

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Институт возрастной физиологии Российской академии образования»  
(ФГБНУ «ИВФ РАО»)

**Подростковый возраст: особенности развития сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной систем и адаптации к различным нагрузкам в условиях учебного процесса**

Методическое пособие для педагогов и психологов

Москва – 2016

**Авторы:** Шарапов А.Н., Безобразова В.Н., Догадкина С.Б., Кмить Г.В., Рублева Л.В., Ермакова И.В., Сельверова Н.Б., Соколов Е.В.

Описаны особенности возрастного развития сердечно-сосудистой, дыхательной и эндокринной систем у подростков. Рассмотрены особенности адаптации организма подростка к физическим нагрузкам разного вида и к умственной деятельности. Даны практические советы и рекомендации по сохранению здоровья подростков.

## Оглавление

1. Введение.....	4
2. Основная часть.....	6
2.1. Строение и деятельность сердечно-сосудистой системы.....	6
2.2. Строение и функция дыхательной системы .....	12
2.3. Адаптационные возможности организма подростков.....	16
2.4. Особенности развития эндокринной системы подростков.....	18
2.4.1. Половое развитие мальчиков .....	18
2.4.2. Половое развитие девочек.....	19
2.4.3. Физическое развитие подростков.....	21
2.4.4. Влияние гормонов на физическое развитие и поведение подростков..	23
2.4.5. Практические советы для работников образовательных учреждений.....	25
3. Список рекомендованной литературы.....	27
4. Приложение.....	29

## 1. Введение

Специфика подросткового этапа развития в значительной мере определяется важнейшим биологическим фактором – половым созреванием, и связанными с ним глубокими эндокринными перестройками. Процесс полового созревания сопровождается существенными изменениями в деятельности всех физиологических систем, включая сердечно-сосудистую, дыхательную, эндокринную и центральную нервную системы. Запускающим звеном этого процесса является гипоталамус, который является одновременно важнейшей структурой мозга, от которой зависят высшие нервные функции и психические процессы, и железой, обеспечивающей стабильность обменных процессов. Резкое повышение активности гипоталамуса на начальном этапе полового созревания обуславливает бурные изменения всего организма.

Биологические изменения, происходящие в организме подростка, регулируются различными гормонами эндокринной системы, которые ускоряют физическое развитие и половое созревание. В процессе полового созревания повышается выделение половых гормонов, ответственных за биологические, морфологические и психологические изменения, происходящие в подростковом возрасте. Физическое развитие и половое созревание – две стороны одного процесса развития организма, являющиеся одним из главных показателей здоровья подростка. Физическое развитие – изменение размеров и пропорций тела по мере взросления, а половое созревание – усиление признаков, которые определяют принадлежность к мужскому или женскому полу. Между ними существует тесная связь, которая выражается в том, что формирование тела как у взрослого человека (т.е. половое созревание), происходит в ходе физического развития, а становление репродуктивной функции организма возможно только после достижения определённого уровня физических показателей.

Половое созревание – это процесс, результатом которого является половая зрелость. Физиологически она достигается в течение подросткового возраста (11-15 лет), а психологически – в конце юношеского возраста (т.е.

после 16-19 лет). Период полового созревания является одним из ответственных периодов развития, который характеризуется интенсивной перестройкой организма, которая приводит к возможности осуществления репродуктивной функции. Все изменения, происходящие в подростковом возрасте, генетически обусловлены. Срок наступления пубертата зависит от многочисленных генетических и внешних факторов.

Критический характер подросткового периода предъявляет особые требования как к средствам и методам обучения, так и к характеру взаимоотношений взрослых с подростком, которое должно основываться на стремлении к сотрудничеству и избеганию конфликтов. В педагогической практике следует учитывать различия в темпах полового созревания мальчиков и девочек, а также большое разнообразие индивидуальных особенностей. Вследствие того, что в одном классе оказываются подростки с совершенно различным уровнем зрелости, индивидуальный подход к школьникам на этом этапе развития приобретает особую значимость.

Методические рекомендации разработаны с целью вооружения педагогов и психологов школ научными знаниями об особенностях развития и адаптационных возможностях организма подростков, которые будут способствовать укреплению и сохранению здоровья детей.

## **2. Основная часть**

### **2.1. Строение и деятельность сердечно-сосудистой системы**

Сердечно-сосудистая система - одна из важнейших систем, обеспечивающая транспорт питательных веществ и кислорода, удаление продуктов обмена. При заболеваниях сердца страдает не только оно само, но и другие органы. Больному сердцу труднее перекачивать кровь по сосудам, и поэтому организм получает меньше нужных ему питательных веществ и кислорода.

В последнее время заболевания сердца и сосудов заметно «помолодели». Артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца (стенокардия), ранняя форма атеросклероза и даже инфаркт миокарда стали встречаться уже в школьном возрасте. За последние годы распространенность сердечно-сосудистых заболеваний у детей увеличилась на 13%. Возросло количество детей с врожденными пороками сердца и сосудов.

В чем причины такой печальной статистики?

- Во-первых, может ли быть здоровым ребенок, если его мама, увы, имеет целый «букет» серьезных хронических заболеваний, которые влияют на развитие плода?
- Во-вторых, у современных женщин роды в 60% случаев проходят с осложнениями (по официальным данным). А это значит, что у большинства новорожденных в будущем могут появиться заболевания сердца.
- В-третьих, загрязнение воздуха, почвы и воды промышленными и транспортными отходами, радиоактивными веществами пагубно воздействует на развитие сердечно-сосудистой системы, особенно у детей.

