубов. Следовательно, этот метод непригоден для определения биологического возраста в подростковом и взрослом возрасте. Показатели зубного возраста представлены в табл.1.3.

Критериями половой зрелости служат время появления, последовательность и степень развития вторичных половых признаков, гармоничность (согласованность) их появления и развития. Последние определяются с помощью антропометрических показателей, описывающих параметры гениталий, развитие грудных желез, изменения таза и т.п., иногда с использованием дискретных характеристик, оцененных в баллах. Сроки появления и степень развития отдельных признаков на протяжении пубертатного периода достаточно индивидуальны, но последовательность наступления этих изменений при гармоничном развитии, как правило, неизменна.

Ведущими показателями для определения типа телосложения являются: форма грудной клетки, спины, живота, ног, развитие костной, мышечной, жиро-

вой ткани. По сочетанию полученных показателей устанавливают тип телосложения.

Конституционные особенности телосложения становятся очевидными с ранних этапов развития ребенка: одни дети обладают хрупким, изящным (так называемым грацильным) телосложением, другие – крепкими мышцами и относительно короткими конечностями, третьи отличаются преобладанием жировой ткани над мышечной тканью. Предрасположенность к тому или иному типу телосложения определяется наследственностью ребенка, но проявляется и закрепляется она под воздействием факторов внешней среды. По мере взросления организма конституциональные особенности закрепляются и проявляются в относительно стабильных вариациях нормативного развития организма, которые называют типами телосложения. В некоторой мере тип конституции ребенка можно определить уже в 7-8 лет и довольно точно – в 11-12 лет.

Таблица 1.3

Число постоянных зубов учащихся Нижегородской области с вариантами биологического возраста [3,10]

Возраст, лет	Мальчики			Девочки		
	Развитие					
	замедленное	нормальное	опережающее	замедленное	нормальное	опережающее
7	≤4	5–11 (6–11)	≥12	≤5	6–12 (8–12)	≥13
8	≤7	8–14 (8–13)	≥15	≤8	9–15 (10–14)	≥16
9	≤9	10–16 (10–15)	≥17	≤12	13–19 (12–16)	≥20
10	≤12	13–19 (12–20)	≥20	≤13	14–23 (12-23)	≥24
11	≤13	14–22 (15–24)	≥23	≤14	≥15 (12)	
12	≤16	≥17 (21)		-		

Примечание: в скобках показатели число постоянных зубов школьников Н.Новгорода

Критерии половой зрелости информативны в периоды отрочества, пубертата и юности. Нормативные сроки появления вторичных половых признаков приведены в табл. 1.4-1.5, а принятые в антропологии критерии половой зрелости даны в примечании к таблицам.

Таблица 1.4

Нормативы полового развития мальчиков Нижегородской области [4,10]

Возраст, лет	ПФ нормального развития	Замедленное развитие	БПС нормального развития	Опережающее развитие
11	от $V_0P_0L_0Ax_0F_0$ до $V_1P_1L_0Ax_0F_0$	0 - 1,8		>1,8
12	от $V_0P_0L_0Ax_0F_0$ до $V_1P_1L_0Ax_1F_0$	0 - 2,8 (0 – 1,8)		>2,8
13	от $V_1P_0L_0Ax_0F_0$ до $V_2P_2L_1Ax_2F_0$	<0,7	0,7 - 6,2 (0,7 – 6,3)	>6,2
14	от $V_1P_1L_0Ax_0F_0$ до $V_2P_3L_2Ax_2F_1$	<1,8	1,8 - 9,5 (2,9 – 9,5)	>9,5

15	от $V_1P_3L_1Ax_1F_0$ до $V_2P_5L_2Ax_3F_2$	<5,6	5,6 - 14,3 (5,7 – 14,3)	>14,3
16, 17	от $V_2P_4L_2Ax_2F_1$ до $V_2P_5L_2Ax_4F_3$	<10,0	≥10,0 (10,6)	

ПРИМЕЧАНИЕ: V – Мутация голоса, P – лобковое оволосение, L – увеличение щитовидного хряща, Ax – подмышечное оволосение, F – оволосение лица. ПФ – половая формула, БПС – балл полового созревания. В скобках показатели БПС школьников Н.Новгорода

Типы телосложения. Гармоничность пропорций тела является одним из критериев оценки развития и состояния здоровья. При диспропорции в строении тела можно думать о нарушении ростовых процессов и обусловивших его причинах (эндокринных, хромосомных и др.).

Телосложение – это размеры, формы, пропорции и особенности взаимного расположения частей тела, характеризующие тип конституции. Тип телосложения определяют по совокупности соматоскопических показателей, дополненных данными соматометрии.

Таблица 1.5

Нормативы полового развития девочек Нижегородской области[4,10]

Возраст, лет	ПФ нормального развития	Замедленное развитие	БПС нормального развития	Опережающее развитие
10	от $Ma_0P_0Ax_0Me_0$ до $Ma_1P_1Ax_0Me_0$	0 -1,5 (0 – 2,7)		>1,5
11	от $Ma_1P_0Ax_0Me_0$ до $Ma_2P_1Ax_0Me_0$	<1,2	1,2 - 2,7 (1,2 – 2,7)	>2,7
12	от $Ma_1P_0Ax_0Me_0$ до $Ma_2P_2Ax_2Me_1$	<1,2	1,2 - 5,9 (1,5 – 7,0)	>5,9
13	от $Ma_2P_1Ax_0Me_0$ до $Ma_3P_2Ax_2Me_1$	<2,7	2,7 - 7,1 (3,0 – 11,6)	>7,1
14	от $Ma_2P_2Ax_2Me_0$ до $Ma_3P_3Ax_3Me_2$	<3,8	(3,8-9,9) (≥5,0)	> 9,9
15, 16, 17	от $Ma_2P_2Ax_2Me_1$ до $Ma_3P_3Ax_3Me_3$	<5,9	≥5,9 (11,6)	

ПРИМЕЧАНИЕ: Ma – развитие молочных желез, Me – возраст первой менструации. Ax – подмышечное оволосение, P – лобковое оволосение. ПФ – половая формула, БПС – балл полового созревания. В скобках показатели БПС школьниц Н.Новгорода

В нашей стране оценка телосложения детей и подростков в основном проводится по схеме В.Г.Штефко – А.Д.Островского, в соответствии с которой выделяют четыре основных типа: астеноидный, торакальный, мышечный и дигестивный (рис.1.1).

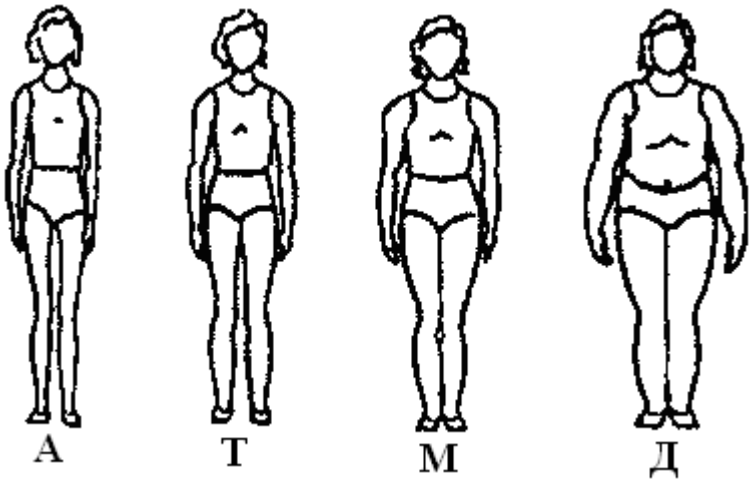


Рис.1.1. Типы телосложения[7]:
А - астеноидный, Т – торакальный, М - мышечный, Д – дигестивный.

Признаки типов телосложения можно выделить в старшем дошкольном возрасте, наиболее отчетливыми они становятся в подростковом возрасте. Кроме того, телосложение может различаться неодинаковой степенью развития мускулатуры и жироотложения, а также формой грудной клетки, живота и спины. Форма грудной клетки может быть плоской, узкой и длинной, цилиндрической (бочкообразной), конической (иметь вид усеченного конуса с вершиной вверху и основанием внизу), форма живота - впалой, прямой или выпуклой, форма спины - сутулой, прямой и уплощенной. Все эти признаки можно определить визуально, т.е. на глаз. Комбинируясь и образуя отдельные варианты, они придают фигуре характерный вид. Рост (длина тела) и масса могут быть различными у подростков одного и того же типа телосложения.

Для **астеноидного типа** (А) характерны относительно тонкие кости, узкие плечи и таз, уплощенная грудная клетка - она вытянута и часто сужена книзу. Спина чаще сутулая (с резко выступающими лопатками), живот впалый или прямой. Мускулатура развита слабо, тонус ее вялый. Жироотложение незначительное, поэтому хорошо видны ребра, кости плечевого пояса, ноги не смыкаются в области бедер.

Торакальный тип (Т) – грацильный, относительно узко сложенный. Грудная клетка обычно цилиндрической формы, реже немного уплощена, спина прямая, иногда выступают лопатки, живот прямой. Жироотложение и мускулатура развиты умеренно, мышечная масса невелика, однако тонус ее высок. Среди подростков торакального типа встречаются и такие, у которых жировая ткань развита слабо, особенно в период резкого увеличения длины тела. Однако в отличие от сверстников астеноидного типа у подростков торакального типа хорошо развита грудная клетка, довольно высок мышечный тонус.

У представителей **мышечного типа** (М) более массивный скелет, чем у их сверстников торакального типа. Грудная клетка цилиндрической формы (почти одинакового диаметра по всей длине), живот прямой с рельефно выраженной мускулатурой. Мышечная ткань развита хорошо (значителен как объем мышц, так и их тонус), жироотложение среднее, костный рельеф сглажен. Форма ног в

основном правильная, нормальная. От подростков астеноидного и торакального типов они отличаются преимущественно шириной плеч и тазового пояса, а также развитием мускулатуры.

Дети и подростки **дигестивного типа** (Д) имеют крупный, массивный скелет. Грудная клетка у них конической формы – короткая, расширенная книзу. Живот выпуклый, округлый, обычно с жировыми складками. Спина прямая или слегка уплощенная. Мышечная масса обильная и имеет хороший тонус. Жировые складки образуются на спине, боках, животе, вследствие чего костный рельеф плохо просматривается. У подростков этого типа телосложения (по сравнению с другими) наибольшая ширина плеч и таза. Форма ног обычно Х-образная или нормальная.

1.6. Механизмы и стадии адаптации детского организма

Адаптация (от лат. adaptatio – прилаживание, приноравливание) – в широком смысле слова свойство организма приспосабливаться к действию факторов окружающей среды. Это универсальное явление, характерное для всего живого. Понятие физиологической адаптации было впервые сформулировано У.Кенноном как совокупность функциональных реакций организма на неблагоприятные воздействия внешней среды, направленных на сохранение свойственного организму уровня гомеостаза. У человека существует специальная функциональная система, состоящая из коры больших полушарий головного мозга, гипоталамуса, гипофиза и коры надпочечников, вступающих в сложные функциональные взаимоотношения при осуществлении приспособительных реакций, сопровождающихся определенными сдвигами в регуляции обмена веществ и деятельности жизнеобеспечивающих систем (в первую очередь кровеносной и дыхательной). Эта же система осуществляет и социальную адаптацию, вовлекающую все сложные поведенческие акты человека.

В настоящее время под **адаптацией** понимают формирование приспособительных реакций организма не только при действии неблагоприятных или экстремальных (стрессорных) факторов среды, но и при действии обычных (не экстремальных) факторов. Для специалистов системы образования проблема адаптации имеет особое значение в том аспекте, который связан с адаптацией детей и подростков к учебному и воспитательному процессам в дошкольных и школьных учреждениях. Привыкание к новым условиям часто влечет за собой развитие так называемого адаптационного синдрома, в ряде случаев он может оказывать неблагоприятное влияние на состояние здоровья ребенка.

Адаптация создает условия для наиболее оптимального существования организма. Если человек здоров и его физиологические системы работают в оптимальном режиме, то его состояние определяется как **физиологическая адаптация.** Но вот возникает необходимость какого-то изменения (человек поднимается в гору, у него учащенное дыхание и сердцебиение) – заинтересованные системы начинают работать более интенсивно, напряженно. Такое состояние обозначается как **напряженная адаптация.** При социальной адаптации ее причина-

ми могут быть либо резкое напряжение психической деятельности, либо необходимость менять привычные формы поведенческих реакций. Наибольшее значение при социальной адаптации имеет функциональная выносливость центральной нервной системы.

Если при напряженной адаптации не превышаются возможности системы адаптационных механизмов, то такое напряжение, перестройка приводят к новому уровню физиологической адаптации, т.е. к реакциям, наиболее отвечающим потребностям данной ситуации. При превышении адаптационных возможностей функциональные системы начинают работать в неблагоприятных режимах – возникает **патологическая адаптация**. Болезнь – типичное проявление патологической адаптации.

Рождение ребенка – яркое проявление **биологической адаптации.** Переход из условий внутриутробного к внеутробному существованию требует перестройки в деятельности всех основных систем организма – кровообращения, дыхания, пищеварения, невозможной без соответствующего уровня готовности адаптационных механизмов. Здоровый новорожденный имеет этот уровень готовности и достаточно быстро приспосабливается к существованию во внеутробных условиях. Система адаптационных механизмов созревает и совершенствуется в течение роста и развития ребенка. Неблагополучная беременность, повреждения при родах, заболевания в первые месяцы жизни снижают адаптационные возможности ребенка.

После рождения у ребенка формируются стереотипы поведения, связанные с особенностями микросреды, в которой он воспитывается. В течение первого полугодия жизни реакции такого типа формируются на режим, на способ вскармливания, на микроклимат. С шести до девяти месяцев жизни присоединяются реакции на способы подхода к ребенку, т.е. он привыкает к тому, как его кормят, укладывают, как организовано бодрствование и др. В возрасте девяти-десяти месяцев (при семейных условиях воспитания) формируется еще одна реакция – привязанность к взрослому, удовлетворяющему потребности ребенка. С возрастом у ребенка расширяются возможности сознательно воспринимать впечатления от окружающего мира и активно действовать, но опять же, с помощью взрослого, постоянно находящегося с ним. Этот механизм лежит в основе формирования привязанностей, которые имеют колоссальное значение для дальнейшей жизни человека.

Поступление ребенка в детское учреждение требует переделки сформировавшихся стереотипов. Для него меняются все основные условия среды: изменяются материальные условия существования (питание, интерьер группы), приемы обращения и воспитания, происходит встреча с новыми взрослыми и детьми. В связи с возрастными особенностями высшей нервной деятельности детей приспособление к пребыванию в детском учреждении представляет определенные трудности. Изменения среды приводят к перенапряжению адаптационной системы ребенка, вызывая изменения в эмоциональном состоянии и поведении (ухудшается сон, аппетит, ребенок отказывается играть с другими детьми и т.д.); возникают сдвиги в вегетативной нервной системе (изменяется температура и биоэлектрическая активность кожи, соотношение количества адреналина и но-

радреналина в моче и др.), в иммунной системе (снижаются защитные силы организма, что может способствовать заболеванию в этот период).

Изучение проявлений адаптации у детей, начинающих посещать детское учреждение, позволило определить основные этапы привыкания к новым условиям среды, факторы, определяющие тяжесть адаптационного периода, и наметить пути профилактики тяжелой адаптации. Весь период привыкания можно разбить на три этапа. **Острый период,** или период дезадаптации, – более или менее ярко выраженное рассогласование между привычными поведенческими стереотипами и требованиями новой социальной микросреды. В это время наиболее выражены нарушения поведения, взаимоотношений с взрослыми и детьми, речевой активности, игры, общего физического состояния, в частности отмечаются колебания массы тела, снижается устойчивость к инфекциям. **Подострый период,** или собственно адаптация, – ребенок активно осваивает новую среду, вырабатывая соответствующие ей формы поведения. В это время постепенно уменьшается выраженность функциональных сдвигов: быстрее всего нормализуется аппетит (до 15 дней), более продолжительны нарушения сна и эмоционального состояния, медленнее всего восстанавливается игра и речевая активность (до 60 дней), медленно выравнивается уровень гормонов надпочечников в моче, отражающий напряженность адаптационных процессов. **Период компенсации,** или адаптированности к новым условиям, – все перечисленные показатели нормализуются, т.е. достигают исходного уровня, а иногда и превышают его.

По особенностям течения первых двух периодов выделяют легкую, средней тяжести и тяжелую адаптацию. Медико-биологические исследования процессов адаптации детей при поступлении их в ясли, детский сад и школу свидетельствуют о напряженной деятельности всех физиологических систем детского организма. В отдельных случаях это может привести к задержке физического развития, снижению устойчивости организма и развитию различных заболеваний. Обнаружено, что степень напряжения физиологических систем ребенка при резкой смене условий жизни определяется состоянием его нервной системы и возрастом (внутренние факторы), а также адекватными воспитательными воздействиями (внешние факторы). Дети с сильной нервной системой и уравновешенными нервными процессами, эмоционально менее возбудимые обладают большими адаптационными возможностями. Значительное влияние на ход адаптации оказывают патологическое течение беременности у матери, неблагополучные роды, частые заболевания ребенка, травмы головного мозга. Кроме того, важное значение имеет возраст ребенка. Наиболее тяжело идет адаптация детей при их поступлении в ясли в возрасте от 10 месяцев до 1 года 3 месяцев. Резко снижаются адаптационные возможности организма детей и подростков в критические периоды развития (от 2 до 3,5 года, в 6-8 лет, 11-12 и до 15 лет). Важное прогностическое значение имеют данные о первой социальной адаптации. Дети с тяжело протекающей адаптацией при их поступлении в ясли, как правило, тяжело переносят адаптацию при поступлении в детский сад и школу.

Тема 2. РАЗМНОЖЕНИЕ и РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

2.1. Половое созревание

Процесс полового созревания протекает неравномерно, и его принято подразделять на определенные этапы, на каждом из которых складываются специфические взаимоотношения между системами нервной и эндокринной регуляции. Эти этапы английский антрополог Дж. Таннер назвал стадиями, а исследования отечественных и зарубежных физиологов и эндокринологов позволили установить, какие морфофункциональные свойства характерны для организма на каждой из этих стадий.

Нулевая стадия – стадия новорожденности – характеризуется наличием в организме ребенка сохранившихся материнских гормонов, а также постепенным регрессом деятельности собственных желез внутренней секреции, после того как родовой стресс закончится.

Первая стадия – стадия детства (инфантилизм). Период от года до появления первых признаков полового созревания рассматривается как этап полового инфантилизма. В этот период созревают регулирующие структуры головного мозга, и происходит постепенное и незначительное увеличение секреции гормонов гипофиза. Развития половых желез не наблюдается потому, что оно тормозится гонадотропин-ингибирующим фактором, который вырабатывается гипофизом под действием гипоталамуса и другой мозговой железы – эпифиза. Этот гормон по строению молекулы очень похож на гонадотропный гормон, а потому легко и прочно соединяется с рецепторами тех клеток, которые настроены на чувствительность к гонадотропинам. Однако никакого стимулирующего действия на половые железы гонадотропин-ингибирующий фактор не оказывает. Напротив, он перекрывает гонадотропному гормону доступ к рецепторам. Такая конкурентная регуляция типична для гормональной регуляции метаболизма. Ведущая роль в эндокринной регуляции на этом этапе принадлежит гормонам щитовидной железы и гормону роста. Непосредственно перед пубертатом секреция гормона роста усиливается, и это вызывает ускорение процессов роста. Наружные и внутренние половые органы развиваются малозаметно, вторичных половых признаков нет. Заканчивается стадия у девочек в 8-10, а у мальчиков – в 10-13 лет. Большая продолжительность стадии приводит к тому, что при вступлении в пубертат мальчики оказываются крупнее девочек.

Вторая стадия – гипофизарная (начало пубертата). К началу полового созревания снижается образование ингибитора гонадотропина и усиливается секреция гипофизом двух важнейших гонадотропных гормонов, стимулирующих развитие половых желез, – фоллитропина и лютропина. В результате железы «просыпаются» и начинается активный синтез тестостерона. Чувствительность половых желез к гипофизарным влияниям увеличивается, и постепенно налаживаются эффективные обратные связи в системе гипоталамус – гипофиз – гонады. У девочек в этот период наиболее высока концентрация гормона роста, у мальчиков пик ростовой активности наблюдается позже. Первым внешним призна-

ком начала пубертата у мальчиков служит увеличение яичек, которое происходит под влиянием гонадотропных гормонов гипофиза. В 10 лет эти изменения можно заметить у трети мальчиков, в 11 – у двух третей, а к 12 годам – практически у всех.

У девочек первый признак пубертата – набухание молочных желез, иногда оно происходит асимметрично. Сначала железистую ткань можно только пропальпировать, затем выпячивается околососковый кружок. Отложение жировой ткани и формирование зрелой железы происходит на последующих этапах пубертата. Эта стадия полового созревания заканчивается у мальчиков в 11-13, а у девочек – в 9-11 лет.

Третья стадия — стадия активации гонад. На этом этапе воздействие гипофизарных гормонов на половые железы усиливается, и гонады начинают вырабатывать в больших количествах половые стероидные гормоны. Одновременно увеличиваются и сами гонады: у мальчиков это хорошо заметно по значительному увеличению размеров яичек. Кроме того, под суммарным воздействием гормона роста и андрогенов мальчики сильно вытягиваются в длину, растет также половой член, приближаясь к 15 годам к размерам взрослого человека. Высокая концентрация женских половых гормонов – эстрогенов – у мальчиков в этот период может приводить к набуханию молочных желез, расширению и усилению пигментации зоны соска и ареолы. Эти изменения непродолжительны и обычно через несколько месяцев после появления благополучно проходят без вмешательства. На этой стадии, как у мальчиков, так и у девочек происходит интенсивное оволосение лобка и подмышечных впадин. Заканчивается стадия у девочек в 11-13, а у мальчиков в 12-16 лет.

Четвертая стадия – стадия максимального стероидогенеза. Активность гонад достигает максимума, надпочечники синтезируют большое количество половых стероидов. У мальчиков сохраняется высокий уровень гормона роста, поэтому они продолжают интенсивно расти, у девочек ростовые процессы замедляются. Первичные и вторичные половые признаки продолжают развиваться: усиливается лобковое и подмышечное оволосение, увеличивается размер гениталий. У мальчиков именно на этой стадии происходит мутация (ломка) голоса.

Пятая стадия – этап окончательного формирования – физиологически характеризуется установлением сбалансированной обратной связи между гормонами гипофиза и периферическими железами и начинается у девушек в 11-13 лет, у юношей – в 15-17 лет. На этом этапе завершается формирование вторичных половых признаков. У мальчиков это формирование «адамова яблока», оволосение лица, оволосение на лобке по мужскому типу, завершение развития подмышечного оволосения. Волосы на лине обычно появляются в следующей последовательности: верхняя губа, подбородок, щеки, шея. Этот признак развивается позже других и окончательно формируется к 20 годам или позже. Сперматогенез достигает своего полного развития, организм юноши готов к оплодотворению. Рост тела практически останавливается.

У девушек на этой стадии появляется менархе. Собственно, первая менструация и является для девушек началом последней, пятой, стадии полового созревания. Затем в течение нескольких месяцев происходит становление харак-

терного для женщин ритма овуляций и менструаций. Цикл считается установившимся, когда менструации наступают через одинаковые промежутки времени, длятся одинаковое число дней с одинаковым распределением интенсивности по дням. Вначале менструации могут продолжаться 7-8 дней, исчезать на несколько месяцев, даже на год. Появление регулярных менструаций свидетельствует о достижении половой зрелости: яичники продуцируют готовые к оплодотворению созревшие яйцеклетки. Рост тела в длину также практически прекращается.

На протяжении второй – четвертой стадий полового созревания резкое усиление деятельности желез внутренней секреции, интенсивный рост, структурные и физиологические изменения в организме повышают возбудимость центральной нервной системы. Это выражается в эмоциональном реагировании подростков: их эмоции подвижны, изменчивы, противоречивы; повышенная чувствительность сочетается с черствостью, застенчивость – с развязностью; проявляются чрезмерный критицизм и нетерпимость к родительской опеке. В этот период иногда наблюдаются снижение работоспособности, невротические реакции – раздражимость, плаксивость (особенно у девочек в период менструации). Возникают новые отношения между полами. У девочек повышается интерес к своей внешности, мальчики демонстрируют свою силу. Первые любовные переживания нередко выбивают подростков из колеи, они становятся замкнутыми, начинают хуже учиться.

2.2. Оплодотворение

Развитие нового организма начинается с момента оплодотворения, которым называют слияние мужской и женской половых клеток – гамет (рис.2.1).

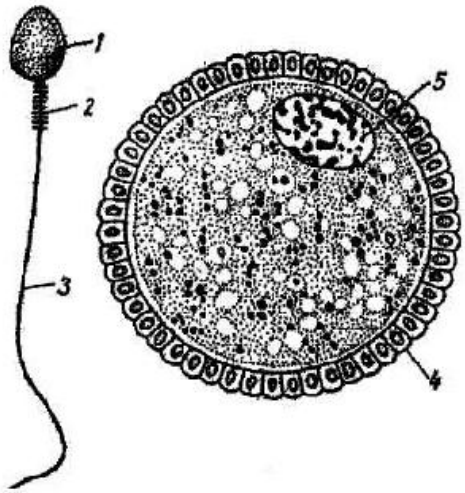


Рис.2.1. Половые клетки[5]
А – сперматозоид; Б – яйцевая клетка:
1 – головка сперматозоида,
2 – средний, или связующий отдел,
3 – хвост сперматозоида,
4 – фолликулярные клетки, окружающие яйцо,
5 – ядро яйцевой клетки.

Во время полового акта под влиянием выделяющихся гормонов, а также локального действия простагландинов спермы происходит активное сокращение матки и маточных труб, что в совокупности с активной секрецией слизи женскими половыми органами обеспечивает продвижение сперматозоидов внутри матки и маточных труб.

Сперма, изливающаяся во время эякуляции, имеет щелочную реакцию, содержит в своем составе сперматозоиды, слизь, витамины, простагландины и ряд

ферментов. Количество спермы, необходимое для осуществления оплодотворения, должно быть не менее 2 мл (в среднем около 3 мл), а содержание сперматозоидов в ней исчисляется значением порядка 100.000.000 клеток на 1 мл секрета. В норме всего лишь 40% из содержащихся в этом секрете спермиев активны (подвижны).

Часть излившейся во время эякуляции спермы удаляется из половых путей женщины наружу, а часть выводится в брюшную полость после прохождения по маточным трубам. Наряду с этим в канале шейки матки под влиянием маточного секрета малоподвижные и морфологически измененные сперматозоиды подвергаются фагоцитозу или пассивному вытеснению во влагалище.

Спермии сохраняют жизнеспособность в половых путях женщины в течение 24-72 часов, но их фертильность (оплодотворяющая способность) достаточно высока только на протяжении первых 12-24 часов.

Половой акт лишь создает предпосылки для возможного оплодотворения, которое может состояться, если к этому моменту произошла овуляция в яичнике. Полагают, что вероятность оплодотворения достаточно высока лишь в течение первых 12 часов после овуляции.

В процессе оплодотворения сначала происходит проникновение сперматозоида через оболочку яйцеклетки. Этому предшествует выделение сперматозоидом фермента, расщепляющего соединения, которые входят в состав оболочки яйцеклетки. В цитоплазму яйцеклетки проникает большая часть сперматозоида (хвост отбрасывается).

Вслед за проникновением сперматозоида начинаются физико-химические изменения в поверхностном слое цитоплазмы яйцеклетки и образование оболочки оплодотворения. После ее образования другие сперматозоиды не могут проникнуть в яйцо.

В оплодотворенной яйцеклетке, ядра перемещаются навстречу друг другу. При их слиянии образуется одноклеточный зародыш – зигота, которую можно назвать уже организмом в самой начальной фазе развития. При слиянии ядер вновь образуется диплоидный набор хромосом. В первые два месяца, внутриутробной жизни развивающийся организм называют зародышем или эмбрионом, а все последующее время до момента его рождения – плодом.

При **овуляции** (выходе яйцеклетки из яичника) фолликул лопается, и яйцеклетка выходит в брюшинную полость. Из брюшинной полости яйцеклетка поступает в находящееся рядом брюшинное отверстие маточной трубы. По маточной трубе яйцеклетка продвигается в сторону полости матки. Если в маточной трубе яйцеклетка встречается со сперматозоидом, то происходит ее оплодотворение. Оплодотворенная яйцеклетка по маточной трубе продвигается в полость матки, где она внедряется (имплантируется) в слизистую оболочку (рис.2.2).

Оптимальные условия для взаимодействия сперматозоида и яйцеклетки обычно создаются в течение 12 ч после овуляции. Объединение ядра сперматозоида с ядром яйцеклетки приводит к образованию в одноклеточном организме (зиготе) характерного для человека диплоидного набора хромосом (46). Пол будущего ребенка определяется комбинацией хромосом в зиготе и зависит от

половых хромосом отца. Если яйцеклетка оплодотворена сперматозоидом с половой хромосомой X, то в образующемся диплоидном наборе хромосом появляется две X-хромосомы, характерные для женского организма. При оплодотворении сперматозоидом с половой хромосомой Y, в зиготе образуется комбинация половых хромосом XY, характерная для мужского организма.

2.3. Беременность

Значение гормонов для процесса беременности начинает проявляться еще до оплодотворения и имплантации оплодотворенной яйцеклетки: ведь все изменения в матке, характерные для менструального цикла, можно рассматривать как подготовку к этим событиям. Если оплодотворения не произойдет и продукция эстрогенов и прогестерона желтым телом снизится, то, как уже отмечалось, начнется отторжение поверхностных слоев эндометрия и кровотечение. Если же оплодотворенная яйцеклетка имплантируется в эндометрий, то продукция половых гормонов желтым телом не уменьшится и действие, как эстрогенов, так и прогестерона на беременную матку продолжится.

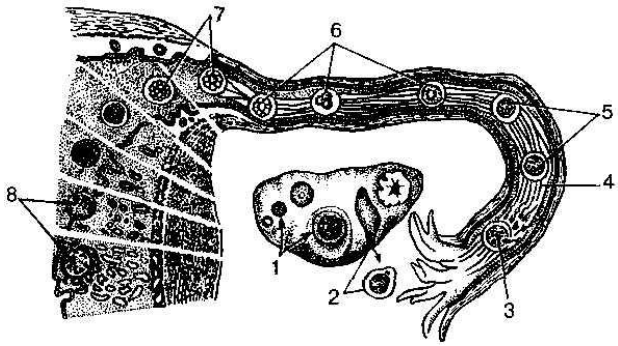


Рис.2.2. Пути яйцеклетки по маточной трубе и имплантация зародыша в миометрий (по А.Хэму и Д.Кормаку, 1982)[5]:

1 – созревание фолликулов в яичнике;
2 – овуляция;
3 – проникновение сперматозоида в яйцеклетку;
4 – маточная труба;
5 – образование зиготы;
6 – дробление зиготы;
7 – поступление зародыша из просвета маточной трубы в полость матки;
8 – имплантация зародыша в слизистую оболочку матки

Беременность – это физиологический процесс, при котором из оплодотворенной клетки развивается плод. В организме возникают многочисленные и сложные изменения, которые создают условия для внутриутробного развития плода, подготавливают органы женщины к родовому акту и грудному вскармливанию новорожденного.

Определение срока беременности. В ранние сроки беременности диагноз устанавливается на основании предположительных и вероятных признаков.

К предположительным признакам относятся: изменение аппетита, тошнота, рвота; изменение обонятельных ощущений; появление раздражительности, сонливости и т.д.; пигментация кожи лица, белой линии живота, сосков и околососковых кружков; нагрубание молочных желез.

К вероятным признакам относятся: прекращение менструации; появление молозива при надавливании на соски; при влагалищном исследовании определяется синюшность (цианоз) слизистой оболочки влагалища и шейки матки, изменение формы, величины и консистенции матки.

Аборт – прерывание беременности сроком до 28 недель. Аборты разделяются: самопроизвольные и искусственные. Аборт в первые 15 недель беременности называют ранним, в 16-28 недель – поздним.

Самопроизвольные аборты возникают вследствие нарушения функции яичников, общих инфекций, недоразвития и пороков развития половых органов, несовместимости по резус-фактору и группе крови, воспалительных заболеваний половых органов, недостаточности шейки матки, гиповитаминозов, психических и физических травм и др. По клиническому течению различают угрожающий, начавшийся, аборт в ходу, неполный и полный аборт.

Искусственный аборт. Искусственное прерывание беременности проводится по желанию женщины при сроке беременности до 12 недель, по социальным показаниям – до 22 недель, при наличии медицинских показаний и согласия женщины – независимо от срока беременности. При задержке менструации от 2-3 дней до 25 дней можно произвести мини-аборт с помощью вакуум-аппарата. В срок от 6 до 12 недель используют метод выскабливания содержимого беременной матки с помощью кюретки. Для прерывания беременности в поздние сроки применяют различные хирургические и медикаментозные методы.

2.4. Развитие внутриутробного плода

После завершения начальных стадий развития плод окружен жидкостью и 3 оболочками:

1. **децидуальной оболочкой** (так называется видоизмененный в связи с беременностью функциональный слой слизистой оболочки матки, во время родов она отторгается и изгоняется из полости матки вместе с другими оболочками и плацентой),
2. **хорионом** (ворсинчатая оболочка),
3. **амнионом** (водная оболочка).

Водная оболочка (амнион) представляет собой замкнутый мешок, в котором находится плод, окруженный околоплодными водами. Их количество к концу беременности достигает 1-1,5 л. Околоплодные воды образуются в результате секреции эпителия амниона; возможно, что частично они образуются за счет пропотевания жидкости из кровеносных сосудов матери и деятельности почек плода.

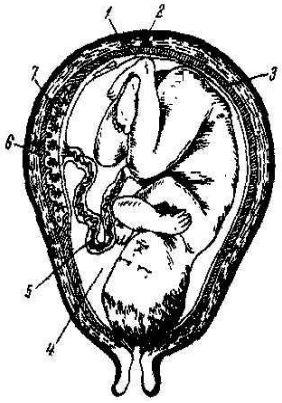


Рис.2.3. Расположение оболочек в матке (схема)[5]: 1, 7 – хорион, 2 – амнион, 3, 6 – децидуальная оболочка,4 – полость амниона, 5 – пуповина.

К водам примешиваются чешуйки эпидермиса, продукт сальных желез кожи и пушковые волосы плода. В состав околоплодных вод входят белок, соли, мочевина, жир, сахар и гормоны (эстрогены, гонадотропный гормон и др.), микроэлементы, ферменты и др.

Околоплодные воды имеют большое физиологическое значение:

1) создают условия для свободного развития плода и его движений, недостаточное количество вод может быть причиной врожденных уродств плода, воды играют роль в обмене веществ плода;

2) защищают организм плода от неблагоприятных внешних воздействий;

3) предохраняют пуповину от сдавления между телом плода и стенкой матки (сдавление пуповины ведет к гибели плода);

4) во время беременности плодный пузырь, заполненный околоплодными водами, способствует нормальному течению периода раскрытия.

Плацента является важнейшим органом, при помощи которого происходит дыхание, питание и выведение продуктов обмена плода. Плацента замещает функцию легких, органов пищеварения, почек, кожи и других органов. В плаценте образуются гонадотропные гормоны и другие биологически активные вещества, обусловливающие развитие приспособительных изменений в организме беременной, необходимые для развития плода и подготовки к лактации. Плацента представляет собой практически целую эндокринную систему, локализованную в одной ткани. По разнообразию гормональных продуктов она как бы объединяет в себе биохимические возможности гипофиза, яичников и желтого тела. Плод и плацента функционально столь тесно связаны друг с другом, что к ним часто применяют термин **фетоплацентарная единица.**

Необходимо отметить, что плацента проницаема для многих веществ, попадающих в организм матери. От матери к плоду переходят алкоголь, никотин, ртуть, мышьяк, морфин, окись углерода и многие другие токсически действующие вещества. Переходят также обезболивающие, наркотические средства, антибиотики, сульфаниламиды, салицилаты, барбитураты, сердечные гликозиды и многие другие медикаменты и химические соединения. Они могут причинить вред плоду, особенно на ранних стадиях его развития. От матери к плоду могут проникнуть вирусы и бактерии, особенно при возникновении в плаценте изменений (дистрофические процессы, инфаркты, кровоизлияния и др.). при этом

возникает инфицирование плода. Установлена возможность поражения плода вирусами краснухи, кори, гриппа, герпеса и другими возбудителями заболеваний.

Через плаценту переходят иммуноглобулины, создающие пассивный иммунитет плода; от матери к нему переходят антитела против дифтерии, коклюша, герпеса и других заболеваний. Процесс образования собственных иммуноглобулинов у плода начинается по мере развития его важнейших органов и систем. По внешнему виду плацента похожа на округлую, толстую, мягкую лепешку. В конце беременности и к моменту родов диаметр плаценты достигает 15-18 см, толщина 2-3 см, масса 500-600 гр.

Пуповина, или пупочный канатик, представляет собой шнуровидное образование, в котором проходят две артерии и одна вена, несущие кровь от плода к плаценте и обратно. По пуповинным артериям течет венозная кровь от плода к плаценте; по пуповинной вене притекает к плоду артериальная кровь, обогащенная кислородом в плаценте. Пуповинные сосуды окружены студенистым веществом, в котором располагаются эмбриональные соединительнотканные клетки. Ход сосудов пуповины извилистый, поэтому канатик как бы скручен по длине. Пуповина соединяет тело плода с плацентой, один конец ее прикрепляется к пупочной области плода, другой – к плаценте. Длина пуповины доношенного плода в среднем равна 50 см, диаметр ее составляет около 1,5 см.

Послед представляет собой совокупность следующих образований: плаценты, пуповины и оболочек: водной, ворсистой и децидуальной (отпадающей). Послед изгоняется из полости матки после рождения плода.

Последовательные изменения внутриутробного плода

Беременность в среднем продолжается 280 дней, или 10 акушерских месяцев, считая от первого дня последней менструации (продолжительность акушерского месяца 28 дней; 10 акушерских месяцев равняются 40 нед.). В течение этого времени из оплодотворенной яйцеклетки развивается зрелый плод, способный к внеутробному существованию (рис.2.4).

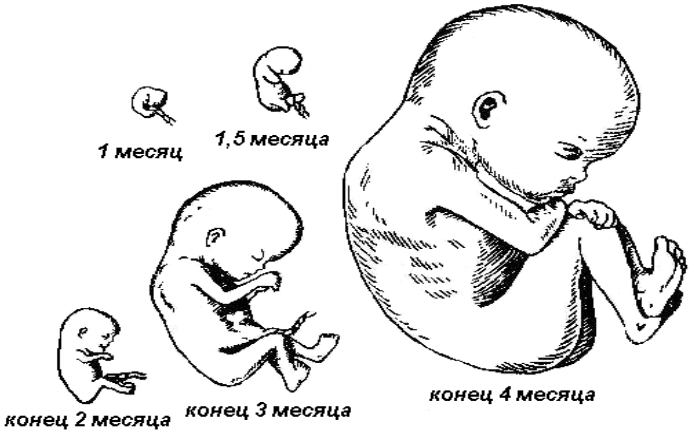


Рис.2.4. Этапы развития плода[5]. Последовательные изменения формы и величины плода внутриутробного плода.

В течение 1 месяца происходит дробление яйца, образование зародыша, зачатков его органов, плодных оболочек.

В конце 2 месяца длина плода 3-3,5 см, тело его сформировано, имеются

зачатки органов, конечностей, головка равняется длине туловища, на ней заметны зачатки глаз, носа, рта.

В конце 3 месяца длина плода 8-9 см, масса 20-25 г, головка крупная, заметно различие в строении половых органов, конечности совершают движения, видны пальцы рук и ног.

В конце 4 месяца длина плода 16 см, масса 120 г, формируется лицо, движения конечностей становятся активнее, но матерью не воспринимаются, пол плода различается ясно.

В конце 5 месяца плод достигает длины 25-26 см, масса 280-300 г. Кожа красная, покрывается пушковыми волосами. Сальные железы начинают выделять жировое вещество, которое смешивается с чешуйками эпидермиса и образует сыровидную смазку. В кишечнике образуется меконий. Движения плода ощущаются матерью. При аускультации живота беременной отмечается сердцебиение плода.

В конце VI месяца длина плода 30 см, масса 600-680 г, движения становятся энергичнее; плод может родиться живым, делает дыхательные движения, но обычно скоро умирает (есть единичные сообщения о выживании).

В конце 7 месяца плод имеет длину 35 см, масса 1000-1200 г. Подкожный жир развит слабо, кожа морщинистая, покрыта сыровидной смазкой, на всем теле пушковые волосы. Ушные и носовые хрящи мягкие, ногти не доходят до концов пальцев рук и ног. У мальчиков яички не опустились в мошонку, у девочек малые половые губы не прикрыты большими. Плод рождается живым, дышит, но еще маложизнеспособен.

После окончания 7 месяца, или 28 нед. внутриутробной жизни, плод считается недоношенным, но жизнеспособным: однако дети, родившиеся в этот срок, могут выжить лишь при тщательном уходе.

В конце 8 месяца длина плода 40 см, масса 1500-1600 г; плод рождается жизнеспособным, но требует особого ухода.

В конце 9 месяца длина плода 45 см, масса 2400-2500 г; подкожно-жировой слой увеличивается, кожа гладкая, розовая, пушковых волос на теле меньше, волосы на голове удлиняются. Плод, родившийся в этот срок, жизнеспособен.

К концу 10 месяца признаки недоношенности исчезают, плод рождается зрелым. Плод достигнет зрелости в конце 10 акушерского месяца. Сравнительно редко наблюдается несоответствие между доношенностью и зрелостью плода. При неблагоприятных условиях развития (заболевания матери, неблагоприятное питание и др.) доношенный ребенок может иметь признаки незрелости. Иногда наблюдается и противоположное явление: ребенок рождается немного раньше срока, но зрелым.

Признаки зрелости плода

О зрелости родившегося младенца судят по совокупности ряда признаков.

1. Длина (рост) зрелого доношенною новорожденною в среднем равна 50 см (колеблется от 47 до 57 см), масса 3200-3400 г (колеблется от 2600 до 5000 г и выше).

Длина является более постоянной величиной, чем масса, поэтому она вернее отражает степень зрелости плода.

Новорожденные больше 47 см учитываются как зрелые; новорожденные длиной меньше 45 см учитываются как незрелые. Определение зрелости или незрелости новорожденных длиной от 45 до 47 см производится в каждом отдельном случае на основании особо тщательного анализа всех признаков.

Заключение о зрелости таких детей производится акушером и педиатром совместно. При отсутствии данных о росте новорожденного учитывается масса его, причем новорожденный массой ниже 2500 г считается незрелым.

2. У зрелого плода грудка выпуклая, пупочное кольцо находится на середине между лобком и мечевидным отростком.

3. Кожа зрелого новорожденного бледно-розовая, подкожный жир хорошо развит, на коже остатки сыровидной смазки; пушок есть только на плечах и верхней части спинки; длина волос на голове достигает 2 см, ногти заходят за кончики пальцев.

4. Ушные и носовые хрящи упругие.

5. У мальчиков яички опущены в мошонку, у девочек малые половые губы и клитор прикрыты большими половыми тубами.

6. Движения зрелого новорожденного активны, крик громкий, глаза открыты, он хорошо берет грудь.

2.5. Роды

Роды – физиологический процесс, при котором происходит изгнание из полости матки через родовые пути плода и последа. Физиологические роды наступают в среднем через после 10 акушерских месяцев (280 дней, или 40 недель) беременности, когда плод становится зрелым и вполне способным к внеутробному существованию. Родовые изгоняющие силы включают:

♦ периодически повторяющиеся сокращения мускулатуры матки – **схватки**,

♦ присоединяющиеся к схваткам ритмические сокращения брюшного пресса, которые называют **потугами.**

Схватки возникают непроизвольно, роженица не может ими управлять по своему желанию. Схватки наступают периодически, через определенные промежутки времени. Сокращения матки обычно бывают болезненными, но степень болевых ощущений у разных женщин колеблется в широких пределах.

Потуги возникают непроизвольно, но роженица до известной степени может регулировать их. Одновременное повышение внутриматочного давления при схватках и внутрибрюшного давления при потугах способствует тому, что плод, находящийся в матке устремляется в сторону наименьшего сопротивления, т.е. малого таза.

Периоды родов. Различают три периода родов:

♦ первый период – период раскрытия шейки матки,

♦ второй период – изгнания,

♦ третий период – последовый период.

Механизм родов. Различают четыре момента механизма родов.

Первый момент – сгибание головки. В результате сгибания головка входит в таз наименьшим размером (рис.2.5).

