**ЛЕКЦИЯ 13**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

*1 Физическиое развитие*

*2 Особенности развития центральной нервной системы, высшей нервной деятельности и сенсорных систем*

*3 Развитие опорно-двигательной системы и висцеральных систем*

*4 Терморегуляция, обмен веществ*

*5 Иммунитет*

**1 Физическиое развитие**

Пропорции тела ребенка в первые годы жизни существенно отличаются от взрослых сравнительно большей длиной головы и более короткими конечностями.

На протяжении первого года жизни и в возрасте 6 лет происходит заметный прирост длины тела. В первые два года жизни усиленно растут мышцы, обеспечивающие стояние и ходьбу. В возрасте 2–4 лет преобладает рост длиннейшей и большой ягодичной мышц, в 7–12 лет – двуглавой мышцы голени. Заметно увеличивается длина сухожилий по сравнению с длиной основной массы мышцы в «брюшке». Интенсивный рост стоп наблюдается у девочек после 7 лет, а у мальчиков после 9 лет. От 5–7 лет до 10–11 лет быстро увеличивается длина конечностей, превышая скорость роста тела. Прирост массы тела отстает от скорости увеличения длины тела.

**2 Особенности развития центральной нервной системы, высшей нервной деятельности и сенсорных систем**

Организм детей первых лет жизни значительно отличается от организма людей более старшего возраста. Уже в первые дни адаптации к жизни вне материнского организма ребенок должен осваивать самые необходимые навыки питания, приспосабливаться к различным температурным условиям среды, реагировать на окружающие лица и т. п. Все реакции приспособления к условиям новой среды требуют быстрого развития мозга, особенно его высших отделов – коры больших полушарий.

Различные зоны коры созревают не одновременно. Раньше всего (в первые же годы жизни) созревают проекционные зоны коры (первичные поля) – зрительные, моторные, слуховые и др., затем вторичные поля (периферия анализаторов) и позднее всего, вплоть до взрослого состояния – третичные, ассоциативные поля коры (зоны высшего анализа и синтеза). Так, моторная зона коры (первичное поле) в основном сформирована уже к 4 годам, а ассоциативные поля лобной и нижнетеменной области коры по занимаемой территории, толщине и степени дифференцирования клеток к возрасту 7–8 лет созревают лишь на 80 %, особенно отставая в развитии у мальчиков по сравнению с девочками.

Быстрее всего формируются функциональные системы, включающие вертикальные связи между корой и периферическими органами и обеспечивающие жизненно необходимые навыки – сосания, защитных реакций (чихания, моргания и пр.), элементарных движений. Очень рано у детей грудного возраста в районе лобной области формируется центр опознания знакомых лиц. Однако медленнее происходит развитие отростков корковых нейронов и миелинизация нервных волокон в коре, процессы налаживания горизонтальных межцентральных взаимосвязей в коре больших полушарий. В результате этого для первых лет жизни характерна недостаточность межсистемных взаимосвязей в организме (например, между зрительной и моторной системой, что лежит в основе несовершенства зрительно-двигательных реакций).

Детям первых лет жизни требуется значительная длительность сна, с небольшими перерывами для бодрствования. Общая длительность сна в возрасте 1 года составляет 16 часов, 4–5 лет –12 часов, 7–10 лет – 10 часов, а у взрослых – 7–8 часов. Особенно велика у детей первых лет жизни длительность фазы «быстрого» сна (с активацией обменных процессов, электрической активности мозга, вегетативных и моторных функций и быстрыми движениями глаз) по сравнению с фазой «медленного» сна (когда все эти процессы замедляются). Выраженность фазы «быстрого» сна связывают со способностью мозга к обучению, что соответствует активному познанию внешнего мира в детском возрасте.

Электрическая активность мозга отражает разобщенность различных территорий коры и незрелость корковых нейронов – она нерегулярна, не имеет доминирующих ритмов и выраженных фокусов активности, преобладают медленные волны. У детей в возрасте до 1 года в основном встречаются волны с частотой 2–4 колебания в 1 с. Затем преобладающая частота колебаний электрических потенциалов нарастает: в 2–3 года – 4–5 колеб./с; в 4–5 лет – 6 колеб./с; в 6–7 лет – 6–7 колеб./с; в 7–8 лет – 8 колеб./с; в 9 лет – 9 колеб./с; усиливается взаимосвязанность активности различных корковых зон. К возрасту 10 лет устанавливается основной ритм покоя – 10 колеб./с (альфа-ритм), характерный для взрослого организма.