Центральным органом сердечно-сосудистой системы является сердце. Оно расположено в грудной полости между легкими. Большая его часть находится слева от срединной линии тела человека. Средние размеры сердца у взрослых следующие: длина 12 - 15 см, наибольший поперечник 9 - 11 см.

Объем сердца составляет около 700 -800 см<sup>3</sup> у мужчин и 500-600 мм<sup>3</sup> у женщин.

Размер сердца и его масса изменяются с возрастом. Сердце у детей относительно больше, чем у взрослых. Его масса составляет у ребенка 0,64-0,80%, а у взрослого человека 0,48-0,52% массы тела. Наиболее интенсивно сердце растет в течение первого года жизни ребенка при этом масса сердца у мальчиков больше, чем у девочек. В 12-13 лет сердце девочек начинает опережать по темпам развития сердце мальчиков, а после 16 лет масса сердца у мальчиков вновь становится больше, чем у девочек.

Сердце представляет собой мышечный орган, полость которого подразделяется на 4 камеры: два предсердия и два желудочка. Между предсердиями и желудочками расположены специальные клапаны, они препятствуют движению крови в обратном направлении. Между левым предсердием и левым желудочком расположен двустворчатый клапан, называемый также митральным, между правым предсердием и правым желудочком расположен трехстворчатый клапан.

Правые предсердие и желудочек получают кровь, которая уже прошла по всем тканям и органам, она темно-красного цвета и называется венозной. Сердце посылает эту кровь по крупным сосудам в легкие, где она получает новую порцию кислорода. Кислород меняет цвет крови – она становится алой. Такая кровь называется артериальной. Из легких кровь возвращается в сердце, на этот раз в его левые камеры. Оттуда сердце посылает ее в самую крупную артерию – аорту, от которой отходят более мелкие артерии, пронизывающие все наше тело.

По мере того как артерии разветвляются и распространяются по всему телу, они становятся все тоньше, пока не превращаются в совсем маленькие сосуды – капилляры. Проходя по ним, кровь доставляет кислород, витамины, минеральные соли и питательные вещества (белки, жиры, углеводы) ко всем тканям и органам и забирает из них все «отработанные» вещества и углекислый газ. После того, как кровь снабдила все органы необходимыми

веществами и забрала «шлаки», она начинает свой путь назад – к сердцу: сначала по мелким венам, затем по более крупным, кровь возвращается в правую половину сердца. И весь процесс начинается сначала. Движение крови через сердце, по артериям, капиллярам и венам называется ***кровообращением***.

Сердце сокращается ритмично: сокращения отделов чередуются с их расслаблением. Сокращение отделов сердца называют систолой, а расслабление – диастолой. Период, охватывающий одно сокращение и расслабление сердца, называют сердечным циклом.

***Частота сердечных сокращений, систолический и минутный объем.***

Частота сердечных сокращений обычно измеряется по пульсу, поскольку каждый выброс крови в сосуды приводит к изменению их кровенаполнения, растяжению сосудистой стенки, что ощущается в виде толчка. Частота пульса измеряется количеством ударов за 1 минуту (уд/мин). Необходимо помнить, что частота пульса у детей выше, чем у взрослых. Чем меньше ребенок, тем чаще у него пульс. В норме у взрослого человека частота сердечных сокращений (ЧСС) – 75 раз в 1 минуту. У новорожденных она значительно выше – 140 в минуту. Интенсивно снижаясь по мере роста и развития организма, она составляет в 11 лет 84 уд|мин, в 12 лет- 82 уд|мин, в 13 лет – 80 уд|мин, в 14 лет – 78 ударов в минуту, а к 15 годам приближается к величине взрослого. Школьникам свойственна так называемая дыхательная аритмия; при вдохе частота пульса увеличивается, а при выдохе - снижается. Это нормально и связано с особенностями нервной регуляции деятельности сердца.

У школьников пульс может очень быстро изменяться. Когда ребенок бежит или играет в подвижные игры, пульс учащается. Сердце бьется чаще, чтобы обеспечить работающие мышцы большим количеством кислорода. Пульс может учащаться и от испуга, волнения, радости. В таких ситуациях в организме вырабатывается гормон адреналин, который ускоряет сокращения



сердца. Если ребенок болен и у него поднялась температура, то частота пульса возрастает. Во время отдыха и сна сердце тоже отдыхает и пульс замедляется.

При сокращении сердца у взрослого человека, находящегося в состоянии покоя, каждый желудочек выталкивает в артерии 60-80 кубических сантиметров крови. Количество крови, выбрасываемое желудочком за одно сокращение, называется ударным или систолическим объемом (УО). Количество крови, выбрасываемое в аорту сердцем новорожденного при одном сокращении, всего 2.5 см<sup>3</sup>. К первому году оно увеличивается в 4 раза, а к 12 годам – в 16.4 раза.

Количество крови, выбрасываемое сердцем в 1 минуту, называют минутным объемом. Зная количество крови, поступившее из желудочка во время систолы и частоту пульса в 1 мин, можно рассчитать величину минутного объема. Если систолический объем равен 70 см<sup>3</sup>, а ЧСС – 75 в мин, то минутный объем равен  $70 \times 75 = 5250$  (см<sup>3</sup>).

