**ЛЕКЦИЯ 14**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО 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**

Средний школьный возраст (от 10 до 13–14 лет) и старший школьный возраст (до 17–19 лет) резко различаются по морфофункциональным и психофизиологическим характеристикам. Эти этапы школьного обучения охватывают частично второе детство (10–12 лет), подростковый возраст (девочки от 12 до 15 лет и мальчики от 13 до 16 лет) и частично юношеский возраст (девушки от 16 до 17–19 лет и юноши от 17 до 19 лет).

Возрастной период от 10 до 17–19 лет характеризуется достижением максимального развития большинства физических качеств – гибкости, быстроты, ловкости, силы, скоростно-силовых возможностей, а также большими изменениями выносливости, которая достигает максимального развития несколько позже – к 20–25 годам.

Средний и старший школьный возраст особенно благоприятен для физического воспитания, так как соответствует проявлениям многих сенситивных периодов развития физических качеств, т. е. периодов, наиболее чувствительных к тренирующим воздействиям.

Одним из ранних является физическое качество гибкости – суставной подвижности. Совершенствование гибкости, начинающееся в дошкольном и младшем школьном возрасте, продолжается в среднем школьном возрасте. Гибкость подростков тем выше, чем больше длина частей тела. Наиболее высоких значений гибкость достигает к 15-летнему возрасту, без дальнейшей тренировки она начинает снижаться. У девочек гибкость выражена лучше, чем у мальчиков.

Весьма благоприятный период развития ловкости отмечается с 7 до 14 лет (с небольшим ухудшением этого качества в пике пубертатного периода). Созревание нижнетеменных третичных областей коры способствует улучшению межсенсорной интеграции и сенсомоторных взаимосвязей, формированию представлений о «схеме тела» и «схеме пространства». В результате улучшается пространственная ориентация движений и, как следствие, телесная и предметная ловкость.

До мере созревания лобных третичных областей коры больших полушарий появляются новые возможности для различных проявлений ловкости: развивается способность к формированию новых движений в необычных условиях, улучшается анализ текущей и будущей ситуации, внесение сенсорных коррекций в двигательные программы, временная оценка выполняемых действий. Развитию ловкости способствует совершенствование процессов экстраполяции. После 35-летнего возраста проявления ловкости ухудшаются, особенно нарушаясь в пожилом возрасте.

С 10 до 15 лет резко улучшаются различные показатели качества быстроты, достигая к 15-летнему возрасту взрослых величин и сохраняясь на этом уровне примерно до 35 лет. В ЦНС подростка увеличивается скорость протекания нервных процессов (лабильность нервной ткани) и повышается подвижность нервных процессов, скорость смены процессов возбуждения и торможения. Это способствует повышению скорости переработки информации в коре больших полушарий. К 12-летнему возрасту заметно укорачивается время простой двигательной реакции, а к 14 годам – время сложной реакции с выбором. Совершенствование центральной регуляции движениями и повышение возбудимости и лабильности мышечного аппарата способствуют ускорению моторных актов. К 15-летнему возрасту достигают взрослого уровня показатели теппинг-теста (50–60 ударов за 10 с) и максимальной скорости бега. Особенно значительно улучшаются скоростные параметры у мальчиков.

Мышечная сила нарастает в медленном темпе до 11-летнего возраста. Затем наступает замедление темпов ее прироста, связанное с развитием препубертатного периода (11–13 лет у мальчиков) и началом перестроечных процессов в организме. Лосле 14 лет начинается существенный прирост мышечной силы, особенно выраженный у мальчиков и связанный с усиленной секрецией мужских половых гормонов (андрогенов). Становая сила у мальчиков в 12 лет составляет в среднем 50–60 кг, в 15 лет – 90–100 кг, в 18 лет – 125–130 кг.