Для нервной системы у детей дошкольного и младшего школьного возраста характерна высокая возбудимость и слабостъ тормозных процессов, что приводит к широкой иррадиации возбуждения по коре и недостаточной координации движений. Однако длительное поддержание процесса возбуждения еще невозможно, и дети быстро утомляются. При организации занятий с младшими школьниками и особенно с дошкольниками нужно избегать долгих наставлений и указаний, продолжительных и монотонных заданий. Важно строго дозировать нагрузки, так как дети этого возраста отличаются недостаточно развитым ощущением усталости. Они плохо оценивают изменения внутренней среды организма при утомлении и не могут в полной мере выразить их словами даже при полном изнеможении.

При слабости корковых процессов у детей преобладают подкорковые процессы возбуждения. Дети в этом возрасте легко отвлекаются при любых внешних раздражениях. В такой чрезвычайной выраженности ориентировочной реакции (по И.П. Павлову, рефлекса «Что такое?») отражается непроизвольный характер их внимания. Произвольное же внимание очень кратковременно: дети 5–7 лет способны сосредотачивать внимание лишь на 15–20 минут.

У ребенка первых лет жизни плохо развито субъективное чувство времени. Чаще всего он не может правильно отмеривать и воспроизводить заданные интервалы, укладываться во времени при выполнении различных заданий. Сказывается недостаточная синхронизация внутренних процессов в организме и малый опыт сопоставления собственной активности с внешними синхронизаторами (оценкой длительности протекания различных ситуаций, смены дня и ночи и пр.). С возрастом чувство времени улучшается: так, например, интервал 30 секунд точно воспроизводят лишь 22 % 6-летних, 39 % 8-летних и 49 % 10-летних детей.

Схема тела формируется у ребенка к 6 годам, а более сложные пространственные представления – к 9 10 годам, что зависит от развития полушарий мозга и совершенствования сенсомоторных функций.

Недостаточное развитие лобных программирующих зон коры обусловливает слабое развитие процессов экстраполяции. Способность к предвидению ситуации в 3–4 года у детей практически отсутствует (она появляется в 5–6 лет). Им трудно остановить бег у заданной черты, вовремя подставить руки для ловли мяча и т. п.

Высшая нервная деятельность детей дошкольного и младшего школьного возраста характеризуется медленной выработкой отдельных условных рефлексов и формирования динамических стереотипов, а также особенной трудностью их переделки. Большое значение для формирования двигательных навыков имеет использование подражательных рефлексов, эмоциональность занятий, игровая деятельность.

Дети 2–3-х лет отличаются прочной стереотипной привязанностью к неизменной обстановке, к знакомым окружающим липам и усвоенным навыкам. Переделка этих стереотипов происходит с большим трудом, приводит зачастую к срывам высшей нервной деятельности. У 5–6-летних детей увеличивается сила и подвижность нервных процессов. Они способны осознанно строить программы движений и контролировать их выполнение, легче перестраивают программы.

В младшем школьном возрасте уже возникают преобладающие влияния коры на подкорковые процессы, усиливаются процессы внутреннего торможения и произвольного внимания, появляется способность к освоению сложных программ деятельности, формируются характерные индивидуально-типологические особенности высшей нервной деятельности ребенка.

Важное значение в поведении ребенка имеет развитие речи. До 6 лет у детей преобладают реакции на непосредственные сигналы (первая сигнальная система, по И.П. Павлову), а с 6 лет начинают доминировать речевые сигналы (вторая сигнальная система).

Развитие сенсорных систем в основном происходит на протяжении дошкольного и младшего школьного возраста.

Зрительная сенсорная система особенно быстро развивается на протяжении первых трех лет жизни, затем ее совершенствование продолжается до 12–14 лет. В первые две недели жизни формируется координация движений обоих глаз (бинокулярное зрение). В два месяца отмечаются движения глаз при прослеживании предметов. С 4-х месяцев глаза точно фиксируют предмет, движения глаз сочетаются с движениями рук. Фиксация глаза на объекте повышает точность восприятия, так как при этом изображение попадает на наиболее чувствительную область сетчатки – в центральную ямку. В 6 месяцев появляются реакции антиципации – предварительного движения глаз к сигналу.