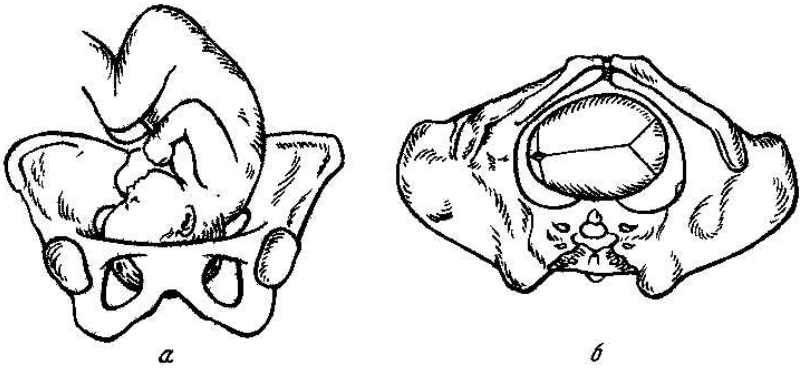


Рис.2.5. Первый момент механизма родов[5]:
а – сгибание головки,
б – вид со стороны выхода таза.
Стреловидный шов в поперечном размере таза.

Второй момент родов – внутренний поворот головки. Головка совершает поступательное движение вперед (опускается) и одновременно поворачивается вокруг продольной оси (рис.2.6-2.7). Внутренний поворот связывают с разными причинами. Наиболее распространенной является теория приспособления продвигающейся головки к размерам таза: головка своей наименьшей окружностью проходит через наибольшие размеры таза.

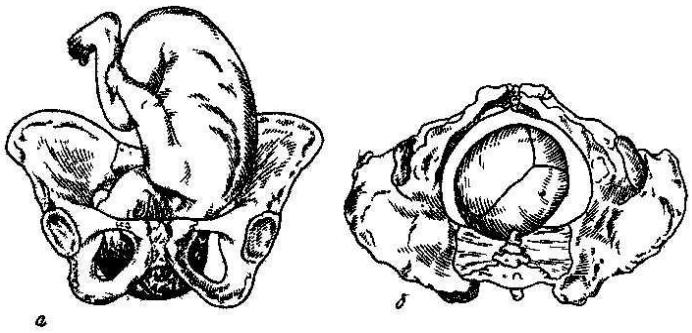


Рис.2.6. Второй момент механизма родов[5]:
а – внутренний поворот головки,
б – вид со стороны выхода таза.
Стреловидный шов в правом косом размере таза.

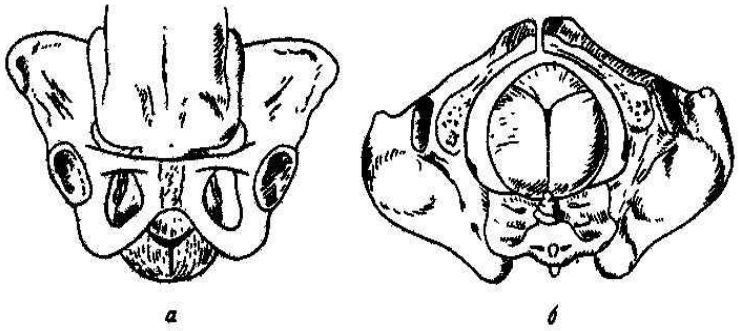


Рис.2.7. Внутренний поворот головки закончен[5]:
а – положение плода;
б – вид со стороны выхода таза.

Стреловидный шов стоит в прямом размере таза.

Третий момент родов – разгибание головки. Когда сильно согнутая головка достигает выхода таза, она встречает сопротивление мышц тазового дна (рис.2.8). Сокращения матки и брюшного пресса способствуют тому, что головка начинает разгибаться. При этом прорезывается лоб, затем личико и подбородок, т.е. рождается вся головка.

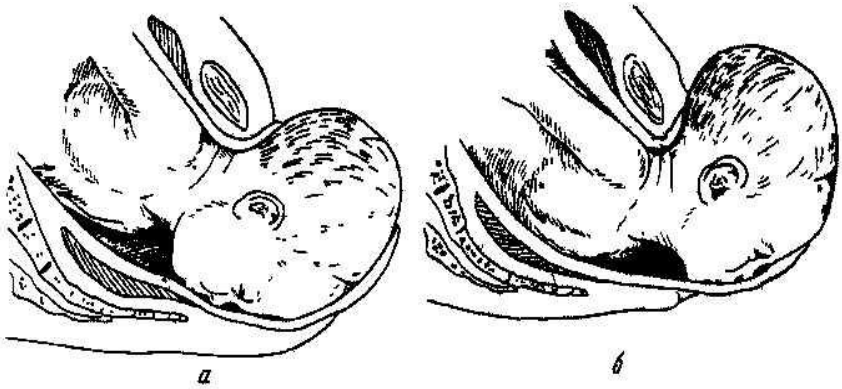


Рис.2.8. Третий момент механизма родов[5]:
а – начало разгибания (соответствует врезыванию);
б – разгибание головки (соответствует прорезыванию).

Четвертый момент – наружный поворот головки. Головка после рождения поворачивается личиком к правому или левому бедру матери (рис.2.8). Этот поворот зависит от внутреннего поворота плечиков.

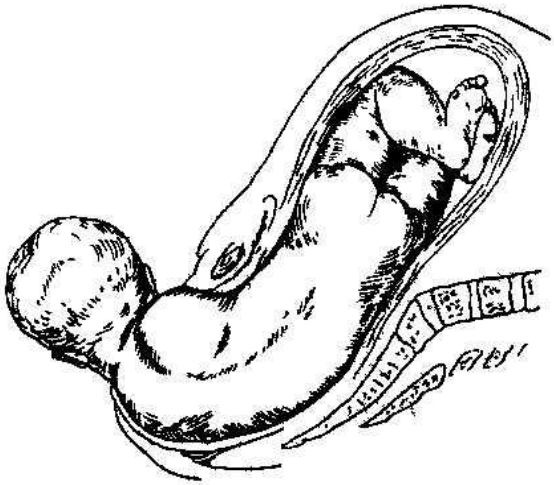


Рис.2.9. Четвертый момент механизма родов: наружный поворот головки[5].
Внутренний поворот плечиков закончен, они прорезываются.

После рождения плечевого пояса обеими руками осторожно обхватывают грудную клетку плода и направляют туловище кверху, при этом рождение нижней части туловища происходит без затруднений.

Влияние механизма родов на форму головки

Головка плода обладает способностью приспособляться к форме и размерам родового канала. Приспособляемость головки зависит от смещаемости черепных костей в области швов и родничков, способности костей черепа изменять форму при прохождении через малый таз.

Под давлением стенок родового канала кости черепа надвигаются одна на другую в области швов и родничков. Одна теменная кость заходит на другую, затылочная и лобные кости могут вдвинуться под теменные. Черепные кости уплощаются или становятся более выпуклыми. В результате указанных смещений происходит изменение формы головки, приспособление ее к форме и размерам родовых путей. Изменение формы головки при прохождении ее через родовые пути называется **конфигурацией**. Конфигурация головки зависит от особенностей головки и родовых путей. Чем шире швы и мягче кости, тем больше способность головки к конфигурации.

Последовый период.

После рождения плода начинается третий период родов – последовый, в котором происходит:

1) отделение плаценты и оболочек от стенок матки,
2) изгнание отслоившегося последа из половых путей.

Продолжительность родов.

Продолжительность родов зависит от разных причин, главным образом от характера родовых сил. Чем интенсивнее схватки и потуги, тем меньше продолжительность родов.

На продолжительность родов влияют и такие факторы, как величина плода, вставление предлежащей части, размеры таза, время отхождения околоплодных вод и др. Продолжительность первых родов обычно больше, чем повторных; у пожилых (старше 30 лет) и старых первородящих роды нередко затягиваются. Затяжное течение родов наблюдается при недоразвитии организма женщины (инфантилизм), у ожиревших и сильно истощенных женщин.

У первородящей женщины роды продолжаются 15-24 ч, у повторнородящих – 10-12 ч. Наиболее продолжительным является период раскрытия; у первородящих период раскрытия продолжается 13-18 ч, у повторнородящих – 6-9 ч.

Период изгнания у первородящих продолжается 2-3 ч, У повторнородящих – 30-60 мин: Последовый период у перво- и повторнородящих продолжается 15-60 мин, в среднем 30 мин.

В настоящее время нередко наблюдается более быстрое течение родов, особенно у здоровых женщин молодого возраста (20-25 лет). Это объясняется повышением материального благосостояния, культуры, качеством медицинской помощи и другими факторами, способствующими укреплению здоровья женщин.

2.6. Многоплодная беременность

Беременность, двумя или большим числом плодов называется многоплодной. Дети, родившиеся при многоплодной беременности, называются близнецами. Многоплодная беременность может возникнуть в результате оплодотворения двух или большего числа одновременно созревших яйцеклеток. Две или три яйцеклетки могут развиться из одного фолликула или разных (2-3) фолликулов, созревающих одновременно в одном или обоих яичниках. Двойни, образовавшиеся из двух оплодотворенных яйцеклеток, называются **двуяйцовыми двойнями** (рис.2.10)

Многоплодная беременность может возникнуть также из одной оплодотворенной яйцеклетки в результате атипического деления (дробления) ее. При этом образуются два (или три) зародышевых зачатка, из которых развиваются близнецы. Такие двойни, образовавшиеся из одной яйцеклетки, называются **однояйцовыми двойнями** (рис.2.11)

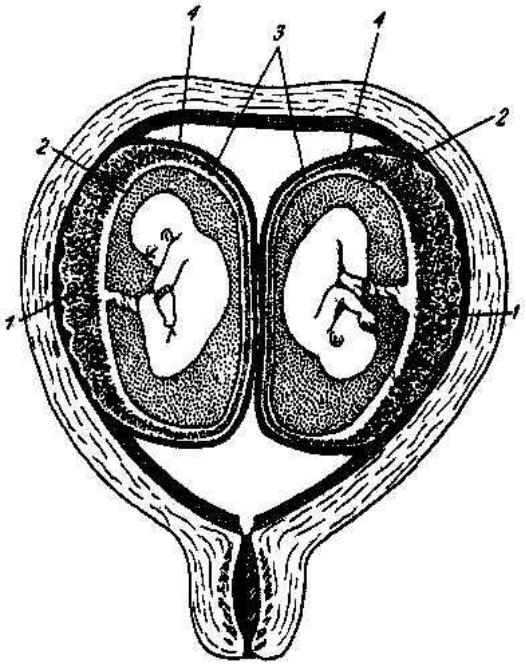


Рис.2.10. Двуяйцовая двойня[5].
Каждый плод имеет собственную плаценту (1), амнион (2), хорион (3) и децидуальную оболочку (4).

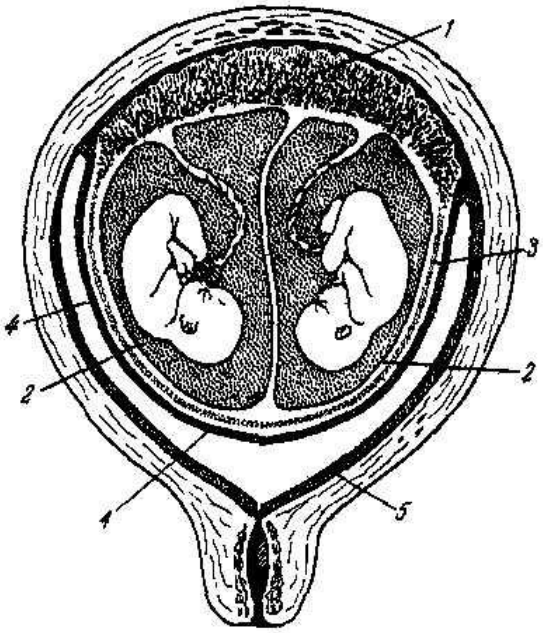


Рис.2.11. Однояйцовая двойня[5].
Плацента общая, каждый плод имеет свой амнион.
1 – плацента,
2 – амнион,
3 – хорион,
4, 5 – децидуальные оболочки

2.7. Факторы риска нарушений течения беременности и развития плода

Во время беременности у женщины на фоне некоторого снижения дезинтоксикационной функции печени и почек повышается проницаемость гистогематического барьера для токсических агентов. С этим обстоятельством связан тот факт, что во время беременности интоксикации носят более выраженный

характер. Причем интоксикации подвергается организм не только матери, но и плода. Например, плацента проницаема практически для всех лекарственных веществ, применяемых в современной акушерской практике, в результате они могут оказывать воздействие на развивающийся плод.

Влияние полноценного питания матери на течение беременности и плод. Недостаточное питание (дефицит белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ) беременной женщины может вызвать нарушение развития плода по двум причинам:

- во-первых, в результате дефицита необходимых для него веществ;
- во-вторых, в результате нарушения функции плаценты, в частности нарушения синтеза плацентарных гормонов, которые регулируют течение беременности и развитие плода.

Голодание или недоедание могут явиться причинами самопроизвольных абортов, преждевременных родов, мертворождения. Дети, рожденные матерями, недоедавшими или голодавшими в период беременности, растут физически ослабленными, имеют склонность к различным заболеваниям (особенно инфекционным), и, наконец, среди таких детей выше показатели смертности. Для нормального гетерохронного развития органов и систем плода требуются различные в количественном и качественном соотношении вещества на разных этапах эмбриогенеза. Так, в период активного формирования скелета плода у беременной женщины повышается потребность в кальции и фосфоре, а во время становления костномозгового кроветворения – в железе.

Ведущим фактором, вызывающим перинатальную дистрофию плода, является гипопротеинемия у беременной женщины (особенно недостаток незаменимых аминокислот) приводит к рождению маловесных детей. Другим фактором является дефицит витаминов в рационе питания беременных (А, B_2, С, РР, Е и др.), в результате которого замедляется рост плода, а в крайних случаях наступает его гибель – даже на фоне достаточного поступления с пищей основных нутриентов – жиров, белков, углеводов и солей. Например, зародыш имеет повышенную чувствительность к дефициту витаминов в период имплантации и плацентации. С недостаточным питанием женщины в период беременности связывают формирование пороков развития различных физиологических систем плода, прежде всего ЦНС.

Наиболее чувствительными периодами к действию на организм плода алиментарного фактора являются ранние сроки беременности, когда происходит наиболее интенсивное развитие физиологических систем – кровообращения, дыхания и др. В поздние сроки беременности организм плода менее чувствителен к воздействию факторов риска, т.к. у него к этому времени уже сформированы многие компенсаторные механизмы, функционирующие на основе внутрисистемных и межсистемных связей.

Рекомендации по рациональному питанию беременных женщин. В период органогенеза у плода важным является поступление в организм беременной женщины с продуктами питания достаточного количества полноценных белков, жиров и углеводов. Во второй половине беременности эта потребность еще

более увеличивается. Беременность и развитие плода почти в два раза увеличивают потребность женщины в витаминах:

- для нормального развития плаценты необходим витамин А,
- для углеводного обмена – витамин B_1;
- для синтеза многих ферментов необходим витамин B_2 (рибофлавин);
- нормальное течение метаболизма и процессов окисления в системе «мать – плод – плацента» обеспечивает витамин РР (никотиновая кислота);
- в процессах ацетилирования, окисления и синтеза в организме человека участвует витамин B_5 (пантотеновая кислота),
- нормальный клеточный обмен аминокислот, обмен углеводов и жиров требует наличия витамина B_6 (пиридоксин);
- синтез белков и рибонуклеиновых кислот в клетках организма, как матери, так и плода протекает при участии витамина B_{12} (кобаламин);
- стимуляции жирового обмена, усвоению кислорода тканями, накоплению креатинфосфата и гликогена в мышцах и печени беременной женщины способствует витамин B_{15} (пангамовая кислота).

Фолиевая кислота (антианемический фактор), витамин С (регуляция обмена нуклеиновых кислот и др.), витамин Р (обмен кальция и фосфора), витамин Е (поддерживает течение беременности) также необходимы для нормального развития плода.

Потребность организма беременной женщины в минеральных солях возрастает постепенно в течение беременности по мере развития плода. Особенно необходимы кальций, фосфор, калий, магний, натрий, железо, медь и кобальт.

Влияние на плод табакокурения. Никотин – основной компонент табачного дыма – проникает в организм плода через плаценту и действует, прежде всего, на ЦНС и сердечнососудистую систему плода. Под воздействием никотина повышается риск перинатальной смертности, вероятность гибели плода при этом возрастает примерно на 30%.

Курение табака при беременности повышает риск рождения ребенка с малой массой тела. Объясняется это тем, что никотин замедляет маточно-плацентарный кровоток, в результате снижается поступление питательных веществ к плоду. У курящих матерей дети рождаются с массой тела в среднем на 200 г меньше, чем у некурящих, и в 2 раза выше вероятность рождения ребенка с массой тела ниже 2500 г. Причем, чем больше беременная женщина курит, тем меньше масса тела новорожденного. Содержание окиси углерода в тканях плода курящей беременной женщины оказывается даже выше, чем у нее самой. Поэтому никотин может привести к развитию внутриутробной гипоксии плода. Токсическое влияние никотина на плод усиливается в том случае, когда сочетается с другими факторами риска. Из числа последних особенно значимы возраст матери старше 40 лет, большое число беременностей и родов в анамнезе, а также многоплодная беременность. Никотин проходит через плаценту и одновременно в его присутствии повышается проницаемость плацентарного барьера (фактор прорыва барьера). Поэтому в результате табакокурения (ровно как и при пассивном курении, работе на табачном производстве) через плаценту могут проникать к плоду токсические биологически активные компоненты табака. Радиоактив-

ный изотоп полония (полоний-210), который не задерживается в фильтре сигарет, способен поражать формирующиеся у плода половые клетки, т.е. влиять на гаметогенез.

При перинатальной патологии (асфиксия и родовая травма) происходят функциональные нарушения гипоталамо-гипофизарной системы плода, приводящие впоследствии к преждевременному и гетерохронному созреванию структур гипоталамуса, ответственных за половое развитие, следствием чего является преждевременное половое созревание.

Влияние на плод этилового спирта. Концентрация этилового спирта в крови плода составляет 70-80% от таковой в крови матери, в том числе через плаценту проникают и метаболиты этилового спирта (ацетальдегид). Считается, что именно ацетальдегид обладает наиболее выраженным тератогенным эффектом. Этанол и его метаболиты, проникающие в мозг зародыша, эмбриона и плода вызывают такие изменения метаболизма нервной ткани, которые приводят к врожденным уродствам, составляющим главный компонент алкогольных эмбриопатий. В основе подобных дефектов лежат задержки развития нервных клеток и мозга в целом, нарушения связей между нейронами, глубокие нарушения метаболизма и мозга и его микро- и макроструктуры.

Токсическое влияние алкоголя выражается в замедлении роста и развития плода с последующим снижением массы тела новорожденного, а также замедлении психического развития родившегося ребенка. Хроническое злоупотребление алкоголем – причина многих врожденных пороков и аномалий развития и синдрома алкогольного плода. Повреждение ЦНС новорожденного может иметь место и при употреблении алкоголя матерью в процессе кормления ребенка грудью, так как продукты распада этилового спирта частично выводятся с молоком.

Тема 3 . ИММУНИТЕТ, ЕГО МЕХАНИЗМЫ и СПОСОБЫ УКРЕЛЕНИЯ

3.1. Механизмы иммунной защиты организма

Иммунитет – это способность распознавать вторжение в организм чужеродных объектов и уничтожать или удалять эти объекты из организма.

В организме человека одновременно работают две иммунные системы, различающиеся своими возможностями и механизмом действия, – специфическая и неспецифическая. Специфические защитные механизмы отличаются тем, что они начинают действовать только после первичного контакта с антигеном, тогда как неспецифические обеззараживают даже те вещества, с которыми организм прежде не встречался. Однако специфическая иммунная система является наиболее мощной и эффективной.

Специфическая иммунная система. При проникновении в организм антигена клетки специфической иммунной системы начинают вырабатывать антитела и антитоксины, которые соединяются с антигенами и нейтрализуют их вредное влияние на организм.

Антитела, или иммунные тела, представляют собой циркулирующие в крови белковые вещества (иммуноглобулины), образующиеся в организме под действием попавших в него чужеродных тел (бактерий, вирусов, белковых частиц и др.), называемых антигенами.

Антиген – микроорганизм, вещество, продукт питания или другая субстанция (например, пересаженные от другого организма ткани), несущие чужеродную для данного организма информацию, закодированную в структуре молекул белка.

Антитоксины – это антитела, синтезирующиеся в организме при его отравлении токсинами (ядовитыми веществами, продуцируемыми патогенными микроорганизмами).

Основной структурной и функциональной единицей специфической иммунной системы является белая кровяная клетка – лимфоцит, который существует в виде двух независимых популяций (Т-лимфоциты и В-лимфоциты). Лимфоциты, как и другие клетки крови, образуются из стволовых клеток костного мозга. Из части стволовых клеток формируются непосредственно В-лимфоциты. Другая часть поступает в тимус (вилочковую железу), где они дифференцируются в Т-лимфоциты.

В специфической борьбе с чужеродными микроорганизмами участвуют и клетки (клеточный иммунитет), и антитела (гуморальный иммунитет).

Клеточный иммунитет. Т-лимфоциты, несущие на своих мембранах рецепторы соответствующих веществ, распознают иммуноген. Размножаясь, они образуют клон таких же Т-клеток и уничтожают микроорганизм или вызывают отторжение чужеродной ткани.

Гуморальный иммунитет. В-лимфоциты также распознают антиген, после чего синтезируют соответствующие антитела и выделяют их в кровь. Антитела связываются с антигенами на поверхности бактерий и ускоряют их захват фагоцитами либо нейтрализуют бактериальные токсины.

Становление механизмов специфического иммунитета связано с формированием лимфоидной системы, дифференцировкой Т- и В-лимфоцитов, которая начинается с 12-й недели внутриутробной жизни. У новорожденных содержание Т- и В-лимфоцитов в крови выше, чем у взрослого, но они менее активны, поэтому основную роль играют антитела, попадающие в кровь ребенка от матери через плаценту до рождения и поступающие с материнским молоком.

Собственная иммунная система начинает функционировать с началом развития микрофлоры в желудочно-кишечном тракте ребенка. Микробные антигены являются стимуляторами иммунной системы организма новорожденного. Примерно со 2-й недели жизни организм начинает выработку собственных антител. В первые 3-6 месяцев после рождения разрушается материнская и созревает собственная иммунная система. Низкое содержание иммуноглобулинов в течение первого года жизни объясняет легкую восприимчивость детей к различным заболеваниям. Только ко 2-му году организм ребенка обретает способность вырабатывать достаточное количество антител. Иммунная защита достигает максимума на 10-м году. В дальнейшем напряженность иммунитета держится на постоянном уровне и начинает снижаться после 40 лет.

Важнейшим свойством специфической иммунной системы является **иммунологическая памят**ь. В результате первой встречи запрограммированного лимфоцита с определенным антигеном образуется два вида клеток. Одни из них сразу выполняют свою функцию – секретируют антитела, другие представляют собой клетки памяти, циркулирующие в крови длительное время. В случае повторного поступления этого же антигена клетки памяти быстро превращаются в лимфоциты, вступающие в реакцию с антигеном. При каждом делении лимфоцита количество клеток памяти возрастает.

Кроме того, после встречи с антигеном Т-лимфоциты активируются, увеличиваются и дифференцируются в одну из пяти субпопуляций, каждая из которых обусловливает определенный ответ. Т-киллеры (убийцы) при встрече с антигеном вызывают его гибель. Т-супрессоры подавляют иммунный ответ В-лимфоцитов и других Т-лимфоцитов на антигены. Для осуществления иммунного ответа В-лимфоцита на антиген необходима его кооперация с Т-хелпером (помощником). Но это взаимодействие возможно только при наличии макрофага – Е-клетки. При этом макрофаг передает антиген В-лимфоциту, который затем продуцирует плазматические клетки, уничтожающие чужеродный микроорганизм.

В-лимфоцит производит сотни плазматических клеток. Каждая такая клетка дает огромное количество антител, готовых уничтожить антиген. Антитела по своей природе являются иммуноглобулинами и обозначаются Ig. Иммуноглобулины бывают пяти видов: IgA, IgG, IgE, IgD и IgM. Около 15% всех антител – это IgG, которые вместе с IgM воздействуют на бактерии и вирусы. IgA защищают слизистые оболочки пищеварительной, дыхательной, мочеполовой систем. IgE ответственны за аллергические реакции. Увеличение количества IgM свидетельствует об остром заболевании, IgG – о хроническом процессе.

Кроме того, лимфоциты продуцируют **лимфокины**. Самый известный из них — интерферон, который образуется под действием вируса. Функцией интерферона является стимуляция неинфицированных клеток к выработке противовирусных белков. Интерферон активен против всех видов вирусов и способствует увеличению числа Т-лимфоцитов.

Активация лимфоцитов приводит также к синтезу клетками неспецифических биологически активных веществ, называемых **цитокинами**, или **интерлейкинами.** Эти вещества регулируют характер, глубину, продолжительность иммунного ответа и иммунного воспаления. Продолжительность жизни В-лимфоцитов составляет несколько недель, Т-лимфоцитов – 4-6 месяцев.

Специфический иммунитет может быть активным и пассивным, врожденным и приобретенным. Существуют четыре основных типа иммунитета:

• естественный пассивный иммунитет (иммунитет новорожденного) – готовые антитела передаются от одного индивидуума к другому (того же вида); вследствие естественного разрушения антител в организме он обеспечивает лишь кратковременную защиту от инфекции;

• приобретенный пассивный иммунитет – на основе образованных в организме одного индивидуума антител создают лечебные сыворотки и вводят их в

кровь другому; этот вид иммунитета также сохраняется непродолжительное время;

• естественный активный иммунитет – организм вырабатывает собственные антитела при инфицировании;

• приобретенный активный иммунитет – в организм вводятся небольшие количества иммуногенов в виде вакцины.

Неспецифические факторы защиты включают:

• непроницаемость кожного покрова и слизистых оболочек для микроорганизмов;

• бактерицидные вещества в слюне, слезной жидкости, крови, спинномозговой жидкости;

• выделение вирусов почками;

• фагоцитоз – процесс поглощения чужеродных частиц и микроорганизмов специальными клетками: макрофагами и микрофагами;

• гидролитические ферменты, расщепляющие микроорганизмы;

• лимфокины;

• систему комплемента – специальную группу белков, участвующих в «борьбе» с чужеродными микроорганизмами.

Фагоцитарная реакция осуществляется с помощью специальных лейкоцитов, способных к фагоцитозу, т.е. поглощению болезнетворных агентов и комплексов антиген-антитело. У человека фагоцитарную роль выполняют нейтрофилы и моноциты. Как только в организм попадают чужеродные частицы, к месту их внедрения направляются находящиеся поблизости лейкоциты, причем скорость некоторых из них может достигать почти 2 мм/ч (рис.3.1). Приблизившись к чужеродной частице, лейкоциты обволакивают ее, втягивают внутрь протоплазмы и затем переваривают с помощью специальных пищеварительных ферментов. Многие из лейкоцитов при этом гибнут, и из них образуется гной. При распаде погибших лейкоцитов выделяются также вещества, вызывающие в ткани воспалительный процесс, сопровождающийся неприятными и болевыми ощущениями. Вещества, обусловливающие воспалительную реакцию организма, способны активировать все защитные силы организма: к месту внедрения чужеродного тела направляются лейкоциты из самых отдаленных частей тела.

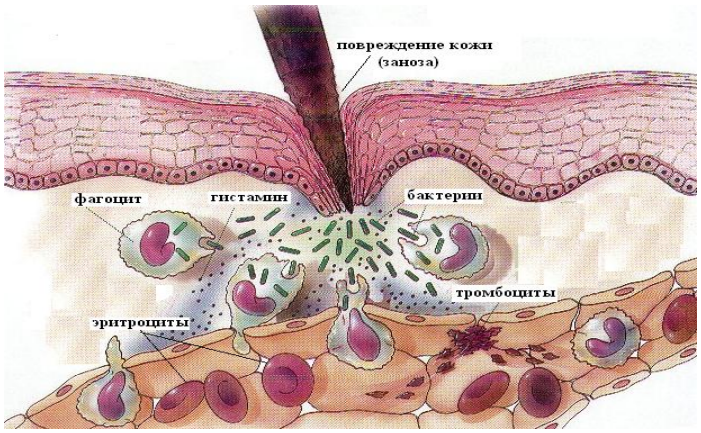


Рис.3.1. Фагоцитарная реакция на внедрение чужеродного вещества (заноза)[1,18]

В целом **процесс иммунного ответа** можно представить следующим образом (рис.3.2):

1. Нейтрофилы являются первичной защитой организма от чужеродных веществ. Когда микробы проникают в организм, нейтрофилы атакуют и «пожирают» их.

2. Макрофаги уничтожают значительную часть чужеродных организмов, избежавших атаки нейтрофилов.

3. Одновременно с процессом фагоцитоза макрофаги обмениваются информацией с Т-хелперами, сообщая им о природе антигена (бактерий, вирусов или макромолекул).

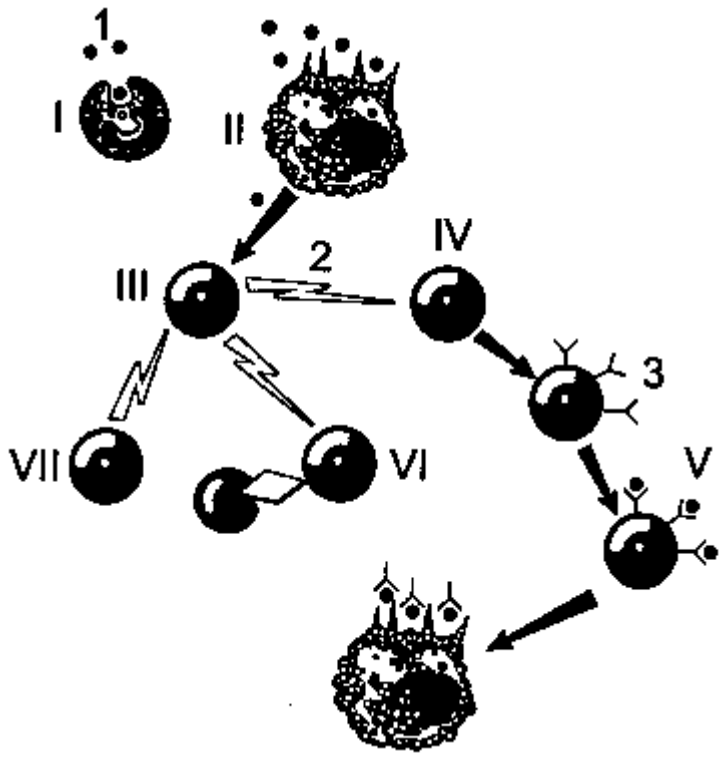


Рис. 3.2. Схема иммунного ответа [18]

I – нейтрофил;
II – макрофаг;
III – Т-лимфоцит (хелпер);
IV – В-лимфоцит;
V – В-лимфоцит, вырабатывающий антитела;
V I – Т-лимфоцит (киллер);
VII – Т-лимфоцит (супрессор);

1 – чужеродные вещества;
2 – лимфокины;3 – антитела

4. Т-хелперы выделяют в кровь химическое вещество лимфокин, которое сигнализирует В-лимфоцитам, чтобы те активировали выработку необходимых антител.

5. В-лимфоциты исследуют структуру чужеродного агента и вырабатывают антитела, предназначенные для борьбы именно с ним.

6. Т-киллеры, активно циркулирующие по системе крови, получают информацию от Т-хелперов на разрушение чужеродных клеток и уничтожают их.

Одновременно фагоциты разрушают поврежденные микробами собственные клетки.

7. После уничтожения всех антигенов Т-супрессоры дают команду Т-хелперам о прекращении иммунного ответа.

Интенсивность иммунного ответа во многом определяется состоянием нервной и эндокринной систем. Гипофиз и эпифиз с помощью пептидных биорегуляторов – цитомединов – контролируют деятельность вилочковой железы и костного мозга. Передняя доля гипофиза является регулятором преимущественно клеточного, а задняя – гуморального иммунитета.

Ряд микроорганизмов может ослаблять иммунную систему, а некоторые, например, ВИЧ, полностью блокируют ее работу, прицельно убивая Т-хелперов.

3.2. Органы иммунной защиты организма

К органам иммунной системы относятся все органы, которые участвуют в образовании клеток, осуществляющих защитные реакции организма. Органы иммунной системы включают:

– костный мозг;

– тимус;

– скопления лимфоидной ткани, расположенные в стенках полых органов пищеварительной, дыхательной, мочеполовой систем (миндалины, пейеровы бляшки – лимфоидные бляшки тонкой кишки, одиночные лимфоидные узелки в слизистых оболочках внутренних органов);

– лимфатические узлы;

– селезенку.

Иммунные органы построены из лимфоидной ткани, которая представляет собой соединительнотканную основу (ретикулярную строму) и расположенные в ее петлях клетки (лимфоциты, плазматические клетки, макрофаги и другие клеточные элементы). Костный мозг и тимус относят к центральным органам иммунной системы в связи с тем, что в них из стволовых клеток образуются и дифференцируются лимфоциты. Остальные органы иммунной системы являются периферическими – в них лимфоциты попадают из центральных. Центральные органы располагаются в хорошо защищенных от внешних воздействий местах, периферические – на путях возможного внедрения в организм генетически чужеродных веществ.

К центральным органам иммунной системы относятся костный мозг и тимус.

Костный мозг. Масса костного мозга у взрослого человека составляет 2,5-3 кг (около 4,5% массы тела). Около половины ее приходится на красный костный мозг, остальное – на желтый. Красный костный мозг состоит из стволовых кроветворных клеток, которые являются предшественниками всех клеток крови, и ретикулярной ткани, образующей каркас костного мозга. В его петлях находятся кровяные клетки разной зрелости, макрофаги и другие клетки. Костный мозг располагается в виде шнуров вокруг артериол, которые отделены друг от друга синусоидными капиллярами. В стенках капилляров образуются временные ми-

грационные поры, через них проходят созревшие клетки. Незрелые клетки попадают в кровь только при заболеваниях крови или мозга. В желтом костном мозге кровообразующие элементы отсутствуют, но при больших кровопотерях на месте желтого может опять появляться красный костный мозг.

Тимус – второй центральный орган иммунной системы. Этот орган получил также название вилочковой, или зобной, железы, так как является эндокринной железой, играющей важнейшую роль в формировании иммунитета. Он стимулирует развитие Т(«тимусных»)-клеток как в собственной ткани, так и в лимфоидной ткани других частей тела. Т-клетки «атакуют» попавшие в организм чужеродные вещества, осуществляют контроль над выработкой антител против болезнетворных агентов, влияют на другие защитные реакции организма.

Тимус имеется у всех позвоночных животных, но его форма и местоположение могут быть различны. У человека тимус состоит из двух долей, расположенных в верхней части грудной клетки сразу за грудиной (рис.3.3). Плотная соединительнотканная капсула покрывает обе доли, соединяя их, проникает внутрь и разделяет их на меньшие дольки. Каждая долька состоит из внешней зоны (коры), которая делится на поверхностный и глубокий корковые слои, и центральной внутренней зоны – мозгового слоя. В нем расположены пучки плоских клеток, так называемые тельца Гассаля, служащие местом разрушения клеток.

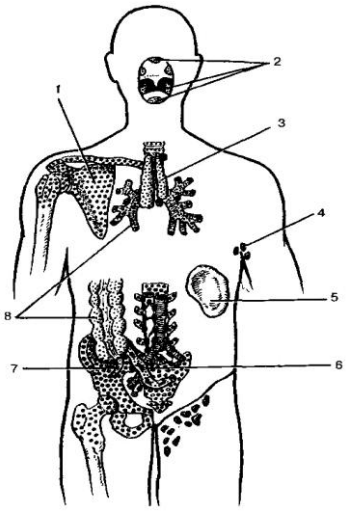


Рис.3.3. Расположение центральных и периферических органов иммунной системы[18]:

1 – костный мозг;
2 – миндалины лимфоидного глоточнго кольца;
3 – тимус;
4 – лимфатические узлы (подмышечные);
5 – селезенка;
6 – лимфоидная (пейерова) бляшка;
7 – аппендикс;
8 – лимфоидные узелки

Тимус выделяет всего один гормон – тимозин. Этот гормон влияет на обмен углеводов, а также кальция. В регуляции обмена кальция действие тимозина близко к паратгормону паращитовидных желез: он регулирует рост скелета, участвует в управлении иммунными реакциями (увеличивает количество лимфоцитов в крови, усиливает реакции иммунитета) в течение первых 10-15 лет жизни.

Кровь доставляет в тимус незрелые стволовые клетки костного мозга (лимфобласты), где они вступают в контакт с эпителиальными клетками коркового слоя долек и под влиянием гормона тимуса трансформируются в белые кровяные клетки (лимфоциты) – клетки лимфатической системы. По мере созревания этих мелких лимфоцитов (называемых также тимоцитами) они переходят из коркового в мозговой слой долек. Некоторые лимфоциты здесь и погибают, тогда как другие продолжают развиваться и на различных стадиях, вплоть до полностью зрелых Т-клеток, выходят из тимуса в кровь и лимфатическую систему для циркуляции по организму. При нарушениях образования Т-клеток в тимусе развивается состояние иммунодефицита, при котором ребенок остается беззащитным перед болезнетворными микробами.

К **периферическим органам иммунной системы** относятся миндалины, лимфоидные бляшки тонкой кишки, одиночные и групповые лимфоидные узелки, селезенка, лимфатические узлы.

Миндалины – небная и трубная (парные), язычная и глоточная (непарные) – образуют лимфоидное глоточное кольцо Пирогова–Вальдейера, расположенное на границе ротовой, носовой полостей и глотки. Это скопление лимфоидной ткани, содержащее лимфоидные узелки, является «стражем» на пути у микроорганизмов, попадающих в носоглотку при дыхании и в ротоглотку при дыхании и глотании.

Групповые лимфоидные узелки (пейеровы бляшки) располагаются в стенках подвздошной кишки, имеют вид плоских бляшек округлой формы, выступающих в просвет кишки. **Одиночные лимфоидные узелки** находятся в толще слизистой и подслизистой оболочек пищеварительной и дыхательной систем. Они располагаются по всей длине указанных органов на разной глубине и на разном расстоянии друг от друга. Групповые лимфоидные узелки в большом количестве присутствуют в червеобразном отростке – **аппендиксе**, который называют «кишечной миндалиной».

Селезенка располагается в брюшной полости, в левом подреберье, на уровне IX-XI ребер. Масса ее в среднем колеблется от 150 до 200 г. На внутренней поверхности находятся ворота селезенки, через них входят артерии и нервы, а выходят вены. Селезенка покрыта фиброзной капсулой, которая срастается с брюшиной. От капсулы внутрь отходят трабекулы, между ними находится паренхима – пульпа белая и красная. Белая пульпа – типичная лимфоидная ткань, из которой состоят периартериальные лимфоидные муфты и лимфоидные узелки. Лимфоидные узелки лежат вдалеке от сосудов и имеют центры размножения с молодыми делящимися клетками. Периартериальные лимфоидные муфты окружают артериальные сосуды пульпы. Они представляют собой ретикулярную ткань, заполненную лимфоцитами и макрофагами. Красная пульпа занимает 75-

80% массы селезенки и состоит из ретикулярной ткани, в петлях которой находятся лейкоциты, макрофаги, эритроциты. Эти клетки образуют селезеночные тяжи, между ними располагаются венозные синусы. Здесь также находятся сосуды типа капилляров с окружающими их макрофагально-лимфоидными муфтами (эллипсоидами). Последние состоят из плотно лежащих ретикулярных клеток и волокон, макрофагов и лимфоцитов.

Лимфатические узлы также являются органами иммунной системы и лежат на пути следования лимфы от органов и тканей к лимфатическим протокам и стволам.

3.3. Развитие иммунной системы в онтогенезе

В отличие от системы специфического иммунитета факторы неспецифической защиты у новорожденных выражены хорошо. Они формируются раньше специфических и берут на себя основную функцию защиты организма плода и новорожденного. В околоплодных водах и в крови плода отмечается высокая активность лизоцима - неспецифического фактора защиты, которая сохраняется до рождения ребенка, а затем снижается. Способность к образованию интерферона сразу после рождения высока, на протяжении года она снижается, но с возрастом постепенно увеличивается и достигает максимума к 12-18 годам.

Новорожденный получает от матери значительное количество грамма – глобулинов. Такая неспецифическая защита оказывается достаточной при первоначальном столкновении организма с микрофлорой окружающей среды. К тому же у новорожденного отмечается физиологический лейкоцитоз – количество лейкоцитов в 2 раза выше, чем у взрослого: это естественная подготовка организма к новым условиям существования. Однако многочисленные лимфоциты новорожденных представлены незрелыми формами и не способны синтезировать необходимое количество глобулинов и интерферона. Фагоциты тоже недостаточно активны. В результате этого детский организм менее подготовлен к встрече с болезнетворными бактериями, чем с вирусами, и отвечает на проникновение микроорганизмов генерализованным воспалениям. Иногда такую реакцию вызывают микроорганизмы, безопасные для взрослого. Специфические иммунные системы и механизмы иммунной памяти в организме новорожденного не сформированы, поэтому очень важно кормление материнским молоком, в котором содержатся иммунные вещества. В возрасте от 3 до 6 месяцев специфическая иммунная система ребенка уже реагирует вторжение микроорганизмов, но иммунная память еще не сформирована.

Второй год жизни ребенка выделяется как « критический» период в развитии иммунитета. В этом возрасте расширяются возможности и повышаются эффективность иммунных реакций, однако система местного иммунитета еще недостаточно развито и дети особенно чувствительны к респираторным вирусным инфекциям. В возрасте 5-6 лет более зрелыми и активными становятся механизмы неспецифического клеточного иммунитета. Формирование собственной системы неспецифической гуморальной иммунной защиты завершается на 7-м году жизни, в результате чего заболеваемость респираторными вирусными инфекциями снижается.

Замечено, что у детей, воспитывающихся в коллективах, быстрее формируются иммунные реакции. Это объясняется тем, что в коллективе ребенок подвергается скрытой иммунизации: попадание от заболевавших детей в организм ребенка малых доз возбудителя не всегда вызывает у него заболевание, но активизирует выработку антител. Если это повторяется несколько раз, то приобретается иммунитет данному заболеванию. К 10 годам иммунные свойства организма хорошо выражены и в дальнейшем они держатся на относительно постоянном уровне и начинают снижаться после 40 лет. Важную роль в формировании иммунных реакций организма играют профилактические прививки.

У новорожденного красный костный мозг занимает все костномозговые полости. Первые жировые клетки желтого костного мозга появляются через 1-6 месяцев после рождения. После 4-5 лет красный косный мозг в диафизах трубчатых костей начинает замещаться желтым. К 20-25 годам все костномозговые полости диафизов трубчатых костей полностью заполняются желтым костным мозгом, в плоских костях он составляет 50% объема костного мозга. В старческом возрасте костный мозг приобретает слизеподобную консистенцию и называется желатиновым костным мозгом.

Защитная активность миндалин формируется на протяжении всего детства и нередко проявляется в виде разрастания лимфоидной ткани – гипертрофии миндалин. Наибольшее количество лимфоидных узелков, выполняющих защитную роль, наблюдается до 16 лет. В возрасте 25-30 лет в миндалинах происходит разрастание соединительной ткани, и после 40 лет лимфоидные узелки в тканях миндалин встречаются редко.

Количество пейеровых бляшек по мере взросления постепенно снижается. В детском возрасте их около 50, в 16-17 лет – 33-37. После 40 лет их количество не более 20, а после 60 лет – 16. С возрастом в них уменьшается количество лимфоидной ткани и появляются прослойки из тонких пучков соединительнотканных волокон. Лимфоидная ткань аппендикса с возрастом также редуцируется, после 60 лет лимфоидные узелки в стенках аппендикса практически не встречаются.

Тимус у человека формируется на 6-й неделе внутриутробной жизни, развиваясь из двух сегментов, которые объединяются и образуют единый орган, состоящий из двух долей. Наибольших размеров по отношению к весу тела тимус человека достигает к моменту рождения (около 15 г). Затем он продолжает расти, хотя уже гораздо медленнее, и в период полового созревания достигает максимального веса (примерно 35 г) и размеров (около 75 мм в длину). После 16 лет масса тимуса постепенно уменьшается и составляет: в 20 лет – 25 г, в 35 лет – 22 г. Полностью лимфоидная ткань тимуса не исчезает даже в старческом возрасте (после 50 лет ее вес на уровне 13 г). В тимусе рано появляется жировая ткань. Если у новорожденного соединительная ткань в тимусе составляет всего 7%, то в 20 лет – 40%, после 50 лет – до 90%.