Сенситивный период развития качества силы приходится на 14–17 лет. В возрасте 18 20 лет мышечная сила достигает максимальных значений для взрослого нетренированного человека. Обычно сила кисти у мужчин составляет около 70–75 % от массы тела, а у женщин примерно 50–60 %. При отсутствии специальной тренировки сила сохраняется на этом уровне примерно до 45-летнего возраста. В юношеском возрасте устанавливается характерная для взрослого организма топография мышечной силы, однако коррекцию в нее вносит специфика мышечной тренировки.

Позже других качеств развивается выносливость к длительной циклической работе умеренной мощности. Сенситивный период ее развития приходится на возраст 15–20 дет, когда в достаточной мере созревают функции дыхательной и сердечнососудистой систем, обеспечивающих работу аэробного характера. В 20–25 лет это качество достигает высокого развития и дольше других сохраняется в онтогенезе человека (примерно до 55 лет и более). Статическая выносливость увеличивается меньше, чем динамическая. Она уменьшается в пубертатном периоде, а затем нарастает, особенно к возрасту 18–20 лет.

В юношеском возрасте на основе значительного развития различных качественных характеристик двигательной деятельности возможна специализация во многих видах спорта и достижение высоких спортивных результатов. Лишь в видах спорта, требующих предельного развития выносливости (бег на длинные и сверхдлинные дистанции, лыжные гонки и др.), высшие достижения появляются в более позднем возрасте – в 20–35 лет.

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

В среднем и старшем школьном возрасте значительное развитие отмечается во всех высших структурах ЦНС. К периоду половой зрелости вес головного мозга по сравнению с новорожденным увеличивается в 3,5 раза у юношей и в 3 раза у девушек.

До 13–15 лет продолжается развитие промежуточного мозга. Происходит рост объема нервных волокон таламуса, дифференцирование ядер гипоталамуса. К 15-летнем возрасту взрослых размеров достигает мозжечок.

В коре больших полушарий общая длина борозд к 10 годам увеличивается в 2 раза, а площадь коры – в 3 раза. У подростков заканчивается процесс миелинизации нервных путей.

Период с 9 до 12 лет характеризуется резким увеличением взаимосвязей между различным корковыми центрами, главным образом за счет роста отростков нейронов в горизонтальном направлении. Это создает морфофункциональную основу развития интегративных функций мозга, установления межсистемных взаимосвязей.

В возрасте 10–12 лет усиливаются тормозные влияния коры на подкорковые структуры. Формируется близкие к взрослому типу корково-подкорковые взаимоотношения с ведущей ролью коры больших полушарий и подчиненной ролью подкорки.

У 13-летних подростков существенно улучшается способность к переработке информации, быстрому принятию решений, повышение эффективности тактического мышления. Время решения тактических задач у них достоверно сокращается по сравнению с 10-летними. Оно мало изменяется к 16-летнему возрасту, но еще не достигает взрослых величин.

Помехоустойчивость поведенческих реакций и двигательных навыков достигает взрослого уровня уже к возрасту 13 лет. Эта способность имеет большие индивидуальные различия, она контролируется генетически и мало изменяется в процессе тренировки.

Плавное улучшение мозговых процессов у подростков нарушается по мере вступления их в период полового созревания – у девочек в 11–13 лет, у мальчиков в 13–15 лет. Этот период характеризуется ослаблением тормозных влияний коры на нижележащие структуры и «буйством» подкорки, вызывающим сильное возбуждение по всей коре и усиление эмоциональных реакций у подростков. Возрастает активность симпатического отдела нервной системы и концентрация адреналина в крови. Ухудшается кровоснабжение мозга.

Такие изменения ведут к нарушению тонкой мозаики возбужденных и заторможенных участков коры, координации движений, ухудшают память и чувство времени. Поведение подростков становится нестабильным, часто немотивированным и агрессивным. В межполушарных отношениях также возникают существенные изменения – временно усиливается роль правого полушария в поведенческих реакциях. У подростка ухудшается деятельность второй сигнальной системы (речевые функции), повышается значимость зрительно-пространственной информации. Отмечаются нарушения высшей нервной деятельности – нарушаются все виды внутреннего торможения, затрудняется образование условных рефлексов, закрепление и переделка динамических стереотипов. Наблюдаются расстройства сна.