У детей первых 4–6 лет жизни глазное яблоко еще недостаточно выросло в длину. Хотя хрусталик глаза имеет высокую эластичность и хорошо фокусирует световые лучи, но изображение попадает за сетчатку, т. е. возникает детская дальнозоркость. В этом возрасте еще плохо различаются цвета. (У новорожденных, например, число колбочек в 4 раза меньше, чем у взрослых.) С учетом этих особенностей для детских игр и упражнений с предметом необходимо подбирать крупные и яркие предметы (кубики, мячи и пр.). С возрастом проявления дальнозоркости уменьшаются, растет число детей с нормальной рефракцией. Но уже в первые годы школьной жизни растет число детей с близорукостью из-за неправильной посадки при чтении, систематического рассматривании предметов на близком расстоянии от глаз (табл. 18). Близорукость появляется из-за того, что возникающее при этом напряжение глазодвигательных мышц, сводящих глаза на близком предмете, приводит к удлинению глазного яблока. В результате фокусировка лучей происходит перед сетчаткой, вызывая развитие близорукости.

Большое значение для улучшения зрительной функции имеет эмоциональный характер занятий с детьми, использование различных игр. Острота зрения постепенно повышается: в 1 год – 0,1, в 2 года – 0,4, в 4 года – 0,7, в 5 лет – 0,9; к 7–8 годам она достигает нормальной величины взрослого человека – 1,0. В процессе игры острота зрения у детей повышается на 30 %.

При переходе от дошкольного к младшему школьному возрасту по мере улучшения взаимосвязи зрительной информации и двигательного опыта улучшается оценка глубины пространства. Поле зрения резко увеличивается с 6 лет, достигая к 8 годам величин взрослого человека.

Зрительные сигналы играют ведущую роль в управлении двигательной деятельностью ребенка на протяжении первых 6 лет жизни. Обработка зрительных сигналов мозгом еще несовершенна. Она в основном ограничена анализом отдельных признаков предмета, происходящим в зрительных центрах затылочной области коры, и генерализованным распространением этой информации на другие центры коры.

Качественная перестройка зрительных восприятий происходит в возрасте 6 лет, когда начинается вовлечение в анализ зрительной информации ассоциативных нижнетеменных зон мозга. При этом значительно улучшается механизм опознания целостных образов.

Созревание лобных ассоциативных зон обеспечивает в возрасте 9–10 лет еще одну качественную перестройку зрительного восприятия, обеспечивая тонкий анализ сложных форм картины внешнего мира, избирательное восприятие отдельных компонентов изображения, активный поиск наиболее информативных сигналов окружающей среды.

К возрасту 10–12 лет формирование зрительной функции в основном завершается, достигая уровня взрослого организма. Этот этап отражается в ЭЭГ установлением в затылочной области коры четкого альфа-ритма (8–12 колеб./с), свойственного взрослому человеку.

Слуховая сенсорная система ребенка имеет важнейшее значение для развития речи, обеспечивая не только восприятие речи посторонних лиц, но и играя формирующую роль системы обратной связи при собственном произношении слов. Именно в диапазоне речевых частот (1000–3000 Гц) наблюдается наибольшая чувствительность слуховой системы. Ее возбудимость на словесные сигналы заметно повышается в возрасте 4 лет и продолжает увеличиваться к 6–7 годам. Однако острота слуха у детей в 7–13 лет (пороги слышимости) все же ниже, чем в 14–19 лет, когда достигается наиболее высокая чувствительность. У детей особенно широк диапазон слышимых звуков – от 16 до 22 000 Гц. К возрасту 15 лет верхняя граница этого диапазона снижается до 15 000–20 000 Гц, что соответствует уровню взрослых людей.

Слуховая сенсорная система, анализируя продолжительность звуковых сигналов, темпа и ритма движений, участвует в развитии чувства времени, а благодаря наличию двух ушей (бинауральный слух) включается в формирование пространственных представлений ребенка.