3.4. Способы укрепления иммунитета

Активизация иммунных процессов помогает не только сделать нас физически более крепкими, но и активизирует процесс восстановления после перене-

сенных болезней и операций, помогает заживлять раны, бороться с разрушительными последствиями стрессов и укреплять организм в целом. Ведь очень важно понимать, что именно сильная иммунная система человека без перерывов и выходных защищает его и помогает бороться с болезнями, уничтожая чужеродные клетки, избавляться от токсинов и других продуктов распада. Но даже от рождения крепкий иммунитет нуждается в регулярной поддержке.

Признаки ослабленного иммунитета

Основной признак слабой иммунной системы – постоянные простудные заболевания. К примеру, появление герпеса на губах можно смело считать сигналом нарушения защитных сил организма. Также симптомами ослабленного иммунитета являются быстрая утомляемость, повышенная сонливость, постоянное чувство усталости, ломота в суставах и мышцах, бессонница, а также аллергии. Более того, наличие хронических заболеваний также говорит о слабом иммунитете.

Причины ослабления иммунитета

Основной причиной ослабленного иммунитета можно считать наследственность, благодаря которой человек с самого рождения обладает слабым здоровьем. Также ослабить иммунитет может и неправильное питание, заставляющее организм бороться с агрессивными часто токсическими веществами.

Хронические болезни, даже такие как кариес, тоже подрывают иммунитет, негативно воздействуя и на весь организм в целом. То же самое относится и к вредным привычкам.

Серьезная причина ослабления нашей природной защиты – это дисбактериоз, который связан не только с нарушениями в микрофлоре кишечника, но и с недостатком образования кровяных телец.

Конечно, нельзя не сказать о неблагоприятных экологических условиях, в которых приходится жить многим из нас. А плохая экология – верный признак того, что иммунитету придется нелегко.

Еще одним фактором, провоцирующим ослабление иммунитета, является стресс, который усиливается недосыпанием и снижением настроения в холодный пасмурный период года, поэтому именно в холода бывает достаточно промочить ноги, чтобы тут же получить простудное заболевание.

Негативно на состояние иммунной системы влияет и регулярный прием лекарств, особенно антибиотиков.

Способы укрепления иммунитета

Решив укреплять иммунную защиту организма, нужно в первую очередь избавиться от вредных привычек.

Самые действенные способы укрепления иммунитета они же и самые простые. Главное **хороший сон, отдых** и **правильное питание.**

Спать нужно достаточно. Во сне вырабатывается гормон мелатонин, способствующий укреплению защитных сил организма. Отдохнувший во время сна организм лучше управляет своими ресурсами и вовремя обезвредит врага. Обязательно проветривайте спальню перед сном, лучше всего вообще спать при открытой форточке, чтобы воздух был свежим. В течение дня также не забывайте проветривать помещения. Пересушенный спертый воздух пагубно влияет на

состояние иммунитета и трудоспособность организма. Одевайтесь по погоде. Главное не мерзнуть, но и кутаться не стоит. Перегрев, также как и переохлаждение, подрывают защитные силы.

Затем необходимо позаботиться о **правильном питании**. Полезные для иммунитета продукты: морковь, брокколи, тыква, патиссоны, кабачки, укроп, петрушка, листья и корень сельдерея, киви, цитрусовые, клубника, кедровые орехи, оливковое масло, молочные и кисломолочные продукты, сырые перепелиные яйца, мясо индейки, лосось. Морепродукты полезны, так как содержат ценные ненасыщенные жирные кислоты, на которых строится крепкий иммунитет. Важно помнить о том, что длительная тепловая обработка действует разрушающе на полезные вещества, сохранить которые можно, готовя на пару.

На 70% иммунитет зависит от состояния внутренней среды кишечника. Здоровая микрофлора кишечника – залог здорового иммунитета. Поэтому кисломолочные продукты должны присутствовать в рационе ежедневно (ряженка, кефир, йогурт). Обязательно съедайте по 2 яблока в день, это один из полезнейших фруктов, в котором содержатся пектины, способствующие снижению уровня холестерина в крови и очищению организма от шлаков и токсинов.

Здоровое сбалансированное питание способствует укреплению иммунитета. Пища должна быть в меру калорийной, питательной, насыщенной необходимыми витаминами, микроэлементами, балластными веществами. Полезны овощи и фрукты, зелень, нежирные рыба и мясо, каши, кисломолочные продукты и так далее. Основным помощником иммунитета можно смело назвать витамин С, содержащийся не только в аптечной аскорбинке, но и в цитрусовых, капусте, многих ягодах. Пейте чай с шиповником или рябиной. Столовая ложка сушеных ягод на стакан кипятка, в напиток можно добавить мед. В ягодах рябины и шиповника много витаминов поддерживающих иммунитет. В сезон простуд добавляйте чеснок и лук в пищу

Для укрепления иммунитета можно принимать поливитамины, а также принимать препараты укрепляющие иммунитет на основе эхинацеи «иммунал» или настойку эхинацеи пурпурной. Но лучше не назначать себе лекарства иммуномодуляторы самостоятельно, даже если речь идет всего лишь о БАДах, чтобы не навредить организму.

Немаловажными являются и **закаливающие (особенно водные) процедуры**. Закаливание хорошо помогает укрепить иммунитет. Контрастный душ по 5-7 минут в день укрепляет иммунитет и тренирует сосуды. Переключайте воду с прохладной на горячую и наоборот. Хорошенько разотритесь полотенцем. Гуляйте на свежем воздухе хотя бы по 15-20 минут в день.

Больше двигайтесь, любая **физическая активность** способствует выработке иммуноглобулинов – защитных клеток нашего организма. Сауна и русская баня друзья нашего иммунитета, перепад температур отличная тренировка для иммунной системы. Невозможно укрепить иммунитет без достаточной физической активности, а значит необходимо систематически заниматься спортом. И это может быть как фитнес, так и йога, теннис, танцы или просто – утренние пробежки.

Для поддержания иммунитета важно соблюдать **психоэмоциональную стабильность**. Учитесь поддерживать оптимистический настрой, освойте методы релаксации и снятия эмоционального напряжения. Так, например, психологи считают, что оптимисты меньше и легче болеют, чем пессимисты, а все потому, что позитивный настрой способствует более высокому уровню выработки интерферона, вещества помогающему организму справляться с инфекцией. Избегайте перевозбуждения, научитесь укрощать свою злость. Отвлекайте себя, в частности, от причины, вызвавшей эту злость.

Интересный факт, чтобы иммунитет был в норме, необходимо прибегнуть к такому простому средству, как **интеллектуальная нагрузка.** Дело в том, что когда мы сосредоточены на интересной мысли, в нашем организме начинают вырабатываться особые активирующие вещества – нейроиммуномедиаторы. Без этих веществ даже самое чудодейственное лекарство не поможет. Поэтому читайте умные книги, решайте философские вопросы, спорьте на высокие темы, учите языки и т.д.

Тема 4. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОСНОВНЫХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

4.1. Значение и общий план строения анализаторов

Впервые термин «анализатор» был введен в физиологию И.М.Сеченовым (1863 г.). В последующем деятельность анализаторов была детально изучена в физиологической школе И.П.Павлова, который рассматривал психическую деятельность человека как работу двух механизмов: «...механизма образования временных связей между агентами внешнего мира и деятельности организма, или механизма условных рефлексов... и механизма анализаторов, т.е. таких приборов, которые имеют своей целью анализировать сложность внешнего мира, разлагать его на отдельные элементы и моменты».

Каждый анализатор состоит из периферического, центрального и проводникового звена. Периферическое звено воспринимает раздражения из окружающей и внутренней среды и представлено специфическими клетками, преобразующими энергию какого-либо воздействия (света, звука, механического воздействия, изменения химического состава и пр.) в энергию нервного импульса, – рецепторами.

Рецепторы анализаторов, воспринимающие раздражение из окружающей среды, называют экстерорецепторами. Они делятся на контактные, воспринимающие раздражение при непосредственном контакте с предметом, и дистантные, реагирующие на раздражители, находящиеся от них на значительном расстоянии. К первому типу экстерорецепторов относятся рецепторы, расположенные в коже (температурные и тактильные), и вкусовые, находящиеся в полости рта; ко второму – зрительные, слуховые и обонятельные рецепторы.

Рецепторы, воспринимающие раздражение из внутренней среды организма, называют интерорецепторами. Они также делятся на два типа: висцерорецепто-

ры, сигнализирующие о состоянии внутренних органов, проприорецепторы и вестибулорецепторы, сигнализирующие о состоянии опорно-двигательного аппарата, положении его частей в пространстве и движении тела.

Центральное звено анализатора включает различные структуры головного мозга на всех его уровнях при ведущем значении коры больших полушарий.

Периферические и центральные отделы анализатора соединяются нервными волокнами, совокупность которых называют проводниковым звеном анализатора.

Нарушение деятельности любого из этих звеньев нарушает работу анализатора в целом. Например, нарушение зрения может быть связано с функциональными расстройствами периферического зрительного восприятия (дефекты частей глазного яблока), с нарушениями проведения зрительной информации по зрительным нервам или с поражением корковых зон зрительного анализатора (зрительные сенсорные зоны).

Существуют следующие анализаторы, образующие единую систему воспринимающих аппаратов: зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой, кожный, двигательный (кинестетический), внутренний (висцеральный). Для полноценного восприятия окружающего мира необходима совместная деятельность всех анализаторов.

Важнейшими функциональными особенностями анализаторов является чрезвычайно высокая чувствительность рецепторов к действию специфических раздражителей и способность приспосабливаться к действию постоянных раздражителей, называемая адаптацией.

Первичный анализ раздражителей осуществляется уже на уровне рецепторного аппарата, способного к элементарному отбору биологически значимой для организма информации. Последующий анализ информации, закодированной в нервных импульсах, происходит в подкорковых и корковых отделах головного мозга. Причем количество информации, поступающей от рецепторов в ЦНС, существенно уменьшается по мере приближения к коре больших полушарий. Этот принцип работы анализаторов, называемый **информационной воронкой,** имеет значение в повышении надежности приема информации мозгом и в значительной мере предотвращает посылку в мозг ошибочного сигнала.

Таким образом, общим для всех анализаторов является их высокая чувствительность к адекватным раздражителям, способность к адаптации, надежность и тесное функциональное взаимодействие с другими анализаторами.

Согласно современным представлениям о когнитивных стилях – предпочтительных способах, обработки информации разными людьми, у большинства людей ведущим является зрительный канал поступления информации (так называемый визуальный тип), меньшее количество людей ориентировано в первую очередь на восприятие слуховой информации (аудиальный тип), люди с преобладанием тактильного восприятия составляют так называемый кинестетический тип. Большинство людей представляют собой смешанные типы (например, визуально-кинестетический), но визуальный тип восприятия – изолированно или в различных сочетаниях – является преобладающим в современной человеческой популяции.

4.2. Зрительный анализатор

Строение глаза. Зрительное восприятие начинается с проекции изображения на сетчатку глаза и возбуждения фоторецепторов, трансформирующих световую энергию в нервное возбуждение. Необходимость активного восприятия и сложность зрительных сигналов, поступающих из внешнего мира, обусловили формирование в эволюции сложного оптического прибора. Этим периферическим прибором является глаз. Глаз состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата (рис.4.1). Из глазного яблока выходит зрительный нерв, соединяющий его с головным мозгом.

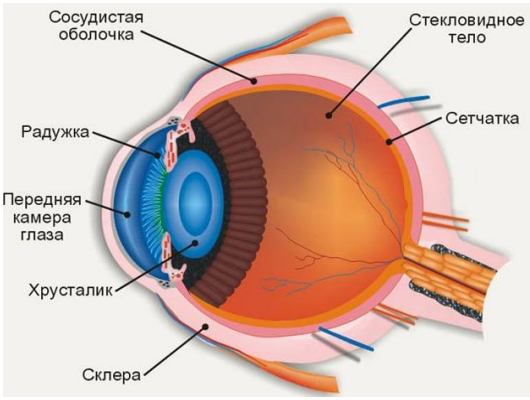


Рис. 4.1. Строение глаза[2,6]

Форма глаза – шаровидная. У взрослых диаметр равен приблизительно 24 мм, у новорожденных – 16 мм. Форма глазного яблока у новорожденных более шарообразная, чем у взрослых, поэтому дети в 80-94% случаев обладают дальнозоркой рефракцией (см. ниже). Рост глазного яблока продолжается после рождения. Интенсивнее всего оно растет, первые пять лет жизни, менее интенсивно – до 9-12 лет.

Глазное яблоко лежит в полости глазницы и состоит из внутреннего ядра и окружающих его трех оболочек: наружной, средней и внутренней.

Наружная (склера, или белочная оболочка) – плотная непрозрачная ткань белого цвета толщиной около 1 мм. В передней части она переходит в прозрачную роговицу. Склера у детей тоньше, более растяжима и эластична.

Роговица у новорожденных более толстая и выпуклая. К 5 годам толщина роговицы постепенно уменьшается, радиус кривизны практически не меняется. С возрастом роговица становится плотнее и ее преломляющая сила уменьшается. Под склерой находится **сосудистая оболочка**, ее толщина составляет 0,2-0,4 мм. Она содержит много кровеносных сосудов. В переднем отделе глазного яблока сосудистая оболочка переходит в ресничное (цилиарное) тело и радужную оболочку (радужку). В ресничном теле расположена мышца, связанная с хрусталиком и регулирующая его кривизну.

Хрусталик – прозрачное эластичное образование, имеющее форму двояковыпуклой линзы. Он покрыт прозрачной сумкой: по всему его краю к ресничному телу тянутся тонкие, но упругие волокна. Они сильно натянуты и держат хрусталик в растянутом состоянии. У новорожденных и детей дошкольного возраста хрусталик более выпуклый, прозрачный и обладает большей эластичностью.

В центре радужки находится отверстие – **зрачок**. Величина зрачка изменяется, поэтому в глаз может попадать большее или меньшее количество света.

Просвет зрачка регулируется мышцей, находящейся в радужке. Зрачок у новорожденных узкий. В 6-8 лет зрачки широкие вследствие преобладания тонуса симпатических нервов, иннервирующих мышцы радужной оболочки. В 8-10 лет зрачок вновь становится узким, обостряется его реакция на свет. К 12-13 годам быстрота и интенсивность реакции зрачка на свет такие же, как у взрослого.

Ткань радужной оболочки содержит особое красящее вещество – меланин. В зависимости от количества этого пигмента цвет радужки меняется от серого и голубого до коричневого, почти черного. Цветом радужки определяется цвет глаз. Меланин делает радужную оболочку непрозрачной, позволяя ей быть биологической диафрагмой, увеличивающей или уменьшающей поток света, проникающий в глазное яблоко. При отсутствии пигмента (люди-альбиносы) лучи света проникают в глаз не только через зрачок, но и через ткань радужки.

Между роговицей и радужкой, а также между радужкой и хрусталиком имеются небольшие пространства, называемые **передней и задней камерами глаза**. В них находится прозрачная жидкость. Она снабжает питательными веществами роговицу и хрусталик, которые лишены кровеносных сосудов. Полость глаза позади хрусталика заполнена прозрачной желеобразной массой – **стекловидным телом.**

Внутренняя поверхность глаза выстлана тонкой (0,2-0,3 мм), весьма сложной по строению оболочкой – **сетчаткой,** или **ретиной**. Она содержит светочувствительные клетки, названные из-за их формы колбочками и палочками. Нервные волокна, отходящие от этих клеток, собираются вместе и образуют зрительный нерв, который направляется в головной мозг. У новорожденных палочки в сетчатке дифференцированы, число колбочек в желтом пятне (центральной части сетчатки) начинает расти после рождения и к концу первого полугодия морфологическое развитие центральной части сетчатки заканчивается.

Слезный аппарат включает слезную железу и слезовыводящие пути. Слезная железа занимает ямку в верхнем углу латеральной стенки глазницы. Несколько ее протоков открывается в верхний свод конъюнктивального мешка – узкое пространство между конъюнктивой век и конъюнктивой глазного яблока. Слеза омывает глазное яблоко и постепенно увлажняет роговицу. Движению слезной жидкости в сторону наружного угла глаза способствуют мигательные движения век. Во внутреннем углу глаза слеза скапливается в виде слезного озера, на дне которого виден слезный сосочек. Отсюда через слезные точки (точечные отверстия на внутренних краях верхнего и нижнего век) слеза попадает сначала в специальные канальцы, а затем в слезный мешок. Слезный мешок открывается в носослезный проток, по нему слеза попадает в полость носа.

Двигательный аппарат глаза представлен шестью мышцами. Мышцы начинаются от сухожильного кольца вокруг зрительного нерва в глубине глазницы и прикрепляются к глазному яблоку. Выделяют четыре прямые мышцы глазного яблока (верхняя, нижняя, латеральная, медиальная) и две косых мышцы (верхняя и нижняя). Мышцы действуют таким образом, что оба глаза движутся совместно и направлены в одну и ту же точку. От сухожильного кольца начинается также мышца, поднимающая верхнее веко. Мышцы глаза исчерченные, и сокращаются произвольно.

Строение и значение сетчатки. Рецепторный аппарат зрительного анализатора расположен на внутренней оболочке глаза – сетчатке. Сетчатка имеет сложную многослойную структуру. Она состоит из пигментного слоя, фоторецепторов и двух слоев нервных клеток, отростки которых образуют зрительный нерв (рис. 4.2).

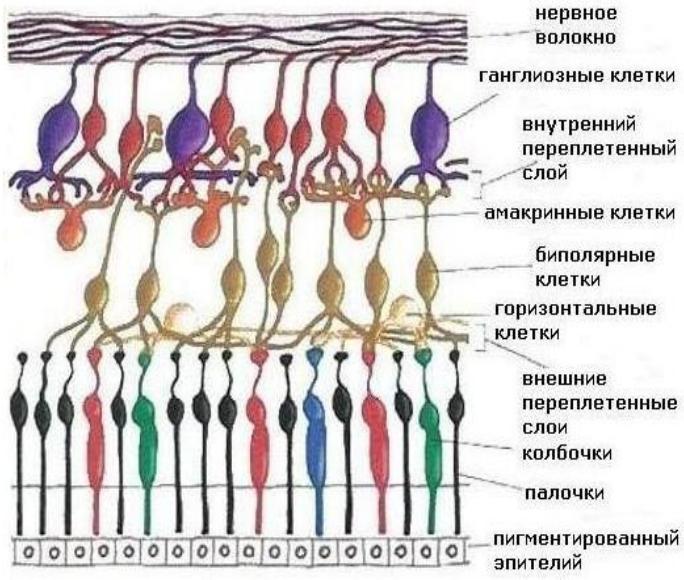


Рис.4.2.
Строение сетчатки[2,6]

В сетчатке имеется два вида фоторецепторов: палочки и колбочки. Каждая палочка или колбочка состоит из наружного членика, чувствительного к действию света и содержащего зрительный пигмент, и внутреннего сегмента, в котором находятся ядро и митохондрии, обеспечивающие энергетические процессы в фоторецепторной клетке. В палочках содержится пигмент **родопсин**, или зрительный пурпур, в колбочках – пигмент **йодопсин**.

При действии света в палочках и колбочках осуществляются физические и химические процессы. В частности, под влиянием света родопсин разрушается. При затемнении глаз происходит восстановление зрительного пурпура. Для этого необходим витамин А, если же в организме витамин А отсутствует, то образование родопсина резко сокращается, что приводит к развитию так называемой куриной слепоты, т.е. неспособности видеть при слабом свете или в темноте.

Йодопсин также подвергается разрушению под влиянием света и образуется в темноте. Распад йодопсина в отличие от зрительного пурпура совершается в 4 раза медленнее.

У человека в сетчатке имеется около 6-7 млн. колбочек и 110-125 млн. палочек. Палочки и колбочки распределены в сетчатке неравномерно. Центральная ямка сетчатки содержит только колбочки (до 140 тыс. на 1 мм^2). По направлению к периферии сетчатки количество колбочек уменьшается, а палочек соответственно возрастает. Периферическая часть сетчатки содержит исключительно палочки. Участок сетчатки глаза, где сосредоточены только колбочки, называется желтым пятном. Место выхода зрительного нерва из глазного яблока – диск зрительного нерва – совсем не содержит фоторецепторов и нечувствителен к свету. Это так называемое **слепое пятно**. Колбочки осуществляют дневное зрение и воспринимают цвета. Палочки обеспечивают сумеречное, ночное зрение.

Свет, попадая на сетчатку глаза, вызывает изменение зрительных пигментов в палочках и колбочках. Один из образовавшихся промежуточных продуктов

превращения пигментов приводит фоторецепторы сетчатки глаза в возбуждение. Возникшие нервные импульсы передаются на нервные клетки сетчатки глаза, в которых осуществляется их сложная обработка.

Проводящие пути зрительного анализатора разделяют на периферические и центральные. Периферические образованы нейронами сетчатки, зрительными нервами и зрительными трактами. Сигналы, поступающие из окружающей среды, воспринимаются фоторецепторами (палочками и колбочками) сетчатки глаза и передаются в центральную нервную систему.

Из сетчатки глаза фоторецепторы передают зрительный сигнал ганглионарным клеткам, каждая из которых получает свой сигнал от определенной группы рецепторов. Такая группа рецепторов, называемая рецептивным полем (РП), состоит из центра, освещение которого возбуждает ганглионарную клетку, и концентрического кольца клеток, ингибирующих это возбуждение. Аксоны ганглионарных клеток формируют зрительный нерв.

На базальной поверхности промежуточного мозга часть волокон правого и левого зрительных нервов образуют перекрест и продолжаются в правый и левый зрительные тракты. Часть волокон не совершает перекреста; таким образом, зрительные тракты после перекреста содержат нервные волокна из обоих глаз. Волокна тракта заканчиваются в подкорковых зрительных центрах: ядрах латерального коленчатого тела, зрительного бугра и ростральных ядрах четверохолмия. Аксоны нейронов этих ядер образуют центральные проводящие пути зрительного анализатора. Нервные волокна из ядер зрительных бугров и коленчатого тела идут в затылочную долю коры больших полушарий, которая является корковым центром зрительного анализатора.

Чувствительность фоторецепторов к свету чрезвычайно велика: рецептор способен генерировать импульс возбуждения при поглощении всего двух фотонов света. Светочувствительные вещества сетчатки обладают фотопроводимостью. Через сетчатку протекает ток, плотность которого пропорциональна освещенности данного элемента сетчатки, т.е. яркости изображаемого на нем элемента внешней картины.

Когда на окончании волокна зрительного нерва накапливается достаточный ионный заряд, по волокну в мозг направляется сигнал – импульс. Частота импульсов пропорциональна не плотности тока, а логарифму яркости. В сетчатке, в системе амакринных клеток, биполярных и ганглиозных клеток происходит сложная переработка информации – логарифмирование плотности тока и преобразование логарифма в частоту импульсов. Информация о яркости, кодированная частотой импульсов, по волокну зрительного нерва передается в мозг. Количество волокон в зрительном нерве соответствует числу ганглиозных клеток в сетчатке. Число зрительных волокон, подходящих к наружному коленчатому телу, значительно превосходит число клеток этого образования. По нерву проходит не просто ток, а сложный процесс возбуждения, осуществляющийся в виде сочетания электрических и химических явлений. Скорость распространения сигнала по нерву составляет от 20 до 70 м/с. Закодированная частотами импульсов информация о распределении яркости в поле зрения приходит в мозг, который должен ее декодировать. Декодирование – сложный процесс, в котором

участвует зрительный центр коры мозга. От сетчатки в зрительном нерве идут четыре типа волокон:

а) волокно, непрерывно генерирующее импульсы пока связанный с ними элемент сетчатки освещен;

б) off-волокно, реагирующее несколькими импульсами на выключение света или на уменьшение освещенности соответствующего элемента сетчатки;

в) on-волокно, реагирующее на включение света или на увеличение освещенности;

г) on-off-волокно, реагирующее на любое изменение освещенности.

Первичный зрительный путь состоит из аксонов ганглиозных клеток сетчатки и подразделяется:

1) на зрительные нервы;
2) перекрест зрительных нервов (хиазму);
3) зрительные тракты;
4) ручки передних холмов четверохолмия;
5) передний и задний дополнительные тракты;
6) ретиногипоталамический путь.

Передний отдел первичного зрительного пути составляет периферический зрительный путь. К нему относится та часть зрительных нервов, хиазмы и зрительных трактов, которая заканчивается в наружном коленчатом теле.

Длинные отростки третьих нейронов сетчатки образуют зрительный нерв, который через орбиту и канал зрительного нерва выходит в полость черепа. Внутренние волокна зрительного нерва образуют перекрест кпереди от турецкого седла, вследствие чего в образующихся после перекреста зрительных трактах собираются волокна от соответствующих половин сетчаток: от правых половин в правом, а от левых – в левом зрительном тракте. В результате информация обо всем, что проецируется на внутреннюю (носовую) половину сетчатки левого глаза, переходит в правый зрительный тракт, а о том, что проецируется на носовую часть сетчатки правого глаза, – в левый зрительный тракт. Информация же от наружных (височных) половин обеих сетчаток идет по неперекрещенным путям. После хиазмы все стимулы, относящиеся к левой стороне внешнего мира, воспринимаются правой половиной зрительной системы, и наоборот.

Первичный зрительный путь представляет собой два типа связей. В первом случае точные проекционные соотношения между сетчаткой и наружным коленчатым телом, передними холмами четверохолмия, претектальной областью, терминальными ядрами заднего дополнительного зрительного пути обеспечиваются посредством крупных, обособленных пучков волокон. Второй тип связей осуществляется рассеянными, строго не организованными в пучки волокнами, окончания которых прослеживаются в гипоталамусе, субталамусе, подушке, ретикулярной формации, старой и новой коре.

Корковый центр зрительного анализатора – затылочная зона коры больших полушарий головного мозга – включает стриарную зону и несколько престриарных зон. От подкорковых зрительных центров начинаются проводящие пути второго порядка: аксоны нейронов наружного коленчатого тела и других подкорковых центров переходят в заднее бедро внутренней капсулы и, вступая в

белое вещество затылочной доли, подходят к корковым центрам зрительного анализатора, располагающимся на внутренней поверхности затылочных долей в области шпорной борозды. Ядра гипоталамуса, расположенные над зрительным перекрестом, используют информацию об интенсивности света для координации внутренних ритмов.

Первичная зрительная кора определяется проекцией латерального ядра коленчатого тела в затылочную долю коры мозга в перевернутом виде из-за особенностей оптической системы глаза. Область коры, получающая информацию от центральной ямки – зоны наивысшей остроты зрения, примерно в 35 раз больше участка, отображающего кружочек той же величины на периферии сетчатки. Таким образом, информация, идущая от центральной ямки, имеет для коры неизмеримо большее значение, чем информация от других частей сетчатки. Зрительная кора затылочной доли связана со зрительными полями лобной и височной долей, с лимбической системой и другими отделами мозга. Наиболее значимой является связь затылочных корковых полей со зрительными полями лобной коры, где происходит объединение различных видов сенсорной информации. Зрительная проекционная зона имеет проекции в теменной ассоциативной области обоих полушарий. Межполушарные и внутриполушарные афферентные связи в зрительных проекционных зонах представлены косыми и вертикальными волокнами. Распространение межполушарных и внутриполушарных афферентных связей происходит в основном в нижних слоях зрительной коры.

Оптическая система глаза состоит из передней и задней поверхности роговой оболочки, хрусталика и стекловидного тела. Поступающие в глаз световые лучи проходят через оптическую систему глаза и попадают на сетчатку. Ход лучей зависит от показателей преломления и радиуса кривизны поверхности роговой оболочки, хрусталика и стекловидного тела. Преломляющую силу оптической системы глаза выражают в диоптриях (дптр.). При рассматривании далеких предметов она составляет около 59 дптр., близких предметов – 70,5 дптр.

Острота зрения отражает способность оптической системы глаза строить четкое изображение на сетчатке. Остротой зрения называется способность глаза видеть раздельно две точки. Она измеряется путем определения наименьшего расстояния между двумя точками, чтобы лучи от них попадали на разные рецепторы сетчатки. Мерилом остроты зрения служит расстояние между двумя точками, которые различает глаз. Единицей остроты зрения принято считать различение двух точек, световые лучи от которых составляют угол в 1 мин (приблизительно 6°). При такой остроте зрения величина изображения двух точек на сетчатке глаза равна 4 мкм. Иногда глаз обладает остротой зрения меньшей, чем единица. В этом случае ясного видения не получается, точки сливаются.

Для измерения остроты зрения пользуются таблицами, на которых изображены буквы или фигуры и у каждой строчки отмечено, с какого расстояния глаз различает изображение. Показателем остроты считается та строка с наименьшими по размеру буквами, на которой испытуемый может различить несколько букв.

Острота зрения у детей с нормальной рефракцией увеличивается с возрастом (табл.4.1).

Таблица 4.1.

Зависимость остроты зрения у детей с нормальной рефракцией от возраста[11]

Возраст	Острота зрения (в условных единицах)
1 неделя	0,004-0,002
1 месяц	0,008-0,003
3 месяца	0,05-0,1
6 месяцев	0,1-0,3
1 год	0,3-0,6
2 года	0,4-0,7
3 года	0,6-1,0
5 лет	0,7-1,0
7 лет	0,8-1,0
8-15 лет	0,9-1,0

Адаптация зрения. Одиночные палочки и колбочки сетчатки различаются по световой чувствительности незначительно. Однако число фоторецепторов, посылающих сигналы на одну ганглиозную клетку, в центре и на периферии сетчатки различно. Число колбочек в центральном рецептивном поле примерно в 100 раз меньше количества палочек в периферическом поле, соответственно этому чувствительность палочковой системы выше чувствительности колбочковой системы.

При переходе от темноты к свету наступает временное ослепление. Постепенно чувствительность глаза снижается. Это приспособление зрительной системы к условиям яркой освещенности называют световой адаптацией. Обратное явление наблюдается, когда из светлого помещения, в котором чувствительность сетчатки глаза к свету сильно понижена, человек переходит в темное помещение. В первое время он вследствие пониженной возбудимости фоторецепторов и зрительных нейронов ничего не видит. Постепенно начинают выявляться контуры предметов, а затем различаться их детали, так как чувствительность фоторецепторов и зрительных нейронов в темноте постепенно повышается. Это повышение чувствительности зрения, обеспечивающее приспособление его к условиям малой освещенности, называют темновой адаптацией.

Явления адаптации зависят от расщепления и восстановления фоточувствительных пигментов и от процессов, происходящих в нервных элементах сетчатки. Повышение световой чувствительности во время пребывания в темноте происходит неравномерно. В первые 10 мин чувствительность глаза увеличивается в 50-80 раз, а затем в течение часа – во много десятков тысяч раз. Важную роль в этом процессе играет восстановление зрительных пигментов. Йодопсин колбочек в темноте восстанавливается быстрее родопсина палочек, поэтому в первые минуты пребывания в темноте адаптация зависит от процессов, протекающих в колбочках. Этот первый период адаптации не вызывает больших изменений чувствительности глаза в целом, так как абсолютная чувствительность колбочкового аппарата невелика.

Следующий период адаптации связан с восстановлением родопсина. Этот процесс протекает медленно и завершается только к концу первого часа пребывания в темноте. Восстановление родопсина сопровождается резким повышением чувствительности палочек сетчатки к свету. После длительного пребывания в темноте она становится в 100.000-200.000 раз выше, чем была в условиях яркого освещения. Так как при длительном пребывании в темноте максимально чувствительными становятся палочки, то слабо освещенные предметы видны лишь тогда, когда они не находятся в центре поля зрения, т.е. когда их изображения падают на периферические части сетчатки.

Адаптация обоих глаз к свету взаимосвязана посредством ЦНС: известно, что освещение одного глаза приводит к резкому понижению чувствительности к свету другого, неосвещенного глаза.

На чувствительность к свету могут оказывать влияние также звуковые, обонятельные и вкусовые сигналы. Если действие света на адаптированный к темноте глаз сочетать с каким-нибудь индифферентным раздражителем, например звуком звонка, то после ряда сочетаний одно включение звонка вызывает такое же изменение чувствительности сетчатки, какое раньше наблюдалось лишь при включении света. Этот опыт показывает, что процессы адаптации подчинены контролирующему влиянию коры головного мозга и могут регулироваться путем условно-рефлекторного научения.

Процессы адаптации сетчатки к освещенности находятся под влиянием симпатической вегетативной нервной системы. Одностороннее удаление у человека шейных симпатических ганглиев вызывает понижение скорости темновой адаптации глаза с этой же стороны. Введение адреналина, активизирующего симпатическую активность, приводит к противоположному эффекту.

Аккомодация и ее возрастные особенности. Основное свойство зрительного анализатора – различение предметов окружающей среды – обеспечивается многими вспомогательными функциями. Одной из ведущих является способность к аккомодации, от которой зависит четкость предметов воспринимаемой среды на сетчатке глаза.

Обеспечивают аккомодационную функцию хрусталик, цинновы связки, цилиарный мускул, стекловидное тело, склера, глазодвигательные мышцы. В соответствии с аккомодационной теорией Г.Гельмгольца (1856) изменяющимся компонентом в оптической системе глаза является только хрусталик, а исполнительным элементом, под влиянием которого он изменяется, – цилиарное тело со своими мышечными волокнами.

Хрусталик представляет собой двояковыпуклую линзу, передняя поверхность которой обращена в сторону передней камеры и тем самым омывается ее влагой, а задняя примыкает к стекловидному телу. При аккомодации изменяется кривизна преимущественно передней поверхности хрусталика, так как не происходит активного сопротивления со стороны передней камеры, заполненной водянистой влагой. Связь между хрусталиком и его исполнительным органом – цилиарным телом осуществляется через цинновы связки, которые крепятся к хрусталику по экваториальному кольцу в месте перехода его передней поверх-

ности в заднюю через хрусталикову сумку, а к цилиарному телу - цилиарными отростками.

Аккомодация как биологическая система включает измерительный элемент – сетчатку глаза, промежуточные звенья с их проводящими нервными путями и нейронами разного вида, выполняющими различные функции, в том числе усилительную, и связанными с определенными структурами мозга, и исполнительное эффекторное устройство в форме мышечных волокон, воздействующих на регулируемый объект – оптическую систему и глазное яблоко (рис.4.3).

Вся эта система функционирует в двух основных режимах: статическом и динамическом. Статический режим соответствует аккомодации глаза вдаль (состояние покоя аккомодации). Динамический режим связан с переводом взгляда из дали вблизь и наоборот и отражает переходный процесс аккомодационной системы.

При смотрении вдаль радиус кривизны передней поверхности хрусталика у взрослого человека составляет 10 мм, а при наибольшем напряжении аккомодации, т.е. при четком видении максимально приближенного к глазу предмета, радиус кривизны хрусталика составляет 5,3 мм.

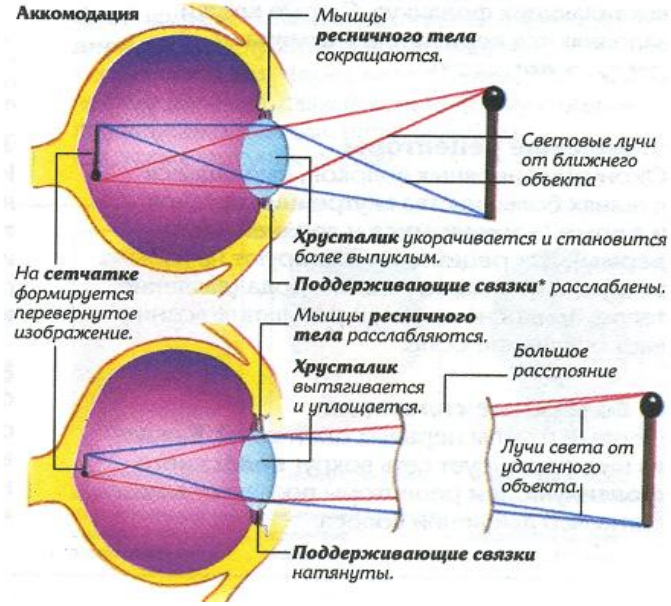


Рис. 4.3.
Аккомодация глаза [6,11]

Аккомодация глаза начинается уже тогда, когда предмет находится на расстоянии около 65 м от глаза. Отчетливо выраженное сокращение ресничной мышцы начинается на расстоянии предмета от глаза 10 и даже 5 метров. Если предмет продолжает приближаться к глазу, аккомодация все более усиливается и отчетливое видение предмета становится невозможным. Наименьшее расстояние от глаза, на котором предмет еще отчетливо виден, называется ближайшей точкой ясного видения.

Получение резкого изображения разноудаленных предметов на сетчатке глаза человека обеспечивается саморегулируемым изменением отдельных компонентов оптической системы глаза.

При возрастных изменениях аккомодации происходит значительное изменение преломляющих свойств глаза (рефракции), характерное для статического режима аккомодации. Возрастная рефракция аккомодации определяется двумя существенными факторами: возрастной динамикой формирования оптической

системы глаза и двойной реципрокной иннервацией ее мышечного аппарата. Основное развитие оптической системы глаза у человека происходит весьма быстрыми темпами в первые годы его жизни и уже к 3-5 годам почти завершается. В 10 лет ближайшая точка ясного видения находится на расстоянии менее 7 см от глаза, в 20 лет – 8,3 см, в 30 лет – 11, в 40 лет –17, в 50 лет – 50 см, в 60-70 лет она приближается к 80 см.

Рефракция обеспечивает фокусирование изображения на сетчатке. Для четкого изображения необходимо, чтобы параллельные лучи от изображения сходились на сетчатке. Существуют два основных вида аномалии рефракции – дальнозоркость и близорукость.

Дальнозоркость является следствием короткой продольной оси глаза, функциональной слабости аккомодационных мышц либо связано с неправильной кривизной роговицы или хрусталика. В этих случаях изображение фокусируется сзади глаза. Ближайшая точка ясного видения отодвигается от глаз (рис.4.4). В некоторых случаях, в силу различных причин, детская дальнозоркость может быть выше 3 диоптрий. Чтобы четко видеть предметы, детям приходится напрягать свои глаза. Не во всех случаях организм способен компенсировать детскую дальнозоркость. Очень часто это приводит к снижению функций клеток зрительной коры головного мозга, т.к. к ним не поступает четкое изображение, и, следовательно, отсутствуют стимулы для правильного развития нейронов. Это ведет к снижению остроты зрения и развитию амблиопии. **Амблиопия** – это такое нарушение зрения, связанное с изменениями в коре головного мозга, при котором даже в очках зрение снижено. Амблиопия может развиваться исключительно у детей, т.к. в детском возрасте зрительная система очень пластична и любое негативное влияние приводит к нарушениям в развитии.

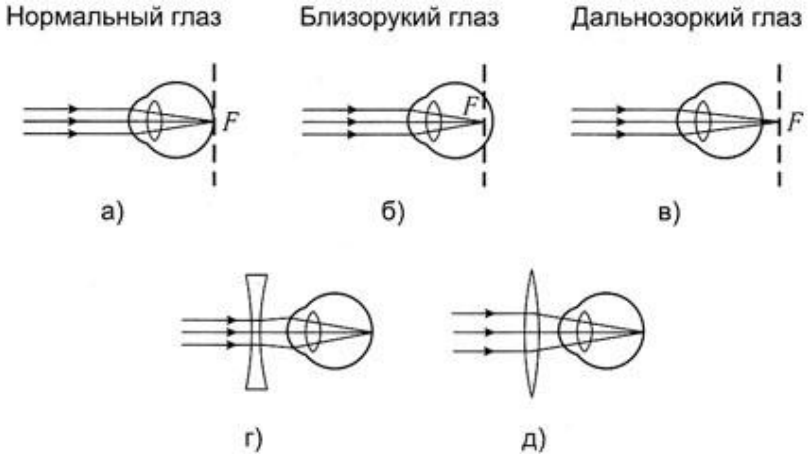


Рис.4.4. Схема аккомодации при близорукости и дальнозоркости [6,11].
а – нормальный глаз,
б – близорукий глаз,
в – дальнозоркий глаз,
г – исправление близорукости с помощью двояковогнутых (рассеивающих) линз с отрицательными значениями,
д – исправление дальнозоркости с помощью двояковыпуклых линз

При **близорукости** параллельные лучи, идущие от далеких предметов, пересекаются впереди сетчатки, не доходя до нее. Это может быть связано со слишком длинной продольной осью глаза (больше 22,5-23,0 мм), повышенной преломляющей силой среды глаза, спазмом аккомодационных мышц или с неправильной кривизной роговицы или хрусталика. Миопия нередко развивается под влиянием длительной и беспорядочной зрительной работы на близком расстоянии.

Профилактика и коррекция нарушений рефракции осуществляется соблюдением гигиенического режима зрения, специальными упражнениями, тренирующими аккомодационные мышцы, и – при необходимости – ношением очков или контактных линз, изменяющих рефракцию глаза. К нарушениям рефракции относят и **астигматизм** – невозможность схождения всех лучей в одной точке. Астигматизм является следствием неодинаковой кривизны роговицы в различных ее меридианах. Нормальные глаза тоже имеют небольшую степень астигматизма, так как поверхность роговицы не строго сферическая. Выраженные степени астигматизма нуждаются в оптической коррекции специальными линзами (очками).

Световая и цветовая чувствительность в разном возрасте. Физически предельная чувствительность рецепторов сетчатки соответствует минимальному числу квантов света, необходимому для возникновения возбуждения в глазу, и колеблется от 8 до 47. Она может изменяться как под влиянием изменения освещенности, так и под влиянием лучей, вызывающих цветовые ощущения. Чем интенсивнее цвет, тем быстрее падает возбудимость глаза. Наиболее резко понижается возбудимость при действии сине-фиолетового раздражителя, медленнее и меньше всего – зеленого. Кроме того, существенное влияние на зрительное восприятие оказывает движение. При проецировании на сетчатку неподвижного изображения глаз скоро перестает его различать, так как происходит истощение реагирующих на него фоторецепторов. Вследствие этого вида адаптации глаз не мог бы видеть неподвижные предметы, если бы не непрерывные мелкие колебательные движения глаз, которые совершаются постоянно каждые 25 мсек. За это время происходит восстановление соответствующего рецептивного поля и возобновляется эффект включения зрительного раздражения, поэтому человек может видеть неподвижный предмет.

Световая и цветовая чувствительность закладывается внутриутробно и изменяется с возрастом. Светоощущение есть уже у недоношенных детей. У них выявлено возбуждение как аппарата дневного, так и аппарата сумеречного зрения. Изменение световой чувствительности с возрастом зависит в основном от изменяющейся возбудимости зрительных нервных центров.

У ребенка раннего возраста световая чувствительность несколько ниже, в возрасте от 4 до 20 лет она увеличивается и после 30 лет начинает снижаться. С возрастом изменяется критическая частота световых мельканий – наименьшее число перерывов света в 1 с, при которой наступает слияние мельканий; у детей 7-8 лет она составляет 25, у 9-10-летних – 30, в 12-14 лет – 40-41 кол/с.

У новорожденного ребенка в сетчатке функционируют только палочки. К 3-му месяцу жизни становится возможным дифференцирование цветов при обра-

зовании защитных мигательных и пищевых условных рефлексов. Быстрее всего ребенок начинает различать сине-желтую цветовую гамму, а позднее – красно-зеленую. Показано также, что грудные дети различают степени яркости цветов, а к 3 годам, когда происходит полноценное включение колбочек в работу, ребенок различает как абсолютную величину яркости цвета, так и соотношение яркости цветов. По мере созревания центральной нервной системы возрастает различительная цветовая чувствительность, резкое повышение которой отмечается в 10-12 лет. Значение для формирования цветовой чувствительности имеет тренировка.

Пространственное видение. Видение пространства и ориентировка в пространстве совершенствуются в процессе онтогенеза. Отчетливое изображение предметов, находящихся на одинаковом расстоянии от глаз, обеспечивается свободными движениями глазного яблока в разных направлениях. Объем движения глазных яблок и аккомодация позволяют судить о величине, форме и рельефе предмета. Движения глаз в норме содружественны, а их зрительные оси всегда направлены на фиксированную ими точку, что обеспечивает попадание изображений на совмещенные зрительные поля обеих сетчаток – **конвергенцию**. Нарушение координации глаз в результате утомления или других причин влечет двоение рассматриваемых предметов.

В естественных условиях аккомодация совершается синхронно с конвергенцией. В этом случае одновременно аккомодируют оба глаза, и получается так называемое бинокулярное зрение. Оно позволяет ощущать рельефные изображения предметов, видеть глубину и определять расстояние предмета от глаза при рассматривании предметов левым и правым глазом.