Снижение контролирующих влияний коры на поведенческие реакции приводит к внушаемости и несамостоятельности некоторых подростков, которые легко перенимают вредные привычки, стараясь подражать старшим товарищам.

Гормональные и структурные перестройки переходного периода замедляют рост тела в длину, снижают темпы развития силы и выносливости.

С окончанием этого периода перестроек в организме снова усиливается ведущая роль левого полушария головного мозга, налаживаются корково-подкорковые отношения с ведущей ролью коры. Снижается повышенный уровень корковой возбудимости и нормализуются процессы высшей нервной деятельности.

В среднем школьном возрасте в основном заканчивается созревание всех сенсорных систем. Зрительная сенсорная система уже в 10–12-летнем возрасте достигает функциональной зрелости. К этому моменту совершенствуются функции ее коркового представительства, развивается система более сложных нейронов-детекторов, обеспечивающих высокий уровень зрительного восприятия, обогащаются межцентральные взаимосвязи зрительных центров с другими зонами коры, позволяя интегрировать зрительные впечатления в общую систему регуляции поведения. В затылочной области коры, где находятся проекции первичных зрительных полей, устанавливается взрослый тип альфа-активности ЭЭГ.

Глаза становятся соразмерными, т. е. длина зрительной оси глаза теперь соответствует преломляющей силе и фокусирование лучей происходит непосредственно на сетчатке. Детская дальнозоркость при этом исчезает. Вместе с тем, благодаря чрезвычайно высокой эластичности хрусталика, дети могут четко видеть предметы на близком расстоянии. Ближайшая точка ясного видения у школьников понемногу отодвигается, но привычка рассматривать мелкие предметы с близкого расстояния может постепенно привести к развитию близорукости. Длина глазного яблока в этих условиях продолжает с возрастом увеличиваться. Этому способствуют чтение на близком расстоянии от книги, чтение лежа, а также систематическая работа с мелкими предметами. Чтение или работа на близком расстоянии составляют на уроках в среднем и старшем школьном возрасте от 65 до 90 % учебного времени. Длительное напряжение глазодвигательных мышц сдавливает глазное яблоко, уплощая и удлиняя его. Фокусирование лучей происходит перед сетчаткой, а изображение на сетчатке оказывается расплывчатым. Для профилактики этих явлений необходимо соблюдать правильную рабочую позу, читать при достаточном освещении, предохранять глаза от переутомления.

У подростка заметно повышается острота зрения, расширяется поле зрения, улучшается бинокулярное зрение, совершенствуется различение цветовых оттенков. Глубинное зрение продолжает развиваться до 16–17 лет, когда оно достигает конечных величин, а светочувствительность увеличивается до 20-летнего возраста.

Совершенствование зрительной сенсорной системы позволяет значительно улучшить ориентацию в пространстве, выделение значимой информации из потока внешних сигналов. Это, в свою очередь, повышает точность и координацию движений, расширяет сферу деятельности растущего организма.

Созревание слуховой сенсорной системы (главным образом ее коркового отдела) завершается к 12–13-летнему возрасту. Резко снижаются пороги слышимости звуков, особенно в речевом диапазоне (1000–4000 Гц). Повышение остроты слуха позволяет хорошо дифференцировать звуковые раздражители. Улучшается скорость и точность восприятия речи, развивается музыкальный слух.

К 11-летнему возрасту повышается точность оценки протяженности звучания различных сигналов и длительности звуковых интервалов, что имеет важное значение для формирования чувства времени у подростков, а совершенствование в этом возрасте бинаурального слуха улучшает пространственную ориентацию.

Вместе с тем у подростков и юношей начинает снижаться восприятие высоких частот, этот процесс продолжается и далее в зрелом возрасте и по мере старения организма.