У тренированных людей увеличение минутного объема происходит главным образом за счет величины ударного объема. Сердечные сокращения при этом учащаются незначительно. У людей нетренированных минутный объем крови увеличивается в основном за счет учащения сердечных сокращений. Известно, что при увеличении ЧСС укорачивается продолжительность общей паузы сердца. Из этого следует, что сердце нетренированных людей работает менее экономично и быстрее изнашивается.

### ***Кровяное давление и его возрастные особенности***

Переменное давление, под которым кровь находится в кровеносном русле, называют кровяным или артериальным давлением. Кровяное давление в кровеносной системе меняется. Во время систолы желудочков кровь с силой выбрасывается в аорту, при этом давление крови наибольшее. Это наивысшее давление называют систолическим или максимальным. В фазе расслабления (диастолы) сердца артериальное давление снижается и

становится диастолическим или минимальным. Разность между систолическим и диастолическим давлением называют пульсовым давлением.

В плечевой артерии человека систолическое давление составляет 110-125 мм рт.ст., а диастолическое – 60-85 мм рт.ст. У детей кровяное давление значительно ниже, чем у взрослых. У подростков могут возникать подъемы артериального давления в результате особенностей их физического развития, темпов роста и полового созревания. В подростковом возрасте часто наблюдается резко выраженная диспропорция между увеличением объема сердца и емкостью сосудистой сети, которая значительно запаздывает в своем формировании. В результате относительной узости просвета кровеносных сосудов возникает дополнительное сопротивление току крови, преодоление которого и ведет к повышению артериального давления. Особенно часто это наблюдается у подростков с высоким ростом.

Анатомический фактор усиливается действием на сосуды гормонов ряда желез внутренней секреции, активность которых существенно возрастает в подростковом возрасте. Повышенная гормональная активность гипофиза, щитовидной железы, надпочечников и половых желез могут вызывать повышение артериального давления у подростков.

Подтверждением влияния гормональных перестроек организма на величину артериального давления может служить следующие данные: около 15% девочек перед началом менструального цикла имеют артериальное давление на 15-25 мм.рт.ст. выше, чем те, у которых уже начались месячные. Подъем артериального давления в период полового созревания может сопровождаться головной болью, рвотой, нарушениями сна. Давление может подниматься до 160-180 мм.рт.ст.

Умственные и эмоциональные перегрузки в сочетании с малоподвижным образом жизни могут способствовать переходу физиологических временных повышений артериального давления в длительные нарушения регуляции сосудистого тонуса. Систолическое

давление при этом может повышаться до 140-160 мм.рт.ст., а диастолическое давление оставаться нормальным. Такое повышение артериального давления носит эпизодический характер, снижаясь после отдыха, при нормализации режима дня, и часто обозначается термином вегето-сосудистая дистония. Несмотря на то, что такие состояния носят временный характер, они могут расцениваться как предболезнь, а здоровье таких подростков требует повышенного внимания. Особенно пристального внимания требуют высокорослые подростки, с периодическими подскоками артериального давления, родители или близкие родственники которых страдают гипертонией.

Значительную роль в развитии гипертонии играют умственные перегрузки и хроническое переутомление. Дети, обучающиеся в специализированных школах с повышенной учебной нагрузкой, в большей степени подвержены риску возникновения гипертонии.

Профилактика гипертонии у подростков требует целого комплекса мероприятий. Основным его принципом является правильно организованный режим дня, препятствующий перенапряжению и переутомлению. Не менее важным фактором является рациональный двигательный режим, чередование умственного и физического труда, разумно организованный отдых. Помимо этого, важную роль в профилактике гипертонии играет спокойная, доброжелательная атмосфера в школе и дома, минимальное количество стрессовых ситуаций в процессе обучения.

Большое количество информации, которые вмещают современные учебные программы, а также обилие внеучебной деятельности, часто могут неблагоприятно сказываться на состоянии сердечно-сосудистой системы подростков. Напряженные занятия в школе, выполнение трудоемких домашних заданий, дополнительные занятия с репетиторами лишают школьников того времени, которое необходимо им для прогулок, занятий спортом и другой двигательной активности. Отрицательные эмоции, умственные перегрузки, длительные статические нагрузки (например, когда

ребенок долго сохраняют неподвижную позу) могут вызывать повышение систолического и диастолического артериального давления, что отрицательно сказывается на работе сердца.

## **2.2.Строение и функция дыхательной системы**

Система внешнего дыхания является практически единственной физиологической системой, которая не может быть защищена от внешних воздействий надежным искусственным барьером и ее органы первыми подвергаются действию экстремальных факторов, что лежит в основе высокого процента заболеваний верхних дыхательных путей, бронхов, легких детей и приводит к снижению резервных возможностей дыхания. Это создает реальную угрозу повышения количества хронических заболеваний среди детей и степени риска возникновения задержек и отклонений функционального развития систем дыхания, кровообращения и снижения уровня здоровья детей школьного возраста.

Детский организм очень чувствителен к неблагоприятным влияниям окружающей среды и требует создания таких условий в процессе обучения и воспитания детей, которые бы исключили возможность вредных влияний. А система дыхания занимает особое место в жизнедеятельности человека.