Глубинное зрение совершенствуется с возрастом. Исследование остроты глубинного зрения в возрастном диапазоне от 6 до 17 лет показало наиболее интенсивный ее рост к 9 годам. В 16-17 лет этот показатель такой же, как и у взрослого. Способность к стереоскопическому восприятию двойных изображений, формируясь постепенно, также достигает максимальных значений в юношеском возрасте. Начиная с 40 лет область стереоскопического восприятия несколько уменьшается.

4.3. Профилактика нарушений зрения

Наиболее распространенные формы нарушения зрения у детей - это спазм аккомодации, близорукость, дальнозоркость, астигматизм.

Степень участия зрительного анализатора в процессе школьных занятий очень велика. В школе дети впервые в жизни начинают выполнять ежедневную, достаточно длительную, с годами увеличивающуюся работу, непосредственно связанную с напряжением зрения. Поэтому в школьном возрасте особое значение приобретает гигиена зрения у детей, задача которой является обеспечить все условия для оптимального состояния функций глаза. Между тем, к сожалению, именно в школьном возрасте у детей появляются зрительные расстройства и в первую очередь, близорукость.

Зрение школьников является предметом широких и всесторонних исследований. При этом все исследователи обнаруживают общую закономерность - увеличение числа учащихся с близорукостью от младших классов к старшим.

С возрастом увеличивается не только процент близорукости учащихся, но и степень близорукости. Это имеет особое значение при рассмотрении всей проблемы в целом, особенно с профилактических позиций. Профилактика нарушений зрения подразделяется на первичную - предупреждение возникновения нарушений зрения и вторичную - предупреждение прогрессирования уже имеющихся нарушений зрения.

Зрительное утомление и методы его измерения

У новорожденных зрение почти в 25 раз слабее, чем у взрослых, но этого вполне достаточно, чтобы наблюдать за лицами родных с близкого расстояния. К трем месяцам малыши уже способны следить за игрушками, а к шести видят предметы на различном расстоянии почти так же хорошо, как и взрослые.

К сожалению, здоровые глаза и хорошее зрение встречаются далеко не всегда. В России, по данным Министерства здравоохранения, более миллиона детей страдают различными заболеваниями глаз и нарушениями зрения: близорукостью, дальнозоркостью, астигматизмом, амблиопией и косоглазием. С каждым годом число таких детей растет. Поэтому специалисты придают большое значение профилактике и ранней диагностике нарушений зрения.

Первый раз посетить офтальмолога необходимо еще с новорождённым. В этом возрасте врач сможет определить наличие глаукомы, катаракты, нистагма и врожденного косоглазия, оценить состояние сосудов глазного дна. В два-три года, как правило, впервые проверяют остроту зрения ребенка, диагностируют косоглазие и амблиопию. Затем зрение проверяют непосредственно перед поступлением в школу, а далее – в 11-12 и в 14-15 лет. При этом оцениваются бинокулярные функции, цветовое зрение, выявляется наличие близорукости или дальнозоркости.

Ранняя диагностика позволяет не только выявить заболевание, но и предотвратить возможные отклонения в развитии – ведь резкое снижение остроты зрения ограничивает процесс познания окружающего мира, негативно влияет на формирование речи, память, воображение.

Профилактические мероприятия

Очень важны все основные гигиенические вопросы режима для школьника – построение учебного дня в школе, организации уроков и перемен, организация занятий и отдыха во внешкольное время. В первую очередь, это касается учащихся младших классов. Именно в младшем возрасте наблюдаются большие изменения состояния зрения за сравнительно короткий период.

Следует помнить, что у детей младшего школьного возраста отсутствуют еще достаточные навыки чтения, письма, длительного сидения. Вот почему для учащихся первых классов, впервые приступившим к занятиям, четыре урока ежедневно – непосильная нагрузка, в том числе и для органа зрения. Исследования показали, что учащиеся 1-х классов при обычном режиме занятий к концу

третьего, а особенно 4-го урока наблюдалось значительное понижение остроты зрения, устойчивости ясного видения, скорости зрительно-моторных реакций, общей работоспособности. Таким образом, количество уроков и их чередование по трудности и степени зрительного напряжения заметно уменьшает зрительную утомляемость.

Следует остановиться и на распределении учащихся по сменам. Учебные занятия в 2 смены еще имеют место в наших школах. С позиции гигиены детского зрения все учащиеся с 1 по 4 класс должны заниматься только в первую смену. Первая смена позволяет значительно легче организовать правильный режим дня, что обеспечивает меньшее утомление детей. У них остается больше времени для отдыха, пребывания на свежем воздухе, занятий спортом и т.д. Отдых же улучшает и состояние зрительных функций. Занятия в первую смену проходят и в более благоприятных условиях освещения.

Все зрительные функции резко снижаются в условиях плохой освещенности. Наиболее благоприятной для работы зрительного анализатора является искусственная освещенность в пределах 20-25 Вт на $м^2$ для люминесцентных ламп и 48-50 Вт на $м^2$ для ламп накаливания. Освещенность рабочего места должна быть не менее 150 лк для ламп накаливания и 300 лк для люминесцентных ламп. Предпочтительнее использовать люминесцентные лампы. Основные гигиенические требования, предъявляемые к освещению, включают достаточность и равномерность освещения, отсутствие резких теней и блеска на рабочей поверхности.

В солнечные дни избыток солнечных лучей создает на рабочем месте солнечные блики, слепит глаза и этим мешает работе. Для защиты от прямых солнечных лучей можно пользоваться легкими светлыми шторами или жалюзи.

В осенне-зимний период, как правило, естественного света не хватает, так как домашние уроки выполняются после 16 часов. В пасмурные дни, ранние утренние и вечерние часы для обеспечения оптимальной освещенности на рабочем месте необходимо включать искусственное освещение.

На освещенность помещения влияет чистота оконных стекол. Немытые стекла поглощают 20 % световых лучей. К концу зимы, когда на окнах накапливается особенно много пыли, грязи, эта цифра достигает 50 %.

Чтобы у школьников не развивалась близорукость, нужно улучшить гигиенические условия освещения рабочих мест, в школе и дома. Стены в классах и поверхности столов следует окрашивать в светлые тона. Оконные стекла надо чаще мыть и протирать, нельзя ставить на подоконник предметы, закрывающие доступ света, например, высокие цветы.

Обязательно надо учитывать тот факт, что в первом ряду от окна освещение обычно хорошее, а в третьем при пасмурной погоде может быть недостаточным. Чтобы все дети были в равных условиях, необходимо каждую четверть пересаживать их на другой ряд парт, оставляя на одинаковом расстоянии от классной доски.

Необходимо регулярно проводить беседы с родителями об организации занятий в домашних условиях. Нельзя приступать к выполнению домашнего задания тотчас по приходу из школы. Это усугубляет наступившее в школе на про-

тяжении уроков понижение зрительных функций. Тогда как 1-1,5 часа отдыха после занятий в школе значительно уменьшает общее утомление учащихся, что сопровождается улучшением зрительных функций.

Поэтому, дома, как и в школе, занятия, требующие напряжения зрения, следует чередовать с такими, когда орган зрения напрягается меньше. Необходимо рекомендовать 10-20 минутные перерывы после 2-х часов непрерывных занятий.

Одним из частных компонентов режима дня у школьников разного возраста являются просмотры телевизионных передач. Однако, при всем их культурном значении, они должны быть регламентированы с позиции гигиены, так как являются дополнительной нагрузкой для глаз школьников. Поэтому, составляя режим дня, очень важно стремится к созданию оптимальных условий, с тем, чтобы телевизионные передачи не увеличивали накопившееся за день утомление, а наряду с пользой максимально способствовали отдыху детей. Лучше всего расположиться от телевизора не ближе, чем на 3 метра, при этом следует сидеть не сбоку, а прямо перед экраном. Если школьник носит очки для дали, ему следует их надеть, чтобы излишне не напрягать зрение.

В период роста орган зрения легко поддается различным влияниям, благоприятным и неблагоприятным. Многие врачи считают, что близорукость возникает и развивается вследствие длительной напряженной зрительной работы на близком расстоянии, особенно выполняемой при плохих условиях освещения. У детей же нагрузка на зрение увеличивается из года в год. И с этим нельзя не считаться. Зрительная работа у детей младшего школьного возраста 5-7 ч в день (30-42 ч в неделю), у школьников среднего и старшего возраста еще больше - 8-10 ч в день (48-60 ч в неделю).

Для предупреждения утомления и зрительного напряжения при просмотре телепередач очень важны три условия: расстояние от зрителя до телевизора, освещение в комнате, качество изображения на экране. Экспериментальные исследования показали, что наибольшее утомление и напряжение зрения у людей возникает при слишком близком расположении к экрану телевизора. Это усугубляется тем, что ребята часто смотрят телевизор в самых разнообразных позах. В семье каждый имеет свое излюбленное место перед телевизором. Сидеть дальше 5-5,2 м от телевизора не рекомендуется. Экран телевизора должен быть на уровне глаз сидящего человека или чуть ниже.

Если смотреть телепередачи в темноте, глаза приспосабливаются к ней, чувствительность их возрастает, и мы видим на экране больше деталей и оттенков, но через некоторое время сказывается большая разница между ярким свечением экрана телевизора и темным фоном комнаты - глаза быстро устают.

Лучше всего, если комната освещена верхним светом или настольной лампой, торшером и т.п., не находящимся в поле зрения и не отражающимися на экране телевизора. С позиций профилактики зрительного утомления очень важно не концентрировать внимания в течение длительного периода на экране телевизора. Время от времени следует переключать взор на другие предметы, окружающие вас, чтобы дать отдых глазам.

Большое значение для хорошего зрения имеет правильное питание, включающее достаточное количество витаминов.

Правильной посадкой при сидении считается такая, при которой туловище находится в вертикальном положении, голова слегка наклонена вперед, плечевой пояс горизонтален и параллелен краю стола, руки свободно лежат на столе, ноги согнуты в тазобедренном и коленном суставах под прямым углом и опираются всей ступней на пол или подставку, спина опирается в поясничной своей части на спинку стула.

Весьма существенным фактором является расстояние между глазами и рабочей поверхностью книги, тетради. Оно составляет 30-35 см (при прямой посадке глаза от книги должны быть удалены на расстояние согнутой в локте руки).

Необходимо коснуться такого важного аспекта в профилактике зрения у школьников как компьютер. Строгое соблюдение правил зрительного режима при работе с компьютером предотвращает развитие компьютерного синдрома и нарушений зрения.

Правила работы с компьютером

Следует соблюдать необходимое расстояние от глаз до монитора - 70 см. Монитор должен стоять так, чтобы на него не падал свет яркой лампы или солнечные лучи.

Следует избегать большой контрастности между яркостью экрана и окружающего пространства. Ни в коем случае не следует работать с компьютером в темном или полутемном помещении.

Вечернее освещение рабочего помещения желательно голубоватого цвета с яркостью, примерно равной яркости свечения экрана. При дневном освещении также рекомендуется обеспечить вокруг дисплея голубой фон - за счет окраски стен.

Через каждые 40-45 минут рекомендуется проводить короткую физкультурную паузу: вращение глаз по часовой стрелке и обратно, легкая зарядка для всего тела.

Упражнения для глаз:

После чтения, письма снимут утомление следующие упражнения (повторяют 6-8 раз)

1. Крепко зажмурить глаза на 3-5 с; открыть на 3-5 с, закрыть глаза;
2. Легко массировать веки пальцами круговыми движениями в течение одной минуты.
3. Закрыть глаза, тремя пальцами каждой руки легко нажать на верхнее веко на 1-2 с.
4. Если устали глаза: сделайте глубокий вдох, задержите дыхание, наклонитесь, чтобы голова оказалась ниже сердца. Оставайтесь в таком положении.
5. Чтобы глаза не уставали, делайте следующее:

– при чтении или при письме периодически смотрите вдаль, посидите немного с закрытыми глазами, расслабьте глаза и несколько раз быстро поморгайте.

Пальминг (экранирование)

· Перевод взгляда. Периодически (через каждые 30 - 40 минут) переводите взгляд с изображения на стекле окна (можно нарисовать фломастером на стекле любую букву) вдаль. Длительность 20 - 30 секунд по 8 - 10 раз.

· Массаж областей вокруг глаз легким касанием кожи.

· Вращение глаз по часовой стрелке и против по 15 - 20 секунд.

· Снятие статического напряжения глазных мышц с помощью видео тренажёра. Это особый класс новых технических устройств для тренировки основных зрительных функций человека. Значение этих приспособлений велико: они позволяют противостоять гиподинамии, стимулируют кровообращение в области глаза и мозга. Эти тренажеры, осуществляя своеобразный «оптический массаж» мышц, предотвращают прогрессирование, как близорукости, так и дальнозоркости.

Компьютерные очки

При компьютерном зрительном синдроме (CVS) могут также помочь специальные компьютерные очки. Сейчас во многих оптиках предлагают специальные очки с линзами, в которых зона ясного видения соответствует перемещению взора при работе с дисплеем. Значение имеет также и специальная окраска очковых линз. Институтом биохимической физики РАН совместно с Московским Институтом глазных болезней им. Гельмгольца были разработаны цветовые покрытия, значительно повышающие контрастность изображения. Применение очков с такими покрытиями у активных пользователей PC значительно уменьшает зрительное утомление и улучшает фокусировку по сравнению с обычными очками.

Положительный результат обязательно будет при комплексном, регулярном применении указанных лечебно-профилактических действий!

4.4. Слуховой анализатор

Строение органа слуха. Периферический отдел слухового анализатора представлен ухом, с помощью которого человек воспринимает воздействие внешней среды, выраженное в виде звуковых колебаний, оказывающих физическое давление на барабанную перепонку. Через орган слуха большинство людей получает меньше информации, чем с помощью органа зрения. Однако слух имеет большое значение для общего развития и формирования личности, в частности для развития речи у ребенка, оказывающей решающее влияние на его психическое развитие.

Орган слуха и равновесия содержит чувствительные клетки нескольких видов: рецепторы, воспринимающие звуковые колебания; рецепторы, определяющие положение тела в пространстве; рецепторы, воспринимающие изменения направления и быстроты движения. Выделяют три части органа: наружное, среднее и внутреннее ухо (рис.4.5).

Наружное ухо воспринимает звуки и направляет их к барабанной перепонке. Оно включает проводящие отделы – ушную раковину и наружный слуховой проход.

Ушная раковина состоит из эластического хряща, покрытого тонким слоем кожи. Наружный слуховой проход представляет собой изогнутый канал длиной 2,5-3 см. Канал имеет два отдела: наружный хрящевой слуховой проход и внутренний костный, находящийся в височной кости. Наружный слуховой проход выстлан кожей с тонкими волосками и особыми потовыми железами, которые выделяют ушную серу. Его конец изнутри закрыт тонкой полупрозрачной пластинкой – барабанной перепонкой, отделяющей наружное ухо от среднего.

Среднее ухо включает в себя несколько образований, заключенных в барабанную полость: барабанную перепонку, слуховые косточки, слуховую (евстахиеву) трубу. На стенке, обращенной к внутреннему уху, имеются два отверстия – овальное окно (окно преддверия) и круглое окно (окно улитки). На стенке барабанной полости, обращенной к наружному слуховому проходу, находится барабанная перепонка, воспринимающая звуковые колебания воздуха и передающая их звукопроводящей системе среднего уха – комплексу слуховых косточек. Едва заметные колебания барабанной перепонки здесь усиливаются и преобразуются, передаваясь во внутреннее ухо аналогично действию микрофона.

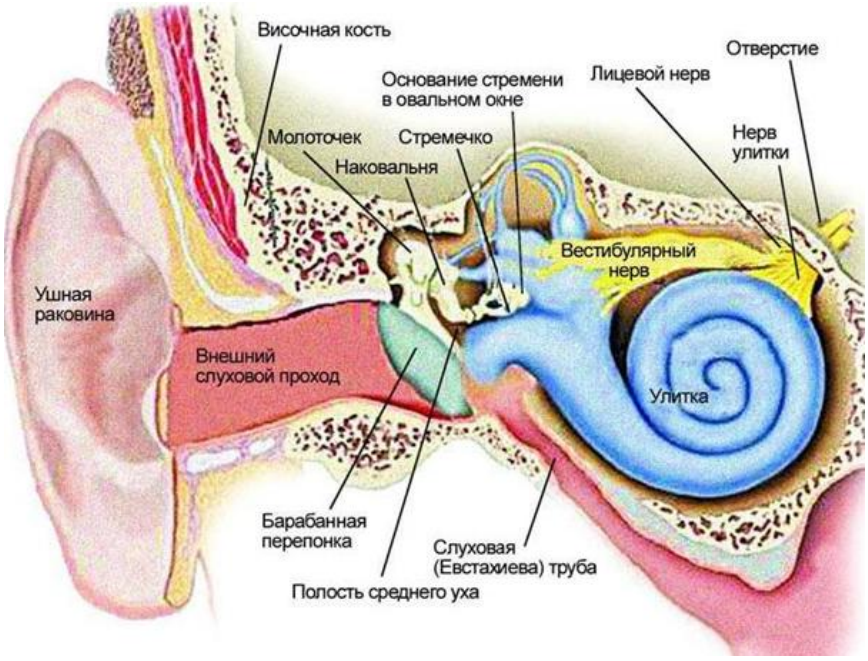


Рис.4.5. Строение слухового анализатора [6,8]

Комплекс состоит из трех косточек: молоточка, наковальни и стремечка. Молоточек (длиной 8-9 мм) плотно сращен с внутренней поверхностью барабанной перепонки своей рукояткой, а головкой сочленен с наковальней, которая из-за наличия двух ножек напоминает коренной зуб с двумя корнями. Одна ножка (длинная) выполняет функцию рычага для стремени. Стремечко имеет размер 5 мм, своим широким основанием вставлено в овальное окно преддверия, плотно

прилегая к его перепонке. Движения слуховых косточек обеспечиваются мышцей, напрягающей барабанную перепонку, и стременной мышцей.

Слуховая (евстахиева) труба длиной 3,5-4 см соединяет барабанную полость с верхним отделом глотки. Через нее из носоглотки в полость среднего уха попадает воздух, благодаря чему выравнивается давление на барабанную перепонку со стороны наружного слухового прохода и барабанной полости. Когда затруднено прохождение воздуха по слуховой трубе (например, при воспалительном процессе), то преобладает давление со стороны наружного слухового прохода и барабанная перепонка вдавливается в полость среднего уха. Это приводит к снижению возможностей барабанной перепонки совершать колебательные движения в соответствии с частотой звуковых волн.

Внутреннее ухо – очень сложно устроенный орган, внешне напоминающий лабиринт или улитку, имеющую 2,5 круга, и расположенный в пирамиде височной кости. Внутри костного лабиринта улитки находится замкнутый соединительный перепончатый лабиринт, повторяющий форму внешнего. Пространство между стенками костного и перепончатого лабиринтов заполнено жидкостью – перилимфой, а полость перепончатого лабиринта – эндолимфой.

Преддверие — небольшая овальная полость в средней части лабиринта. На стенке преддверия гребень отделяет друг от друга две ямки. Задняя ямка – эллиптическое углубление – лежит ближе к полукружным каналам, которые открываются в преддверие пятью отверстиями, а передняя – сферическое углубление – связана с улиткой.

В перепончатом лабиринте выделяют эллиптический и сферический мешочки. Стенки мешочков покрыты плоским эпителием, за исключением небольшого участка – пятна. Пятно выстлано цилиндрическим эпителием, содержащим опорные и волосковые сенсорные клетки, имеющие на своей поверхности тонкие отростки, обращенные в полость мешочка. От волосковых клеток начинаются нервные волокна слухового нерва (его вестибулярной части). Поверхность эпителия покрыта особой тонковолокнистой и студенистой мембраной, называемой отолитовой, так как в ней находятся кристаллы отолиты, состоящие из карбоната кальция.

Сзади к преддверию примыкают три взаимоперпендикулярных полукружных канала — один в горизонтальной и два в вертикальных плоскостях. Все они представляют собой узкие трубочки, наполненные жидкостью – эндолимфой. Каждый канал заканчивается расширением – ампулой; в слуховом гребешке ее сконцентрированы клетки чувствительного эпителия, от которого начинаются ветви вестибулярного нерва.

Спереди от преддверия находится улитка. Канал улитки загибается по спирали и образует 2,5 оборота вокруг стержня. Стержень улитки состоит из губчатой костной ткани, между балками которой расположены нервные клетки, образующие спиральный ганглий. От стержня отходит в виде спирали тонкий костный листок, состоящий из двух пластин, между ними проходят миелинизированные дендриты нейронов спирального ганглия. Верхняя пластина костного листка переходит в спиральную губу, или лимб, нижняя – в спиральную основную, или базиллярную, мембрану, которая простирается до наружной стенки

улиткового канала. Плотная и упругая спиральная мембрана представляет собой соединительнотканную пластинку, которая состоит из основного вещества и коллагеновых волокон – струн, натянутых между спиральной костной пластинкой и наружной стенкой улиткового канала. У основания улитки волокна более короткие. Их длина составляет 104 мкм. По направлению к вершине длина волокон увеличивается до 504 мкм. Общее их число составляет около 24 тыс.

От костной спиральной пластинки к наружной стенке костного канала под углом к спиральной мембране отходит еще одна мембрана, менее плотная – вестибулярная, или рейснерова.

Полость канала улитки разделена мембранами на три отдела: верхний канал улитки, или вестибулярная лестница, начинается от окна преддверия; средний канал улитки располагается между вестибулярной и спиральной мембранами и нижний канал, или барабанная лестница, начинающаяся от окна улитки. У вершины улитки вестибулярная и барабанная лестницы сообщаются посредством маленького отверстия – геликотремы. Верхний и нижний каналы заполнены перилимфой. Средний канал – это улитковый проток, который тоже представляет собой спирально извитый канал в 2,5 оборота. На наружной стенке улиткового протока расположена сосудистая полоска, эпителиальные клетки которой обладают секреторной функцией, продуцируя эндолимфу. Вестибулярная и барабанная лестницы заполнены перилимфой, а средний канал – эндолимфой. Внутри улиткового протока, на спиральной мембране, располагается сложное устройство (в виде выступа нейроэпителия), представляющее собой собственно воспринимающий аппарат слуховой перцепции, – спиральный (кортиев) орган.

Кортиев орган образован чувствительными волосковыми клетками (рис.4.6). Различают внутренние и наружные волосковые клетки.

Внутренние несут на своей поверхности от 30 до 60 коротких волосков, расположенных в 3-5 рядов. Число внутренних волосковых клеток составляет у человека около 3500. Наружные волосковые клетки расположены в три ряда, каждый из них имеет около 100 волосков. Общее число наружных волосковых клеток составляет у человека 12-20 тыс. Наружные волосковые клетки более чувствительны к действию звуковых раздражителей, чем внутренние. Над волосковыми клетками расположена текториальная мембрана, имеющая лентовидную форму и желеобразную консистенцию. Ее ширина и толщина увеличиваются от основания улитки к вершине.

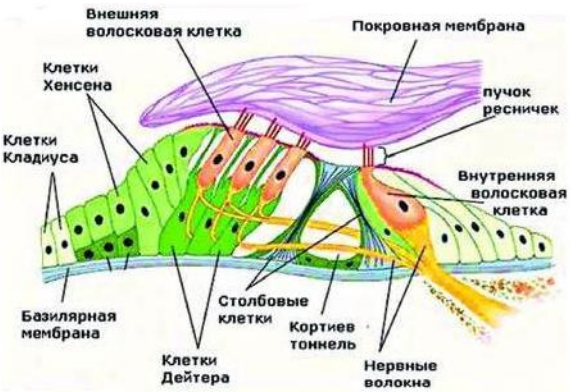


Рис. 4.6. Строение кортиева органа [6,8]

Информация от волосковых клеток передается по дендритам клеток, образующих спиральный узел. Второй отросток этих клеток – аксон – в составе преддверно-улиткового нерва направляется к стволу мозга и к промежуточному мозгу, где происходит переключение на следующие нейроны, отростки которых идут в центр слуха, расположенный в височном отделе коры головного мозга.

Спиральный орган является аппаратом, принимающим звуковые раздражения. Преддверие и полукружные каналы обеспечивают равновесие. Человек может воспринимать до 300 тыс. различных оттенков звуков и шумов в диапазоне от 16 до 20 тыс. Гц. Наружное и среднее ухо способны усилить звук почти в 200 раз, однако усиливаются только слабые звуки, сильные ослабляются.

Механизм передачи и восприятия звука. Звуковые колебания улавливаются ушной раковиной и по наружному слуховому проходу передаются барабанной перепонке, которая начинает колебаться в соответствии с частотой звуковых волн. Колебания барабанной перепонки передаются цепи косточек среднего уха и при их участии мембране овального окна. Колебания мембраны окна преддверия передаются перилимфе и эндолимфе, что вызывает колебания основной мембраны вместе с расположенным на ней кортиевым органом. При этом волосковые клетки своими волосками касаются текториальной мембраны и вследствие механического раздражения, в них возникает возбуждение, которое передается далее на волокна преддверно-улиткового нерва.

Слуховой анализатор человека воспринимает звуковые волны с частотой их колебаний от 20 до 20 тыс. в секунду. Высота тона определяется частотой колебаний: чем она больше, тем выше по тону воспринимаемый звук. Анализ звуков по частоте осуществляется периферическим отделом слухового анализатора. Под влиянием звуковых колебаний прогибается мембрана окна преддверия, смещая при этом какой-то объем перилимфы.

При малой частоте колебаний частицы перилимфы перемещаются по вестибулярной лестнице вдоль спиральной мембраны по направлению к геликотреме и через нее по барабанной лестнице к мембране круглого окна, которая прогибается на такую же величину, что и мембрана овального окна. Если же действует большая частота колебаний, возникает быстрое смещение мембраны овального окна и повышение давления в вестибулярной лестнице. В результате спиральная мембрана прогибается в сторону барабанной лестницы и реагирует участок мембраны вблизи окна преддверия. При повышении давления в барабанной лестнице изгибается мембрана круглого окна, основная мембрана благодаря своей упругости возвращается в исходное положение. В это время частицы перилимфы смещают следующий, более инерционный участок мембраны, и волна пробегает по всей мембране. Колебания окна преддверия вызывают бегущую волну, амплитуда которой возрастает и максимум ее соответствует какому-то определенному участку мембраны. По достижении максимума амплитуды волна затухает. Чем выше высота звуковых колебаний, тем ближе к окну преддверия находится максимум амплитуды колебаний спиральной мембраны. Чем меньше частота, тем ближе к геликотреме отмечаются наибольшие ее колебания.

Установлено, что при действии звуковых волн с частотой колебаний до 1000 в секунду в колебание приходит весь столб перилимфы вестибулярной

лестницы и вся спиральная мембрана. При этом их колебания происходят в точном соответствии с частотой колебания звуковых волн и вызывают потенциалы действия такой же частоты в слуховом нерве. При частоте звуковых колебаний свыше 1000 колеблется не вся основная мембрана, а какой-то ее участок, начиная от окна преддверия. Чем выше частота колебаний, тем меньший по длине участок мембраны, начиная от окна преддверия, приходит в колебание и тем меньшее число волосковых клеток приходит в состояние возбуждения. В слуховом нерве в этом случае регистрируются потенциалы действия, частота которых меньше частоты звуковых волн, действующих на ухо, причем при высокочастотных звуковых колебаниях импульсы возникают в меньшем числе волокон, чем при низкочастотных колебаниях, что связано с возбуждением лишь части волосковых клеток.

При действии звуковых колебаний в кортиевом органе происходит пространственное кодирование звука. Ощущение той или иной высоты звука зависит от длины колеблющегося участка основной мембраны, а следовательно, от числа расположенных на ней волосковых клеток и от места их расположения. Чем меньше колеблющихся клеток и чем ближе они расположены к окну преддверия, тем более высоким воспринимается звук. Колеблющиеся волосковые клетки вызывают возбуждение в строго определенных волокнах слухового нерва, а значит, и в определенных нервных клетках головного мозга.

Сила звука определяется амплитудой звуковой волны. Ощущение интенсивности звука связано с различным соотношением числа возбужденных внутренних и внешних волосковых клеток. Поскольку внутренние клетки менее возбудимы, чем внешние, возбуждение большого их числа возникает при действии сильных звуков.

Возрастные особенности слухового анализатора. Формирование улитки происходит на 12-й неделе внутриутробного развития, а на 20-й неделе начинается миелинизация волокон улиткового нерва в нижнем (основном) завитке улитки. Миелинизация в среднем и верхнем завитках улитки начинается значительно позднее.

Дифференцировка отделов слухового анализатора, которые расположены в головном мозге, проявляется в формировании клеточных слоев, в увеличении пространства между клетками, в росте нейронов и изменении их структуры: в увеличении числа отростков, шипиков и синапсов.

Подкорковые структуры, относящиеся к слуховому анализатору, созревают раньше, чем его корковый отдел. Их качественное развитие заканчивается на 3-м месяце после рождения. Корковые поля слухового анализатора приближаются к взрослому состоянию к окончанию дошкольного возраста.

Слуховой анализатор начинает функционировать сразу же после рождения. Уже у новорожденных возможно осуществление элементарного анализа звуков. Первые реакции на звук носят характер ориентировочных рефлексов, осуществляемых на уровне подкорковых образований. Они отмечаются даже у недоношенных детей и проявляются в закрывании глаз, открывании рта, вздрагивании, уменьшении частоты дыхания, пульса, в различных мимических движениях. Звуки, одинаковые по интенсивности, но разные по тембру и высоте, вызывают

разные реакции, что свидетельствует о способности их различения новорожденным ребенком.

Ориентировочная реакция на звук появляется у младенцев на первом месяце жизни и с 2-3 месяцев принимает характер доминанты. Условные пищевые и оборонительные рефлексы на звуковые раздражения вырабатываются с 3-5 недель жизни ребенка, но их упрочнение возможно лишь с 2 месяцев. Дифференцирование разнородных звуков отчетливо совершенствуется с 2-3 месяцев. В 6-7 месяцев дети дифференцируют тоны, отличающиеся от исходного на 1-2 и даже на 3-4,5 музыкального тона.

Функциональное развитие слухового анализатора продолжается до 6-7 лет, что проявляется в образовании тонких дифференцировок на речевые раздражители и изменении порога слышимости. Порог слышимости уменьшается, острота слуха увеличивается к 14-19 годам, затем они постепенно изменяются в обратном направлении. Изменяется также чувствительность слухового анализатора к разным частотам.

С рождения он «настроен» на восприятие звуков человеческого голоса, причем в первые месяцы – высокого, негромкого, с особыми ласкательными интонациями, получившего название «baby talk», именно таким голосом большинство мам инстинктивно разговаривают со своими младенцами. С 9-месячного возраста ребенок может различать голоса близких ему людей, частоты различных шумов и звуков повседневной жизни, просодические средства языка (высота тона, долгота, краткость, различная громкость, ритм и ударение), прислушивается, если с ним заговаривают. Дальнейшее повышение чувствительности к частотным характеристикам звуков происходит одновременно с дифференциацией фонематического и музыкального слуха, становится максимальной к 5-7 годам и в значительной степени зависит от тренировки. Во взрослом и пожилом возрасте частотные характеристики слухового восприятия также изменяются: до 40 лет наименьший порог слышимости падает на частоту 3000 Гц, в 40-49 лет – 2000 Гц, после 50 лет – 1000 Гц, с этого возраста понижается верхняя граница воспринимаемых звуковых колебаний.

4.5. Физиологическая оценка слуха

Звуковые сигналы как раздражитель слухового анализатора могут быть разделены на два основных вида: тоны и шумы. Под тонами понимают звуковые колебания постоянной или строго меняющейся во времени частоты. Шум же представляет собой хаотическое сочетание различных сложных тонов. Источником шума является собой процесс, вызывающий механические колебания в твердых, жидких, газообразных средах.

Шум способен оказать неблагоприятное воздействие на организм и является одним из наиболее распространенных вредных физических факторов окружающей среды, приобретающее важное социально-гигиеническое значение в связи с урбанизацией, механизацией, автоматизацией, развитием транспорта. Длительное воздействие шума на организм приводит к развитию утомления, раздражительности, к расстройству сна, ослаблению памяти, к тугоухости и даже потери слуха. Крайне не желательны для человека и механические колебания – вибра-

ции. Они оказывают неблагоприятные физиологические и психологические воздействия.

Рис.4.8. Биологически активные точки ушной раковины[16]

Свободный край ушной раковины загибается в виде желобка и образует завиток (2), который проходит по верхнему краю, опускается вниз и переходит в ножку завитка (3), делящую центр ушной раковины на две неравные части: верхнюю (меньшую) чащу (9) и нижнюю (большую) полость (10). Вдоль края завитка тянется в виде желобка ладьевидная ямка (4), которую спереди ограничивает валик противозавитка (5). Валик начинается от противокозелка (13), идет дугообразно, вперед и делится на две ножки – верхнюю (6) и нижнюю (7), между которыми имеется трехсторонняя ямка (8). Между козелком (12) и противокозелком (13), находится наружный слуховой проход (11).

Массаж ушной раковины

Начните с поглаживания сверху вниз, затем переходите к разминанию, захватывая подушечками пальцев, до тех пор, пока кожа слегка не покраснеет и вы, не ощутите теплоту. Затем переходите к массажу рефлекторных зон.

Мочка уха поможет при зубной боли, близорукости, бессоннице. Раздражительности. Массаж наружного слухового прохода показан при снижении слуха, шуме в ушах. При болях в кисти, плече, лопатки, необходимо сделать массаж ладьевидной зоны. Массаж ножки завитка показан при расстройствах пищеварения, заболеваниях кожи, крови. Точечный массаж ушной раковины можно провести самостоятельно или сочетая его с общим массажом. Ушную раковину можно использовать для получения информации о состоянии любого органа. Так как на ней выявлено свыше 100 биологически активных точек, а на мочке находятся только 11 точек.

Тема 5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

5.1. Взаимодействие сенсорных систем

Анализаторы тесно взаимодействуют между собой на нескольких уровнях: спинальном, ретикулярном и таламокортикальном. Особенно широка интеграция сигналов в нейронах ретикулярной формации. В коре происходит интеграция

сигналов высшего порядка, и в результате этого корковые нейроны приобретают способность к сложной комбинации сигналов. Это в особенности характерно для клеток ассоциативных и двигательных зон, так как пирамидные нейроны являются конечным отделом нескольких анализаторов. Особенно важны для межсенсорного синтеза ассоциативные зоны лобных долей коры, при их поражении у людей затрудняется формирование сложных комплексных образов. Взаимодействие анализаторов проявляется в соощущениях – **синестезиях.** Например, всем известно ощущение холода, «бегающих мурашек» по коже от скрежета ножом по стеклу. В этом случае на человека действует звуковой раздражитель – скрежет, он его слышит, но одновременно возникает ощущение холода – оно является соощущением.

Взаимодействие проявляется и во взаимном повышении или понижении их возбудимости; например, раздражение холодовых рецепторов усиливает сумеречное зрение, а тепловых – понижает его. Межанализаторное взаимодействие позволяет формировать при восприятии целостные образы, характеризующиеся признаками разных модальностей (зрительной, слуховой, обонятельной, кинестетической и др.). В целом благодаря совместной деятельности анализаторов расширяется восприятие человеком окружающего мира.

У ряда людей возникают спонтанные межсенсорные синестезии – различные звуки вызывают определенные окрашенные, цветовые ощущения, это позволяет им обозначать различным цветом характер тех или иных звуков, при этом соответствие звука цвету является индивидуальным. Есть люди, у которых при действии световых раздражителей возникают слуховые ощущения.

Взаимосвязь анализаторов обусловлена иррадиацией возбуждения с центростремительных путей одного анализатора на пути другого. Так, в области четверохолмия возможно распространение возбуждения со зрительных путей на слуховые, и наоборот.

Одновременное функционирование разных сенсорных зон коры больших полушарий осуществляет взаимный контроль органов чувств и установление таких связей, как слухо-двигательные, слухо-зрительные, зрительно-двигательные и т.д. Эти связи лежат в основе овладения ребенком по мере развития различными навыками – сначала двигательными и коммуникативными, затем отраженными в предметной деятельности, позже в конструктивной, игровой, затем учебной.

Все эти виды деятельности требуют определенного уровня развития нервной системы, представленного, в частности, сформированностью, прочностью и подвижностью интегративного межанализаторного взаимодействия.

5.2.Вестибулярный анализатор

Вестибулярный анализатор имеет значение в регуляции положения тела в пространстве и сто движений. Периферический отдел вестибулярного анализатора является частью внутреннего уха и состоит из полукружных каналов, размещенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, и из статопистных органов – двух мешочков – овального (маточки) и круглого, который расположен ближе к улитке (рис.5.1).

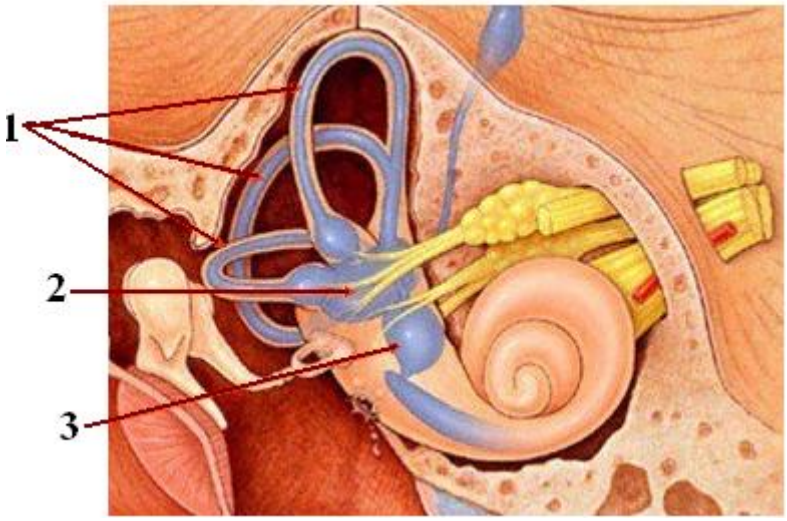


Рис.5.1 Строение вестибулярного аппарата [8,11].
1 – полукружные каналы
2 – овальный мешочек
3 – круглый мешочек

Оба мешочка располагаются в общей полости лабиринта, которая называется преддверием, а полукружные каналы – позади преддверия. Один конец каждого полукружного канала расширяется, образуя ампулу. В ампулах полукружных каналов находится по костному гребешку серповидной формы. К нему непосредственно прилегает перепончатый лабиринт и скопление двух рядов клеток: поддерживающих, или опорных, и чувствительных, волосковых, имеющих на верхнем конце 10-15 длинных волосков, склеенных желатинообразным веществом в кисточку, или заслонку. Полукружные каналы заполнены эндолимфой.

Овальный и круглый статоцистные мешочки преддверия выстланы изнутри плоским эпителием, за исключением некоторых участков, называемых пятнышками. Пятнышки состоят из цилиндрического эпителия, где располагаются опорные и чувствительные волосковые клетки. Опорные клетки образуют большое количество волокон, напоминающих войлок и склеенных желатинообразной массой, в которую включены известковые камешки – статолиты, или отолиты, прилегающие к волосковым клеткам. Как и полукружные каналы, мешочки заполнены эндолимфой. Волосковые клетки гребешков полукружных каналов и пятнышек статоцистных мешочков связаны с волокнами биполярных нейронов, находящихся в вестибулярном узле Скарпа, расположенном в глубине внутреннего слухового прохода (рис.5.2).

Аксоны биполярных нейронов вестибулярного узла образуют вестибулярный нерв, который, сливаясь с улитковым нервом, образует слуховой нерв. После выхода из внутреннего слухового прохода слуховой нерв направляется к продолговатому мозгу, где снова делится на ветви – улитковый и вестибулярный нервы.

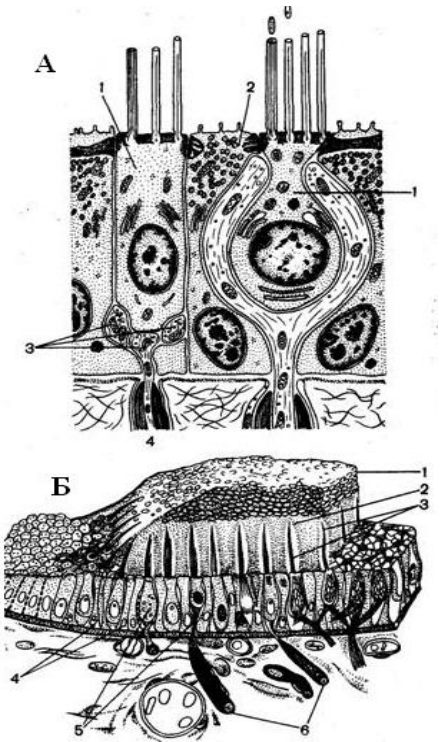


Рис.5.2 Микроструктура периферического отдела вестибулярного анализатора[8,11]: А – структура и расположение волосковых клеток:

1 – волосковые клетки; 2 – опорная клетка;
3 – нервные окончания; 4 – нервное волокно;
Б – схема строения отолитового аппарата:
1 – отолиты; 2 – отолитовая мембрана;
3 – волоски; 4 – опорные клетки;
5 – волосковые клетки;
6 – нервные волокна

После вступления в продолговатый мозг в моего мозжечковом углу вестибулярный нерв распадается на восходящую и нисходящую ветви, заканчивающиеся в вестибулярных ядрах продолговатого мозга. Вестибулярные ядра связаны волокнами с мозжечком, с центрами вегетативной нервной системы в продолговатом и промежуточном мозге, с ядрами глазодвигательных нервов III и IV в среднем мозге, со спинным мозгом и височными долями больших полушарий. Эти волокна входят в состав вестибуло-спинального, вестибуло-мозжечкового, рубро-спинального, вестибуло-ретикулярного, вестибуло-кортикального путей и заднего продольного пучка, связывающегося с ядрами двигательных нервов глазных мышц.

При движениях головы происходит перемещение эндолимфы и отолитов, раздражающее волосковые клетки полукружных каналов и статоцистных мешочков, что вызывает возникновение центростремительных импульсов, которые по вестибулярному нерву передаются в продолговатый мозг, а затем в мозжечок, средний мозг, промежуточный мозг и височные доли больших полушарий. Полукружные каналы раздражаются в начале и в конце равномерного вращательного движения и угловых ускоренных или замедленных вращательных движений головы в одной плоскости. Следовательно, они регулируют главным образом координацию движений.

Статоцистиые мешочки воспринимают начало и конец равномерного прямолинейного движения, прямолинейное ускорение и замедление, изменение силы тяжести и центробежной силы, тряску, качку – они в основном регулируют позу. Порог различения ускорения при прямолинейном движении составляет от 2 до 20 см/с, наклоны головы и тела вперед и назад при закрытых глазах – около 1,5-2°, в стороны – около 1°; порог повышается при вибрациях. Эти перемещения головы и тела изменяют относительно постоянное давление эндолимфы и отолитов на чувствительные клетки пятнышек. Изменения давления воспринимаются волосками чувствительных клеток и вызывают центростремительные импульсы в вестибулярных нервах. При надавливании отолитов овального мешочка рефлекторно повышается тонус сгибателей шеи, рук, ног и туловища и понижается тонус разгибателей. При отставании отолитов, наоборот, понижается тонус сгибателей и повышается тонус разгибателей. Так регулируется движение туловища вперед и назад.

При высокой чувствительности вестибулярного аппарата в случае длительных вестибулярных воздействий отмечается укачивание, связанное с ухудшением самочувствия и вегетативными расстройствами, совокупность которых называют морской или воздушной болезнью.

Развитие вестибулярного аппарата у детей. У человека к 7 неделям внутриутробного развития оказываются сформированными полукружные каналы и начинается разделение клеток-гребешков и крист на чувствительные и поддерживающие волосковые клетки. На 8-10-й неделе происходит обособление мешочков преддверия. В итоге вестибулярный аппарат у детей созревает раньше других и у 6-месячного плода развит почти как у взрослого. Миелинизация волокон всего пути, по которому проходят импульсы от периферического отдела вестибулярного анализатора и до продолговатого мозга, происходит в период от 14 до 20 недель внутриутробного периода. На 21-22-й неделе внутриутробного развития начинают миелинизироваться волокна, соединяющие ядра преддверно-улиткового нерва, расположенные в продолговатом мозге, с мотонейронами спинного мозга. Несколько ранее (на 20-й неделе) устанавливается связь между ядрами преддверно-улиткового и глазодвигательного нервов. Раннее морфологическое созревание вестибулярного анализатора обеспечивает появление уже на 4-м месяце внутриутробного развития различных рефлекторных реакций с вестибулярного аппарата. Они проявляются в изменении тонуса мышц конечностей, шеи, туловища, мышц глазных яблок.