На нормальную деятельность слуховой сенсорной системы, особенно у подростков, негативное влияние оказывают громкие звуки. В частности, нужно помнить, что систематическое прослушивание громкой музыки через наушники плейеров нарушает воздушную и костную проводимость звуковых колебаний и часто приводит к патологическому снижению слуха.

Вестибулярная сенсорная система созревает к 14-летнему возрасту. Однако около 40 % подростков характеризуется неустойчивостью к действию ускорений. В 15–16 лет еще часто проявляется недостаточная способность к сохранению равновесия на подвижной опоре. После 16 лет способность поддерживать равновесие значительно улучшается и стабилизируется.

С началом овариально-менструального цикла у девочек 12–13 лет вестибулярная устойчивость приобретает циклический характер, снижаясь в предменструальную и менструальную фазы и улучшаясь в постменструальную и постовуляторную фазы.

В подростковом и юношеском возрасте усиливаются вестибуло-вегетативные реакции симпатического типа, вызывающие повышение ЧСС. В результате вестибулярных нагрузок возникают различные (положительные или отрицательные) эмоциональные реакции, которые необходимо учитывать при работе с детьми, а также замедляется течение субъективного времени, что нарушает оценку временных интервалов.

Развитие двигательной сенсорной системы происходит непрерывно, значительно усиливаясь в возрасте от 7–8 до 13–15 лет, когда достигается оптимальный уровень ее развития. К этому времени в сочетании с кожной афферентацией формируется хорошо развитая комплексная кинестетическая чувствительность.

В 16 лет точность различения мышечных напряжений практически не отличается от уровня взрослых людей. Благодаря четкому восприятию проприоцептивной информации увеличивается способность к управлению не только отдельными мышцами, но даже отдельными двигательными единицами.

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

С завершением периода второго детства, развертыванием переходного периода и наступлением юношеского возраста в растущем организме происходят значительные перемены в длине, массе, составе и пропорциях тела, в функционировании различных органов и систем.

Завершается формирование зубного аппарата. Вырастают клыки (10–12 лет) и малые коренные зубы (10–12 лет), затем вторые (12–14 лет) и третьи коренные зубы – «зубы мудрости» (17–25 лет).

В костной ткани продолжается процесс окостенения, который в основном завершается в юношеском возрасте. К 13 годам завершается окостенение пястных и запястных отделов рук, затем фаланг пальцев ног (у девушек к 13–17 годам, у юношей к 15–21 году) и фаланг пальцев рук (к 19–21 году). Незавершенный процесс окостенения позвоночника может привести у подростков и юношей к различным его повреждениям; при больших нагрузках. Окончательно процесс окостенения скелета завершается к 25-летнему возрасту.

Особенно заметным является «пубертатный скачок роста» – резкое увеличение длины тела, в основном за счет быстрого роста трубчатых костей. У девочек он наступает в среднем около 13 лет, когда годовой прирост у них достигает 8 см, у мальчиков – в 14 лет, составляя до 10 см в год. При этом у подростка непривычно вытягиваются конечности, но отстает рост грудной клетки. Временно нарушаются привычные пропорции тела и координация движений. Проявляются избыточность или дефицит массы тела. В юношеском возрасте увеличиваются поперечные размеры тела, устанавливаются индивидуальные его особенности, достигается гармоничные пропорции. Гармоничное развитие отмечается у 80–90 % школьников.

Масса тела до 14 лет изменяется медленно. С 14–15 лет начинается ее бурное увеличение, которое сопровождается быстрым приростом массы сердца. Вес мышечной массы достигает к 15 годам 32 % массы тела, к 17–18 годам – 44 % (взрослого уровня).

В возрасте 8–18 лет значительно изменяется дайна и толщина мышечных волокон. Происходит созревание быстрых утомляемых гликолитических мышечных волокон (II-б типа) и с окончанием переходного периода устанавливается индивидуальный тип соотношения медленных и быстрых волокон в скелетных мышцах.

В среднем школьном возрасте– завершается формирование у подростка присущего ему морфотипа: эктоморф (по другим классификациям – астеник, долихоморф) с узкими пропорциями тела, эндоморф (гиперстеник, брахиморф) с широкими пропорциями тела и промежуточный тип (мезоморф).