Двигательная сенсорная система созревает у человека одной из первых. Формирование проприорецепторов (мышечных веретен и сухожильных рецепторов) начинается уже со 2–4 месяца внутриутробного развития и продолжается после рождения до 4–6 лет. Подкорковые отделы двигательной сенсорной системы созревают раньше, чем корковые: к возрасту 6–7 лет объем подкорковых образований увеличивается до 98 % от конечной величины у взрослых, а корковых образований – лишь до 70–80 %.

В возрасте 1,5–2 месяцев осуществляется лишь грубый анализ проприоцептивной информации. В дальнейшем тонкость анализа повышается. Это резко улучшает возможность регуляции двигательной активности и выработки новых навыков. Условные рефлексы на проприоцептивные раздражители вырабатываются с 3–4-недельного возраста ребенка, постоянно совершенствуя сферу его моторных возможностей. Вместе с тем пороги различения силы мышечного напряжения у дошкольников все еще превышают уровень показателей взрослого организма в несколько раз. К 12–14-летнему возрасту развитие двигательной сенсорной системы достигает взрослого уровня. Повышение мышечной чувствительности может происходить и далее – до 16–20 лет, способствуя тонкой координации мышечных усилий.

Вестибулярная сенсорная система является одной из самых древних сенсорных систем организма и в ходе онтогенеза она развивается также довольно рано. Рецепторный аппарат начинает формироваться с 7-недельного возраста внутриутробного развития, а у 6-месячного плода достигает размеров взрослого организма.

Вестибулярные рефлексы проявляются у плода уже с 4-месячного возраста, вызывая тонические реакции и сокращения мышц туловища, головы и конечностей. Рефлексы с вестибулярных рецепторов хорошо выражены на протяжении первого года после рождения ребенка. С возрастом у ребенка анализ вестибулярных раздражений совершенствуется, а возбудимость вестибулярной сенсорной системы понижается, что уменьшает проявление побочных моторных и вегетативных реакций. При этом многие дети проявляют высокую вестибулярную устойчивость к вращениям и поворотам. Раннее возникновение контактов вестибулярной сенсорной системы с моторной системой и с другими сенсорными системами позволяет ребенку к 2–3 годам освоить основной фонд движений и начинать занятия физическими упражнениями с первых лет жизни – плаванием с первых недель жизни, гимнастикой и фигурным катанием с 3–4 лет и т. п.

Во время внутриутробного развития и с первых дней жизни у ребенка имеется кожная чувствительность, которая обеспечивается тактильной, болевой и температурной рецепцией.

Тактильная сенсорная система развивается рано, обнаруживая уже у новорожденных общее двигательное возбуждение при прикосновениях (особенно в области лица, губ). Однако ее невысокий уровень в первые годы жизни (повышены как абсолютные, так и дифференциальные пороги) связывают с недостаточно развитым процессом обработки получаемой информации. Тактильная чувствительность увеличивается с ростом двигательной активности ребенка и достигает максимальных значений к возрасту 10 лет.

Болевая рецепция представлена уже у новорожденных, особенно в области лица, но в раннем возрасте она еще недостаточно совершенна. С возрастом она улучшается. Пороги болевой чувствительности снижаются от грудного возраста до 6 лет в 8 раз.

Температурная рецепция у новорожденных проявляется резкой реакцией (криком, задержкой дыхания, обобщенной двигательной активностью) на повышение или понижение температуры окружающей среды. Эта реакция с возрастом сменяется более локальными проявлениями, время реакции укорачивается от 2–11 секунд в первые месяцы жизни до 0,13–0,79 секунды у взрослых. У детей первых лет жизни обнаруживаются различия реакций на охлаждение тела. Так, у детей в возрасте 3–6 лет при повышенной тревожности, развитии невротических состояний, вегетодистонии отмечены случаи плохой адаптируемости к охлаждению (по изменениям экстероцептивных рефлексов, двигательной активности, времени реакции, умственной работоспособности и другим показателям). При проведении закаливания у таких детей ухудшается терморегуляция, что требует особой осторожности.