Возбудимость вестибулярного аппарата проявляется с рождения, его функции тренируются при ритмической стимуляции (укачивании и ношении на руках). Вестибулярные механизмы тесно связаны с синхронизацией ритмов мозга, обеспечивающей процессы сна и активно формирующейся и первые месяцы постнатального онтогенеза; ритмическая стимуляция вестибулярного аппарата способствует их формированию. Новорожденный ребенок не может определять положение тела во внешней среде, к 2-3-му месяцам он дифференцирует вестибулярные раздражения, определяя, например, направление качания. Многие вестибулярные рефлексы (разведение рук при встряхивании) наблюдаются только в первые месяцы. В детском возрасте вестибулярный аппарат более возбудим, чем у взрослых: с возрастом увеличивается хронаксия вестибулярного аппарата, у детей 6-10 лет она меньше, чем в 10-15 лет, у 15-20-летних еще больше. Хронаксия (от греч. время + цена, мера) – минимальное время, требуемое для возбуждения рецептора, нервной или мышечной клетки постоянным электрическим током удвоенной пороговой силы.

Двигательная активность ребенка оказывает тренирующее воздействие на вестибулярные аппараты и их связи с зонами зрительной и кожно-мышечиой чувствительности в больших полушариях. Тренировка приводит к образованию и укреплению условно-рефлекторных связей между этими зонами и имеет ведущее значение для координации движений и точного ориентирования детей в пространстве во время ходьбы, бега, игр и других сложнокоординированных движений.

5.3. Обонятельный анализатор

Периферическая часть обонятельного анализатора находится в слизистой оболочке верхнего носового хода и противолежащей части носовой перегородки (рис.5.3). Обонятельные клетки являются нейронами, их окружают опорные ци-

линдрические клетки. У человека их 60 млн. Вокруг каждой опорной клетки расположено 9-10 обонятельных. На поверхности каждой обонятельной клетки имеются реснички, которые увеличивают обонятельную поверхность, составляющую у человека примерно 5 см^2.

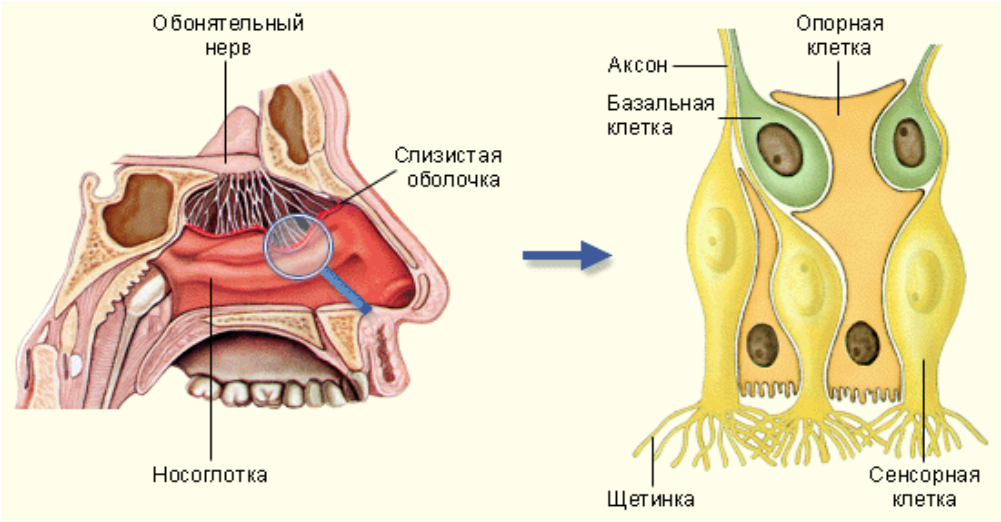


Рис.5.3. Строение обонятельного анализатора [8,11]

Из обонятельных клеток центростремительные импульсы по нервным волокнам, проходящим через отверстия в решетчатой кости и входящим в состав обонятельного нерва, и через подкорковые центры, где располагаются вторые и третьи нейроны, поступают в обонятельную зону больших полушарий.

Корковый отдел обонятельного анализатора находится в гиппокамповой извилине и в амоновом роге. Так как обонятельная поверхность расположена в стороне от потока воздуха при дыхании, то находящиеся в воздухе пахучие вещества проникают к ней путем диффузии. Обонятельные рецепторы обладают очень большой чувствительностью. Для возбуждения одной обонятельной клетки человека достаточно от 1 до 8 молекул пахучего вещества.

Обонятельная чувствительность исключительно велика и изменчива. Различают 7 первичных запахов: камфароподобный, мускусный, цветочный, мятный, эфирный, острый, гнилостный, все остальные запахи представляют собой различные комбинации первичных. Интенсивность обоняния зависит от строения пахучего вещества, от его концентрации во вдыхаемом воздухе и от скорости прохождения воздуха к обонятельным клеткам. При непрерывном раздражении органа обоняния пахучим веществом наступает адаптация к данному запаху. Интенсивность обоняния и быстрота адаптации увеличиваются при возбуждении симпатической нервной системы.

Обоняние является древнейшим механизмом биологической адаптации и опосредовано филогенетическими архаичными структурами мозга. «Обонятельный мозг» входит в структуры лимбической системы, связанной с эмоциональной регуляцией психической деятельности. Поэтому запахи существенно влияют на уровень физической и умственной работоспособности человека, его самочувствие и настроение. Благодаря обширным связям обонятельной зоны с другими зонами при раздражении органа обоняния вызываются разнообразные двигательные и вегетативные рефлексы. Особенно тесно обоняние связано со вкусом.

Возрастные особенности обонятельного анализатора. Периферический отдел обонятельного анализатора начинает формироваться на 2-м месяце внутриутробного развития, а к 8 месяцам он уже полностью структурно оформлен. С первых дней рождения ребенка проявляются его реакции на запах (возникновение различных мимических движений, общих движений тела, изменений работы сердца, частоты дыхания). Обоняние является важным компонентом формирования межмодального взаимодействия в выделении ребенком матери в первые дни и недели жизни, а также ряда пищевых условных рефлексов. С возрастом увеличивается способность обонятельного анализатора к дифференцировке запахов, прочность и тонкость дифференцировки возрастает на 4-м месяце, однако у детей в 5-6 лет она остается более низкой, чем у взрослых.

В пожилом возрасте порог различения запахов повышается, соответственно снижается острота обоняния. Систематические упражнения значительно обостряют обоняние; воспаление слизистой оболочки носа и курение — снижают.

5.4. Вкусовой анализатор

Строение вкусового анализатора. Периферический отдел вкусового анализатора представлен вкусовыми луковицами круглой или овальной формы, которые расположены главным образом в сосочках языка. Различают сосочки желобоватые, листовидные и грибовидные (рис.5.4; 5.5). В меньшем количестве вкусовые луковицы встречаются на мягком небе и задней стенке глотки.

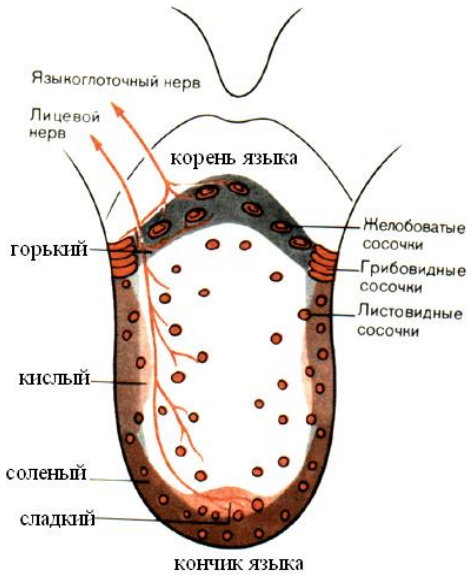


Рис.5.4. Расположение вкусовых сосочков на языке [8,11]

Вкусовая луковица имеет овальную форму и состоит из опорных и рецепторных вкусовых клеток. Рецепторные вкусовые клетки усеяны на своем конце микроворсинками, которые называют еще вкусовыми волосками (рис.14.5). Длина ворсинок – около 2 мкм, диаметр – около 0,2 мкм. Они выходят на поверхность языка через вкусовые поры.

На вкусовой клетке имеется большое число синапсов, которые образуют волокна барабанной струны и языкоглоточного нерва. Волокна барабанной струны (ветвь язычного нерва) подходят ко всем грибовидным сосочкам, а волокна языкоглоточного нерва – к желобоватым и листовидным. Корковый конец вкусового анализатора находится в гиппокампе, парагиппокамповой извилине и в нижней части заднецентральной извилины.

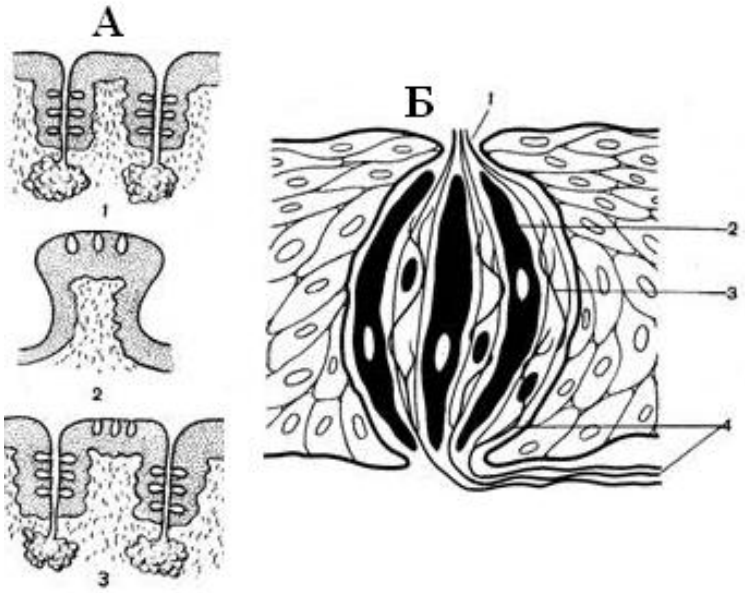


Рис.5.5. Периферический отдел вкусового анализатора[8,11]:
А – сосочки языка:
1 – листовидный;
2 – грибовидный;
3 – желобоватый;
Б – вкусовые клетки и опорные элементы:
1 – вкусовая пора;
2 – опорная клетка;
3 – рецепторная клетка;
4 – нервные волокна

Вкусовые клетки непрерывно делятся и непрерывно гибнут. Особенно быстро происходит замещение клеток, расположенных в передней части языка, где они лежат более поверхностно. Замена клеток вкусовой почки сопровождается образованием новых синаптических структур.

Восприятие вкусовых раздражителей. Микроворсинки вкусовых клеток являются образованиями, непосредственно воспринимающими вкусовой раздражитель посредством взаимодействия с определенными вкусовыми молекулами. Мембранный потенциал вкусовых клеток колеблется от 30 до 50 мВ. При действии вкусовых раздражителей возникает рецепторный потенциал величиной от 15 до 40 мВ. Он представляет собой деполяризацию поверхности вкусовой клетки, которая является причиной возникновения в волокнах барабанной струны и языкоглоточного нерва генераторного потенциала, переходящего по достижении критического уровня в распространяющиеся импульсы. С рецепторной клетки возбуждение передается через синапс на нервное волокно с помощью ацетилхолина.

Различные вкусовые клетки обладают разной чувствительностью к различным вкусовым веществам, которые делятся на четыре группы: кислое, соленое, сладкое, горькое. Каждая клетка отвечает всегда более чем на одно вкусовое вещество, иногда даже на все четыре, но наибольшей чувствительностью обладает к одному из них. Соответственно в зависимости от расположения клеток с особо высокой чувствительностью к тому или иному вкусовому раздражителю разные участки языка обладают также разной чувствительностью**.** Для вкусовых клеток характерны колебания порога раздражения и различный в разных условиях характер ответа на одни и те же раздражители. Их возбудимость зависит от постоянных влияний друг на друга, а также от состояния рецепторов пищеварительного тракта, обонятельных и др. В норме существует определенная «настройкам вкусовых рецепторов в соответствии с состоянием организма, в частности с состоянием сытости.

Вкусовые раздражения рефлекторным образом изменяют работу сердца, кровяное давление, кровенаполнение головного мозга, рук и ног, температуру кожи. Так, кислые вещества вызывают учащение сердечной деятельности, повышение кровяного давления, сужение кровеносных сосудов кожи и конечностей, понижение температуры кожи, сладкие – рефлекторно расширяют сосуды и увеличивают кровенаполнение конечностей, головного мозга, повышают температуру кожи.

Возрастные особенности вкусового анализатора. Периферическая часть вкусового анализатора начинает формироваться на 3-м месяце внутриутробной жизни. К моменту рождения она уже полностью сформирована, и в постнатальном периоде в основном меняется лишь характер распределения рецепторов. В первые годы жизни у детей большинство рецепторов распределяется преимущественно на спинке языка, а в последующие – по краям его. У новорожденных детей отмечается, безусловно-рефлекторная, реакция на все основные виды вкусовых веществ. Так, при действии сладких веществ возникают сосательные и мимические движения, характерные для положительных эмоций. Горькие, соленные и кислые, вещества вызывают закрывание глаз, сморщивание лица. Чувствительность вкусового анализатора у детей меньше, чем у взрослых, это проявляется в большем пороге раздражения вкусовых рецепторов и большей величине латентного периода возникновения реакции на вкусовой раздражитель. К 6 годам устанавливаются свойственные взрослым пороги раздражения, к 10 годам длительность латентного периода становится такой же, как и у взрослых.

В конце 2-го месяца вырабатываются дифференцировки вкусовых раздражителей, становится возможной выработка условных рефлексов на действие вкусовых раздражителей, к 4 месяцам достаточно высока различительная способность вкуса. С 2 до 6 лет вкусовая чувствительность возрастает, у школьников она приближается к взрослой, к старости уменьшается. При правильном рационе питания вкус тренируется и улучшается, а нарушения питания и болезни у детей снижают и изменяют вкусовые ощущения.

5.5. Тактильный анализатор

Кожа является важной структурой тактильного анализатора. Непосредственно соприкасаясь с окружающей средой, она выполняет многообразные и очень важные функции: выступает в роли органа чувств (рецепторная функция), защищает внутренние органы от воздействий внешней среды (защитная функция), препятствует размножению на поверхности и проникновению в организм микроорганизмов (иммунная функция), путем расширения или сужения сосудов и выделения пота регулирует теплоотдачу (термо-регулирующая функция), участвует в газообмене (дыхательная функция), в обмене веществ (выделительная функция, синтез под воздействием ультрафиолетовых лучей витамина Д) и т.д. Кожные покровы взрослого человека составляют площадь 1,5-2 м^2, а ее масса – около 5% массы тела. Кожные покровы человека в своем составе имеют три слоя: эпидермис, дерма, или собственно кожа, и гиподерма, или подкожная жировая клетчатка (рис.5.6).

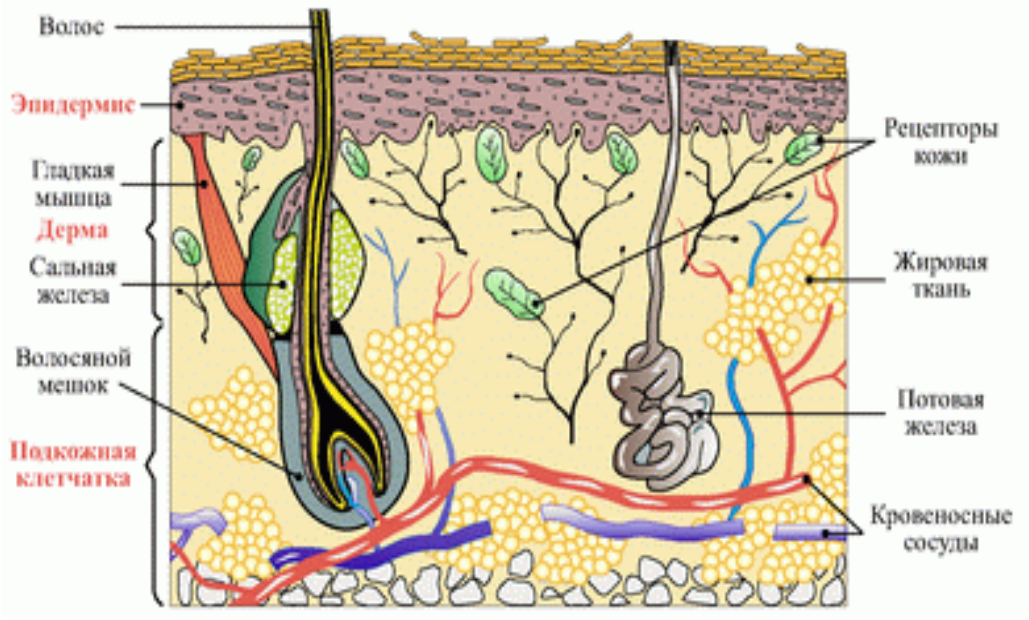


Рис.5.6 Строение кожи [6,11]

Эпидермис – верхний, самый тонкий слой кожи – представляет собой многослойный плоский ороговевающий эпителий. Состоит из пяти слоев клеток, отличающихся степенью дифференцировки. Нижний (базальный) слой эпидермиса граничит с сосудами дермы. В нем наиболее активно протекают процессы деления и метаболизма. Перемещаясь вверх, клетки эпидермиса (кератиноциты) уплощаются, теряют ядро и органеллы, в них уменьшается содержание воды – в результате верхний (роговой) слой эпидермиса состоит из клеток, в которых не происходит обмена веществ. Процесс перемещения занимает около месяца. Кроме представляющих подавляющее большинство кератиноцитов, в эпидермисе в меньшем количестве существуют другие виды клеток: меланоциты, выполняющие пигментообразующую функцию, клетки Лангерганса, являющиеся клетками иммунной системы, лимфоциты.

Дерма включает в себя сосочковый и сетчатый (ретикулярный) слои. Располагающиеся в дерме волокна коллагена и эластина являются опорным каркасом кожи и вместе с межуточным веществом придают ей упругость. Здесь можно встретить гладкие мышечные волокна; сокращение мышц, поднимающих волос, вызывают эффект «гусиной кожи». В дерме расположены сальные и потовые железы, корни волос, сосуды, осязательные клетки Меркеля и Мейснера, свободные нервные окончания.

Подкожно-жировая клетчатка (гиподерма) образована пучками продолжающихся волокон сетчатого слоя дермы и находящимися между ними жировыми клетками. Она защищает организм от резких перепадов температур, амортизирует механические воздействия, во время длительного периода недостатка питательных веществ организм получает энергию благодаря расщеплению жировых клеток.

Кожа ребенка раннего возраста имеет тонкий и рыхлый эпидермальный слой, снабжена множеством сосудов, отличается большим содержанием влаги, имеет хорошо развитую подкожно-жировую клетчатку. Анатомической особенностью кожи является разнообразие и большое количество не полностью созревших со-

единительнотканных клеток; отдельные их виды (тучные клетки) образуют биологически активные вещества и ферменты, которые способствуют возникновению у детей аллергических реакций.

В раннем возрасте функционируют эккринные потовые железы, которые достигают полного развития к 5-7 годам. Другой вид потовых желез, секрет которых имеет запах, – апокринные потовые железы – начинают функционировать лишь с началом полового созревания, а полного развития достигают с наступлением половой зрелости. В связи с незрелостью потовых желез потеря воды и минеральных веществ через кожу у детей в раннем возрасте в 2-3 раза больше, чем у взрослых.

Чем младше ребенок, тем более уязвима к неблагоприятным воздействиям кожа. У маленьких детей недостаточно развиты теплорегулирующая и выделительная функции кожи. Сравнительно легко возникают аллергические кожные реакции, значительно больше, чем у взрослых, развита всасывательная функция, которую необходимо учитывать при нанесении ребенку мазей и кремов. Дыхательная функция кожи играет в жизнедеятельности детского организма гораздо большую роль, чем у взрослого. У малышей очень несовершенны защитные возможности кожи. Трещины и ссадины у них на коже могут служить воротами для любой инфекции.

В то же время кожа ребенка обладает более высокой восстановительной способностью по сравнению с кожей взрослого; заживление ран у детей идет значительно быстрее. Важной функцией кожи в период роста организма является образование в ней витамина Д. Тактильная функция кожи имеет большое значение не только во взаимодействии организма ребенка с внешней средой, но и обладает стимулирующим действием на развитие центральной нервной системы и проводящих путей.

Кожа является своеобразным зеркалом состояния здоровья целостного организма, на ее структуре отражается состояние кровообращения, эндокринной системы, метаболизма. В частности, в пубертатном периоде нейроэндокринные преобразования, происходящие в организме, проявляются изменением деятельности сальных и потовых желез, что может приводить к воспалительным явлениям и угревой сыпи.

Классификация и структура рецепторных образований кожного анализатора. К кожному анализатору относят совокупность анатомических образований кожных рецепторов, согласованной деятельностью которых определяются такие виды кожной чувствительности, как чувство давления, растяжения, прикосновения, вибрации, тепла, холода и боли. Согласно современным представлениям, большинство рецепторов, специализируясь на каком-либо одном виде раздражений, могут воспринимать смежные (см. ниже). В целом система кожной чувствительности очень подвижна: в зависимости от различных факторов внешней и внутренней среды может меняться количество функционирующих рецепторов и степень их чувствительности.

Все рецепторные образования кожи в зависимости от их структуры делят на две группы: свободные и несвободные. Несвободные, в свою очередь, подразделяются на инкапсулированные и неинкапсулированные. Свободные нервные

окончания представлены конечными разветвлениями дендритов сенсорных нейронов. Они теряют миелин, проникают между клетками эпителия и располагаются в эпидермисе и дерме. В некоторых случаях конечные разветвления осевого цилиндра окутывают измененные эпителиальные клетки, образуя осязательные мениски.

Несвободные нервные окончания состоят из ветвлений волокна, потерявшего миелин, и из клеток нейроглии. К несвободным инкапсулированным рецепторным образованиям кожи относятся пластинчатые тельца, или тельца Фатера-Пачини, осязательные тельца, или тельца Мейснера, колбы Краузе и др. (рис.5.7).

Тельца Фатера-Пачини состоят из расположенной снаружи соединительнотканной капсулы и внутренней колбы. Последняя содержит измененные шванновские клетки. Во внутреннюю колбу входит, теряя свою миелиновую оболочку, чувствительное нервное волокно.

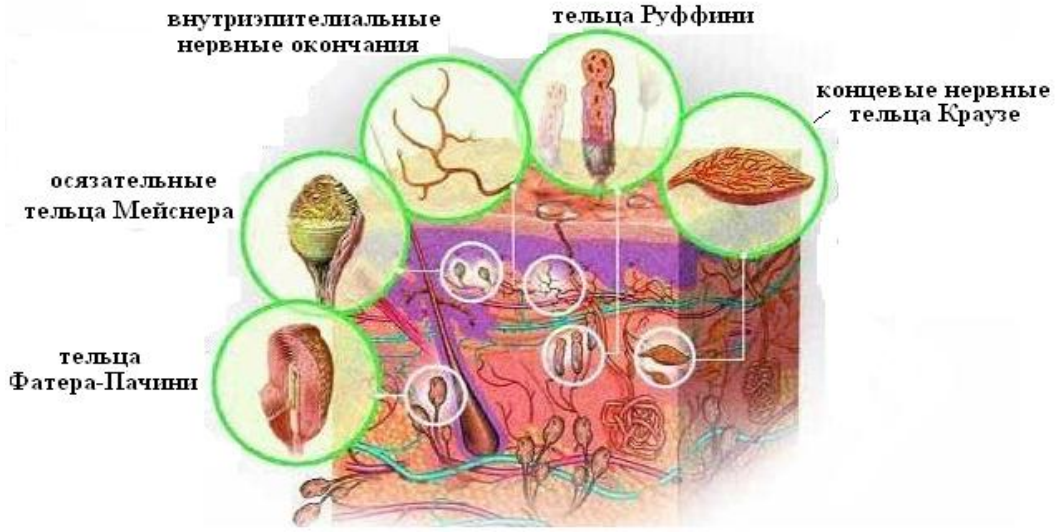


Рис. 5.7. Различные типы рецепторов кожи [6,11]

Тельца Мейснера представляют собой тонкую соединительнотканную капсулу, внутри которой перпендикулярно к длинной оси тельца расположены глиальные клетки, накладывающиеся друг на друга. С поверхностью глиальных клеток контактируют разветвления нервного волокна, которые, входя в тельце, теряют миелин.

Клетки Краузе имеют сферическую форму, снаружи они одеты соединительнотканной капсулой. Нервные волокна, входящие внутрь колбы, сильно переплетаются. Количество различного типа рецепторов, приходящихся на единицу поверхности кожи, неодинаков в среднем на 1 см^2 приходится 50 болевых, 25 тактильных, 12 холодовых точек и 2 тепловые.

Кожа различных участков тела имеет разц$_0$е количество рецепторов и соответственно обладает неодинаковой чувствительностью. Особенно большое количество рецепторов расположено на поверхности губ, на кожной поверхности кончиков пальцев.

Функциональные свойства кожных рецепторов. В коже имеются разнообразные мало дифференцированные рецепторы, которые разделяются:

1) на тактильные, раздражение которых вызывает ощущения осязания и давления;

2) терморецепторы – тепла и холода;

3) болевые.

Абсолютная специфичность, т.е. способность реагировать только на какой-то один вид раздражения, характерна лишь для некоторых рецепторных образований кожи. Многие из них реагируют на раздражители разной модальности. Возникновение различных ощущений зависит не только от того, какое рецепторное образование кожи подверглось раздражению, но и от характера импульсации, идущей от этого рецептора в центральную нервную систему.

Восприятие механических раздражений (прикосновение, давление, вибрации, растяжения) называют тактильной рецепцией. Тактильные рецепторы находятся на поверхности кожи и слизистых оболочках полости рта и носа. Они возбуждаются при прикосновении к ним или давлении на них.

К тактильным рецепторам относят тельца Мейснера и меркелевы диски, имеющиеся в большом количестве на кончиках пальцев и губах. К рецепторам давления относят тельца Пачини, которые сосредоточены в глубоких слоях кожи, в сухожилиях, связках, брюшине, брыжейке кишечника. Нервные импульсы, возникшие в тактильных рецепторах, по чувствительным волокнам поступают в заднюю центральную извилину коры головного мозга.

В различных местах кожи тактильная чувствительность проявляется в неодинаковой степени. Она наиболее высока на поверхности губ, носа, а на спине, подошве стоп, животе выражена в меньшей степени. Показано, что одновременное прикосновение к двум точкам кожи не всегда сопровождается возникновением ощущения двух воздействий. Если указанные точки лежат очень близко друг к другу, то возникает ощущение одного прикосновения. Наименьшее расстояние между точками кожи, при раздражении которых возникает ощущение двух прикосновений, называют порогом пространства. Пороги пространства неодинаковы в различных местах кожи: они минимальны на кончиках пальцев, губах и языке и максимальны на бедре, плече, спине.

Температура окружающей среды возбуждает терморецепторы, сосредоточенные в коже, на роговой оболочке глаза, в слизистых оболочках. Изменение температуры внутренней среды организма приводит к возбуждению температурных рецепторов, расположенных в гипоталамусе.

Температурные рецепторы имеют очень важное значение в сохранении постоянства температуры тела, без которого была бы невозможна жизнедеятельность нашего организма.

Существуют два типа температурных рецепторов: воспринимающие холод и тепло. Тепловые рецепторы представлены тельцами Руффини, холодовые - колбочками Краузе. Голые окончания афферентных нервных волокон также могут выполнять функции Холодовых и тепловых рецепторов.

Терморецепторы в коже располагаются на разной глубине: ближе к поверхностности находятся холодовые, глубже – тепловые рецепторы. Вследствие этого

время реакции на холодовые раздражения меньше, чем на тепловые. Терморецепторы сгруппированы в определенных точках поверхности тела человека, при этом Холодовых точек значительно больше, чем тепловых. Выраженность ощущения тепла и холода зависит от места наносимого раздражения, величины раздражаемой поверхности и окружающей температуры.

Болевые ощущения возникают при действии любых раздражителей чрезмерной силы. Ощущение боли имеет большое значение для сохранения жизни как сигнал опасности, вызывающий оборонительные рефлексы скелетной мускулатуры и внутренних органов. Однако повреждающее или длительное раздражение болевых рецепторов искажает оборонительные рефлексы, делая их неадаптивными.

Боль локализуется меньше, чем другие виды кожной чувствительности, так как возбуждение, возникающее при раздражении болевых рецепторов, широко распространяется по нервной системе. Болевые ощущения возникают также при достижении критического уровня раздражения тактильных рецепторов и терморецепторов. Одновременное раздражение рецепторов зрения, слуха, обоняния и вкуса снижает ощущение боли.

Предполагается, что возникновение боли связано с раздражением окончаний особых нервных волокон. Получены данные, свидетельствующие о том, что в формировании боли имеет значение образование в нервных окончаниях гистамина. Возникновение боли связывают также с другими веществами, образующимися в тканях в месте повреждения, – брадикинином, XII фактором свертывания крови (фактор Хагемана) и др.

Проводящие пути и корковый конец кожного анализатора. Возбуждение от рецепторов кожного анализатора направляется в центральную нервную систему по волокнам, имеющим различный диаметр. Волокна малого диаметра (со скоростью проведения возбуждения 30 м/с) осуществляют переключение на второй нейрон в спинном мозге. Аксоны этих нейронов в составе передних и боковых восходящих путей направляются, частично перекрещиваясь, к зрительным буграм, где располагается третий нейрон пути кожной чувствительности. Отростки этих нейронов достигают соматосенсорной зоны пре- и постцентральной извилины коры.

Волокна более толстые (со скоростью проведения от 30 до 80 м/с) проходят без перерыва до продолговатого мозга, где и происходит переключение на второй нейрон. Там же осуществляется передача на второй нейрон возбуждения, идущего от рецепторов кожи головы. Аксоны нейронов продолговатого мозга полностью перекрещиваются на уровне продолговатого мозга и направляются к зрительным буграм. По аксонам нейронов зрительных бугров возбуждение передается в соматосенсорную область коры.

В зрительном бугре кожная поверхность головы и лица представлена в заднемедиальной зоне заднего вентрального ядра, а верхние и нижние конечности, туловище – в переднелатеральной его части. Имеется определенная организация и в расположении по вертикали нейронов, воспринимающих информацию от различных участков кожной поверхности. Выше всего расположены нейроны, вос-

принимающие информацию от кожной поверхности ног, несколько ниже – от туловища и еще ниже – от рук, шеи, головы. Такое же расположение характерно и для коркового отдела кожного анализатора. Нейроны, передающие информацию от кожной поверхности, делятся на моно-, ди- и полимодальные. Мономодальные нейроны выполняют функцию различения, а ди- и полимодальные – интегративную.

Возрастные особенности кожного анализатора. На 8-й неделе внутриутробного развития в коже выявляются пучки безмиелиновых нервных волокон, которые свободно в ней оканчиваются. В это время появляется двигательная реакция на прикосновение к коже в области рта. На 3-м месяце развития появляются рецепторы типа пластинчатых телец. Раньше всего появляются нервные элементы кожного анализатора в коже губ, затем в подушечках пальцев руки и ноги, затем в коже лба, щеки, носа. Потом практически одновременно происходит формирование рецепторов в коже шеи, груди, соска, плеча, предплечья, подмышечной впадины.

Раннее развитие рецепторных образований в коже губ обеспечивает возникновение сосательного акта при действии тактильных раздражений. На 6-м месяце внутриутробного развития сосательный рефлекс является доминирующим по отношению к различным осуществляемым в это время движениям плода. Он влечет за собой возникновение различных мимических движений.

У новорожденного кожа обильно снабжена рецепторными образованиями и характер их распределения по ее поверхности такой же, как у взрослого. У новорожденных и грудных детей наиболее чувствительна к прикосновению кожа в области рта, глаз, лба, ладоней рук и подошв ног. Кожа предплечья и голени менее чувствительна, и менее чувствительна кожа плеч, живота, спины и бедер – она соответствует тактильной чувствительности кожи взрослых.

На холод и тепло новорожденные реагируют через значительно более продолжительный период, чем взрослые, причем на холод сильнее, чем на тепло, наиболее чувствительна к теплу кожа лица. Ощущение боли у новорожденных представлено без локализации его источника. Кожа лица наиболее чувствительна к болевым раздражениям. Локализация боли, вызванная раздражением интерорецепторов, отсутствует даже у детей 2-3 лет. Точная локализация всех раздражений кожи в первые месяцы или в первый год жизни отсутствует. К концу первого года жизни дети легко различают механические и термические раздражения. Интенсивное увеличение инкапсулированных рецепторов происходит в первые годы после рождения. При этом особенно сильно увеличивается их число в участках, подвергающихся давлению: например, с началом ходьбы растет число рецепторов на подошвенной поверхности ноги.

Поскольку рука с возрастом приобретает все большее значение в жизни человека, возрастает роль ее рецепторных образований в анализе и оценке предметов окружающего мира, в оценке осуществляемых движений. На ладонной поверхности кисти и пальцев рук увеличивается число полиаксонных рецепторов, которые характеризуются тем, что в одну колбу врастает много волокон. В этом случае одно рецепторное образование передает информацию в центральную

нервную систему по многим афферентным путям и, следовательно, имеет большую область представительства в коре. Увеличение числа рецепторов кожи может быть и у взрослого человека, например, после потери зрения и необходимости ориентироваться ощупью.

На протяжении первого года жизни происходят качественные преобразования кожных рецепторов, и лишь к его концу все рецепторные образования кожи приближаются по своим морфофункциональным особенностям к взрослому состоянию. С годами возбудимость тактильных рецепторов возрастает, особенно в препубертатном и пубертатном периодах и достигает максимума к 17-25 годам. В течение жизни образуются временные связи зоны кожно-мышечной чувствительности с другими воспринимающими зонами, позволяющие четко локализовать возникающее раздражение кожи.

Умственное утомление приводит к резкому снижению тактильной чувствительности кожи; например, после пяти общеобразовательных уроков она может уменьшиться в два раза. Тренирующие упражнения могут повышать кожную чувствительность.

5.6. Двигательный анализатор

Двигательный, или кинестетический, анализатор представляет собой физиологическую систему, осуществляющую анализ и синтез сигналов, идущих от органов движения, регуляцию положения тела в пространстве, поддержание постоянного тонуса поперечнополосатых мышц, координацию движений от простых двигательных реакций до сложно координированных двигательных навыков.

Периферический отдел двигательного анализатора представлен проприорецепторами: мышечными веретенами – рецепторными клетками, служащими для определения степени растяжения мышцы, и сухожильными рецепторами Гольджи, расположенными в местах соединения мышц с сухожилиями. Мышечные веретена – образования веретеновидной формы, заключенные в растяжимую соединительнотканную капсулу. Веретена располагаются в мышце продольно и образованы несколькими интрафузальными волокнами, которые по спирали обвиты афферентными нервными волокнами (первичное окончание мышечного веретена). По бокам от первичных находятся более тонкие вторичные окончания. Первичное окончание реагирует на степень и скорость растяжения мышцы, а вторичное – на степень растяжения и изменения положения мышцы. Сухожильные рецепторы Гольджи активируются при сдавливании их волокнами сухожилия, когда мышечные веретена неактивны. Они покрыты капсулой и иннервируются толстыми миелиновыми волокнами.

Проприорецепторы высокочувствительны и способны реагировать на сокращение отдельных мышечных клеток.

Помимо высокой чувствительности, обильная иннервация (около 50% всех нервных волокон мышечного аппарата составляют афферентные пути двигательного анализатора) и почти полное отсутствие адаптации проприорецепторов к раздражителям обеспечивают мозг точной информацией о степени сокращения каждой мышцы и движениях сустава.

Проводниковый отдел. Информация от проприорецепторов поступает в спинной мозг на мотонейроны передних рогов, другая ее часть переключается на вставочные нейроны и поступает выше по тонкому и клиновидному пучку спинного мозга и по заднему и переднему спиномозжечковым путям. Чувствительные нейроны расположены в спинальных ганглиях, а вставочные – в задних рогах спинного мозга. Аксоны вставочных нейронов остаются на той же стороне спинного мозга и образуют задний путь, а образующие передний путь переходят на противоположную сторону в боковой канатик. Задний путь по нижним ножкам мозжечка, а передний – по верхним входят в мозжечок и оканчиваются на клетках коры мозжечка. Эти пути осуществляют интеграцию информации от мышечных и суставных рецепторов и иннервируют работу нижних конечностей стоя и при движении.

Центральный отдел двигательного анализатора находится в сенсорной зоне коры головного мозга, расположенной в задней центральной извилине и под роландовой бороздой. И.П.Павлов, помимо сенсорных зон, к корковому концу двигательного анализатора относил также моторные зоны коры головного мозга, в которых на основе полученной проприоцептивной информации осуществляются коррекция протекающей двигательной деятельности и формирование новых двигательных программ. В дальнейшем это положение было развито Н.А.Бернштейном, разработавшим теорию по уровневой организации движений и «кольцевого» характера управления движениями по принципу обратной связи (1966).

Функционирование двигательного анализатора имеет важное значение не только для деятельности мышечной системы. Проприоцептивная импульсация через ЦНС способна активировать функции внутренних органов (работу сердца, органов дыхания и т.д.) и изменять интенсивность обмена веществ. В физиологии эти взаимосвязи между двигательными и вегетативными функциями называют моторно-висцеральными реакциями. Изучение этих реакций имеет важное практическое значение для оптимальной организации игровой, учебной, трудовой и спортивной деятельности детей и подростков. Кроме того, взаимодействие кинестетических импульсов с деятельностью кожного анализатора обеспечивает человеку способность познания окружающего мира посредством манипуляции с различными предметами, которая является ведущей в психическом развитии на протяжении раннего детства.

Интенсивная двигательная активность и развитие двигательного анализатора существенно стимулируют развитие других отделов нервной системы («энергетическое правило скелетных мышц» И.А.Аршавского). Например, развитие двигательных навыков на первом году жизни в значительной степени влечет за собой психическое развитие, а юные спортсмены имеют лучшую пространственную ориентацию, связанную с формированием интеллектуальных способностей.

5.7. Висцеральный анализатор

Для адекватной регуляции жизнедеятельности организма необходим анализ в ЦНС информации о состоянии внутренних органов и приспособлении их функций к изменяющимся условиям. Эту функцию выполняет интероцептивный (висцеральный, или внутренний) анализатор, обеспечивающий поступление в ЦНС информации об изменениях внутреннего состояния организма и о ходе осуществления регуляторных процессов.

Периферический отдел висцерального анализатора включает многочисленные рецепторы, находящиеся во внутренних органах, серозных и слизистых оболочках, стенках кровеносных и лимфатических сосудов, которые называются интерорецепторами, или висцерорецепторами. Они реагируют на различные химические вещества (хеморецепторы), механические раздражения (механорецепторы), изменения температуры (терморецепторы), колебания гидравлического давления (баро- или прессорецепторы), осмотическое давление (осморецепторы), изменения объема жидкости (волюморецепторы).

Подавляющее большинство интерорецепторов являются полимодальными, они обеспечивают поступление в ЦНС нервных импульсов при действии нескольких типов раздражителей. Морфологически интерорецепторы представлены как первично, так и вторично чувствующими рецепторами. Кроме внутренних органов такие рецепторы имеются и в ЦНС. Некоторые интерорецепторы обладают свойством адаптации; например, большинство механорецепторов являются медленно адаптирующимися.

Проводниковый отдел висцерального анализатора представлен блуждающим, чревным и тазовым нервами. Блуждающий нерв передает афферентные влияния в ЦНС от всех органов грудной и брюшной полости, чревный нерв – от желудка, брыжейки, тонкого кишечника, тазовый – от органов малого таза. Импульсы от интерорецепторов проходят по задним и вентролатеральным столбам спинного мозга. При вступлении в спинной мозг часть афферентов первично связывается с интернейронами данного сегмента. Они, контактируя с промежуточными или эфферентными нейронами этого или близлежащего сегментов, образуют дугу вегетативного рефлекса.

Другая часть входящих афферентных волокон образует восходящие пути к серому веществу далеко отставленных сегментов спинного мозга или к вышележащим отделам ЦНС (к ядрам задних столбов продолговатого мозга). Отсюда идут тела вторых нейронов, образующих бульботаламический путь.

Центральный отдел висцерального анализатора. Интероцептивная информация поступает в ряд структур ствола мозга и подкорковые образования. Так, в хвостатое ядро поступают сигналы от мочевого пузыря, в таламус – от многих органов брюшной полости. В гипоталамусе имеются проекции чревного и блуждающих нервов. В мозжечке обнаружены нейроны, реагирующие на раздражение чревного нерва. Корковым отделом висцерального анализатора являются сигмовидная извилина, лимбическая кора и сенсомоторные зоны.

В результате могут формироваться осознаваемые (с прямой кишки, мочевого пузыря), так и неосознаваемые (с сердца, сосудов, органов желудочно-кишечного тракта и др.) ощущения. Возникающие с интерорецепторов различные рефлексы (висцеро-висцеральные, висцеромоторные, висцеросенсорные) играют важную роль во взаимодействии и взаимосвязи внутренних органов, обеспечивая формирование органных систем и организма в целом, в поддержании гомеостаза. Изменение состояния внутренних органов, которое фиксируется висцеральным анализатором, даже если оно не осознается, значительно влияет на поведение, настроение и самочувствие человека. Это связано с тем, что интероцептивные сигналы доходят до разных уровней ЦНС вплоть до коры головного мозга, что может приводить к изменениям активности многих нервных центров, выработке новых условных рефлексов.

В онтогенезе по мере формирования психических функций происходит постепенное уменьшение влияния раздражения интерорецепторов на эмоциональное состояние и психическую активность. Если в младенческом возрасте они в значительной степени обусловлены висцерорецепцией, то в дошкольном ее влияние снижается – ребенка можно отвлечь от неприятных ощущений, заинтересовав его чем-либо. Все же до среднего школьного возраста значение висцерального анализатора очень велико, прослеживается его тесная связь с развитием кинестетического анализатора, эмоциональной сферы и второй сигнальной системы.

Тема 6. ЗНАЧЕНИЕ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Значение и общий план строения нервной системы

Функционирование организма как единого целого, взаимодействие отдельных его частей, сохранение постоянства внутренней среды (гомеостаза) осуществляются двумя регуляторными системами: нервной и гуморальной.

Основными функциями нервной системы являются:

1) быстрая и точная передача информации о состоянии внешней и внутренней среды организма;

2) анализ и интеграция всей информации;

3) организация адаптивного реагирования на внешние сигналы;

4) регуляция и координация деятельности всех органов и систем в соответствии с конкретными условиями деятельности и изменяющимися факторами внешней и внутренней среды организма.

С деятельностью высших отделов нервной системы связано осуществление психических процессов и организация целенаправленного поведения.

Нервная система, являясь единой и высоко интегрированной, на основе структурных и функциональных особенностей, подразделяется на две основные части – центральную и периферическую.

Центральная нервная система включает головной и спинной мозг (рис.6.1), где расположены скопления нервных клеток – нервные центры, осуществляющие

прием и анализ информации, ее интеграцию, регуляцию целостной деятельности организма, организацию адаптивного реагирования на внешние и внутренние воздействия.

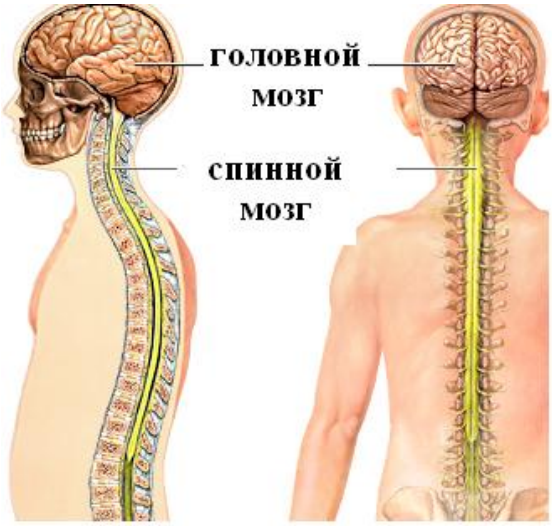


Рис.6.1. Головной и спинной мозг [6,11]

Периферическая нервная система состоит из нервных волокон, расположенных вне центральной нервной системы. Одни из них – афферентные (чувствительные) волокна – передают сигналы от рецепторов, находящихся в разных частях тела в центральную нервную систему, другие – эффекторные (двигательные) волокна – из центральной нервной системы на периферию.

Нейрон – основная структурно-функциональная единица нервной системы. Нейроны – высокоспециализированные клетки, приспособленные для приема, кодирования, обработки, интеграции, хранения и передачи информации (см. также п.2.2. Нервная ткань). Нейрон состоит из тела и отростков двух типов: коротких ветвящихся дендритов и длинного отростка – аксона.