Постепенное и поэтапное упрочение костей, связочного аппарата и мышечной массы у подростка делает необходимым постоянно следить за формированием его правильной осанки и развитием мышечного корсета, избегать длительного использования асимметричных поз и односторонних упражнений, чрезмерных отягощений. Неправильное соотношение тонуса симметричных мышц приводит к асимметрии плеч и лопаток, сутулости и прочим функциональным нарушениям осанки. В среднем школьном возрасте нарушения осанки встречаются в 20–30 % случаев, искривления позвоночника – в 1–10 % случаев. У девочек и девушек осанка является более прямой, чем осанка мальчиков и юношей.

Созревание опорно-двигательного аппарата и центральных регуляторных механизмов обеспечивает развитие важнейших качественных характеристик двигательной деятельности. На средний и старший школьный возраст приходятся сенситивные периоды развития силы, быстроты, ловкости и выносливости.

Уровень физического развития организма и качеств двигательной деятельности зависит от стадии полового созревания. Чем более высокая стадия полового созревания у подростка, тем выше его физические возможности и спортивные достижения.

Большая межиндивидуальная вариабельность длительности протекания у подростков переходного периода отражается на некоторой разноречивости результатов исследований сенситивных периодов разными авторами. Особенно это касается первой фазы пубертата, когда отмечается ухудшение двигательных функций и проявления физических качеств, Подростки в этот период неловки и угловаты. Движения их недостаточно координированы. Они не знают, куда девать такие длинные руки, как ловко управлять неожиданно выросшими ногами. Во всех их действиях наблюдается обилие лишних движений. Повышены энерготраты на работу.

Нарушается моторика речи. Отмечается нарушение ритмичности и плавности речи, затрудняется регуляция громкости. Подростки часто сокращают слова, заменяя их междометиями. В этот период нарушается речевая регуляция движений. С окончанием переходного периода эти явления исчезают.

В юношеском возрасте в результате созревания опорно-двигательного аппарата и завершения развития физических качеств достигается высокое совершенство движений. Создается основа формирования наиболее сложных их форм, четкой ориентации во времени и пространстве, с максимальной выраженностью различных проявлений силы, ловкости и быстроты.

**4 Терморегуляция, обмен веществ**

Процессы теплообмена у подростков и юношей отличаются от этих процессов у детей более младшего возраста. С увеличением габаритов тела увеличиваются градиенты температуры кожи от туловища к дистальным отделам конечностей.

Становятся более выраженными суточные колебания температуры тела. Средние суточные изменения температуры ядра тела у годовалого ребенка составляют 0,25 °C, у дошкольников – 0,34 °C, в юношеском возрасте – около 1,0 °C.

После 9-летнего возраста происходят качественные изменения процессов терморегуляции. Снижается значение химической терморегуляции, обеспечивающей поддержание постоянства температуры тела за счет изменений интенсивности метаболических процессов, и повышается роль физической терморегуляции, изменяющей отдачу тепла с поверхности кожи за счет сосудистых реакций. Хотя терморегуляционное усиление теплопродукции в целом снижается по мере взросления, у подростков 10–14 лет этот механизм снова временно возрастает в 1-ю фазу пубертатного периода.

В среднем школьном возрасте завершается созревание физиологических механизмов, регулирующих потоотделение. По количеству и характеру реакций термическое и психогенное потоотделение с окончанием переходного периода приближается к аналогичным показателям взрослых.

Совершенствование механизмов теплоотдачи улучшает адаптацию юношеского организма к большому диапазону изменений температур окружающей среды. Терморегуляционные реакции в юношеском возрасте становятся более эффективными и экономичными. В температурном ядре тела к 18-летнему возрасту устанавливается средняя величина температуры тела, соответствующая взрослым.

На протяжении среднего и старшего школьного возраста происходят перемены в обмене веществ и энергии. Уменьшается преобладание процессов ассимиляции над процессами диссимиляции.