Вкусовые и обонятельные ощущения имеются уже с первых дней жизни, но они еще непостоянны и неточны, часто бывают неадекватны раздражителям, носят обобщенный характер. Чувствительность этих сенсорных систем заметно повышается к возрасту 5–6 лет у дошкольников и в младшем школьном возрасте практически достигает взрослых значений. Время реакции на вкусовые раздражения сокращается почти в 10 раз (от 2–3 секунд у новорожденных до 0,3–0,6 секунды в 9–10 лет).

**3 Развитие опорно-двигательной системы и висцеральных систем**

В костях и скелетных мышцах у детей много органических веществ и воды, но мало минеральных веществ. Гибкие кости могут легко изгибаться при неправильных позах и неравномерных нагрузках. Легкая растяжимость мышечно-связочного аппарата обеспечивает ребенку хорошо выраженную гибкость, но не может создать прочного «мышечного корсета» для сохранения нормального расположения костей. В результате возможны деформации скелета, развитие асимметричности тела и конечностей, возникновение плоскостопия. Требуется особое внимание к организации нормальной позы детей и использованию физических нагрузок.

Мышечные волокна ребенка тонкие и слабые, они гораздо менее возбудимы, чем у взрослых. Их рост в толщину продолжается до 30–35 лет, в длину – до 20–25 лет. С интенсивным ростом мышечных волокон происходит относительное уменьшение ядерной массы на единицу площади скелетных мышц – по сравнению с новорожденными их масса снижается к возрасту 6 лет в 4–5 раз, к возрасту 10–14 лет – в 6 раз.

Происходит перестройка иннервационного аппарата мышц. В дошкольном и младшем школьном возрасте увеличиваются размеры и дифференциация элементов мышечных, суставных и сухожильных рецепторов, достигая достаточного совершенства к 6-ти годам. На протяжении данного возрастного периода происходит перераспределение положения мышечных веретен в скелетных мышцах – от равномерного их расположения в мышце у новорожденных к сосредотачиванию веретен в концевых областях мышц, где они подвергаются большему растяжению и соответственно точнее информируют мозг о движении мышц. До 11–12 лет происходит также созревание нервно-мышечных синапсов, улучшая проведение моторных команд.

Мышечная масса детей невелика. Она составляет у новорожденных всего 20 % от веса тела, у детей 2–3 лет – 23 %, в 7–8 лет – 27 %, у 15-летних подростков – 32 %, в то время как у взрослых нетренированных людей – около 44 %, у спортсменов – порядка 50 %.

До 9–10 лет у ребенка тонус мышц-сгибателей превышает тонус разгибателей. Детям трудно длительное время сохранять вертикальную позу при стоянии, поддерживать выпрямленное положение спины при сидении.

Мышцы конечностей (особенно мелкие мышцы кисти) относительно слабее, чем мышцы туловища. Недостаточное развитие мышечно-связочного аппарата брюшного пресса может вызывать образование отвисшего живота и появление грыж при поднятии тяжестей. Сила мышц мальчиков в дошкольном и младшем школьном возрасте равна силе мышц девочек.

Несмотря на повышение абсолютной мышечной силы в возрасте 4–5 лет, относительная сила практически не изменяется, так как растет и масса тела ребенка. Лишь с возраста 6–7 лет прирост силы оказывается больше прироста массы тела, и начинает нарастать относительная сила мышц. При этом увеличиваются прыгучесть и скоростно-силовые возможности детей.

К моменту рождения ребенка все волокна его мышц являются медленными. По ходу онтогенеза происходит развитие быстрых волокон, которое завершается лишь в 14–15 лет.

**4 Терморегуляция, обмен веществ**

Особенностью обменных процессов в детском организме является преобладание анаболических процессов (ассимиляции) над катаболическими (диссимиляции). Растущему организму требуются повышенные нормы поступления питательных веществ, особенно белков. Для детей характерен положительный азотистый баланс, т. е. поступление азота в организм превышает его выведение.

Использование питательных продуктов идет в двух направлениях:

• для обеспечения роста и развития организма (пластическая функция);

• для обеспечения двигательной активности (энергетическая функция).

В связи с большой интенсивностью обменных процессов для детей характерна более высокая, чем у взрослых, потребность в воде и витаминах. Относительная потребность в воде (на 1 кг массы тела) с возрастом снижается, а абсолютная суточная величина потребления воды нарастает: в возрасте 1 года необходимо 0,8 л, в 4 года – 1 л, в 7–10 лет – 1,4 л, в 11–14 лет – 1,5 л.