Дыхание - самая важная из всех функций организма. Человек может несколько дней просуществовать без пищи, немного меньше без воды, но без возможности дышать, его жизнь ограничена несколькими короткими мгновениями. Еще в далекие давние времена мудрецы считали, что «Дыхание есть жизнь» - дышать значит жить, где нет дыхания, там нет и жизни.

Дыхательная система обеспечивает поступление в организм кислорода и удаление углекислого газа. Транспорт газов и других необходимых организму веществ осуществляется с помощью кровеносной системы. Процесс дыхания осуществляется благодаря ряду последовательных этапов: обмен газов между средой и легкими, что обычно обозначают как «легочную

вентиляцию»; обмен газов между альвеолами легких и кровью (легочное дыхание); обмен газов между кровью и тканями; наконец, газы переходят внутри ткани к местам потребления кислорода и от мест образования углекислого газа (клеточное дыхание). Выпадение любого из этих четырех этапов приводят к нарушениям дыхания, и создает опасность для жизни человека.

*Дыхательная система* человека состоит из тканей и органов, обеспечивающих легочную вентиляцию и легочное дыхание.

Органы дыхания делят на верхние дыхательные пути (носовая полость, глотка, гортань) и - нижние (bronхи, легкие). К воздухоносным путям относятся: нос, полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи и бронхиолы. Легкие состоят из бронхиол и альвеолярных мешочков, а также из артерий, капилляров и вен легочного круга кровообращения. К элементам костно-мышечной системы, связанным с дыханием, относятся ребра, межреберные мышцы, диафрагма и вспомогательные дыхательные мышцы. Нос и полость носа служат проводящими каналами для воздуха, в которых он нагревается, увлажняется и фильтруется. В полости носа заключены также обонятельные рецепторы.

*Легкие* имеют вид губчатых, пористых конусовидных образований, лежащих в обеих половинах грудной полости. Структурный наименьший элемент легкого – долька (ацинус) состоит из конечной бронхиолы, ведущей в легочную бронхиолу и альвеолярный мешок. Стенки легочной бронхиолы и альвеолярного мешка образуют углубления-альвеолы. Такая структура легких увеличивает их дыхательную поверхность, которая в 50-100 раз превышает поверхность тела. Стенки альвеол состоят из одного слоя эпителиальных клеток и окружены легочными капиллярами.

Принято считать, что общая поверхность альвеол, через которую осуществляется газообмен, зависит от веса тела. С возрастом отмечается уменьшение площади поверхности альвеол. Каждое легкое окружено мешком - плеврой. Наружный (париетальный) листок плевры примыкает к

внутренней поверхности грудной стенки и диафрагме, внутренний (висцеральный) покрывает легкое. Щель между листками называется плевральной полостью. При движении грудной клетки внутренний листок обычно легко скользит по наружному. Давление в плевральной полости всегда меньше атмосферного (отрицательное).

**Дыхательные мышцы** - это те мышцы, при сокращении которых изменяется объем грудной клетки. Мышцы, направляющиеся от головы, шеи, рук и некоторых верхних грудных и нижних шейных позвонков, а также наружные межреберные мышцы, соединяющие ребро с ребром, приподнимают ребра и увеличивают объем грудной клетки. Диафрагма - мышечно-сухожильная пластина, прикрепленная к позвонкам, ребрам и грудины, отделяет грудную полость от брюшной. Это главная мышца, участвующая в нормальном вдохе. При усиленном вдохе сокращаются дополнительные группы мышц. При усиленном выдохе действуют мышцы, прикрепленные между ребрами (внутренние межреберные мышцы), к ребрам и грудным нижним и верхним поясничным позвонкам, а также мышцы брюшной полости; они опускают ребра и прижимают брюшные органы к расслабившейся диафрагме, уменьшая, таким образом, емкость грудной клетки.

Выдох в покое происходит пассивно вследствие постепенного снижения активности мышц, создающих условие для вдоха. Активный выдох может возникнуть вследствие сокращения внутренних межреберных мышц в дополнение к другим мышечным группам, которые опускают ребра, уменьшают поперечные размеры грудной полости и расстояние между грудиной и позвоночником. Активный выдох может также произойти вследствие сокращения брюшных мышц, которое прижимает внутренности к расслабленной диафрагме и уменьшает продольный размер грудной полости. Расширение легкого снижает (на время) общее внутри легочное (альвеолярное) давление. Оно равно атмосферному давлению, когда воздух не движется, а голосовая щель открыта. Оно ниже атмосферного, пока легкие

не наполняются при вдохе, и выше атмосферного при выдохе. Внутри плевральное давление тоже меняется на протяжении дыхательного движения; но оно всегда ниже атмосферного (т. е. всегда отрицательное), как уже говорилось выше.

У человека легкие занимают около 6% объема тела независимо от его веса. Объем воздуха, вдыхаемый при обычном (не усиленном) вдохе и выдыхаемый при обычном (не усиленном) выдохе, называется дыхательным воздухом. Объем максимального выдоха после предшествовавшего максимального вдоха называется жизненной емкостью. Она не равна всему объему воздуха в легком (общему объему легкого), поскольку легкие полностью не спадаются. Объем воздуха, который остается в наспавшихся легких, называется остаточным воздухом. Имеется дополнительный объем, который можно вдохнуть при максимальном усилии после нормального вдоха.

Воздух, который выдыхается максимальным усилием после нормального выдоха, это резервный объем выдоха. Функциональная остаточная емкость состоит из резервного объема выдоха и остаточного объема. Это тот находящийся в легких воздух, в котором разбавляется нормальный дыхательный воздух. Вследствие этого состав газа в легких после одного дыхательного движения обычно резко не меняется.