Тело клетки имеет диаметр от 5 до 150 микрон. Оно является биосинтетическим центром нейрона, где происходят сложные метаболические процессы. Тело содержит ядро и цитоплазму в которой расположено множество органелл, участвующих в синтезе клеточных белков (протеинов).

Аксон. От тела клетки отходит маловетвящийся нитевидный (чаще длинный) отросток – аксон, выполняющий функцию передачи информации. Аксон покрыт особой миелиновой оболочкой, создающей оптимальные условия для проведения сигналов. На конце аксон имеет разветвления – терминали, которые образуют контакты с множеством других клеток (нервных, мышечных и др.).

Дендриты – сильно ветвящиеся отростки, которые во множестве отходят от тела клетки. От одного нейрона может отходить до 1000 дендритов. Тело и дендриты покрыты единой оболочкой и образуют воспринимающую (рецептивную) поверхность клетки. На ней расположена большая часть контактов от других нервных клеток – синапсов.

Клеточная оболочка – мембрана – является хорошим электрическим изолятором. По обе стороны мембраны существует электрическая разность потенциалов – мембранный потенциал, уровень которого изменяется при активации синаптических контактов.

Синапс имеет сложное строение. Он образован двумя мембранами: пресинаптической и постсинаптической (рис.6.2).

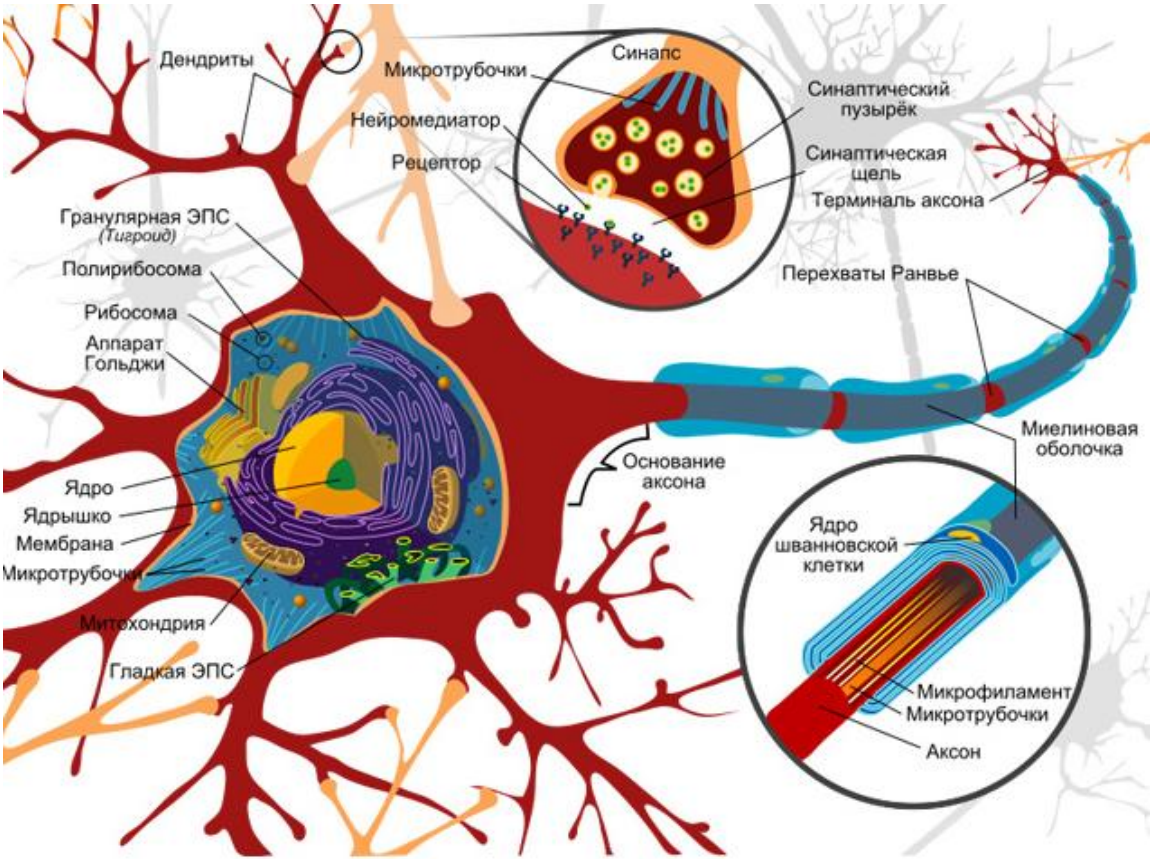
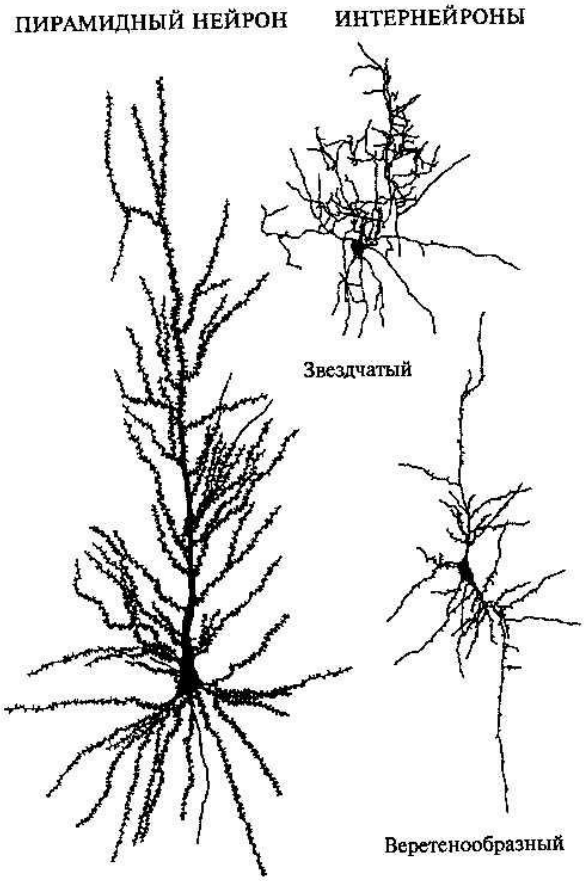


Рис.6.2. Строение нейрона и синапса[6,11]

Пресинаптическая мембрана находится на окончании аксона, передающего сигнал; постсинаптическая — на теле или дендритах, к которым сигнал передается. В синапсах при поступлении сигнала из синаптических пузырьков выделяются химические вещества двух типов – возбудительные (ацетилхолин, адреналин, норадреналин) и тормозящие (серотонин, гамма-аминомасляная кислота). Эти вещества – медиаторы, действуя на постсинаптическую мембрану, изменяют ее свойства в области контактов. При выделении возбуждающих медиаторов в области контакта возникает возбудительный постсинаптический потенциал (ВПСП), при действии тормозящих медиаторов – соответственно тормозящий постсинаптический потенциал (ТПСП). Их суммация приводит к изменению внутриклеточного потенциала в сторону деполяризации или гиперполяризации. При деполяризации клетка генерирует импульсы, передающиеся по аксону к другим клеткам или работающему органу. При гиперполяризации нейрон переходит в тормозное состояние и не генерирует импульсную активность. Множественность и разнообразие синапсов обеспечивает возможность широких межнейрональных связей и участие одного и того же нейрона в разных функциональных объединениях.

Классификация нейронов. Имея принципиально общее строение, нейроны сильно различаются размерами, формой, числом, ветвлением и расположением дендритов, длиной и разветвленностью аксона, что свидетельствует об их высокой специализации. Нейроны различаются по форме и по выполняемым функциям. Например, по форме сомы различают: пирамидные, веретенообразные, звездчатые, зернистые и др.



Пирамидные клетки – крупные нейроны разного размера («коллекторы»), на которых сходятся (конвергируют) импульсы от разных источников.

Рис.6.3. Типы нейронов в коре больших полушарий человека [8,11]

Дендриты пирамидных нейронов пространственно организованы. Один отросток – апикальный дендрит – выходит из вершины пирамиды, ориентирован вертикально и имеет конечные горизонтальные разветвления. Другие – базальные дендриты – разветвляются у основания пирамиды. Дендриты густо усеяны специальными выростами – шипиками, которые повышают эффективность синаптической передачи. По аксонам пирамидных нейронов импульсация передается другим отделам ЦНС.

По функции нейроны подразделяются: афферентные, вставочные и эфферентные.

Афферентные передают и принимают сигнал из сенсорных рецепторов, мышц, внутренних органов в центральную нервную систему. Нервные клетки, передающие сигналы из центральной нервной системы на периферию, называются эфферентными.

Вставочные клетки или интернейроны. Они меньше по размерам, разнообразны по пространственному расположению отростков (веретенообразные, звездчатые, корзинчатые). Общим для них является широкая разветвленность дендритов и короткий аксон с разной степенью ветвления. Интернейроны обеспечивают взаимодействие различных клеток и поэтому иногда называются ассоциативными.

Представленность разных типов нейронов и характер их взаимосвязи существенно различаются в разных структурах мозга.

Возрастные изменения структуры нейрона и нервного волокна. На ранних стадиях эмбрионального развития нейрон, как правило, состоит из тела, имеющего два недифференцированных и неветвящихся отростка. Тело содержит крупное ядро, окруженное небольшим слоем цитоплазмы. Процесс созревания нейронов характеризуется быстрым увеличением цитоплазмы, увеличением в ней числа рибосом и формированием аппарата Гольджи, интенсивным ростом аксонов

и дендритов. Различные типы нервных клеток созревают в онтогенезе гетерохронно. Наиболее рано (в эмбриональном периоде) созревают крупные афферентные и эфферентные нейроны.

Созревание мелких клеток (интернейронов) происходит после рождения (в постнатальном онтогенезе) под влиянием средовых факторов, что создает предпосылки для пластических перестроек в центральной нервной системе.

Отдельные части нейрона тоже созревают неравномерно. Наиболее поздно формируется дендритный шипиковый аппарат, развитие которого в постнатальном периоде в значительной мере обеспечивается притоком внешней информации. Покрывающая аксоны миелиновая оболочка интенсивно растет в постнатальном периоде, ее рост ведет к повышению скорости проведения импульса по нервному волокну.

Миелинизация проходит в таком порядке: сначала – периферические нервы, затем волокна спинного мозга, стволовая часть головного мозга, мозжечок и позже – волокна больших полушарий головного мозга. Двигательные нервные волокна покрываются миелиновой оболочкой уже к моменту рождения, чувствительные (например, зрительные) волокна – в течение первых месяцев постнатальной жизни ребенка.

6.2. Спинной мозг

Спинной мозг представляет собой длинный тяж. Он заполняет полость позвоночного канала и имеет сегментарное строение, соответствующее строению позвоночника (рис.6.4).

В центре спинного мозга расположено серое вещество – скопление нервных клеток, окруженное белым веществом, образованным нервными волокнами. В спинном мозге находятся рефлекторные центры мышц туловища, конечностей и шеи. С их участием осуществляются сухожильные рефлексы в виде резкого сокращения мышц (коленный, ахиллов рефлексы), рефлексы растяжения, сгибательные рефлексы, рефлексы, направленные на поддержание определенной позы. Рефлексы мочеиспускания и дефекации, рефлекторного набухания полового члена и извержения семени у мужчин (эрекция и эякуляция) также связаны с функцией спинного мозга.

Спинной мозг осуществляет и проводниковую функцию. Нервные волокна, составляющие основную массу белого вещества, образуют проводящие пути спинного мозга. По этим путям устанавливается связь между различными частями ЦНС и проходят импульсы в восходящем и нисходящем направлениях. По этим путям поступает информация в вышележащие отделы мозга, от которых отходят импульсы, изменяющие деятельность скелетной мускулатуры и внутренних органов.

Деятельность спинного мозга у человека в значительной степени подчинена координирующим влияниям вышележащих отделов ЦНС.

Рис.6.4. Строение спинного мозга [6,11]

Обеспечивая осуществление жизненно важных функций, спинной мозг развивается раньше, чем другие отделы нервной системы. Когда у эмбриона головной мозг находится на стадии мозговых пузырей, спинной мозг достигает уже значительных размеров. На ранних стадиях развития плода спинной мозг заполняет всю полость позвоночного канала. Затем позвоночный столб обгоняет в росте спинной мозг, и к моменту рождения он заканчивается на уровне третьего поясничного позвонка. У новорожденных длина спинного мозга 14-16 см, к 10 годам она удваивается. В толщину спинной мозг растет медленно. На поперечном срезе спинного мозга детей раннего возраста отмечается преобладание передних рогов над задними. Увеличение размеров нервных клеток спинного мозга наблюдается у детей в школьные годы.

6.3. Головной мозг

Головной мозг состоит из трех основных отделов – заднего, среднего и переднего мозга, объединенных двусторонними связями.

Задний мозг является непосредственным продолжением спинного мозга. Он включает продолговатый мозг, мост и мозжечок.

Продолговатый мозг играет значительную роль в осуществлении жизненно важных функций. В нем расположены скопления нервных клеток – центры регуляции дыхания, сердечнососудистой системы и деятельности внутренних органов.

На уровне моста (как и в продолговатом мозге) находятся ядра черепно-мозговых нервов. Через него проходят нервные пути, соединяющие вышележащие отделы с продолговатым и спинным мозгом.

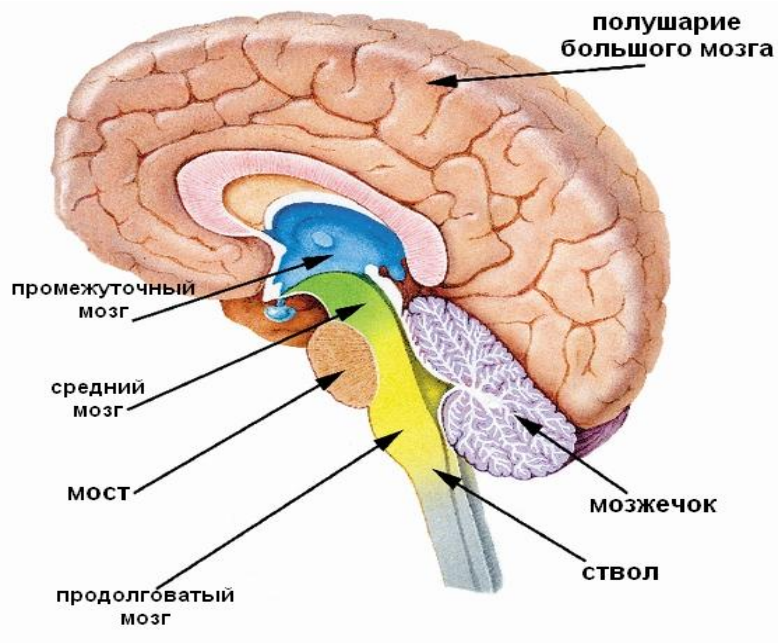


Рис.6.5.
Строение головного мозга [8,11]

Позади моста расположен мозжечок, с функцией которого в основном связывают координацию движений, поддержание позы и равновесия. Усиленный рост мозжечка отмечается на первом году жизни ребенка, что определяется формированием в течение этого периода дифференцированных и координированных движений. В дальнейшем темпы его развития снижаются. К 15 годам мозжечок достигает размеров взрослого.

Средний мозг (мезенцефалон) включает ножки мозга, четверохолмие и ряд скоплений нервных клеток (ядер). В области четверохолмия расположены первичные центры зрения и слуха, осуществляющие локализацию источника внешнего стимула. Эти центры находятся под контролем вышележащих отделов мозга. Они играют важнейшую роль в раннем онтогенезе, обеспечивая первичные формы сенсорного внимания. Ядра среднего мозга (черная субстанция и красное ядро) играют важную роль в координации движений и регуляции мышечного тонуса.

В стволе мозга (продолговатый, задний и средний мозг) расположена так называемая сетчатая, или ретикулярная, формация. В ее состав входят переключательные клетки, аккумулирующие информацию от афферентных путей. Восходящие пути от клеток ретикулярной формации идут во все отделы коры больших полушарий, оказывая тонические активирующие влияния. Это так называемая неспецифическая активирующая система мозга, которой принадлежит важная роль в регуляции уровня бодрствования, организации непроизвольного внимания и поведенческих реакций.

Передний мозг состоит из промежуточного мозга (диэнцефалона) и больших полушарий.

Промежуточный мозг включает две важнейшие структуры: таламус (зрительный бугор) и гипоталамус (подбугровая область). Таламус – это высший подкорковый центр всех видов чувствительности. Гипоталамус же играет важнейшую роль в регуляции вегетативной нервной системы. Вегетативные эффекты

гипоталамуса, разных его отделов имеют неодинаковые направленность и биологическое значение. При функционировании задних отделов возникают эффекты симпатического типа, при функционировании передних отделов – эффекты парасимпатического типа. Восходящие влияния этих отделов также разнонаправлены: задние оказывают возбуждающее влияние на кору больших полушарий, передние – тормозящее. Связь гипоталамуса с одной из важнейших желез внутренней секреции – гипофизом – обеспечивает нервную регуляцию эндокринной функции.

В клетках ядер переднего гипоталамуса вырабатывается нейросекрет, который по волокнам гипоталамо-гипофизарного пути транспортируется в нейрогипофиз. Этому способствуют и обильное кровоснабжение, и наличие сосудистых связей гипоталамуса и гипофиза.

Гипоталамус принимает участие в регуляции температуры тела, водного обмена, обмена углеводов. Ядра гипоталамуса участвуют во многих сложных поведенческих реакциях (половые, пищевые, агрессивно-оборонительные). Гипоталамус играет важную роль в формировании основных биологических мотиваций (голод, жажда, половое влечение), а также положительных и отрицательных эмоций. Многообразие функций гипоталамуса дает основание расценивать его как высший подкорковый центр регуляции жизненно важных процессов, их интеграции в сложные системы, обеспечивающие целесообразное приспособительное поведение.

Дифференцировка ядер гипоталамуса к моменту рождения не завершена и протекает в онтогенезе неравномерно. Развитие ядер гипоталамуса заканчивается в период полового созревания.

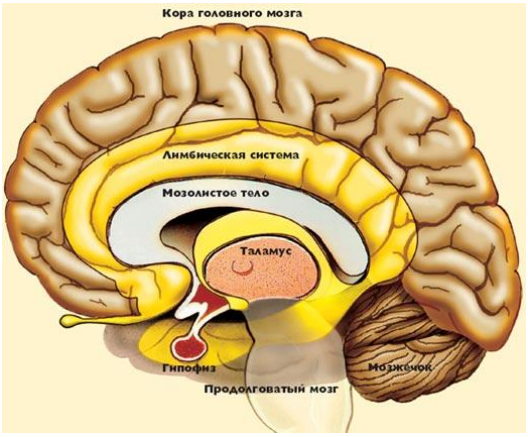


Рис.6.6. Строение головного мозга[6,8,11]

Таламус составляет значительную часть промежуточного мозга. Это многоядерное образование, связанное двусторонними связями с корой больших полушарий. В его состав входят три группы ядер. Релейные ядра передают зрительную, слуховую, кожно-мышечно-суставную информацию в соответствующие проекционные области коры больших полушарий. Ассоциативные ядра связаны с деятельностью ассоциативных отделов коры больших полушарий. Неспецифические ядра (продолжение ретикулярной формации среднего мозга) оказывают активизирующее влияние на кору больших полушарий. Центростремительные импульсы от всех рецепторов организма (за исключением обонятельных), прежде чем, достигнут коры головного мозга, поступают в ядра таламуса. Здесь посту-

пившая информация перерабатывается, получает эмоциональную окраску и направляется в кору больших полушарий. К моменту рождения большая часть ядер зрительных бугров хорошо развита. После рождения размеры зрительных бугров увеличиваются за счет роста нервных клеток и развития нервных волокон.

Онтогенетическая направленность развития структур промежуточного мозга состоит в увеличении их взаимосвязей с другими мозговыми образованиями, что создает условия для совершенствования координационной деятельности его различных отделов и мозга в целом. В развитии промежуточного мозга существенная роль принадлежит нисходящим влияниям коры больших полушарий.

Базальные ганглии больших полушарий (хвостатое ядро, полосатое тело, бледный шар) играют важнейшую роль в осуществлении двигательной функции, являясь связующим звеном между ассоциативными и двигательными областями коры больших полушарий.

Большие полушария головного мозга у взрослого человека составляют 80 % массы головного мозга. Они соединены пучками нервных волокон, образующих мозолистое тело. В глубине больших полушарий расположена старая кора – гиппокамп, являющийся одной из важнейших структур лимбической системы.

Лимбическая система, функционально объединяющая гиппокамп, гипоталамус, некоторые ядра таламуса и области коры, является важнейшей частью регуляторного контура (система структур, участвующих в регуляции нервных процессов в коре больших полушарий). Лимбическая система участвует в когнитивных, аффективных и мотивационных процессах.

Основной структурой больших полушарий является новая кора (неокортекс), покрывающая их поверхность.

6.4. Кора больших полушарий

Кора больших полушарий представляет собой тонкий слой серого вещества на поверхности полушарий. В процессе эволюции поверхность коры интенсивно увеличивалась по размеру за счет появления борозд и извилин. Общая площадь поверхности коры у взрослого человека достигает 2200-2600 см^2. Толщина коры в различных частях полушарий колеблется от 1,3 до 4,5 мм. В коре насчитывается от 12 до 18 млрд. нервных клеток. Отростки этих клеток образуют огромное количество связей, что создает условия для обработки и хранения информации.

В коре каждого из полушарий выделяют четыре доли — лобную, теменную, височную и затылочную. Каждая из этих долей содержит функционально различные корковые области.

Проекционные сенсорные зоны, включающие первичные и вторичные корковые поля, принимают и обрабатывают информацию определенной модальности от органов чувств противоположной половины тела (корковые концы анализаторов по И.П.Павлову). К их числу относятся зрительная кора, расположенная в затылочной доле, слуховая – в височной, соматосенсорная – в теменной доле.

Моторная кора каждого полушария, занимающая задние отделы лобной доли, осуществляет контроль и управление двигательными действиями противоположной стороны тела.

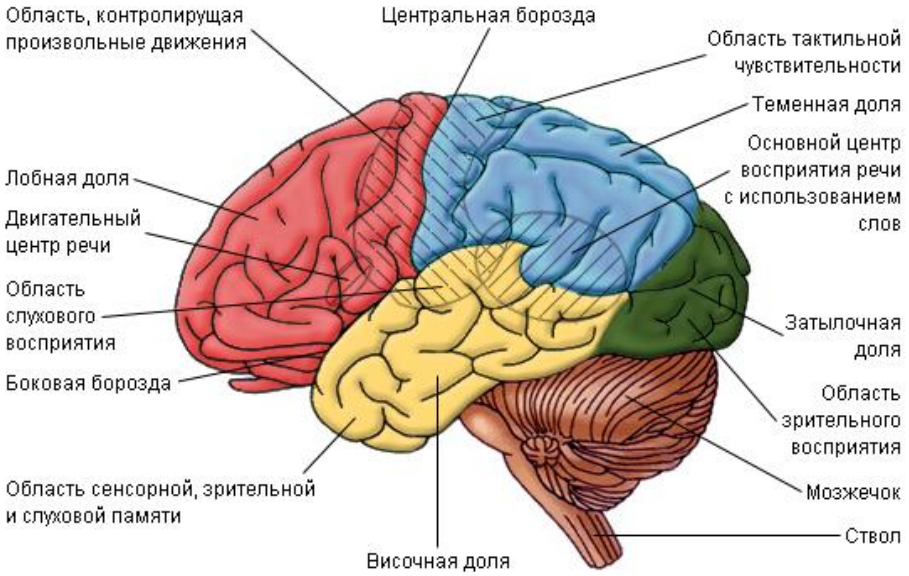


Рис.6.7. Доли коры больших полушарий[6,11]

Ассоциативные области составляют у человека основную часть поверхности коры больших полушарий (третичные поля). На рис.15.8 видно, как нарастает их удельный вес в эволюционном ряду.

Рис.6.8. Изменение соотношения проекционных ассоциативных областей в эволюционном ряду [8,11]

Именно с этими областями связано формирование познавательной деятельности и психических функций. Клинические наблюдения показывают, что при поражении заднеассоциативных областей нарушаются сложные формы ориентации в пространстве, конструктивная деятельность, затрудняется выполнение всех интеллектуальных операций, которые осуществляются с участием пространственного анализа (счет, восприятие сложных смысловых изображений).

Поражение лобных отделов коры приводит к невозможности осуществления сложных программ поведения, требующих выделения значимых сигналов на основе прошлого опыта и предвидения будущего. В ассоциативных областях коры левого полушария выделяются поля, непосредственно связанные с осуществлением речевых процессов, – центр Вернике в задневисочной коре, осуществляющий восприятие речевых сигналов, и центр Брока в нижних отделах лобной области коры, связанный с произнесением речи.

Нейронная организация коры больших полушарий. В коре больших полушарий человека различные специализированные типы нейронов и их отростки пространственно организованы и распределены по шести слоям.

I слой состоит в основном из конечных разветвлений апикальных дендритов пирамидных нейронов.

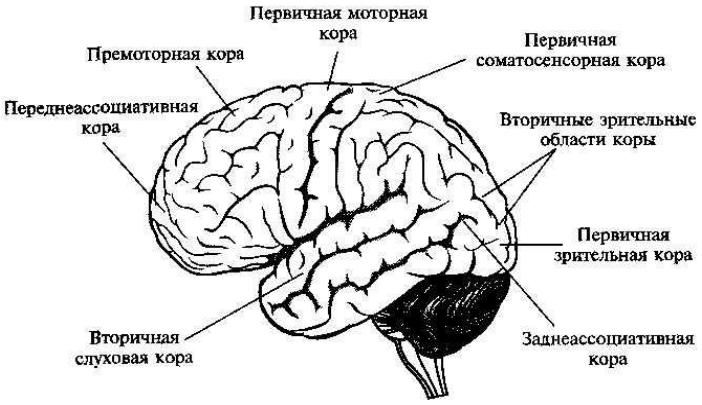


Рис.6.9. Проекционные, ассоциативные и моторные области коры больших полушарий [8,11]

Во II слое сосредоточено значительное количество вставочных клеток с разветвленной системой дендритов, связанных с пирамидными нейронами II и III слоя. Это некрупные афферентные пирамиды.

В IV и V слое расположены пирамиды большого размера, коллекторы информации, посылающие эфферентные волокна другим нейронам. Наиболее крупные пирамиды находятся в V слое двигательной коры (гигантские клетки Беца). Их длинные аксоны формируют пирамидный тракт (VI слой), проводящий импульсы, по которым осуществляется управление движениями.

Клетки разного типа, находящиеся в разных слоях коры, объединены большим количеством разнообразных связей и образуют определенные группировки – модули или ансамбли. В сенсорных проекционных отделах и моторной коре в объединениях преобладает вертикальная ориентация, определяемая апикальным дендритом. Это так называемые колонки или микроансамбли, в которых осуществляются аналитические процессы.

Кроме микроансамблей выделены более сложные группировки (лестничные, гнездные), включающие большое количество нейронов разных типов, и разветвленные базальные дендриты. Такие ансамбли чаще встречаются в ассоциативных областях и являются структурной основой более сложной обработки информации.

Помимо внутриансамблевых межнейрональных связей, группировки нейронов имеют внешние связи. Выходящие за пределы ансамблей терминальные аксоны образуют системы ассоциативных связей, благодаря которым происходит объединение нейронных ансамблей как внутри одной корковой зоны, так и между зонами.

Сложная разветвленная система внутрикорковых ассоциативных связей создает основу пластичной функциональной интеграции и системной организации деятельности мозга.

6.5. Созревание мозга в онтогенезе ребенка

Головной мозг как многоуровневая структура неравномерно созревает в ходе индивидуального развития. Во внутриутробном периоде одновременно с заклад-

кой и развитием основных жизненно важных органов первыми начинают формироваться отделы мозга, где расположены нервные центры, обеспечивающие их функционирование (продолговатый мозг, ядра среднего и промежуточного мозга). К концу внутриутробного периода у человека определенной степени зрелости достигают первичные проекционные поля. К моменту рождения уровень зрелости структур мозга позволяет осуществлять как жизненно важные функции (дыхание, сосание и др.), так и простейшие реакции на внешние воздействия, т.е. осуществляется принцип минимального и достаточного обеспечения функций.

Закономерный ход созревания структур мозга в пренатальном периоде обеспечивает нормальное индивидуальное развитие. Нарушения созревания приводят к ближайшим и отдаленным неблагоприятным последствиям, проявляющимся в нервно-психическом статусе и поведении ребенка.

В постнатальном периоде продолжается интенсивное развитие мозга, в особенности его высших отделов – коры больших полушарий.

Нейронная организация коры больших полушарий в онтогенезе. В развитии коры больших полушарий выделяются два процесса – рост коры и дифференцировка ее нервных элементов. Наиболее интенсивное увеличение ширины коры и ее слоев происходит на первом году жизни, постепенно замедляясь и прекращаясь в разные сроки – к 3 годам в проекционных, к 7 годам в ассоциативных областях. Рост коры происходит за счет увеличения межнейронального пространства (разрежение клеток) в результате развития волокнистого компонента (роста и разветвления дендритов и аксонов) и клеток глии, осуществляющей метаболическое обеспечение развивающихся нервных клеток, которые увеличиваются в размерах.

Процесс дифференцировки нейронов, начинаясь также в раннем постнатальном периоде, продолжается в течение длительного периода индивидуального развития, подчиняясь как генетическому фактору, так и внешнесредовым воздействиям.

Первыми созревают афферентные и эфферентные пирамиды нижних слоев коры, позже – расположенные в более поверхностных слоях. Постепенно дифференцируются различные типы вставочных нейронов. Раньше созревают веретенообразные клетки, переключающие афферентную импульсацию из подкорковых структур к развивающимся пирамидным нейронам. Звездчатые и корзинчатые клетки, обеспечивающие взаимодействие нейронов и циркуляцию возбуждения внутри коры, созревают позже. Заканчиваясь возбудительными и тормозными синапсами на телах нейронов, эти клетки создают возможность структурирования импульсной активности нейронов (чередование разрядов и пауз), что является основой нервного кода.

Дифференцировка вставочных нейронов, начавшаяся в первые месяцы после рождения, наиболее интенсивно происходит в период от 3 до 6 лет. Их окончательная типизация в переднеассоциативных областях коры отмечается к 14-летнему возрасту.

Функционально важным фактором формирования нейронной организации коры больших полушарий является развитие отростков нервных клеток – дендритов и аксонов, образующих волокнистую структуру.

Аксоны, по которым в кору поступает афферентная импульсация, в течение первых трех месяцев жизни покрываются миелиновой оболочкой, что существенно ускоряет поступление информации к нервным клеткам проекционной коры.

Вертикально ориентированные апикальные дендриты обеспечивают взаимодействие клеток разных слоев, и в проекционной коре они созревают в первые недели жизни, достигая к 6-месячному возрасту III слоя. Дорастая до поверхностных слоев, они образуют конечные разветвления.

Базальные дендриты, объединяющие нейроны в пределах одного слоя, имеют множественные разветвления, на которых образуются множественные контакты аксонов других нейронов. С ростом базальных дендритов и их разветвлений увеличивается воспринимающая поверхность нервных клеток.

Специализация нейронов в процессе их дифференциации и увеличение количества и разветвленности отростков создают условия для объединения нейронов разного типа в клеточные группировки – нейронные ансамбли. В нейронные ансамбли включаются также клетки глии и разветвления сосудов, обеспечивающие клеточный метаболизм внутри нейронного ансамбля.

В развитии коры и формировании ансамблевой организации в онтогенезе выделяют следующие этапы.

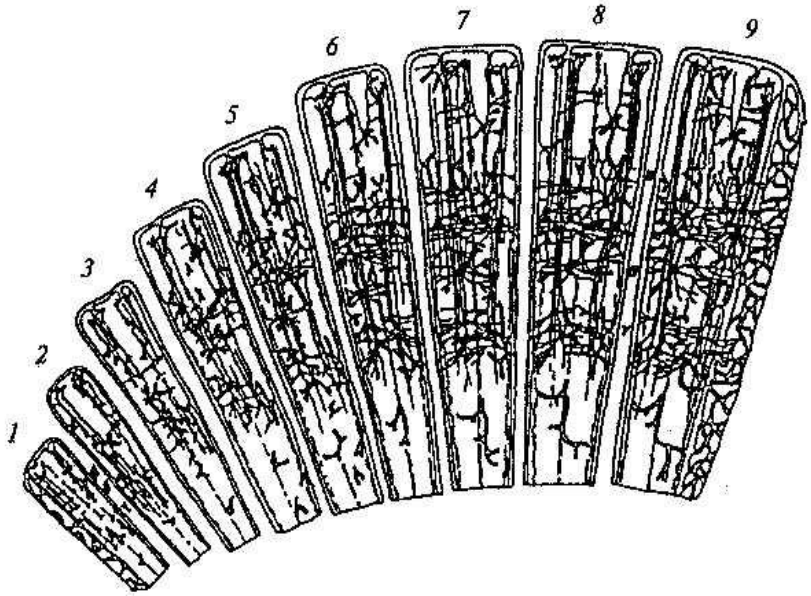


Рис.6.10. Возрастные преобразования ансамблевой организации коры больших полушарий от рождения до 20 лет, [8,11].
Схема построена на основе результатов морфологического исследования мозга человека
1 – новорожденные;
2 – 3 мес. жизни;
3 – 6 мес.; 4 – 1 год;
5 – 3 года; 6 – 5-6 лет;
7 – 9-10 лет; 8 – 12-14 лет;
9 – 18-20 лет.

К моменту рождения вертикально расположенные пирамидные клетки в нижнем слое и их апикальные дендриты создают прообраз колонки, которая у новорожденных бедна межклеточными связями.

1-й год жизни характеризуется увеличением размеров нервных клеток, дифференциацией звездчатых вставочных нейронов, увеличением дендритных и

аксонных разветвлений. Выделяется ансамбль нейронов как структурная единица, окруженная тонкими сосудистыми разветвлениями.

К 3 годам ансамблевая организация усложняется развитием гнездных группировок, включающих разные типы нейронов.

В 5-6 лет наряду с продолжающейся дифференциацией и специализацией нервных клеток нарастают объем горизонтально расположенных волокон и плотность капиллярных сетей, окружающих ансамбль. Это способствует дальнейшему развитию межнейрональной интеграции в определенных областях коры.

К 9-10 годам усложняется структура отростков интернейронов и пирамид, увеличивается разнообразие ансамблей, формируются широкие горизонтальные группировки, включающие и объединяющие вертикальные колонки.

В 12-14 лет в нейронных ансамблях четко выражены разнообразные специализированные формы пирамидных нейронов, высокого уровня дифференцировки достигают интернейроны; в ансамблях всех областей коры, включая ассоциативные корковые зоны, за счет разветвлений отростков удельный объем волокон становится значительно больше удельного объема клеточных элементов.

К 18 годам ансамблевая организация коры по своим характеристикам достигает уровня взрослого человека.

Закономерности созревания структур мозга в онтогенезе. Основная закономерность в характере созревания мозга как многоуровневой иерархически организованной системы проявляется в том, что эволюционно более древние структуры созревают раньше. Это прослеживается в ходе созревания структур мозга по вертикали: от спинного мозга и стволовых образований головного мозга, обеспечивающих жизненно важные функции, к коре больших полушарий. По горизонтали развитие идет от проекционных отделов, включающихся в обеспечение элементарных контактов с внешним миром уже с момента рождения, к ассоциативным, ответственным за сложные формы психической деятельности. Для развития каждого последующего уровня необходимо полноценное созревание предыдущего. Так, для созревания проекционной коры необходимо формирование структур, через которые поступает сенсорно-специфическая информация. Для развития в онтогенезе ассоциативных корковых зон необходимо формирование и функционирование первичных проекционных отделов коры. Так, нарушение в раннем возрасте проекционных корковых зон приводит к недоразвитию областей более высокого уровня (вторичные проекционные и ассоциативные отделы). Этот принцип развития структур мозга в онтогенезе Л.С.Выготский обозначил как направление «снизу вверх».

Следует подчеркнуть, что позже созревающие структуры не просто надстраиваются над уже существующими, а влияют на их дальнейшее развитие. Так, при исследовании активности отдельных нейронов было показано, что только после созревания проекционной корковой зоны нейроны релейного ядра таламуса приобретают специализированную реакцию зрелого типа в ответ на афферентный стимул. Сформированная многоуровневая организация мозга носит иерархический характер. Ведущую роль в осуществлении целостной интегративной функции мозга приобретают высшие отделы коры больших полушарий, управляющие

подчиненными им структурами более низкого уровня. Такой принцип иерархической организации структур зрелого мозга Л.С.Выготский обозначил как направление «сверху вниз».

Длительный и гетерохронный характер созревания структур мозга определяет специфику функционирования мозга в различных возрастных периодах.

Тема 7. УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНЫЙ ХАРАКТЕР и ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1. Условно-рефлекторный характер высшей нервной деятельности

Основные функции центральной нервной системы состоят в осуществлении связи всех частей организма между собой – низшая нервная деятельность и всего организма в целом с окружающей его и постоянно меняющейся средой – высшая нервная деятельность. Высшая нервная деятельность определена И. П. Павловым как условно-рефлекторная деятельность ведущих отделов головного мозга, обеспечивающих адекватные и наиболее совершенные отношения целостного организма к внешнему миру.

Нервная система функционирует как единое целое, однако определенные ее функции связаны с деятельностью определенных областей. Так, управление простейшими двигательными реакциями осуществляется спинным мозгом, координация сложных движений, таких как ходьба, бег, – стволовой частью мозга и мозжечком. Ведущий орган психической деятельности – кора головного мозга, она обеспечивает сложную и многообразную поведенческую деятельность человека. Основным физиологическим механизмом психической деятельности является временная нервная связь в коре головного мозга, что не означает отождествления психических явлений с физиологическими – психическая деятельность характеризуется не только ее физиологическими механизмами, но и содержанием, т.е. тем, что именно отражается мозгом в реальной действительности.

Особенностью высшей нервной деятельности (ВНД) является ее направленность на взаимодействие с внешней средой. Это совокупность нейрофизиологических процессов, обеспечивающих сознательную и неосознанную переработку информации, ее усвоение, приспособительное поведение и обучение в онтогенезе всем видам деятельности, в том числе целенаправленному поведению в социуме. ВНД является аналитико-синтетической деятельностью коры и ближайших подкорковых образований, которая проявляется в способности выделять из окружающей среды ее отдельные элементы и объединять их в комбинации.

Базовый принцип физиологии ВНД составляет основной закон биологии – **принцип единства организма и среды.** Этот закон предусматривает приспособительную изменчивость организма относительно среды.

Принцип детерминизма (причинности) – всякая деятельность организма, каждый акт нервной деятельности вызван определенной причиной, воздействием из внешнего мира или внутренней среды организма.

Принцип структурности – в мозге нет процессов, которые не имели бы материальной основы, каждый физиологический акт нервной деятельности приурочен к морфофизиологической структуре нервной системы. Причем нейроны содержат следы прошлых раздражений, что дает возможность ориентироваться в прошлом, знать настоящее и прогнозировать будущее.

Принцип анализа и синтеза раздражителей внешней и внутренней среды. В мозге непрерывно происходит анализ и синтез как поступающей информации, так и ответных реакций. В результате организм извлекает полезную информацию, перерабатывает, фиксирует ее в памяти и формирует ответные действия в соответствии с обстоятельствами и потребностями.

Эти принципы подтверждены экспериментально и доказано, что не только генетические, но и средовые влияния определяют строение и особенности функционирования головного мозга. Сенсорное стимулирование способствует развитию головного мозга, депривация его задерживает.

Основой ВНД человека и высших животных является условный рефлекс. В процессе эволюции животного безусловно-рефлекторных связей оказывается недостаточно, чтобы обеспечить все необходимое разнообразие реакций в условиях непрерывно меняющейся окружающей среды. У высших животных образовываются и приобретают все большее значение в поведении условные рефлексы – сформированные в процессе онтогенеза реакции организма на ранее индифферентные раздражители.

Термином «условный рефлекс И.П.Павлов обозначал рефлекторную реакцию, возникшую в ответ на первоначально индифферентный раздражитель в случае, если он несколько раз сочетается во времени с безусловным раздражителем. В основе образования условного рефлекса лежит формирование новых или модификация существующих нервных связей.

Условно-рефлекторная связь не является врожденной и образуется в результате научения. У новорожденного ребенка имеется лишь набор нервных элементов: рецепторы, восходящие и нисходящие нервные пути, находящиеся в стадии формирования центральные отделы анализаторов и мозг, обладающий неограниченными возможностями объединения их в цепь.

Основные признаки условного рефлекса:

– гибкий, изменяющийся в зависимости от условий характер;

– приобретаемость и отменяемость;

– сигнальный характер, т.е. превращение индифферентного раздражителя в сигнал — значимый условный раздражитель;

– осуществление условного рефлекса высшими отделами центральной нервной системы.

Биологическая роль условных рефлексов заключается в расширении диапазона приспособительных возможностей организма. Условные рефлексы дополняют безусловные и позволяют тонко и гибко приспосабливаться к самым разнообразным условиям окружающей среды

Таблица 7.1

Отличие условных рефлексов от безусловных [8,11]

Безусловные рефлексы	Условные рефлексы
Врожденные, отражают видовые особенности организма	Приобретаются в течение жизни, отражают индивидуальные особенности организма
Относительно постоянны в течение жизни особи	Образуются, изменяются и отменяются, когда они становятся неадекватными условиям жизни
Реализуются по анатомическим путям, определенным генетически	Реализуются по функционально-организующимся временным (замыкательным) связям
Свойственны всем уровням ЦНС и осуществляются преимущественно ее низшими отделами (спинной мозг, стволовой отдел, подкорковые ядра)	Для своего образования и реализации требуют целостности коры головного мозга, особенно у высших млекопитающих
Каждый рефлекс имеет свое специфическое рецептивное поле и специфические раздражители	Рефлексы могут образовываться с любого рецептивного поля на самые разнообразные раздражители
Реагируют на действие наличного раздражителя, которого уже нельзя избежать	Приспосабливают организм к действию стимула, которое еще предстоит испытать, т.е. имеют предупредительное, сигнальное значение

Процесс формирования классического условного рефлекса проходит три стадии. Наиболее ранний период выработки временной связи – стадия прегенерализации. Для нее характерна выраженная концентрация возбуждения, главным образом в зонах проекций условного и безусловного раздражителей. После этой кратковременной стадии концентрации возбуждения следует стадия генерализации условного рефлекса, в основе которой лежит процесс диффузного распространения (иррадиация) возбуждения. Во время стадии условные реакции возникают на сигнальный и другие раздражители – явление афферентной генерализации, а также в интервалах между предъявлениями условного стимула – межсигнальные реакции. Далее по мере подкрепления условного стимула межсигнальные реакции угасают и условный ответ возникает только на условный раздражитель. Это – стадия специализации, когда изменения биотоков более ограниченны и приурочены в основном к действию условного стимула. Этот процесс обеспечивает дифференцировку, тонкое различение стимулов, автоматизацию условно-рефлекторного навыка.

7.2. Формирование условно-рефлекторной деятельности в онтогенезе

Развитие головного мозга запрограммировано генетически: в определенной последовательности на каждом этапе развития созревают его определенные структуры. Созревание наиболее эволюционно молодых отделов происходит

только под влиянием внешней среды и зависит от поступающей в мозг информации. По мере роста и созревания мозга усложняется его взаимодействие с внешней средой, что, в свою очередь, стимулирует развитие мозга, совершенствует его структурно-функциональную организацию. Чем выше уровень развития мозга, тем сложнее и разнообразнее становятся психические реакции, тем большее значение в регуляции поведения приобретает жизненный опыт.

Функциональные особенности развивающегося мозга ребенка характеризуются повышенной возбудимостью подкорковых отделов и склонностью к иррадиации (распространению) возбуждения на другие отделы: чем младше ребенок, тем более генерализованный характер имеют его реакции. Наблюдаются также повышенная эмоциональность и более выраженная ориентировочная реакция, обусловленные несовершенной регуляцией протекающих процессов Формирование ВНД происходит через этапы становления основных функций коры. Уже к моменту рождения у ребенка есть определенные возможности: он слышит, видит, воспринимает боль, тепло, холод, запахи и вкусовые раздражения, у него имеется ряд врожденных безусловных рефлексов (сосательный, оборонительный, ориентировочный). С первых дней жизни возможна выработка условной реакции на время кормления. На 10-12-й день после рождения вырабатывается сложный условный рефлекс с включением нескольких анализаторов – вестибулярного, тактильного, а затем и зрительного. Это так называемый рефлекс на положение под грудью.