В детском возрасте также необходимо постоянное поступление в организм минеральных веществ: для роста костей (кальций, фосфор), для обеспечения процессов возбуждения в нервной и мышечной ткани (натрий и калий), для образования гемоглобина (железо) и др.

Энергетический обмен у детей дошкольного и младшего школьного возраста значительно (почти в 2 раза) превышает уровень обмена у взрослых, снижаясь наиболее резко в первые 5 лет и менее заметно – на протяжении всей последующей жизни. Суточный расход энергии растет с возрастом: в 4 года – 2000 ккал, в 7 лет – 2400 ккал, в 11 лет – 2800 ккал.

Дети отличаются недостаточно налаженными механизмами теплообмена. Они легко перегреваются и легко теряют тепло. Грудные дети реагируют на охлаждение бурными хаотическими движениями, которые их согревают. В теплоотдаче у них велика роль процессов испарения водяных паров при дыхании.

В первые годы жизни в организме ребенка преобладают процессы химической терморегуляции. Благодаря высокому уровню обменных процессов организм ребенка быстро нагревается. Температура кожи и внутренняя температура тела у дошкольника (37,4–37,6 °C) выше, нем у взрослых.

Обилие кровеносных сосудов в коже обусловливает быстрый перенос тепла от температурного ядра тела к его оболочке, а недостаточная рефлекторная регуляция просвета кожных сосудов не обеспечивает защиту от больших тепловых потерь. При небольшой мышечной массе дети имеют низкую теплоизоляцию покровных тканей. Высокие теплопотери обусловлены также и относительно большой поверхностью маленького тела. Все это вызывает быстрое охлаждение тела ребенка и требует особого внимания к его закаливанию.

С переходом к младшему школьному возрасту границы терморегуляции расширяются, а механизмы теплообмена совершенствуются. Нарастание мышечной массы улучшает теплоизолирующие свойства покровов тела, совершенствование сосудистых реакций облегчает регуляцию теплообмена на поверхности кожи. Улучшается регуляция потоотделения, уточняется информация от терморецепторов тела и деятельность центров терморегуляции. Все это позволяет лучше поддерживать постоянство температуры тела в различных условиях среды и при разных формах деятельности. Дети младшего школьного возраста по сравнению с дошкольниками меньше подвержены перегреванию и переохлаждению, хотя их устойчивость к изменениям температурных режимов все еще недостаточно совершенна.

**5 Иммунитет**

Закаливание – наиболее эффективный путь повышения неспецифической иммунобиологической устойчивости организма, т.е. его способности противостоять инфекциям, особенно простудным. Связь между сосудодвигательными терморегуляторными реакциями, составляющими суть закаливания, и повышением сопротивляемости организма к инфекции довольно сложная и не во всем еще изучена, тем более любопытны уже установленные факты. Так, например у хорошо закаленных людей при охлаждении температура слизистой поверхности носа практически не меняется, тогда как у незакаленных – быстро снижается. Поскольку в основном простудная инфекция проникает в организм через верхние дыхательные пути, для повышения устойчивости организма очень важно, чтобы сохранялась высокая активность лимфоцитов – клеток крови, предназначенных для борьбы с болезнетворными микробами. Снижение температуры слизистой носа нарушает нормальную активность лимфоцитов, и микробы на стадии проникновения в организм оказываются победителями в этой «войне». У закаленного же человека даже значительное охлаждение не снижает активности лимфоцитов, и болезнетворные микробы погибают уже на подступах к организму.

Такова цена адаптации сосудодвигательных реакций. В детском возрасте, когда специфическая иммунобиологическая защищенность организма в целом еще развита слабее, чем у взрослых, закаливание и поддержание на высоком уровне иммунобиологического барьера особенно важны.

С рассматриваемым возрастом (период полуростового скачка, возраст 5–6 лет) связан следующий этап созревания иммунной системы: в этом возрасте созревает неспецифический клеточный иммунитет. Формирование собственной системы неспецифической гуморальной иммунной защиты завершается примерно на 7-м году жизни, после чего простудная заболеваемость детей заметно снижается.