В первые дни жизни ребенка его верхние дыхательные пути характеризуются узостью просвета, отсутствием придаточных полостей носа, которые окончательно формируются к 15 годам. С возрастом наблюдается повышение растяжимости легочной ткани, происходит прирост всех параметров дыхания, что позволяет говорить об экономизации дыхания. В возрасте 10-14 лет между мальчиками и девочками проявляются различия в развитии гортани. У мальчиков гортань становится шире и длиннее, появляется кадык (выступ, образованный пластинками щитовидного хряща), удлиняются истинные голосовые связки. Мышечный слой гортани достигает окончательного развития также в период полового созревания.

Одной из особенностей начала подросткового периода является отставание в темпах роста туловища по сравнению с конечностями, что имеет глубокие физиологические последствия. В этом возрасте наблюдается диспропорция между увеличением объема легких и ростом тела и, соответственно, возможности дыхательной системы снижаются. В первую очередь это сказывается на кислородном снабжении работающих мышц и головного мозга. Отсюда - временное уменьшение выносливости и работоспособности в подростковом возрасте.

### **2.3. Адаптационные возможности организма подростков**

Адаптация представляет собой сложный процесс адекватного приспособления организма к изменяющимся условиям внешней среды с обязательным использованием его физиологических резервов. Различают два вида адаптации срочную и долговременную.

**Адаптация срочная** – это реакции организма, для осуществления которых имеются готовые, вполне сформировавшиеся механизмы. Срочная адаптация возникает при действии различных нагрузок, с которыми подростки сталкиваются в процессе учебной деятельности, например, физические, умственные нагрузки и т.д.

Реакция организма (адаптация) на внешнее воздействие у подростков одного возраста может быть различной (благоприятной и неблагоприятной), и определяется физическими, психическими и социальными ресурсами организма. Если подросток бегает, прыгает, играет в подвижные игры, то есть подвергается **динамической физической нагрузке**, то у него повышается частота дыхания и частота сердечных сокращений, максимальное артериальное давление, ударный объем крови, а диастолическое давление или не изменяется, или чуть снижается. Это нормальная реакция организма. Однако, если у подростка отмечается значительное возрастание частоты дыхания, сердечных сокращений, артериального давления и величины этих



показателей не снижаются в течение пяти минут, то это указывает на неблагоприятную реакцию организма на данную нагрузку.

*Умственная нагрузка*, у большинства школьников подросткового возраста сопровождается благоприятной адаптацией сердечно-сосудистой системы. Наблюдается возрастание максимального артериального давления и артериального притока крови в сосуды мозга. Однако у четверти детей умственная нагрузка вызывает неблагоприятную адаптацию сердечно-сосудистой системы. Происходит повышение максимального и минимального артериального давления, частоты пульса, а также снижение артериального притока крови в сосуды мозга. Необходимо отметить, что и после завершения работы величина минимального артериального давления в течение трех минут сохраняет высокие значения.

Существует прямая причинно-следственная связь между физической активностью и уровнем функционального и структурного совершенства сердечно-сосудистой системы. Тренированность, достигаемая в процессе физической подготовки, обуславливает экономичность работы сердца и увеличение его резервных возможностей, повышает работоспособность и выносливость организма. У незанимающихся физической культурой подростков пульс в покое на 5-20 сокращений в минуту чаще, чем у тренированных, а артериальное давление на 5-20 мм.рт.ст. выше. Более низкие цифры этих показателей у тренированных подростков свидетельствуют о больших адаптационных возможностях сердца, способности адекватно реагировать на различные внешние воздействия. Тренированность способствует экономичности работы сердца, рациональному расходованию его энергетических ресурсов и, следовательно, высокой работоспособности.

Таким образом, массовость физической культуры, повышение уровня санитарно-гигиенического образования играют важную роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний у подростков.

## **2.4. Особенности развития эндокринной системы подростков**

Половое созревание – это процесс, результатом которого является половая зрелость. Физиологически она достигается в течение подросткового возраста (11-15 лет), а психологически – в конце юношеского возраста (т.е. после 16-19 лет). Период полового созревания является одним из ответственных периодов развития, который характеризуется интенсивной перестройкой организма, которая приводит к возможности осуществления репродуктивной функции. Все изменения, происходящие в подростковом возрасте, генетически обусловлены. Срок наступления пубертата зависит от многочисленных генетических и внешних факторов.

**2.4.1. Половое развитие мальчиков** начинается с увеличения яичек (10-11 лет), которые в течение 3-4 лет интенсивно растут и созревают. Следующий признак полового созревания – лобковое оволосение, которое начинается примерно с 13 лет и интенсивно происходит в течение четырёх лет (13-17 лет). Затем, примерно через год, начинается подмышечное оволосение, происходящее примерно в течение трёх лет (14-17 лет). У подростков с усиленной функцией коры надпочечников половое созревание начинается раньше, протекает более интенсивно и раньше завершается. В ходе полового созревания у мальчиков происходит увеличение и изменение формы гортани, появление характерного гортанного выступа («адамово яблоко»). Вследствие увеличения объема гортани и удлинении связок происходит мутация - понижение голоса, изменение его тембра. В ходе полового созревания у мальчиков окончательно закрепляется мужской тип дыхания – брюшной.