Показателем достаточного уровня функциональной активности коры в периоде новорожденного служит также реакция типа «доминанта». Доминанта представляет собой такой очаг возбуждения, в котором любые дополнительные раздражители вызывают, с одной стороны, усиление возбуждения, а с другой – усугубление тормозного состояния в окружающих зонах. Вследствие того перераспределение зон возбуждения происходит с большим трудом. Например, ребенок, увлеченный игрой, не реагирует на слова взрослого. Резкое отвлечение его вызывает дезорганизацию деятельности клеток в обширных отделах мозга, сопровождается общим дискомфортом и отрицательными эмоциями.

В первые дни и недели жизни имеются пищевая и вестибулярная доминанта, а с 3-го месяца четко выявляется и ориентировочная. Пищевая доминанта характеризуется тем, что посторонние раздражители (похлопывание по щеке, стук двери и др.) усиливают сосательные движения у ребенка. При ориентировочной доминанте, наоборот, добавочные раздражители вызывают прекращение сосания и поворот головы в сторону раздражителя. На вестибулярной доминанте основан обычай успокаивания ребенка покачиванием.

Дальнейшее развитие ВНД ребенка происходит по пути становления условных рефлексов. На их основе формируются простые, а затем и сложные действия, умения, поведенческие акты. Ранние условные рефлексы ребенка обладают определенными характеристиками: требуют для своей выработки большего числа повторений, нестойки, отличаются длительным латентным периодом. Они сохраняются в течение всего дошкольного периода, что сказывается на особенностях поведения детей.

На выработку условно-рефлекторных реакций ребенка влияют определенные условия:

1. Уровень активности корковых клеток. В физиологии существует термин «состояние оптимальной возбудимости коры», который отражает достаточный уровень функциональной активности для выработки и проявления наиболее адекватных реакций на окружающее. Обычно такое состояние наблюдается у здорового, непереутомленного ребенка.

2. Оптимальное состояние функциональной активности подкорковых центров, участвующих в образовании условного рефлекса. К примеру, навык самостоятельной еды целесообразно вырабатывать у проголодавшегося ребенка, так как возбуждение пищевого центра будет служить безусловным подкреплением в формировании навыка.

3. Определенная сила раздражителя. Чрезмерно интенсивный раздражитель может вызвать иррадиацию возбуждения и привести к разлитому возбуждению нервных клеток, препятствующему развитию специфической реакции. Недостаточно интенсивный раздражитель не вызывает достаточного уровня возбуждения.

4. Участие различных анализаторов в формировании условно-рефректорной связи. Их функциональное состояние должно быть полноценным, а число максимальным, т.е. ребенок должен услышать что-то, увидеть, иметь возможность потрогать руками. Для активной познавательной деятельности существенно также участие двигательного анализатора: возможность манипулировать предметом, переносить или передвигать его является важным условием для закрепления реакции.

На скорость формирования условных рефлексов влияет также соматическое состояние ребенка: болезнь или недомогание ослабляют функциональную активность коры и дополнительные требования оказываются чрезмерной нагрузкой для организма.

У детей рекомендуется использовать только позитивное подкрепление, в первую очередь направленное на удовлетворение потребности ребенка в общении с взрослым: ласковый голос, похвала, тактильный контакт.

Затрудняет выработку условных рефлексов необходимость вырабатывать сразу несколько новых реакций, навыков или умений.

Защита нервных клеток от переутомления и регуляция взаимодействия безусловных и условно-рефлекторных процессов осуществляется посредством **торможения** – прекращения активности определенных групп нервных клеток. Процессы торможения также проходят определенные этапы в онтогенезе и имеют свои особенности в детском и подростковом возрасте.

Состояние **запредельного торможения** возникает при сверхсильных или длительно, монотонно действующих раздражителях, воздействие которых накапливается. В детском и подростковом возрасте запредельное торможение нередко проявляется при наказаниях, резком окрике, испуге, длительном сидении в одном положении и др.

Охранительное торможение, возникающее при утомлении, проявляется в виде сна либо в виде снижения уровня внимания и сосредоточения. Сон обеспечивает отдых клеткам центральной нервной системы. Во время сна в нервных

клетках происходят обменные процессы, восстанавливающие их функциональные возможности. Недостаток сна отрицательно сказывается на активности мозга ребенка во время бодрствования. Снижение уровня внимания указывает на то, что превышен возрастной или индивидуальный физиологический ресурс активности нервной системы, позволяющий находится ей в активном состоянии.

Угасательное торможение формируется при неподкреплении условного рефлекса безусловным раздражителем. Недавно образованные условные рефлексы угасают скорее, чем старые. У лиц со слабым типом ВНД они угасают быстрее, чем у сильного типа, а восстанавливаются медленнее.

Так, если у ребенка выработан рефлекс на положение под грудью, а затем его перестали брать на руки для кормления, то рефлекс угасает – ребенок, будучи взят на руки, перестает делать сосательные движения. У детей первых месяцев жизни угасание рефлексов без подкрепления происходит быстро, в раннем детстве они сохраняются дольше, легче возобновляются при возвращении подкрепления. Пищевые условные рефлексы у детей дошкольного и младшего школьного возраста угасают после трех-четырех неподкреплений. К началу пубертатного возраста вновь отмечается неустойчивость рефлекторных связей: у детей 11-12 лет рефлексы угасают легче, чем у детей 8-10 лет. У детей с преобладанием возбуждения угасание наступает медленнее, чем у уравновешенных, поскольку у них слабее развито внутреннее торможение.

Способность к угасательному торможению имеет большое биологическое значение. Оно позволяет освободиться от рефлексов, утративших свой адаптивный смысл, это физиологическая основа забывания, избавления от ненужных умений, навыков, привычек, знаний, взглядов и установок, от тяжелых воспоминаний.

Внутреннее, или **условное, торможение** – еще более сложная реакция, при которой тормозящим фактором является дополнительное условие. При определенной степени зрелости коры головного мозга условным тормозящим фактором становится условный сигнал – слово. Такое явление отмечается у ребенка с конца первого года жизни в виде адекватной реакции на универсальный для человека условный тормозящий фактор – слово «нельзя». На его основе формируются такие важные для человека качества, как способность произвольно откладывать удовлетворение органической потребности в связи с текущей социальной ситуацией, пожертвовать чем-то для блага другого человека. Своевременное формирование условного торможения в значительной мере лежит в основе личной безопасности ребенка и ряда воспитательных приемов.

Торможение, возникающее при одномоментном возбуждении двух функциональных систем, получило название встречи двух возбуждений. Его сущность заключается в том, что система, менее значимая в данный момент, приходит в состояние торможения. Особенностью раннего и дошкольного возраста является функциональное преобладание ориентировочной реакции: все новое в силу выраженности более значимо, чем та деятельность, которая в данный момент объективно более важна, например еда. У детей такая реакция наблюдается в виде отвлечения: например, когда ребенок ест и кто-то входит в комнату, он отвлекается

и перестает есть. Преобладание ориентировочной реакции отмечается с 2-3-го месяца жизни до начала пубертатного возраста, хотя младшие школьники могут распределять внимание или целенаправленно удерживать его уже в большей степени, чем дошкольники. Реакция отвлечения используется для успокоения плачущего ребенка на первом году жизни, когда на него трудно воздействовать словом. В более старшем возрасте такой метод можно применять в сложных для ребенка ситуациях, например перед манипуляцией, связанной с неприятными ощущениями, и др.

Дифференцировочное торможение – это тонкое различение сигнального раздражителя, происходящее в результате неподкрепления посторонних стимулов, близких по своим параметрам к безусловному сигналу. Дифференцировочное торможение направлено на то, чтобы не смешивать сходные раздражители, оно обусловливает выделение и торможение неадаптивных условных рефлексов, возникающих на сходные, но незначимые стимулы. Именно с дифференцировочным торможением связаны более точные ответные реакции организма на действующие раздражители, лучшее его приспособление к меняющимся условиям среды.

Дифференцировка реакции в зависимости от вызывающего ее стимула становится отчетливой с 2-3 месяцев жизни. Первой дифференцировкой является улыбка на лицо, и голос матери, и отсутствие реакции на другого взрослого. Способность ребенка к дифференцированному восприятию в значительной степени отражает уровень его психического развития. Отсутствие условий для формирования дифференцированного отношения к взрослым (например, в условиях детского дома, где за ребенком ухаживают разные, часто меняющиеся взрослые) препятствует формированию у него привязанностей, а в дальнейшем искажает межличностные отношения.

У детей младшего школьного возраста раздражители дифференцируются легче, чем у дошкольников, но хуже, чем у детей старшего школьного возраста. Дифференцировка условных раздражителей вырабатывается в эксперименте у детей 7-9 лет на 10-11-е неподкрепление, у 10-12-летних – на 4-6-е неподкрепление. У возбудимых детей дифференцировка образуется труднее, чем у уравновешенных.

Дифференцировочное торможение лежит в основе широко распространенных педагогических приемов – сопоставления, сравнения, выбора. Метод сопоставления постоянно используется учителем в преподавании учебных предметов: сложение противопоставляется вычитанию, гласные звуки – согласным, явления неживой природы – живому. Применение метода выбора – это часто встречающаяся необходимость в педагогической практике. Учащимся приходится усваивать множество правил, выбирая из них необходимое в конкретной ситуации. Дифференцировочное торможение позволяет вычленять то, что нужно, активно участвовать в постоянном сохранении только необходимого фонда временных связей. Оно является также физиологической основой формирования у школьников новых понятий и способности к аналитической деятельности.

Запаздывательное торможение формируется при выработке запаздывающих следовых условных рефлексов, когда условный сигнал значительно опережает подкрепление. В этом случае рефлекторная реакция может быть приурочена к моменту предъявления подкрепления и постепенно смещается все дальше и дальше от момента предъявления подкрепления. У детей запаздывание развивается медленнее, чем у взрослых, причем у возбудимых лиц его выработать особенно трудно. Выработка этого вида торможения имеет важное педагогическое значение, так как помогает привить учащимся выдержку, терпение, умение ожидать. На основе способности к произвольному задерживанию реакции формируются волевые качества личности.

Чем младше ребенок, тем короче срок, в течение которого он может спокойно подождать. С 7-8 месяцев появляются первые признаки возможности спокойного ожидания в течение 1-2 мин – спокойный голос матери приводит к тому, что ребенок успокаивается на непродолжительное время, потом опять начинает требовать ее внимания и удовлетворения текущей потребности. На втором году жизни ребенок может спокойно ожидать до 5 мин, на третьем году – 5-6 мин. Возможности запаздывательного торможения увеличиваются по мере созревания нервной системы в онтогенезе, но злоупотреблять ими не рекомендуется, так как запаздывательное торможение при превышении его физиологического ресурса приводит к угасанию условно-рефлекторной связи.

Динамический стереотип – это система условных и безусловных рефлексов, представляющая собой единый функциональный комплекс. Это относительно устойчивая и продолжительная система временных связей, образующаяся в коре мозга в ответ на осуществление одних и тех же видов деятельности в одно и то же время, в одной и той же последовательности изо дня в день, т.е. серия условных рефлексов, доведенных до автоматического состояния. Динамический стереотип может существовать долгое время без какого-либо подкрепления.

С физиологической точки зрения навыки представляют собой цепи условных рефлексов или динамические стереотипы. Хорошо выработанный навык утрачивает связь с сознанием и лишь в том случае, если совершена ошибка, т.е. осуществлено движение, не достигающее нужного результата, появляется ориентировочный рефлекс. Возникающее при этом возбуждение растормаживает заторможенные связи автоматического навыка, и он снова осуществляется под контролем второй сигнальной системы, или сознания, что позволяет исправить ошибку.

Динамический стереотип человека включает не только большое количество разнообразных двигательных навыков и привычек, но и привычный образ мыслей, убеждений, представлений об окружающих событиях. Воспроизведение динамического стереотипа тесно связано с эмоциональными состояниями. И.П.Павлов пришел к выводу, что эмоциональные состояния в значительной степени зависят от того, поддерживается динамический стереотип или нет. При поддержании динамического стереотипа обычно проявляются положительные эмоции, а при изменении стереотипа – отрицательные.

Упрочение динамического стереотипа является физиологической основой склонностей человека, получивших в психологии обозначение привычек. Привычки приобретаются человеком различно, но, как правило, без достаточных

побуждений и часто совершенно стихийно. Однако по механизму динамического стереотипа формируются и целенаправленные привычки, поэтому он играет важную роль в обучении и воспитании детей. Если ребенок ежедневно в одно и то же время ложится спать и просыпается, завтракает и обедает, выполняет утреннюю гимнастику, проводит закаливающие процедуры и т.д., то у ребенка вырабатывается рефлекс на время. Последовательная повторяемость этих действий формирует у ребенка динамический стереотип нервных процессов в коре головного мозга.

Способность к формированию и упрочению динамического стереотипа напрямую зависит от функциональных возможностей состояния коры головного мозга и подкорковых центров. На протяжении раннего и дошкольного детства она постепенно повышается, наиболее высокой оказывается в период школьного обучения, в некоторой степени снижаясь в предпубертатном и пубертатном возрасте, несколько снижается после 20 лет и отчетливо снижается в пожилом возрасте, когда формирование привычек и обучение уже практически не происходят.

Следует отметить, что в осуществлении динамических стереотипов важное значение принадлежит условно-рефлекторной настройке, т.е. такому состоянию готовности к деятельности, которое образовано по механизму временной связи. Возникновение настройки отмечается, к примеру, у учеников, делящих учебные предметы на любимые и нелюбимые. На урок к учителю, преподающему любимый предмет, школьник идет с желанием (и это можно видеть по его хорошему настроению) и обучается более легко и продуктивно. Урок нелюбимого предмета (или нелюбимого преподавателя) часто гораздо менее продуктивен из-за отрицательной условно-рефлекторной настройки.

7.3. Типы высшей нервной деятельности

Основные, преимущественно генетически детерминированные особенности функционирования нервной системы, определяющие различия в поведении и в отношении к одним и тем же воздействиям физической и социальной среды, образуют почву для формирования поведения.

И. П. Павлов предполагал существование трех основных свойств нервных процессов:

– силы нервных процессов;

– уравновешенности нервных процессов;

– подвижности нервных процессов.

Сила нервных процессов – способность нервных клеток сохранять нормальную работоспособность при значительном напряжении возбудительных и тормозных процессов. В основе ее лежит выраженность в ЦНС процессов возбуждения и торможения. Считается, что лица с более сильной нервной системой выносливее и стрессоустойчивее.

Уравновешенность нервных процессов – сбалансированность процессов возбуждения и торможения. Уравновешенность означает одинаковую выраженность нервных процессов, лежащую в основе более уравновешенного поведения.

Подвижность нервных процессов – возможность быстрой смены процессов возбуждения и торможения. Подвижность нервной системы выражается в способности быстрого перехода от одного процесса к другому. Лица с более подвиж-

ной нервной системой отличаются гибкостью поведения, быстрее приспосабливаются к новым условиям. В дальнейшем были выделены дополнительные свойства нервных процессов.

Динамичность – способность мозговых структур быстро генерировать возбудительные и тормозные процессы в ходе формирования условных реакций. Это свойство лежит в основе обучаемости.

Лабильность – выражается в скорости возникновения и прекращения нервных процессов. Более «лабильные» люди, например, значительно быстрее совершают моторные акты в единицу времени.

Активированность – характеризует индивидуальный уровень реакции активации процессов возбуждения и торможения, что является основой мнемических способностей.

Сочетание свойств нервной системы обусловливает тот или иной тип темперамента и в некоторой степени свойства личности. Так, сила возбудительного процесса лежит в основе работоспособности, выносливости, храбрости, смелости, мужества, способности преодолевать трудности, самостоятельности, активности, настойчивости, энергичности, инициативности, решительности, горячности, склонности к риску. Сила тормозного процесса лежит в основе осторожности, самообладания, терпения, скрытности, сдержанности, хладнокровия.

Неуравновешенность за счет преобладания возбуждения над торможением обусловливает возбудимость, склонность к риску, горячность, нетерпимость, преобладание настойчивости над уступчивостью. Такому человеку больше присущи действия, чем ожидание и терпение. Неуравновешенность за счет преобладания торможения над возбуждением обусловливает осторожность, сдержанность и выдержку в поведении, исключается азарт и риск. На первом месте спокойствие и осторожность. Уравновешенность (баланс) торможения и возбуждения предполагает умеренность, соразмерность деятельности, степенность. Подвижность возбудительного процесса связана со способностью быстро прервать начатое дело, остановиться на полпути, быстро успокоиться. При этом трудно вырабатывается упорство в деятельности. Подвижность тормозного процесса связана с быстротой речевых реакций, живостью мимики, общительностью, инициативностью, отзывчивостью, ловкостью, выносливостью. Такому человеку трудно быть скрытным, привязанным и постоянным.

На основе всевозможной комбинации трех основных свойств нервных процессов происходит формирование большого разнообразия типов ВНД. По классификации И.П.Павлова выделяют четыре основных типа ВНД, отличающихся по адаптивным свойствам:

1) сильный, неуравновешенный (безудержный») тип характеризуется сильными процессами возбуждения, которые преобладают над торможением. Это человек увлекающийся, с высоким уровнем активности, энергичный, вспыльчивый, раздражительный, с сильными, быстро возникающими эмоциями, ярко отражающимися в речи, жестах, мимике;

2) сильный, уравновешенный, подвижный (лабильный или живой») тип отличается сильными процессами возбуждения и торможения, их уравновешенностью и способностью к легкой смене одного процесса другим. Это человек с

большим самообладанием, решительный, энергичный, умеющий быстро ориентироваться в новой обстановке, подвижный, впечатлительный, с ярким выражением эмоций и легкой их сменяемостью;

3) сильный, уравновешенный, инертный (спокойный) тип характеризуется сильными процессами возбуждения и торможения, их уравновешенностью, но низкой подвижностью нервных процессов. Это человек весьма работоспособный, умеющий сдерживаться, спокойный, медлительный, со слабым проявлением чувств, трудно переключающийся с одного вида деятельности на другой, приверженный своим привычкам;

4) слабый тип отличается слабыми процессами возбуждения и легко возникающими тормозными реакциями. Это человек слабовольный, унылый, тоскливый, с высокой эмоциональной ранимостью, мнительный, склонный к мрачным мыслям, с угнетенным настроением, он пуглив и легко поддается чужому влиянию. Эти типы высшей периной деятельности соответствуют классическому описанию темпераментов Гиппократом.

Таблица 7.2

Соотнесение типов высшей нервной деятельности и темпераментов по Гиппократу [8,11]

Свойства нервных процессов	**Темпераменты по Гиппократу**			
	Холерик	**Сангвиник**	**Флегматик**	**Меланхолик**
Сила	Сильный	Сильный	Сильный	Слабый
Уравновешенность	Неуравновешенный, с преобладанием процесса возбуждения	Уравновешенный	Уравновешенный	
Подвижность	—	Подвижный	Инертный	—

Однако в жизни такие «чистые» типы ВНД встречаются редко, обычно комбинация свойств более разнообразна. Еще И.П. Павлов писал, что между этими основными типами располагаются «промежуточные, переходные типы и их надо знать для того, чтобы ориентироваться в человеческом поведении».

Наряду с указанными общими для человека и животных типами ВНД И.П.Павлов на основе различного соотношения первой и второй сигнальных систем выделил типы, свойственные только человеку:

1. Художественный тип характеризуется незначительным преобладанием первой сигнальной системы над второй. Для представителей этого типа свойственны предметное, образное восприятие окружающего мира, оперирование в процессе мышления чувственными образами.

2. Мыслительный тип отличается преобладанием второй сигнальной системы над первой. Этому типу свойственны выраженная способность к абстрагированию от действительности, к тонкому анализу, оперирование в процессе мышления абстрактными символами.

3. Средний тип характеризуется уравновешенностью сигнальных систем. К этому типу относится большинство людей, им свойственны как образные впечатления, так и умозрительные заключения.

Эта классификация отражает характер функциональной межполушарной асимметрии головного мозга, особенности их взаимодействия: считается, что художественному типу соответствует правополушарное доминирование и преимущественно симультанный (целостный) способ обработки информации, а мыслительному – левополушарное доминирование и сукцессивный (последовательный) способ обработки информации.

7.4. Формирование высших психических функций и готовность к школьному обучению

Уже с периода новорожденного внешнесредовые факторы начинают играть ведущую роль в психическом развитии ребенка, обеспечивая контакты с внешним миром и удовлетворяя потребность в ощущениях, с которой новорожденный появляется на свет. На основе включения зрительного канала восприятия начинают строиться коммуникативные отношения, с первых часов и дней жизни устанавливается контакт «глаза в глаза». Раннее узнавание лица матери базируется на комплексе межмодальных взаимодействий: зрительных, слуховых, а также такого сочетания признаков, которое признано эффективным возбудителем внимания у младенца (сложность конфигурации, упорядоченность черт, движение - обычно мать склоняется к ребенку или поднимает его к себе). Вокализационная активность имеет коммуникативную направленность: криком ребенок сообщает о своих базовых потребностях, позже для взаимодействия начинает использовать гуканье и певучее гуление.

Первое полугодие жизни характеризуется чрезвычайно высокой чувствительностью к развивающим воздействиям внешней среды и является сенситивным и критическим периодом онтогенеза. С 2 месяцев отмечаются качественные изменения восприятия, обусловленные скачкообразным совершенствованием возможностей восприятия и внимания: повышается разрешающая способность элементов зрительного анализатора на рецепторном и корковом уровне, совершенствуются возможности выделения и дифференциации признаков предмета. С 3-месячного возраста становится отчетливой чувствительность к новизне, стремление к разнообразию, которые направлены на удовлетворение развивающейся познавательной потребности. К этому же возрасту относится отчетливое проявление комплекса оживления – целостной поведенческой реакции, имеющей четкую социальную направленность и позитивную эмоциональную окрашенность.

На основе развивающихся механизмов восприятия, внимания и эмоционально-потребностной сферы ребенка в процессе его общения со взрослым начинается формирование речи – сначала ее доречевых форм (гуления и лепета). Уже на первой неделе жизни обращение к ребенку, особенно с негромкой речью, приводит к успокоению, первичному сосредоточению и постепенному переходу с 2 месяцев к попыткам подражательных звуковых реакций, возникающих на основе эмоционального заражения. Помимо этого, возникает и повторение собственных звуков, которое способствует формированию артикуляционных движений и связи слухо-

вых ощущений с комплексом кинестетических, кинетических и тактильных раздражений (от мышц, кожи, слизистой). Нечеткий звуковой состав вокализаций постепенно дифференцируется и к 4-6 месяцам плавно переходит в лепет – самопроизвольное и подражательное повторение отдельных слогов.

В отношениях между ребенком и матерью существенна роль эмоционального взаимодействия. Комплекс оживления стимулирует развитие ребенка, на 4-5-м месяце он начинает выделять наиболее типичные черты лица, дифференцировать его выражение и степень знакомства.

Шестимесячный возраст в связи с расширившимися двигательными возможностями (переворачивание, начало ползания, возможность сидения) является рубежом для нового этапа развития. Помимо двигательной, эмоционально-коммуникативной, речевой сфер, существенные изменения возникают в сфере внимания – к 8 месяцам жизни начинают проявляться произвольность и элементы внутренней регуляции. Ребенок на основе сложившегося индивидуального опыта направляет свое внимание (фиксирует взгляд) в прогнозируемое место появления движущегося предмета, исчезнувшего за ширмой, или взрослого, спрятавшегося после взаимодействия с ребенком (игра в «прятки»). Регуляция поведения развивается в общении с взрослыми, и существенная роль в этом процессе принадлежит речевой функции. Показ и называние предметов и действий с ними приводит к концу первого года жизни к формированию связи между названием предмета и самим предметом и создает базу для формирования второй сигнальной системы. Ребенок понимает знакомые слова, обращенные к нему, сам пытается называть предметы, формируются простые речевые реакции. К 1 году активный словарь ребенка может содержать от 10 до 15 слов.

Вначале манипуляции с предметами носят хаотический и подражательный характер, затем постепенно, путем проб и ошибок, начинается использование собственных способов конструирования. При этом познаются не только предметы как таковые, но и их разнообразные свойства, в том числе относительные характеристики, например размер колец пирамидки (больше/меньше), с правильным использованием этих свойств. В этом же возрасте доступным становится опознание предмета на картинке, категоризация объектов внешнего мира, которая тесно связана с формированием речевой функции. Показ предмета с его одновременным называнием приводит к развитию номинативной функции слова. Вначале оно связывается с определенным конкретным предметом. Затем, на втором году жизни, обозначение словом распространяется на однородные предметы (не конкретная кукла или машинка, а куклы и машинки вообще). Ребенок научается опознавать различные предметы, обозначаемые одним словом, и оперировать ими по назначению.

В течение первых лет жизни совершенствуется как понимание речи, так и собственная активная речь ребенка. Эти процессы стимулируются общением с ним взрослого. Речь начинает включать в себя выражение отношений между людьми, между людьми и предметами. Понимание речи опережает развитие активной речевой функции. В 1,5 года ребенок усваивает около 100 слов; с этого времени инициатива речевого общения резко возрастает: словарный запас к 2 годам составляет порядка 300 слов, к 3 – до 1500. При этом речь ребенка характе-

ризуется выраженным словотворчеством (употребление измененных звуковых форм слова, придумывание автономных слов). При нормальном речевом общении автономная речь постепенно исчезает, ребенок начинает правильно говорить и пользоваться грамматическими формами, формируется чутье языка.

На этом этапе происходит дальнейшее развитие регулирующей функции речи. В 2-3 года ребенок способен понять и реализовать довольно большое количество команд-инструкций, в том числе обобщенных («убери игрушки»).

На основе развития речи и ее интериоризации начинает формироваться вербальный интеллект ребенка. Быстрое развитие речевой деятельности в раннем детском возрасте и дефицитарность ее формирования при отсутствии речевого общения делают этот период онтогенеза сенситивным и критическим для становления речевой функции.

К 3-летнему возрасту у ребенка усиливается стремление к самостоятельной деятельности без помощи взрослых, формируется самосознание («Я сам»). Самостоятельность намерений и замыслов внешне проявляется в негативизме, упрямстве, неуправляемости. В психологии этот период обозначается как кризис 3-летнего возраста. Существенным этапом в формировании психических функций ребенка является возраст от 3 до 6-7 лет, когда постепенно развивающиеся механизмы мозгового обеспечения познавательной деятельности определяют готовность к началу систематического обучения. Степень зрелости этих механизмов имеет важное значение для формирования готовности к школьному обучению.

Дошкольный период неоднороден по характеру мозговой организации психических процессов. В период от 3-4 до 6-7 лет происходят существенные изменения процесса восприятия. На протяжении дошкольного возраста, по мере накопления индивидуального опыта, снижается удельный вес тактильного канала в зрительном восприятии, и существенно преобразуются движения глаз. К концу дошкольного возраста зрительное обследование предмета становится более организованным и систематичным, повышается успешность обнаружения различных модификаций объекта.

В 3-4-летнем возрасте память носит непроизвольный характер. Ребенок не ставит перед собой цели запомнить какие-либо объекты или слова. Они запоминаются как результат восприятия и наиболее точно и прочно в тех случаях, когда образы или явления эмоционально окрашены. Постепенно с 4-5 лет в процессе игровой деятельности или под влиянием требования взрослых начинают формироваться простые формы произвольной памяти – непосредственное произвольное запоминание. Физиологической основой развития произвольной памяти является становление мозговых механизмов внимания, дальнейшее формирование процесса восприятия и речевой функции. Двусторонняя связь восприятия и внимания способствует прогрессивному развитию в онтогенезе обоих процессов. Внимание в дошкольном возрасте базируется на принципе удовольствия, непосредственном предпочтении. Принцип удовольствия является важным фактором развития психической жизни и деятельности ребенка, оказывая стимулирующий эффект. В старшем дошкольном возрасте обнаруживается возможность произвольной регуляции зрительного восприятия по внешней инструкции. Развивающаяся в дошкольном возрасте возможность произвольной регуляции деятельности по внешней

инструкции служит предпосылкой способности ребенка к управлению своим вниманием. Скачок в структурно-функциональном созревании лобных областей к 6-7 годам создает физиологическую основу механизмов произвольного внимания, однако их реализация на данном этапе требует участия взрослого, направляющего и организующего внимание ребенка.

На протяжении дошкольного возраста речь ребенка постепенно превращается в средство планирования и регуляции его деятельности, сливаясь с мышлением. Это осуществляется при непосредственном участии лобных областей коры. Подвергаясь интериоризации, эгоцентрическая речь превращается во внутреннюю, являющуюся основой мышления. Начало систематического обучения в школе – переход к новым социальным условиям – ставит перед ребенком новые задачи и представляет собой стрессогенный фактор.

Готовность к школьному обучению. В старшем дошкольном возрасте у ребенка происходят ростовой скачок, бурное развитие и перестройка всех функциональных систем организма: нервной и эндокринной, опорно-двигательной, сердечнососудистой, существенные изменения ВНД с формированием целенаправленного произвольного поведения, возрастает подвижность и уравновешенность нервных процессов. Возрастает значение второй сигнальной системы, формируется регулирующая функция речи. Все эти изменения являются физиологической базой перехода ребенка на качественно новую ступень возрастного развития, предполагающую более интенсивные физические и умственные нагрузки, – систематическое школьное обучение.

В то же время к 6-7 годам нередко еще не закончена физиологическая перестройка, связанная с ростовым скачком старшего дошкольного возраста, организм ребенка высокочувствителен к чрезмерному умственному и физическому напряжению. Важной особенностью детей этого возраста является большой индивидуальный разброс темпов развития, достигающий 1-1,5 года. С началом школьного обучения нагрузка на организм ребенка резко возрастает. Необходимость усваивать значительные объемы информации, длительно сохранять статическую позу, точно координировать движения кистей и пальцев рук при письме, длительное пребывание в школьном коллективе требуют значительного напряжения физических и психических сил.

Для того чтобы успешно справиться с требованиями школы. Ребенок должен достигнуть определенного уровня морфофункционального и психического развития, получившего название готовности к школьному обучению. Интегральная характеристика, включающая определенный уровень состояния здоровья и физического развития, личностное, интеллектуальное и речевое развитие, развитие моторных функций, зрительного восприятия, зрительно-моторных и слухомоторных координации и др. В значительной мере она определяется индивидуальным уровнем структурно-функционального созревания коры больших полушарий и регуляторных структур мозга.

В понятии «готовность к обучению» выделяют три взаимосвязанных компонента: физиологическую, психологическую и личностную, или социально-психологическую, готовность.

Физиологическая готовность определяется показателями веса, роста, мышечного тонуса и др., которые должны соответствовать нормам физического развития детей 6-7-летнего возраста. Также должны учитываться состояние зрения, слуха, моторики (особенно мелких движений кистей рук и пальцев), состояние нервной системы ребенка, общее состояние его здоровья.

Психологическая готовность включает интеллектуальную готовность (словарный запас, кругозор, специальные умения, высшие формы наглядно-образного мышления, уровень развития познавательных процессов и их ориентированность на зону ближайшего развития, умение выделять учебную задачу и превращать ее в самостоятельную цель деятельности), мотивационную готовность (стремление ребенка к функции ученика), эмоционально-волевую готовность (формирование произвольной регуляции деятельности, уменьшение импульсивных реакций и возможность длительное время выполнять задание).

Личностная, или **социально-психологическая, готовность** включает формирование у ребенка готовности к принятию новой асоциальной позиции, обусловленной новым отношением окружающих к ребенку, представление о себе как о члене общества. Если готовность к школьному обучению является важнейшей предпосылкой успешного обучения, то весь младший школьный возраст – периодом интенсивного развития школьно-значимых психофизиологических функций.

При поступлении в школу начинают усваиваться новые формы речевой деятельности – чтение, письмо, связная устная речь. Эти новообразования обеспечиваются формированием к этому возрасту структурно-функциональной организации восприятия, произвольного внимания и запоминания. Особая роль принадлежит развитию мозговых механизмов, ответственных за связную устную речь, письменную речь и регулирующую функцию речи. К началу младшего школьного возраста у детей, достигших физиологической школьной зрелости, происходят интенсивные прогрессивные изменения структурно-функциональной организации речевых зон мозга и отделов лобной коры, осуществляющих программирование речевой деятельности. В формировании письменной речи ведущую роль играют организация зрительно-пространственной деятельности, точные движения пальцев рук (так называемая тонкая моторика) и зрительно-моторная координация.

Механизмы, лежащие в основе этих процессов, к началу школьного обучения еще носят существенные черты незрелости. В 7-8 лет обнаруживается несформированность центрального программирования тонких движений рук, которое интенсивно формируется к 9-10 годам. В организации зрительно-пространственной деятельности в 7-8 лет участвуют и левое, и правое полушарие, в то время как с 9-10-летнего возраста выявляется преимущество правого.

К 9-10 годам совершенствуются механизмы внимания, как непроизвольного, так и произвольного, возможность восприятия и запоминания возрастающего объема информации, его структурирования в соответствии со значимостью и смыслом. Важнейшим фактором, обеспечивающим произвольное запоминание, является и становление на этом этапе онтогенеза регуляторных мозговых механизмов, избирательно облегчающих последовательно осуществляющиеся операции по отбору, осмыслению и запечатлению информации. Переключение системы памяти на другой уровень – от непосредственного запоминания, свойственного

дошкольникам, к запоминанию, опосредованному конкретными смысловыми задачами в младшем школьном возрасте, свидетельствует о формировании смысловых механизмов памяти.

Структурно-функциональное созревание высших корковых формаций продолжается в течение длительного периода онтогенеза, включая подростковый возраст. Особенности системы регуляции на начальных стадиях полового созревания обусловливают значительные трудности осуществления учебной деятельности и развития связанной с ней познавательной мотивации. Нужны специальные педагогические приемы, направленные на поддержание внимания и развитие интереса к учебному материалу. В этих ситуациях целесообразно использовать эмоциональную и мотивационную стимуляцию – формирующаяся в подростковом возрасте самооценка делает весьма актуальными социальные мотивации самоутверждения среди сверстников.

Следует также учитывать индивидуальный разброс в темпах полового созревания мальчиков и девочек. Вследствие несоответствия биологического возраста календарному у школьников одного возраста могут отмечаться разные фазы пубертатного периода, разные психологические особенности, функциональные и адаптационные возможности. Индивидуальный подход к школьникам на этом этапе развития приобретает особую значимость.

К концу подросткового возраста формируется зрелый тип функциональной организации процессов восприятия с ведущей ролью субдоминантного (чаще правого) полушария в сенсорном анализе стимулов и доминантного (чаще левого) – в осуществлении осмысления и вербализации заключительных этапов восприятия.

Тема 8.
ФУНКЦИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1. Память и аналитико-синтетическая деятельность

Память – одно из основных свойств ЦНС, выражающееся в способности на короткое или длительное время сохранять информацию (отпечатки, следы) о событиях внешнего мира реакциях организма, являясь единым процессом, состоящим из взаимосвязанных механизмов и этапов запоминания, хранения и воспроизведения опыта.

Согласно гипотезе А.Н.Леонтьева о происхождении психики, именно память как способность к элементарному научению служит критерием возникновения психики в филогенезе. Эта способность позволяет приобретать те способы поведения, которые не были запрограммированы генетически. Важнейшая особенность психики человека состоит в том, что отражение внешних воздействий человек использует в будущем. Психическое развитие человека возможно потому, что он сохраняет приобретенный опыт и знания.

Виды памяти. Различают память наследуемую (генетическую) и ненаследуемую (индивидуальную). Кроме того, выделяют и такие виды памяти, как

образная (которая воспроизводит образ жизненно важного объекта), эмоциональная (когда аналогичная ситуация вызывает эмоции, характерные для происходивших ранее в этой ситуации событий), словесно-логическая (она обусловлена развитием речи и свойственна только человеку). По времени сохранения информации различают непосредственный отпечаток сенсорной информации (сенсорная память), кратковременную и долговременную память.

Сенсорная память – это первичные следовые процессы, которые длятся менее секунды, затем происходит забывание. Сенсорная память человека не зависит от её воли и не может быть подвергнута сознательному контролю. Этот вид памяти зависит от функционального состояния организма и обладает индивидуальными особенностями. Время сохранения образа внешнего мира неодинаково для различных органов чувств. Наиболее длительно сохраняются зрительные образы. Непосредственный отпечаток сенсорной информации не воспроизводим. Разновидностью сенсорной памяти является эйдетическая память – такой вид памяти, при котором период сохранения зрительного образа составляет десятки минут.

Краткосрочная память формируется на базе непосредственного отпечатка сенсорной информации. Она обеспечивает непродолжительное удержание части поступающих сигналов из внешней среды, позволяет их воспроизводить и тем самым некоторое время использовать определенное количество информации. Краткосрочная память выполняет оперативные функции и в некотором роде аналогична оперативной памяти компьютера.

Долговременная память обеспечивает сохранение информации длительное время. В системе долговременной памяти, объем ее практически не ограничен, сохраняется огромное количество информации, которая при необходимости может воспроизводиться.

Механизмы памяти. Реверберационная теория памяти базируется на существовании в структурах мозга замкнутых нейронных цепей. Известно, что аксоны нервных клеток соприкасаются не только с дендритами других клеток, но могут и возвращаться обратно к телу своей же клетки. Благодаря такой структуре нервных контактов появляется возможность циркуляции нервного импульса по реверберирующим (постепенно затухающим) кругам возбуждения разной сложности. В результате возникающий в клетке разряд возвращается к ней либо сразу, либо через промежуточную цепь нейронов и поддерживает в ней возбуждение. Эти стойкие круги реверберирующего возбуждения не выходят за пределы определенной совокупности нервных клеток и рассматриваются как физиологический субстрат сохранения энграмм — непосредственных «отпечатков» в структурах мозга сенсорного опыта. Именно в реверберационном круге возбуждения происходит переход из кратковременной в долговременную память.

Биохимические теории памяти опираются на предположение, что все этапы формирования, удержания и воспроизведения энграмм можно представить в

виде последовательности биохимических процессов. Опыты Г.Хидена показали, что образование следов памяти сопровождается изменениями свойств РНК и белка в нейронах и нейроглии. Было установлено, что РНК играет важную роль в механизмах формирования и сохранения следов памяти. Однако в более поздних работах было показано, что в консолидации энграмм памяти ведущую роль играет ДНК, которая может служить хранилищем не только генетической, но и приобретенной информации, а РНК обеспечивает передачу специфического информационного кода. Существует предположение, что неспособность зрелых нейронов делиться позволяет предотвратить разрушение приобретенной информации, хранящейся в ДНК нейрона.

Развитие памяти в онтогенезе. Развитие памяти у детей начинается с возникновения первых условных рефлексов. Наиболее ранним условным рефлексом, возникающим в возрасте около 15 дней, являются пищевые реакции ребенка (искательные движения головы, раскрывание рта, сосательные движения) при взятии на руки в «положение кормления». Примерно с 5-го месяца жизни становится возможным образование условно-рефлекторных связей со всех анализаторов. С этого момента отмечается узнавание ребенком окружающих лиц и предметов. Вначале скрытый (латентный) период узнавания (промежуток времени между двумя восприятиями, при котором возможно узнавание) составляет несколько дней, на 2-м году он увеличивается до нескольких недель, на 3-м – до нескольких месяцев, к 4 годам достигает одного года, к 7 годам – примерно трех лет. Вслед за узнаванием появляются первые воспоминания об отсутствующих предметах и лицах. В наиболее отчетливой форме они отмечаются у детей в конце 1-го года жизни: при назывании знакомого предмета ребенок начинает искать его глазами, поворачивая голову в ту сторону, где обычно этот предмет находится. С переходом к активной, самостоятельной речи (на втором-третьем году жизни) воспоминания становятся более полными и определенными, поскольку речь служит средством закрепления связей. Постепенно увеличивается скрытый период воспроизведения: на 2-м году жизни он еще ограничивается несколькими днями, на 3-м – несколькими неделями, на 4-м – несколькими месяцами. Одной из причин непродолжительности скрытого периода узнавания и воспроизведения в первые годы жизни детей является отсутствие у них достаточно прочных систем связей, в которые могли бы включиться новые связи, и малая дифференцированно временных связей. Этим обусловлена смутность и неопределенность первых детских воспоминаний, и быстрое забывание впечатлений, полученных в раннем детстве. Обычно отдельные разрозненные воспоминания о первом детстве относятся лишь к четвертому-пятому году жизни, и только в отдельных случаях, связанных с очень яркими эмоциональными воздействиями, они могут относиться к более раннему возрасту. Последовательные и связные воспоминания детства начинаются обычно с 5-7 лет, иногда еще позднее – только с 9-10 лет.

В раннем детстве и в младшем дошкольном возрасте память имеет непреднамеренный, непроизвольный характер. В этом возрасте перед ребенком еще не возникают задачи запомнить что-либо для воспроизведения в будущем. Двух-,

трехлетний ребенок запоминает только то, что имеет для него актуальное значение в данный момент, что связано с его непосредственными жизненными потребностями и интересами, оказывает на него сильное эмоциональное действие. Первые проявления произвольного запоминания отмечаются лишь в середине дошкольного возраста, на четвертом-пятом году жизни, и связаны с быстрым развитием второй сигнальной системы и усилением ее роли в регуляции поведения ребенка. Вначале преднамеренное запоминание и воспроизведение возникают в тех случаях, когда они непосредственно связаны с основным видом деятельности детей этого возраста – игрой. Интерес к игре способствует развитию преднамеренной памяти, так как создает сильное эмоциональное подкрепление для запоминания и воспроизведения требуемых действий.

Отличительной чертой детской памяти является ее наглядно-образный характер. Ребенок лучше запоминает предметы и картины, а из словесного материала – преимущественно образные и эмоционально действующие рассказы и описания. Отвлеченные понятия и рассуждения детьми дошкольного возраста практически не запоминаются. Преобладание у детей наглядно-образной памяти не означает отсутствия у них словесно-логической памяти, которая быстро развивается в этот возрастной период, но требует постоянного подкрепления со стороны непосредственных (предметных) раздражителей.

В дошкольном возрасте (4-5 лет) все виды памяти ребенка еще очень слабо развиты, причем продуктивность произвольной и непроизвольной памяти примерно одинакова. Вместе с тем этот возраст представляет собой, по-видимому, начальный этап развития у ребенка социально обусловленных видов памяти (произвольной, опосредствованной и логической). К моменту поступления детей в школу их память оказывается уже достаточно развитой для того, чтобы с успехом усваивать материал школьной учебной программы в том объеме, в каком он дается в обычной общеобразовательной школе. От младшего школьного возраста к подростковому возрасту продуктивность природных видов памяти у детей растет быстрее, чем продуктивность социально обусловленных видов памяти (непроизвольной, непосредственной и механической), и разница между ними достигает максимума в подростковом возрасте. Далее тенденция развития обсуждаемых видов памяти меняется: быстрее начинают развиваться социально условленные виды памяти, а развитие природных видов памяти, напротив, замедляется.

Аналитико-синтетическая деятельность. По мере взросления вместо суммарного восприятия внешних воздействий, связанных с иррадиацией возбуждения, у ребенка появляется способность к выделению в восприятии отдельных сторон предметов и явлений с последующей оценкой. Благодаря этому мыслительная деятельность ребенка проходит путь от частного к общему. Физиологический механизм таких изменений обусловлен аналитико-синтетической деятельностью коры полушарий головного мозга.

Анализ (аналитическая деятельность) – способность организма разлагать, расчленять действующие на организм раздражители (образы внешнего мира) на простейшие составляющие элементы, свойства и признаки.

Синтез (синтетическая деятельность) – процесс, противоположный анализу, заключающийся в выделении среди разложенных при анализе простейших элементов, свойств и признаков наиболее важных, существенных в данный момент и объединении их в сложные комплексы и системы.

Единство аналитико-синтетической деятельности мозга заключается в том, что организм с помощью сенсорных систем различает (анализирует) все действующие внешние и внутренние раздражители и на основании этого анализа формирует представление о них.

ВНД представляет собой аналитико-синтетическую деятельность коры и ближайших подкорковых образований головного мозга, которая проявляется в способности выделять из окружающей среды ее отдельные элементы и объединять их в комбинации, точно соответствующие биологической значимости явлений окружающего мира. Формирование аналитико-синтетической деятельности на протяжении детского и подросткового возраста лежит в основе обучения и интеллектуального развития. Оно обусловлено, с одной стороны, генетически заложенными предпосылками (наследственная составляющая интеллектуальных возможностей), с другой – формирующим воздействием окружающей среды.

Для оптимального формирования аналитико-синтетической деятельности, лежащей в основе мышления, в процессе онтогенетического развития необходим постоянный приток информации, особо значимой на текущем этапе развития.

8.2. Две сигнальные системы высшей нервной деятельности. Речь.