Величина основного обмена у детей этого возраста в расчете на единицу массы тела или поверхности тела заметно снижается. У девочек она ниже, чем у мальчиков, и раньше приближается к уровню зрелого организма. Лишь в пубертатном возрасте основной обмен у девочек временно оказывается выше, чем у мальчиков. Суточная величина основного обмена возрастает у подростков по отношению к детям младшего школьного возраста почти в 1,5 раза, достигая примерно 1300–1400 ккал, а в юношеском возрасте приближается к уровню зрелого организма (1700 ккал).

Увеличение массы тела и повышение двигательной активности вызывают нарастание и общего объема суточных энерготрат: в среднем школьном возрасте они составляют около 2500–2700 ккал, а в старшем школьном возрасте – 2800–2900 ккал.

С возрастом происходит и перестройка в процессах обмена веществ. С окончанием роста массы тела падает относительная потребность организма в белках. Положительный азотистый баланс к юношескому возрасту постепенно сменяется азотистым равновесием, характерным для взрослого организма. Относительная потребность в белке (на 1 кг массы тела) с возрастом снижается: в 1–3 года – 4–4,5 г, в 6–10 лет – 2,5–3 г, у подростков – 2–2,5 г, у взрослых – 1,5–1,8 г. Общая же суточная потребность в белках возрастает с ростом массы тела: у дошкольников – около 70 г, в младшем школьном возрасте – 75–80 г, в среднем школьном возрасте – примерно 85–90 г, в старшем школьном возрасте – 90–100 г (как у взрослых).

Аналогичны величины суточной потребности в жирах. У подростков еще достаточно высока потребность в поступлении жира с пищей. В период полового созревания жиры используются для пластических процессов формирования состава тела, а холестерин необходим для синтезирования половых стероидных гормонов. Вместе с тем избыточное поступление жира при низкой двигательной активности приводит к ожирению. У подростков, характеризующихся избыточными жировыми отложениями, величина основного обмена на единицу массы тела может быть ниже на 20–30 % из-за низкой интенсивности процессов обмена в жировых клетках. Сравнительно большим содержанием жира в составе тела объясняется также более низкий уровень основного обмена у женщин по сравнению с мужчинами.

Относительная интенсивность углеводного обмена у подростков снижается, а суточная потребность в углеводах растет: у младших школьников она составляет около 300 г, в среднем школьном возрасте – 340–370 г, в старшем школьном возрасте – около 400 г, у взрослых – 500–600 г. Углеводы обеспечивают в организме подростка как пластические процессы, так и энергетические. Повышение объема двигательной активности подростков увеличивает их потребность в углеводах.

В растущем организме велика потребность в поступлении необходимого количества витаминов и минеральных веществ. Кальций и фосфор нужны для формирования скелета, железо – для образования гемоглобина. Однако по мере увеличения возраста относительная потребность в воде, витаминах и минеральных веществах снижается.

**5 Иммунитет**

Пубертатный скачок роста сочетается с уменьшением массы лимфоидных органов. Стимуляция секреции половых гормонов (андрогенов) ведет к подавлению клеточного иммунитета и стимуляции гуморального.

У детей старшего возраста содержание IgE в крови снижается. Окончательно формируются типы иммунного ответа (сильный и слабый). Нарастает воздействие на иммунную систему экзогенных факторов, например курения. Отмечается новый подъем частоты хронических, воспалительных и аутоиммунных заболеваний. Тяжесть атопических болезней (бронхиальной астмы и др.) у многих детей ослабевает.

В критические периоды становления иммунной системы особенно часто проявляются наследственные особенности иммунного ответа и иммунопатологические отклонения.

В эти же периоды одна болезнь может сменить другую. Например, у аллергика уменьшится пищевая аллергия, но разовьется аллергический ринит или бронхиальная астма. А у того, кто страдал дерматитом, появится полиартрит.

Но в эти же периоды болезнь может отступить или уйти насовсем.