Половое развитие мальчиков происходит в течение довольно продолжительного периода (5-7 лет) и разделяется на 5 стадий.

Первая стадия – препубертатный период (6-10 лет),

Вторая стадия – период повышения активности гипофиза (10-13 лет), во время которой гипофиз активно выделяет гормоны, стимулирующие увеличение размеров яичек.

Третья стадия – период нарастания активности яичек (12-14 лет), во время которой происходит дальнейшее увеличение размера яичек и начало увеличения полового члена, появление выраженного волосяного покрова на лобке

Четвертая стадия – период наибольшей активности яичек (13-16 лет), происходит мутация голоса, интенсивный рост полового члена, подмышечное и лобковое оволосение, появляются поллюции.

Пятая стадия – период окончательного формирования организма (15-19 лет), во время которого происходит окончательное развитие половых органов и вторичных половых признаков.

**2.4.2. Половое развитие девочек** начинается с ускорения развития таза, вслед за которым начинается развитие молочных желез: уплотняется железистая ткань, изменяется окрашивание околососковой области, возвышается контур ареолы над железистой тканью. Развитие молочных желёз у девочек обеспечивается эстрогенами – женскими половыми гормонами, выделяемыми яичниками. Вслед за начальным увеличением молочных желёз, примерно через 3-6 месяцев, начинается лобковое оволосение. Наиболее интенсивно оно происходит в 11-13 лет и может длиться 4-6 лет. Подмышечное оволосение появляется на 1-1,5 года позже лобкового оволосения и продолжается до 20-летнего возраста. Развитие вторичного оволосения: лобкового и подмышечного контролируется гормонами надпочечникового и яичникового происхождения. Кульминацией полового созревания девочек является появление первой менструации - менархе. Средний возраст менархе у европейских девочек составляет  $12,8 \pm 1,1$  года. После прихода менархе увеличивается активность сальных и потовых желёз, появляются угри. Первые овуляторные циклы, когда

яйцеклетка из яичника выходит в полость тела, регистрируются примерно через 9-12 месяцев после менархе.

Половое развитие девочек разделяется на 5 стадий.

Первая стадия – препубертатный период (6-8 лет),

Вторая стадия – период повышения активности гипофиза (8-10 лет), во время которой гипофиз активно выделяет гормоны, стимулирующие начало роста молочных желёз и длины тела.

Третья стадия – период активации яичников (9-14 лет), во время которой происходит увеличение размеров гениталий, появление выраженного волосяного покрова на лобке.

Четвертая стадия – период наибольшей активности яичников (10-13 лет), появление подмышечного оволосения. Снижение скорости роста тела в длину.

Пятая стадия – период окончательного формирования организма (15-17 лет), во время которого происходит окончательное развитие половых органов и вторичных половых признаков. Началом пятой стадии является появление первой менструации примерно в 11-14 лет.

В целом половое созревание можно разделить на две фазы, которые разделяются у девочек первой менструацией (менархе), а у мальчиков – появлением зрелых сперматозоидов и первыми поллюциями (ночное непроизвольное семяизвержение).

Происходящие в период полового созревания в организме преобразования связаны с изменением в деятельности эндокринной системы, с влиянием вырабатываемых в повышенном количестве гормонов. Надпочечники усиленно выделяют андрогены, стимулирующие обменные процессы, усиление синтеза белка, мышечной и костной массы. Концентрация половых гормонов также увеличивается по мере биологического созревания: от I к V стадии полового созревания уровень тестостерона в слюне у мальчиков увеличивается почти в 6 раз, уровень эстрадиола у девочек – в 3 раза.

### 2.4.3. Физическое развитие подростков

Параллельно с увеличением уровня половых гормонов и развития вторичных половых признаков изменяются пропорции тела, ускоряется рост. С началом полового созревания происходит увеличение темпов физического развития. Так, прибавка длины тела достигает 6-10 см, а массы тела 4-6 кг в год. Особенно быстро увеличение длины и массы тела происходит в период между 12 и 16 годами (в среднем 25-35 см и 25-27 кг). До начала полового созревания существенных различий в длине и массе тела мальчиков и девочек нет, но по мере полового созревания они становятся все более заметными. До 10 лет мальчики немного превосходят девочек по длине тела и до 8,5 лет – по массе тела. Девочки превосходят мальчиков по длине тела (с 10 до 13 лет) и по массе (с 12 лет) - это так называемый пубертатный скачок. Он начинается у девочек примерно на 2 года раньше, но по выраженности меньше, чем у мальчиков. Наибольшая прибавка длины тела у девочек происходит за 2-3 года перед менархе (первой менструацией), т.е. в 10-12 лет достигает 6,48-6,73 см, а максимальная прибавка массы тела – в 11-13 лет (5,15 кг). С возрастом прирост массы тела у девочек снижается (рис. 1-2). Кроме пубертатного скачка – дополнительного увеличения длины и массы тела, меняются пропорции тела и фигура приобретает женские очертания: широкие бедра и узкие плечи/спина, короткие ноги и длинное туловище. Начало менструации является сигналом того, что ростовой процесс у девочек подходит к завершению, окончательно закрытие зон роста происходит через 1,5-2 года после менархе. У мальчиков наиболее интенсивно физическое развитие происходит в период между 13 и 14 годами: увеличение длины тела достигает 8,9 см в год, а массы тела – 6,73 кг (у девочек - 3,45 см и 4,65 кг, соответственно). Типично мужские пропорции тела (широкие плечи и спина, узкий таз, длинные конечности) формируются в результате неравномерного роста и развития отдельных частей тела.