Учение о высшей нервной деятельности человека имеет в своей основе представление о двух сигнальных системах. **Первая сигнальная система** – это система наших непосредственных ощущений, восприятий, впечатлений от конкретных предметов и явлений окружающего мира. Она в относительно равной степени представлена у высших животных и человека. Однако ВНД человека существенно отличается от таковой животных тем, что у человека в процессе его общественно-трудовой деятельности возникает и достигает высокого уровня развития принципиально новая сигнальная система – речь. Слово, являясь «сигналом сигналов», лежит в основе **второй сигнальной системы.** Она возникла и развивалась на основе первой сигнальной системы и имеет значение лишь в тесной взаимосвязи с ней. Поскольку слово несет в себе общественно выработанное значение предмета, оно играет главенствующую роль в социальной жизни человека.

Слово является средством познания окружающей действительности, обобщенного и опосредованного отражения существенных ее свойств. Действие слова в качестве условного раздражителя может иметь такую же силу, как непосредственный раздражитель, а связанные с ним временные нервные связи чело-

века устойчивы и сохраняются без подкрепления в течение многих лет. Под влиянием слова находятся не только психические, но и физиологические процессы, что лежит в основе внушения и самовнушения. Ко второй сигнальной системе относится слово слышимое, видимое (написанное) и произносимое.

Функции речи:

— коммуникативная функция речи заключается в том, что речь рассматривается как средство общения;

— понятийная функция речи заключается в том, что речь является орудием понятийного, абстрактного мышления. С помощью речи осуществляется не только анализ и обобщение поступающей информации, но и формулируются суждения и выводы;

— регуляторная функция речи выражается в осуществлении регуляции деятельности различных органов и систем организма с помощью слова. Словесные раздражители изменяют функцию внутренних органов, интенсивность обменных процессов, они также воздействуют на мышечную систему и на сенсорные системы. Действие слова определяется его смысловым значением.

Формы речевой деятельности. Речь, связанная со словесным обозначением объектов, может проявляться в трех формах: акустической, оптической и кинестезической.

Акустическая форма речи представлена в виде звуковых сигналов, восприятие которых происходит в результате дробления речевого потока на участки. Такое дробление обеспечивает восприятие фонем. Вместе с тем происходит и интеграция отдельных элементов в речевой поток. Акустическая форма речи является основой для осуществления коммуникативной функции речи.

Оптическая форма речи обеспечивает анализ и интеграцию отдельных буквенных символов.

Кинестезическая форма речи проявляется в работе мышечного аппарата артикулирующих органов, с помощью которых происходит реализация звукового выражения речи. Мышечное напряжение органов артикуляции даже при отсутствии звукового речевого выражения достаточно высокое. Физиологически это проявляется в работе речевых органов в процессе мышления. Кинестезическая форма речи актуализируется также в процессах письма, обусловленных тонкими дифференцированными движениями кистей рук.

Физиологические основы речи. Физиологическую основу речи составляет вторая сигнальная система, условными раздражителями которой являются слова в их звуковой (устная речь) или зрительной форме (письменная речь). Звуки и начертания слов, будучи вначале для отдельного человека нейтральными раздражителями, становятся условными речевыми раздражителями в процессе повторного сочетания их с первосигнальными раздражителями, вызывающими восприятия и ощущения предметов и их свойств. В результате они приобретают смысловое значение, становятся сигналами непосредственных раздражителей, с которыми сочетались. Образовавшиеся при этом временные нервные связи в

дальнейшем укрепляются путем постоянных речевых подкреплений, делаются прочными и приобретают двусторонний характер: вид предмета немедленно вызывает реакцию его называния, и наоборот, слышимое или видимое слово сейчас же вызывает представление обозначаемого этим словом предмета.

Системы, обеспечивающие речь, могут быть разделены на две группы: периферические и центральные. К центральным относятся определенные структуры головного мозга, а к периферическим – голосовой аппарат и органы слуха.

Все речевые анализаторы закладываются в обоих полушариях, но в качестве речевого центра развиваются только с одной стороны. Латерализация (расположение с правой или левой стороны) речевого центра соответствует функциональной латерализации полушарий и, как правило, соответствует латерализации ведущей руки (так называемые правши и левши). Речевой центр образован так называемым речевым кругом, который объединяет три мозговых речевых зоны:

— **речедвигательный центр Брока** производит речь, управляя речевой мускулатурой. Он расположен в нижней части лобных извилин – это двигательный центр мышц языка. При поражении моторного центра речи развивается так называемая моторная афазия – в этом случае человек понимает речь, но сам говорить не может (рис.17.1);

— **сенсорный центр Вернике** расположен в височной зоне в задних отделах верхней височной извилины и связан с восприятием устной речи. Задача этого центра – распознавание устной речи, как собственной, так и чужой. При поражении центра Вернике возникает так называемая сенсорная афазия – человек не воспринимает устную речь, страдает произношение, так как нарушается восприятие собственной речи. Поле 37, входящее в центр Вернике, отвечает за запоминание слов. Люди с поражениями этого поля не помнят названия предметов, так называемая амнестическая афазия;

— **ассоциативный центр**, расположенный на границе височной и теменной долей, отвечает за формирование структуры предложений.

Рис.8.1. Речевые центры головного мозга[6]

Кроме центров, объединяемых в речевой круг (рис.17.2) выделяют центр восприятия письменной речи. Он располагается на границе височной, теменной и затылочной долей и обеспечивает распознавание и хранение образов письменной речи. При повреждении этого центра при сохранном зрении наступает расстройство распознавания написанных слов.

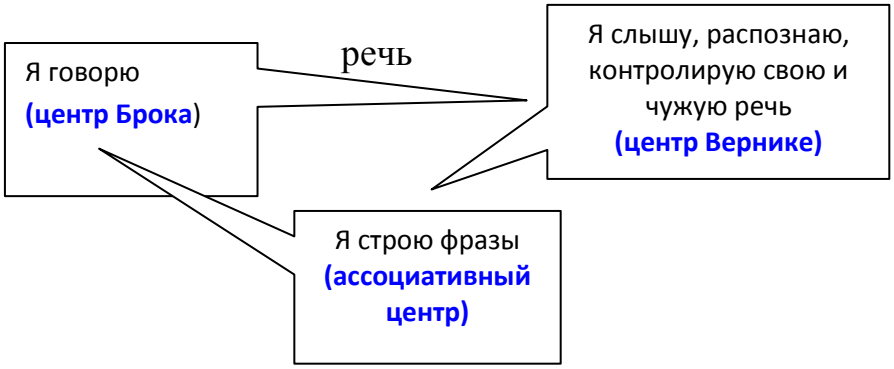


Рис. 8.2. Схема речевого круга [8,11]

Речь не является врожденной способностью, а развивается в процессе онтогенеза параллельно с физическим и умственным развитием ребенка и служит показателем его общего развития. Речь ребенка формируется под влиянием речи взрослых и в огромной степени зависит от достаточной речевой практики, нормального речевого окружения и от воспитания и обучения, которые начинаются с первых дней его жизни. Сенситивный период формирования второй сигнальной системы приходится на первые годы жизни и требует следующих условий: определенного уровня зрелости коры головного мозга, сформированности артикуляционного аппарата, сохранного слуха, полноценного речевого и эмоционального окружения с первых дней жизни ребенка. В свою очередь, речь служит важнейшим средством связи между ребенком и окружающим миром, является наиболее совершенной формой общения. Формирование речи в детском возрасте — одна из основных характеристик общего развития ребенка, отражающая его интеллектуальное, эмоциональное и социальное развитие.

8.3. Становление коммуникативного поведения

В последнее время широкое распространение получил термин «коммуникация», наряду с термином «общение». Впервые термин «коммуникация» (от лат. communicatio от communicare – делать общим, сообщать, беседовать) появляется в научной литературе в начале XX века.

Отечественные исследователи выделяют речевую коммуникацию и техническую. Техническая представляет собой совокупность устройств, обеспечивающих прием и выдачу информации. Компонентами коммуникации являются: 1) отправитель сообщения, 2) передатчик сообщения, 3) канал связи, 4) приемник, 5) получатель сообщения. Речевая коммуникация включает отправителя речи, получателя речи, их речевую деятельность и сообщение как продукт речи. Канал связи здесь соответствует условиям протекания речевого действия, передатчик и приемник – свойствам речевых механизмов коммуникантов. В речевом общении принимается во внимание ситуация общения. Таким образом, выделяют пять основных компонентов в речевой коммуникации:

1) ситуация общения;
2) отправитель речи;

3) получатель речи;
4) условия протекания речевого действия;
5) речевое сообщение.

Коммуникация человека является составной частью его деятельности, она позволяет ему познать мир и общаться с людьми. Познание и общение, основанные на понимании и обмене мыслями и чувствами, осуществляются при помощи речевых и неречевых средств. Речевые средства представлены системой языка, материализованной в лингвистических знаках. Неречевые средства, передающие до 40% информации, воплощаются в неязыковой знаковой системе: мимика, жесты и т.д.

Основной единицей коммуникации является речевой акт. Для того чтобы понять природу коммуникации необходимо рассмотреть природу речи. Выделяют внутреннюю и внешнюю речь и определяют различие структур внешней и внутренней речи. Структура внутренней речи характеризуется эллиптичностью, предикативностью, технике речи свойственна свернутость, может быть эмоционально насыщена. Основными признаками внешней речи, проявляющейся при говорении, является ее озвученность, адекватность ситуации общения, эмоциональная окраска. Особенно важно подчеркнуть тот факт, что любое коммуникативное действие имеет своей отправной точкой внутреннее намерение (интенцию) или внешнее побуждение. Человек начинает говорить, когда ему нужно удовлетворить жизненную потребность, если ему нужно достичь какой-то цели или отреагировать на поставленный вопрос.

Коммуникативные способности – это комплексное многоуровневое личностное образование, совокупность коммуникативных характеристик личности, а также ее социально-перцептивные и операционно-технические знания и умения, обеспечивающие регуляцию и протекание деятельности общения.

Способность личности к коммуникации в наиболее общем виде выражается в способности устанавливать социальные контакты с другими людьми, способности входить в разные роли, способность приходить к взаимопониманию в разных условиях интеракции и на разных уровнях обмена информации.

Едва появившись на свет, ребенок постепенно овладевает социальным опытом через эмоциональное общение со взрослыми, через предметы, окружающие его, через игрушки, речь. Дети 5-6 лет уже умеют согласовывать свои действия со сверстниками, участниками совместных игр, соотносят свои действия с общественными нормами поведения. Всему этому ребенок учится в семье, в детской группе и в общении с взрослыми – воспитателями и родителями. Коммуникативные способности ребенка включают в себя умение распознавать эмоциональные переживания и состояния окружающих его людей, детей и взрослых, выражать собственные эмоции вербальными и невербальными способами. Кроме этого, коммуникативные способности включают в себя умения ребенка сотрудничать, слушать и слышать, обмениваться информацией. Вместе с тем практика показывает: целенаправленное формирование коммуникативных способностей у детей часто остается за пределами внимания педагогов.

Так же коммуникативные способности – это использование речи для сообщения другим какой-либо информации или побуждения их к действиям. При

передаче сообщения, происходит указание на какой-либо предмет, что обозначается как указательная, или индикативная, функция речи, а также высказывание собственных суждений по тому или иному вопросу, что обозначается как предикативная функция, или функция высказывания.

Коммуникация имеет огромное значение в формировании человеческой психики, ее развитии и становление разумного, культурного поведения. Через общение с психологически развитыми людьми, благодаря широким возможностям к научению, человек приобретает все свои высшие познавательные способности и качества. Через активное общение с развитыми личностями он сам превращается в личность.

Особенно большое значение для психического развития ребенка имеет его общение с взрослыми на ранних этапах онтогенеза. В это время все свои человеческие, психические и поведенческие качества он приобретает почти исключительно через общение.

Речь как средство общения возникает на определенном этапе общения, для целей общения и в условиях общения. Речь возникает как необходимое и достаточное средство для решения тех задач общения, которые встают перед ребенком на определенном этапе его развития. Процесс использования языка для общения называется речевой деятельностью.

Коммуникативные способности детей демонстрируются в большей части в диалогической речи. Развитие диалогической речи у детей возникает только в ситуации общения с взрослыми и сверстниками.

Диалогическая речь может быть ситуативной, т.е. связанной с ситуацией, в которой возникло общение, но может быть и контекстуальной, когда все предшествующие высказывания обусловливают последующие. И ситуативные, и контекстуальные диалоги – непосредственные формы общения людей, где участники диалога строят свои суждения и ждут на них реакций других людей. Ситуативный диалог может быть понятен только двум общающимся.

Люди разного возраста, образования, культуры, разного уровня психологического развития, имеющие различный жизненный и профессиональный опыт, отличаются друг от друга по коммуникативным способностям. Богатство и разнообразие жизненного опыта человека, как правило, положительно сочетается с развитостью у него коммуникативных способностей.

Техника и приемы общения имеют возрастные особенности. Так, у детей они отличны от взрослых, а дошкольники общаются с окружающими взрослыми и сверстниками иначе, чем это делают старшие школьники.

Дети более импульсивны и непосредственны в общении, в их технике преобладают невербальные средства. У детей слабо развита обратная связь, а само общение нередко имеет чрезмерно эмоциональный характер. С возрастом эти особенности общения постепенно исчезают, и оно становится более взвешенным, вербальным, рациональным, экспрессивно экономным. Совершенствуется и обратная связь.

Ребенок обнаруживает способности к эмоциональному общению с людьми уже на третьем месяце жизни (комплекс оживления), а к годовалому возрасту его

экспрессия становиться настолько богатой, что позволяет довольно быстро усваивать вербальный язык общения, пользоваться звуковой речью.

Значение взаимоотношений с окружающими огромно, и их нарушение – тонкий показатель отклонений психического развития. Ребенок, который мало общается со сверстниками и не принимается ими из-за неумения организовать общение, быть интересным окружающим, чувствует себя уязвленным, отвергнутым. Это может привести к резкому понижению самооценки, возрастанию робости в контактах, замкнутости или наоборот, вызвать агрессивность, конфликтность. Практически у каждого ребенка в определенные моменты его жизни возникают некоторые затруднения, связанные с общением. Это не значит, что у него что-то не так. В принципе, у него сформированы коммуникативные способности. Но их необходимо поддерживать и развивать. Конечно, это доступно и самому ребенку в его повседневной жизни, но взрослые должны помочь ему пройти сложный, но необходимый путь к беспроблемному общению менее болезненно. Поэтому необходимо помогать, ребенку налаживать отношения с окружающими, чтобы этот фактор не стал тормозом на пути развития личности.

Основной акцент в формировании коммуникативной компетентности делается на коррекционной работе с детьми, имеющими трудности в общении.

Коммуникативные способности определяются как индивидуально–психологические особенности личности, обеспечивающие эффективность ее общения и совместимость с другими людьми.

Способность к общению включает в себя:

- желание вступать в контакт с окружающими «Я хочу!»;
- умение организовать общение «Я умею!», включающее умение слушать собеседника, умение эмоционально сопереживать, умение решать конфликтные ситуации;
- знание норм и правил, которым необходимо следовать при общении с окружающими «Я знаю!».

Именно эти три основных аспекта определяют содержание работы педагога по формированию коммуникативной компетентности детей дошкольного возраста и школьного возраста.

В педагогическую работу с детьми включают диалог, игровые рефлексивные методы и приемы, а так же способы педагогической поддержки личности ребенка в процессе его саморазвития и самореализации. Наличие у педагога представлений о сущности, строении и структуре личностно-ориентированного подхода позволяет ему более целенаправленно и эффективно моделировать и строить в соответствии с данной ориентацией конкретные воспитательные мероприятия.

Одним из факторов формирования коммуникативной компетентности у детей является благоприятный психологический климат в группе детского сада и в семье. Практика показывает, что проведение родительских собраний по старой структуре не оправдывает ожидания родителей. Здесь следует помнить, что родители являются заказчиками образовательных услуг и имеют право принимать участие в организации образовательного процесса, создавать свои органы самоуправления и решать некоторые вопросы самостоятельно на родительских

собраниях. Поэтому, следует изменить не только их форму и структуру организации, но и считаться с мнением родителей при определении тематики.

Умение эффективно общаться зависит от многих факторов и, в большей степени, от отношений со значимыми взрослыми, а также от индивидуальных особенностей самого ребёнка. Одной из них может быть нарушение взаимоотношений внутри семьи; есть и более сложные – психофизиологические особенности ребёнка (определённая незрелость или минимальные поражения нервной системы вследствие неблагополучного протекания беременности матери или родов, что при правильном воспитании преодолевается к 7-8 годам).

Социализация является важным условием гармоничного развития ребенка. Уже с момента рождения малыш является социальным существом, требующим для удовлетворения своих потребностей участия другого человека. Освоение ребенком культуры, общечеловеческого опыта невозможно без взаимодействия и общения с другими людьми. Через коммуникацию происходит развитие сознания и высших психических функций.

8.4. Психофизиологические основы поведения

Функциональное состояние и, соответственно, осуществление психической деятельности и поведения определяется потребностно-эмоциональной сферой, включающей потребности, мотивации и эмоции. Эти три составляющие, тесно между собой связанные, играют различную роль в организации поведения.

Потребности являются внутренним источником активного взаимодействия организма с внешней средой и рассматриваются как основная детерминанта поведения, направленного на достижение определенной цели. И.П. Павлов ввел понятие «рефлекса цели» как выражения стремления живого организма к обладанию чем-либо – пищей, различными предметами. Сфера потребностей человека очень широка. Она включает как биологические, так социальные и духовные потребности.

Биологические потребности

Этот класс потребностей связан с необходимостью осуществления жизненно важных функций, прежде всего для поддержания постоянства внутренней среды организма (гомеостаза). Отклонение параметров внутренней среды от определенного оптимального уровня побуждает организм к активным действиям, которые прекращаются при достижении полезного результата - восстановлении гомеостаза, удовлетворении потребности. На сохранение гомеостаза направлена потребность в пище и воде, кислороде.

К биологическим потребностям относится и потребность в сохранении вида и продолжении рода, проявляющаяся в оборонительном и половом поведении. Биологические потребности связаны с активностью нервных центров гипоталамуса. В экспериментах на животных с электродами, вживленными в различные

ядра гипоталамуса, в состоянии голода отмечено резкое возрастание электрической активности в определенных участках этой структуры, которое прекращалось при насыщении. Их раздражение вызывало пищевое поисковое поведение. При раздражении других ядер наблюдались: отказ от пищи, половое возбуждение, агрессивно-оборонительное поведение.

Биологические потребности человека отличаются от животных. Их реализация не носит непосредственного характера и в значительной мере определяется социальными и культурными факторами. Это свидетельствует о том, что даже биологические потребности у человека находятся под контролем регулирующих структур коры больших полушарий.

Социальные и духовные потребности

Социальные потребности как у животных, так и у человека, направлены на обеспечение взаимодействия с особями того же вида. Выделяется потребность принадлежности к определенной группе, занятия там определенного места и следования принятым в группе или обществе образцам поведения.

Важнейший класс потребностей составляют духовные потребности, представляющие основу саморазвития. К их числу относится потребность в новизне, в информации и потребность преодоления.

Потребность в новизне лежит в основе ориентировочно-исследовательской деятельности. Она определяет развитие познавательной потребности от стремления к ощущениям и впечатлениям к приобретению знаний. При определенных свойствах личности и условиях развития в познавательной сфере может доминировать не стремление к знаниям, а поиск острых ощущений, что приводит нередко к асоциальному поведению. Потребность в информации проявляется в необходимости постоянного притока афферентации, поддерживающей оптимальный уровень активации. При дефиците информации (сенсорный голод) активационный уровень может восстанавливаться путем стимуляции творческих возможностей. Творческий человек в условиях сенсорной изоляции часто начинает писать стихи, рисовать, конструировать, используя информацию, имеющуюся в индивидуальном опыте. Полное отсутствие сенсорной информации может привести к возникновению галлюцинаций и психических расстройств.

К духовным потребностям человека относится и потребность преодоления. У животных она проявляется как рефлекс свободы и возникает при наличии реальных препятствий. У человека понятие препятствия значительно расширяется и проявляется в стремлении преодолеть как реальные физические препятствия, так и «препятствия» в осуществлении интеллектуальной и творческой деятельности.

Мотивация – это активное состояние, направленное на удовлетворение потребности путем организации определенного целенаправленного поведения. Для его осуществления необходимо как повышение уровня активации мозговых структур (неспецифический компонент), так и формирование адекватной удовлетворяемой потребности функциональной организации мозга. Мотивация выступает как пусковой механизм формирования функциональной системы, акти-

визируя структуры, включающиеся в афферентный синтез, аппарат принятия решения, выработку программы и ее коррекцию на основе результатов действия.

Таким образом, мотивация определяет и поддерживает осуществление целостных поведенческих актов от начала действия до результата, удовлетворяющего актуализированную потребность.

В живом организме одновременно могут возникать разные потребности, которые для своего удовлетворения требуют организации разных, даже иногда взаимоисключающих типов поведения. Наиболее важная и значимая на данный момент актуализированная потребность приобретает свойства **доминанты.** По теории доминанты А.А.Ухтомского, она как бы подчиняет себе деятельность организма, обеспечивая приоритетность данного поведенческого акта и подавляя другие виды деятельности. Эксперименты с созданием искусственной доминанты показали, что на ее фоне повышается чувствительность нейронных систем, скорость нервных процессов и конвергентные способности.

Мотивация реализуется при непосредственном участии гипоталамуса и других отделов лимбической системы, где наряду с основными центрами, связанными с биологическими потребностями, расположены структуры, участвующие в оценке и регуляции этапов поведения, направленных на удовлетворение потребности. В общую многоуровневую систему реализации мотивации вовлекается и кора больших полушарий, организующая активное поисковое целенаправленное поведение.

8.5. Эмоции

Одним из проявлений ВНД являются эмоции. Они представляют собой ярко выраженную субъективную окраску реакций организма на воздействия внешних и внутренних раздражителей. С помощью эмоций определяется личностное отношение человека к окружающему миру и к самому себе. Эмоции - один из ведущих механизмов регуляции адаптивной и психической деятельности организма. Эмоциональные состояния реализуются в определенных поведенческих реакциях.

Эмоции возникают на этапе оценки вероятности удовлетворения или неудовлетворения возникших потребностей, а также при удовлетворении этих потребностей. Их биологическое значение состоит в выполнении ими сигнальной и регуляторной функций.

Сигнальная функция эмоций заключается в том, что они сигнализируют о полезности или вредности данного воздействия, успешности или неуспешности выполняемого действия. Приспособительная роль этого механизма состоит в немедленной реакции на внезапное воздействие внешнего раздражения, поскольку эмоциональное состояние мгновенно вызывает ярко выраженные переживания определенной окраски. Это приводит к быстрой мобилизации всех систем организма к осуществлению ответной реакции, характер которой зависит от того, сигналом полезного или вредного воздействия на организм служит данный раздражитель. Таким образом, воздействия, исходящие как из внешней

среды, так и от самого организма, приводят к возникновению эмоциональных переживаний, дающих общую качественную характеристику воздействующему фактору, опережая его более целостное восприятие.

Регуляторная функция эмоций проявляется в формировании активности, направленной на удовлетворение возникших потребностей, а также на усиление или прекращение действия раздражителей, т.е. в реализации механизмов адаптации организма к непрерывно меняющимся условиям среды. Неудовлетворенные потребности организма обычно сопровождаются эмоцией, носящей неприятный характер. Удовлетворение исходной потребности, как правило, сопровождается приятным эмоциональным переживанием. Возникновение положительных эмоций при удовлетворении потребности характеризует успех поиска для достижения цели, что ведет к прекращению дальнейшей поисковой деятельности. С другой стороны, неоднократное удовлетворение тех или иных потребностей, сопровождающееся субъективно приятными эмоциональными переживаниями, приводит к тому, что в дальнейшем организм стимулируется к целенаправленной деятельности представлением о будущей положительной эмоции. Этот второй стимулирующий момент целенаправленного мотивационного поведения — результат общения и поэтому приобретает особое значение в дальнейшем поведении человека и животного.

Биологическая теория эмоции (П.К.Анохин). В основу этой теории эмоций положена концепция функциональной системы: эмоция связана с появлением потребности, которая может сопровождаться отрицательной эмоцией, и устранением ее, в результате чего возникает положительная эмоция, т.е. эмоция входит в состав афферентного синтеза, а также имеет место в структуре акцептора результата действия.

Суть этой теории заключается в том, что положительные эмоции при удовлетворении какой-либо потребности возникают только в том случае, когда параметры реально полученного результата точнейшим образом совпадают с параметрами предполагаемого результата, запрограммированного в акцепторе результатов действия. В таком случае возникает реакция согласования, которая субъективно сопровождается чувством удовлетворения, положительными эмоциями. Если параметры реально полученного результата не совпадают с запрограммированными в акцепторе результатов действия, это сопровождается чувством неудовлетворения, беспокойства – отрицательными эмоциями. Все это приводит к формированию ориентировочно-исследовательской реакции и к формированию новой комбинации эффекторных возбуждений, необходимых для организации нового полноценного акта, направленного на достижение запрограммированной цели.

Потребностно-информационная теория эмоций (П.В.Симонов) основана на положении, что в основе появления эмоции лежат потребность и информация, необходимая для ее достижения.

Для понимания их соотношения предложена формула **Э = П(Ин - Ис),**

где Э – эмоция, ее степень, качество и знак;

П – сила и качество потребности;

Ин – информация о средствах, необходимых для удовлетворения потребности;

Ис – информация о существующих средствах, которыми реально располагает субъект.

Если объем информации недостаточен для удовлетворения потребности, возникает отрицательная эмоция; если достаточен – возникает положительная эмоция в результате удовлетворения потребности.

В соответствии с **теорией И.Пейпеза** возникновение эмоций обусловливается лимбической системой. Кортикальные эмоциональные процессы возникают в гиппокампе, оттуда импульсы идут в маммилярные тела, затем в передние ядра гипоталамуса и в поясную извилину (круг Пейпеза, рис.8.2).

Эмоциональная окраска психических процессов создается распространением этих импульсов на другие области коры. Рецептивной областью эмоциональных переживаний является поясная извилина. Целостность этой цепи представляет собой механизм, организующий переживание и выражение эмоций. Эмоции возникают либо сначала в коре, откуда импульсы поступают в «круг» через гиппокамп, либо в результате возбуждения гипоталамуса, а кора поясной извилины рассматривается как воспринимающая область для эмоциональных ощущений в результате приходящих из гипоталамуса импульсов. Считают, что именно в лимбической коре происходит интеграция воспринимаемой информации, получаемой от всех структур тела, в том числе от скелетной мускулатуры и внутренних органов, и формирование определенных эмоциональных состояний.

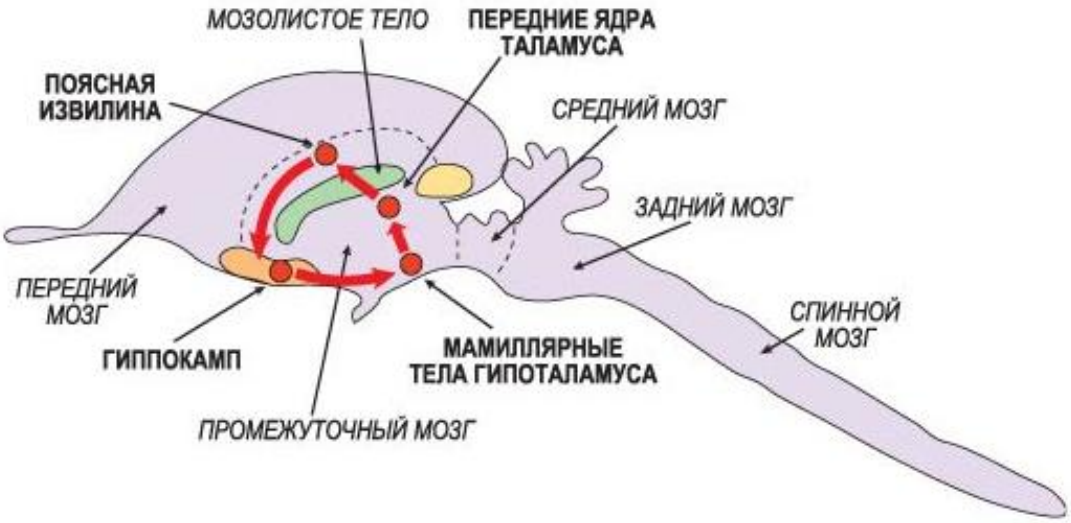


Рис. 8.2. Круг Пейпеза [6,8,11]

В настоящее время принято считать, что нервным субстратом эмоций является лимбико-гипоталамический комплекс. Включение гипоталамуса в эту систему обусловлено тем, что множественные связи гипоталамуса с различными структурами головного мозга создают физиологическую и анатомическую основу для возникновения эмоций. Кора головного мозга на основе взаимодействия с другими структурами, особенно гипоталамусом, лимбической и ретикулярной

системами, а также между различными областями самой новой коры играет важную роль в субъективной оценке эмоциональных состояний.

Эмоциональные состояния являются важной формой адаптационных реакций организма и играют огромную роль в создании условий для более широкого и более совершенного приспособления животных и человека к окружающим условиям.

Онтогенез эмоций. В развитии эмоций ребенка выделяют четыре этапа. Первый этап – период новорожденности – характеризуется преобладанием инстинктов, и прежде всего инстинкта самосохранения (включая пищевой).

Второй этап – этап органического чувствования. Основой его является переработка информации от экстеро- и интерорецепторов, возникновение нестойких образных представлений о действительности и переживание ребенком удовлетворения или неудовлетворения. Из этих чувств формируется отношение ребенка к близким.

Третий этап – развитие эпикритических (социально обусловленных, свойственных только человеку) эмоций с 3-4 до 12-14 лет. Связь развивающихся эмоций с органическими потребностями преобладает еще продолжительное время, и с 10-12 лет эмоции приобретают самостоятельное психическое выражение, в эмоциональных проявлениях начинает преобладать корковая коррекция органических потребностей и влечений.

Четвертый этап – формирование высших человеческих эмоций, полное развитие которых достигается к 20-22 годам. К этому периоду чувства становятся подвластны рассудку, корригируются интеллектуальной деятельностью, становится возможным подавление внешних проявлений эмоций, мимических реакций и выразительных движений.

8.6. Мышление

Мышление – психический процесс получения знания о сущностных свойствах предметов и явлений закономерных связях между ними, Орудием мышления являются слово, речевая деятельность, на основе которых формируются понятия, обобщения, логические построения. В эволюции именно появление речи привело к новой функции мозга – вербальному мышлению, базирующемуся на кодировании информации с помощью абстрактных обобщенных символов – слов. Мысли у человека формируются с помощью слова, вне языка могут возникать лишь неясные побуждения.

Мышление, так же как и любая другая форма психической деятельности, организуется по принципу функциональной системы. Направленность мышления на решение определенных задач определяется актуализированной потребностью. Оно осуществляется на основе синтеза всей имеющейся информации (наличной и следовой); этапу принятия решения (гипотеза, стратегия) соответствует выбор оптимального пути достижения поставленной цели; его реализация (решение задачи или нахождение ответа на поставленный вопрос) сопровождается сличением полученных результатов с исходными условиями. Согласование

прекращает мыслительный акт, рассогласование стимулирует дальнейший процесс мышления, пока не будет найдено адекватное решение.

Отсюда ясно, что в обеспечении мыслительной деятельности участвуют многие структуры мозга, не только корковые области, но и подкорковые образования. При регистрации активности отдельных нейронов таламических ядер обнаружена ее модуляция в процессе выполнения мыслительных операций.

Нейропсихологическими исследованиями выявлена специализированная роль передне- и заднеассоциативных отделов коры в мыслительной деятельности. Показано, что теменно-затылочные отделы коры принимают участие в осуществлении зрительно-пространственной деятельности и мысленного конструирования объекта по образцу из отдельных деталей.

Выполнение вербально-логических операций (например, решение арифметических задач, доказательство теорем) вовлекает переднеассоциативные отделы, где сосредоточен мозговой субстрат основных блоков функциональной системы аппарата афферентного синтеза, принятия решения, программирования, контроля (акцептор результатов действия). Больные с нарушенной функцией лобных долей не способны четко сформулировать цель и задачу, вычленить наиболее значимую информацию, сличить полученный результат с исходными условиями задачи и осознать бессмысленность полученного ими ответа.

Взаимодействие корковых областей и системная организация процесса мышления четко выявляются в электрофизиологических исследованиях. При решении задач разного типа обнаружено, что организация межцентрального взаимодействия зависит от характера выполняемой мыслительной операции. При мысленной вербальной деятельности усиление межцентрального взаимодействия наблюдается между переднеассоцнагивными и заднеассоциа-тивными речевыми зонами левого полушария. Решение арифметических задач сопровождается формированием функциональных объединений лобных областей с височными отделами левого полушария и теменными правого, что связано с активизацией речевой памяти (левая височная область) и пространственных синтезов при операциях с цифрами (правая теменная зона).

При выполнении зрительно-пространственных заданий (мысленное вращение фигур или выбор фигуры по эталону) отмечается формирование локальных функциональных объединений теменных, височных и затылочных областей правого полушария, участвующих в зрительно-пространственном гнозисе. В мыслительных операциях по-разному участвуют левое и правое полушария. В основе этих различий лежит специфика структурно-функциональной организации полушарий и связанные с этим способы обработки информации. В левом полушарии преобладает система более коротких межцентральных связей, и оно специализируется на последовательной поэтапной обработке информации. Правое полушарие, в котором преимущественно выражены более длинные связи, объединяющие пространственно разнесенные области, обрабатывает поступающую информацию одномоментно и целостно.

Это согласуется с описанной ролью левого полушария в логическом мышлении, выделении причинно-следственных отношений, требующих последовательно осуществляемых операций, а правого – в решении пространственных

задач, осуществляемых на основе одномоментного охвата объектов, расположенных в пространстве. Известно, что правое полушарие оперирует всем набором признаков, а левое выделяет наиболее существенные характеристики и легче улавливает различия объектов. Отмечая определенную специализацию полушарий в мыслительных операциях и психических процессах, следует подчеркнуть, что оба полушария работают в тесном взаимодействии, дополняя друг друга. Характер их участия и взаимодействия зависит от конкретной задачи и реализуемой деятельности.

8.7. Сон

Сон – физиологическое состояние, которое характеризуется, прежде всего, потерей активных психических связей субъекта с окружающим его миром. Глубоко спящий человек не реагирует на многие воздействия окружающей среды, если они не имеют чрезмерной силы. Рефлекторные реакции во время сна снижены. Другим показателем состояния сна является утрата способности к активной целенаправленной деятельности.

Сон жизненно необходим для высших животных и человека (треть жизни человека проходит в состоянии периодически наступающего сна). Он представляет собой особое неоднородное состояние ВНД и состоит из ряда стадий, закономерно повторяющихся в течение ночи. Как и у большинства высших животных, сон человека делится на пять фаз, причем первые четыре фазы относятся к категории сна без быстрого движения глаз (ББДГ, или так называемый медленный сон), а последняя фаза относится к категории сна с быстрым движением глаз (БДГ, так называемый быстрый или парадоксальный сон).

Первая фаза возникает при засыпании, во время нее человек продолжает частично осознавать реальность и может отвечать на внешние раздражители. Это так называемая сонливость; если человека разбудить в этой фазе, он может уверять, что не спал.

Вторая фаза сна начинается после завершения первой фазы. Состояние расслабления нарастает, а осознание реальности полностью исчезает. Это самая продолжительная фаза сна.

Третья фаза является первой стадией глубокого сна, во время нее мозговая активность значительно снижается, хотя могут возникать всплески активности в виде мышечных подергиваний и движений. На этой стадии сна человека трудно разбудить, но если это удается, он при пробуждении с трудом ориентируется в окружающем.

Четвертая фаза – вторая стадия глубокого сна. Мозговая активность достигает своего минимума. Большинство функций организма человека также замедляют свою активность, разбудить человека в эту фазу еще труднее.

Пятая фаза – «парадоксальный» сон, или фаза быстрого движения глаз. Она наступает примерно через 90 мин после начала сна. С каждым циклом сна продолжительность этой фазы увеличивается. Во время этой фазы дыхание учащается, становится нерегулярным и неглубоким, глаза начинают двигаться,

отмечается учащение сердечных ритмов и повышение кровяного давления, одновременно тонус мышц значительно снижается.

Стадии медленного сна сопровождаются высокоамплитудными медленными дельта-волнами в ЭЭГ, а стадия быстрого сна – высокочастотной низкоамплитудной активностью (десинхронизацией), которая характерна для ЭЭГ мозга бодрствующего животного, т.е. по ЭЭГ-показателям мозг бодрствует, а организм спит. Это и дало основание назвать эту стадию сна парадоксальным сном. Если разбудить человека в фазу парадоксального сна, то он сообщает о сновидениях и передает их содержание. Человек, проснувшись в фазу медленного сна, чаще всего не помнит сновидений.

Парадоксальная фаза сна важна для нормальной жизнедеятельности. Если человека во время сна избирательно лишать только парадоксальной фазы сна, например, будить его при переходе в эту фазу, то это приводит к существенным нарушениям психической деятельности. Это свидетельствует о том, что сон и особенно его парадоксальная фаза является необходимым состоянием подготовки к нормальному, активному бодрствованию.

Весь ночной сон человека состоит из 4-6 циклов, каждый из которых начинается с фазы «медленного» сна и завершается фазой «быстрого» сна. Длительность каждого цикла составляет 90-100 мин (1,5 ч), таким образом, за весь период сна может произойти от 4 до 5 полных циклов сна.

Быстрый сон у взрослого человека занимает в среднем 20-25% всего времени сна, в онтогенезе его продолжительность зависит от возраста. У грудных детей он занимает почти половину всего времени сна – чем младше ребенок, тем больше доля быстрого сна. Уже в первый год жизни, по мере становления цикла «быстрый сон – медленный сон», продолжительность быстрого сна заметно сокращается, а 50-60% общей продолжительности приходится на долю поверхностного медленного сна (1-я и 2-я стадии). После 30 лет доля глубокого медленного сна быстро убывает, а в пожилом возрасте он может совсем отсутствовать, вытесняясь поверхностными фазами медленного сна.

Рассматривать процессы сна можно только в их тесном единстве с процессами бодрствования. На протяжении всей жизни человека эти состояния, входящие в состав так называемых циркадных (околосуточных) ритмов, являются взаимосвязанными и взаимообусловленными. Полноценный глубокий сон создает предпосылки для активного бодрствования, но при этом сам остается невозможным без активного бодрствования, эту взаимосвязь отражает выражение «хороший сон надо заработать».

В регуляции состояний сна и бодрствования принимают участие различные структуры головного мозга и различные нейромедиаторные системы:

— механизм регуляции ритма активность-покой, включающий сетчатку глаз, супрахиазматические ядра гипоталамуса (главный ритмоводитель организма) и эпифиз, выделяющий гормон мелатонин;

— механизмы поддержания бодрствования – подкорковые активирующие системы, обеспечивающие весь спектр сознательной деятельности человека и расположенные в ретикулярной формации, в области синего пятна, ядер шва, заднего гипоталамуса, базальных ядер переднего мозга; в качестве медиаторов

их нейроны выделяют глутаминовую кислоту, ацетилхолин, норадреналин, серотонин и гистамин;

— механизм медленного сна, который реализуется особыми тормозными нейронами, разбросанными по разным отделам мозга и выделяющими один и тот же медиатор – гамма-аминомасляную кислоту;

— механизм парадоксального сна, который запускается из четко очерченного центра, расположенного в области так называемого варолиева моста и продолговатого мозга. Химическими передатчиками сигналов этих клеток служат ацетилхолин и глутаминовая кислота.

Значение сна для организма человека:

— сон обеспечивает отдых: лишение человека сна (депривация сна) в течение 116 ч сопровождалась нарушением поведения, повышением раздражительности, психическими расстройствами; эксперименты на животных показывают, что длительное лишение сна приводит к гибели организма;

— сон играет важную роль в процессах метаболизма: во время медленного сна из гипоталамуса в кровь выбрасывается гормон роста, участвующий в биосинтезе белков в периферических тканях, во время сна повышается метаболическая активность нейроглии;

— сон способствует усвоению информации: во время парадоксального сна происходит обработка полученной во время бодрствования информации с исключением из памяти малозначимой информации, во время медленного сна она фиксируется в механизмах памяти;

— сон является приспособлением организма к изменению освещенности (день – ночь): активность всех систем снижается в определенные часы согласно режиму труда и отдыха, к моменту пробуждения и в начале бодрствования активность органов и систем возрастает и обеспечивает деятельность.

В детском и подростковом возрасте значение сна особенно велико. Недостаток сна отрицательно сказывается на физическом и психическом состоянии ребенка, его развитии и обучении, причем, чем младше ребенок, тем отчетливее проявляется эта связь.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Атлас по медицинской микробиологии, вирусологии и иммунологии. Под ред. А.А.Воробьева, А С. Быкова. М.:МИА, 2003, 232 с.
2. Безруких, М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М. : Академия, 2009. – 416 с.
3. Богомолова Е.С. Гигиеническое обоснование мониторинга роста и развития школьников в системе «здоровье – среда обитания»: автореф. дис. … докт. мед. наук / Е.С. Богомолова. – Н. Новгород, 2010. – 44 с.
4. Богомолова, Е.С. Физическое развитие современных школьников Нижнего Новгорода / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Т.В. Бадаева [и др.] // Медицинский альманах. – 2012. - №3 (22). – С.193-198.
5. Вихляева Е. М. Справочник по акушерству и гинекологии / Вихляева Е. М., Кулаков В. И., Серов В. Н. и др. Под ред. Г. М. Савельевой // Изд. 1-е.- М.: Медицина, 1992. С. 8-108. - 352 с.
6. Гайтон, А.Г. Медицинская физиология / А.Г. Гайтон, Д.Э. Холл. – Москва. : Логосфера, 2008. –1296 с.
7. Гигиена детей и подростков: руководство к практическим занятиям: учебное пособие / под ред. проф. В.Р.Кучмы. – М. 2010. – 560 с.
8. Дробинская А.О. Анатомия и возрастная физиология / А.О. Дробинская. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 527 с.
9. Калюжный Е.А. Комплексная оценка физического развития школьников: методические указания // Е.А.Калюжный, Ю.Г. Кузмичев, Е.С.Богомолова [и др.] - Арзамас: АГПИ, 2012. – 80 с.
10. Калюжный Е.А. Морфофункциональное состояние и адаптационные возможности учащихся образовательных учреждений в современных условиях: монография, ПИМУ, ННГУ. – Арзамас: АФННГУ – 2020. – 328 с.
11. Красноперова Н.А. Возрастная анатомия и физиология: учебное пособие. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2012. – 214 с.
12. Кучма В.Р. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Выпуск VII: учебное пособие / под ред. В.Р. Кучмы, Н.А., Скоблиной, О.Ю. Милушкиной. М.: Литтерра, 2019.-176с.: ил.
13. Матвеева Н.А. Физическое развитие детей и подростков в возрасте 7-17 лет, Нижегородская область / Н.А. Матвеева, Ю.Г. Кузмичев, Е.А.Калюжный и др.// Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации: Сб.матлов (выпуск VI) / Под ред. акад. РАН и РАМН А.А.Баранова, член-корр. РАМН В.Р.Кучмы. – М.: Издательство «ПедиатрЪ», 2013. – С.155-158.
14. Мухина И.В. Физиология с основами анатомии / И.В. Мухина, Ю.П. Потехина, И.Ф. Волкова и др. // Учебно-методическое пособие для практических занятий / Нижний Новгород, 2017. 325С.
15. Потехина Ю.П. Особенности опорно-двигательного аппарата у студентов / Потехина Ю.П., Курникова А.А., Стельникова И.Г., и. др. Морфология. М. 2019. т. 155. № 2. с. 234.
16. Физиология развития ребенка: Руководство по возрастной физиологии /

Под ред. М.М.Безруких, Д.А.Фарбер. – М.: Изд. Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2010. – 768 с.

17. Функциональные резервы организма детей и подростков. Методы исследования и оценки: учебное пособие / [Н.Г. Чекалова и др.]. – Н.Новгород: НижГМА, 2010. – 164 с.

18. Хаитов. Р.М. Иммунология: структура и функции иммунной системы: учебное пособие. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2013. – 280 с., 12 табл., 68 рис. (цв.)

Учебное издание
ВОЗРАСТНАЯ НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ
Учебное пособие
Составитель:
Калюжный Евгений Александрович
В авторской редакции
Технический редактор _____
Вёрстка и вывод оригинала макета Е.А. Калюжного

Лицензия №_____Подписано в печать: 06.12.2019
Формат 60х84/16. Усл. печ. листов: 17,8 Тираж: 300 экз. Заказ № 007

Издатель: Калюжный Е.А. ПИМУ
603950г. Нижний Новгород, Минина и Пожарского пл., 10/1,
БОКС-470 тел.: (831) 439-09-43; факс: (831) 439-01-84
Участок офсетной печати