Антропометрические данные детей 9-16 лет в зависимости от половой зрелости, представлены на рис 3-4. По мере созревания происходит

прогрессивное увеличение тотальных размеров тела. Так, длина тела у мальчиков от I к V стадии пубертата увеличивается на 32,64 см (18,77%), у девочек – на 22,17 см (13,78%). Интенсивный рост в период пубертата объясняется активацией эндокринной системы. Масса тела у мальчиков от I к V стадии полового созревания увеличивается на 32,98 кг (46,74%), у девочек – на 22,99 кг (38,39%). Существенные различия по длине тела и массе тела между мальчиками и девочками наблюдаются только с III стадии полового созревания.

Период полового созревания характеризуется не только гормональным взрывом и резким скачком роста, но и изменением компонентного состава массы тела, т.е. увеличением количества жировой, костной и безжировой массы. Жировая ткань является как метаболическим, так и эндокринным органом, продуцирующим и собственные гормоны, и биоактивные пептиды, взаимодействующие с половыми гормонами. Процентное содержание жировой массы тела у мальчиков от I к V стадии пубертата снижается на 4,44%, а у девочек - повышается на 4,59% (рис. 5). Половые различия особенно заметны на поздних стадиях пубертата (9,13%). В период полового созревания интенсивно увеличивается скорость прибавки безжировой массы тела. Так, у мальчиков тощая масса увеличивается на 83,15%, скелетно-мышечная масса – на 103,56%, у девочек на 52,94% и 55,95%, соответственно

Таким образом, в ходе полового созревания у девочек увеличивается главным образом жировая масса тела, в то время как у мальчиков в основном повышается содержание безжировой массы тела и скелетно-мышечной массы. Процентное содержание жира в организме девочек в период полового созревания растёт, а у мальчиков – снижается. Различия в составе тела у представителей разных полов в значительной степени регулируются эндокринными факторами, главным образом, половыми стероидами. Тестостерон у мальчиков способствует увеличению мышечной массы, эстрогены у девочек – распределению жира. Также существует тесная связь

между предшественником половых гормонов (ДГЭА) и содержанием жира в организме детей и их полом.

Таким образом, период полового созревания характеризуется сложными эндокринными процессами, которые оказывают влияние на половое и физическое развитие подростков. Особенностью периода полового созревания, который в среднем длится с 11 до 15 лет, является его высокая интенсивность. Как правило, к этому возрасту половое созревание в основном завершается, а в дальнейшем происходит совершенствование того, что уже практически сформировано.

#### **2.4.4. Влияние гормонов на физическое развитие и поведение подростков**

Гормоны отвечают за многие функции организма подростка. В период полового созревания гормональный фон сильно изменяется, что сказывается как на физическом состоянии, так и на поведении школьников. Во время полового развития усиливается обмен веществ, что связано с ускоренным ростом и развитием организма подростка. На пубертатное ускорение роста оказывают влияние многие эндокринные факторы, главными из которых являются половые стероиды и гормоны щитовидной железы, которые обеспечивают рост тела в длину и дифференциацию костной системы. При этом увеличение костной массы идёт настолько интенсивно, что другие системы не успевают за ней, что сказывается на самочувствии подростка. В период полового созревания активно увеличивается масса жировой ткани, которая также является эндокринным органом. В это время могут появиться проблемы как с избытком, так и с дефицитом массы тела. Избыточная жировая масса тела, появившаяся в подростковый период, может сохраниться на всю жизнь, что скажется на здоровье взрослого человека, и поэтому подростку важно следить за своим весом.

Также гормоны оказывают влияние на поведение и эмоциональное состояние подростков. В пубертатный период у них отмечается повышенная раздражительность из-за возрастания активности щитовидной железы,

гормоны которой возбуждающе действуют на центральную нервную систему. Резкие физические изменения организма служат дополнительным фактором эмоциональной нестабильности, так как подростку бывает сложно «принять» своё тело и смириться со своим новым обликом. Отсюда недовольство своей внешностью, стеснительность, необщительность. Часто девочки-подростки становятся раздражительными, плаксивыми, у них наблюдается резкая смена настроения, тревожность, неуверенность в своих силах, импульсивность поведения, что может быть связано с нестабильностью менструального цикла. Известно, что половые гормоны не только участвуют в контроле репродуктивной функции, но и влияют на настроение и познавательную функцию. Во время менструаций снижается работоспособность, учащаются ошибки, рассеянность и невнимательность школьниц. При гормональном дисбалансе, обычном в подростковом возрасте, отмечается снижение устойчивости к стрессу, закладываются предпосылки будущих психических расстройств и депрессии, нарушения социальной коммуникации. При воздействии половых гормонов на центральную нервную систему подростков происходят изменения в их психике, что проявляется в снижении порога возбудимости, неустойчивости вегетативной нервной системы. Проявлением этого является конфликтность и агрессивность мальчиков-подростков, что часто связывают с резким повышением уровня тестостерона. Агрессивное поведение подростков также может быть обусловлено дисфункцией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и различным уровнем её конечного продукта - кортизола. Хронически низкий уровень этого гормона приводит к низкому уровню страха (бесстрашие) или к стремлению достичь оптимального уровня активации (поиск новых ощущений), следствием чего является превентивная агрессия. Хронически высокий уровень кортизола вызывает негативные эмоции (например, гнев) в ответ на угрозу или провокацию, что вызывает реактивную агрессию. Однако нужно помнить, что подростковая агрессия может иметь и социогенное происхождение.



Итак, изменения физического развития, поведения и эмоционального состояния подростков в период полового созревания являются неотъемлемой частью этого сложного возраста и должны учитываться как родителями, так и учителями при организации учебной и воспитательной среды для создания максимально комфортных условий перехода от детства к юношеству.

#### **2.4.5. Практические советы для работников образовательных учреждений**

##### ***Как остановить носовое кровотечение.***

Для остановки носового кровотечения ребенка надо посадить и немного наклонить его голову вперед. На область носа и переносицы положить ткань (например, носовой платок), смоченную холодной водой. Марлевый тампон, пропитанный 3-процентным раствором перекиси водорода, ввести в носовой ход на стороне кровотечения и прижать обе половинки носа к носовой перегородке. Ребенок должен дышать ртом 10—15 минут. При этом не следует разговаривать, двигаться, сморкаться. На затылок можно положить смоченное холодной водой полотенце. Кровь, попадающую в рот, надо сплевывать, ее нельзя глотать!

***Необходимо срочно обратиться за медицинской помощью в следующих случаях:***

- если носовое кровотечение продолжается свыше получаса;
- если носовое кровотечение связано с сильным падением и ушибом головы;
- если кровь, вытекающая из носа, смешана с прозрачной жидкостью.

При частых и длительных носовых кровотечениях необходима консультация отоларинголога.

***Носовые кровотечения у детей*** могут быть вызваны разными причинами: повышенной ломкостью стенок сосудов после перенесенного вирусного заболевания, в случае недостаточного потребления некоторых витаминов с пищей (С и РР), переутомлением. Носовые кровотечения также

могут наблюдаться при повышении артериального давления и заболеваниях носоглотки.

### ***Как помочь ребенку при обмороке?***

***Обморок - это кратковременная потеря сознания, связанная с нарушением кровообращения мозга.*** Обмороки у детей могут вызываться страхом, испугом, сильной болью, недостатком кислорода в воздухе, что обычно бывает в переполненном людьми и непроветриваемом помещении, длительным голоданием («голодный» обморок). Обычно перед обмороком ребенок жалуется на слабость, головокружение, тошноту, кожа быстро бледнеет, тело ребенка покрывается холодным липким потом.

***Чем опасен обморок?*** Когда ребенок теряет сознание, он падает и может причинить себе травму, при обмороке у ребенка возможна рвота, рвотные массы, попав в дыхательные пути, создадут опасность для его жизни.

***Первая помощь при обмороке.*** Прежде всего, уложите ребенка, ноги обязательно приподнимите выше головы - это усилит приток крови к мозгу. Голову ребенка поверните набок, чтобы, если возникнет рвота, он не захлебнулся. Если возникла рвота, очистите рот от рвотных масс салфеткой или полотенцем. Освободите шею, грудь и талию ребенка от стесняющей одежды, чтобы она не затрудняла дыхание. Откройте окно для доступа свежего воздуха, оботрите ему лицо, шею, руки, грудь прохладной водой. Если сознание ребенка не восстанавливается, смочите ватку нашатырным спиртом или 9-процентным раствором уксуса и поднесите ее к носу, но не ближе, чем на 5 см. Ватка должна быть предварительно хорошо отжата, так как попадание капель нашатырного спирта на кожу или слизистые оболочки может вызвать ожог. ***Если после этого сознание ребенка не восстанавливается, немедленно вызовите «скорую помощь».***

### ***Как измерить артериальное давление.***

Величина артериального давления измеряется в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.). Для измерения артериального давления используют специальный тонометр и фонендоскоп. ***Измерять давление ребенку следует детской манжетой, ширина которой должна составлять половину окружности плеча ребенка.*** Измерьте сантиметровой лентой окружность руки выше локтевого сустава и поделите результат пополам - получится ширина манжеты в сантиметрах.

Перед измерением давления ребенок должен 5—10 минут спокойно посидеть, поскольку если он только что бегал или прыгал, то давление у него может быть повышенным. Расслабленную и согнутую в локте руку ребенка кладут на ровную поверхность. На 2 см выше локтевого сустава накладывают манжету и накачивают в нее воздух до 110—120 мм рт. ст. Фонендоскоп прикладывают к внутренней поверхности локтевого сгиба, постепенно открывают клапан манжеты и начинают выслушивать тоны.

Величина показания тонометра во время появления первого тона (удара) соответствует систолическому давлению, называемому также максимальным или сердечным. Тоны отчетливо слышны еще какое-то время, но в определенный момент прекращаются.

Показания тонометра в момент последнего тона соответствуют диастолическому давлению, называемому также минимальным или сосудистым.

Не советуем использовать имеющиеся в продаже автоматические и полуавтоматические приборы, которыми измеряют артериальное давление на пальце и на запястье, так как они дают неточные показатели.

#### **4. Список рекомендованной литературы:**

1. Дедов, И.И. Половое развитие детей: норма и патология / И.И. Дедов, Т.В. Семичева, В.А. Петеркова. – М.: Изд-во «Колор Ит Студио». – 2002. - 232с.

2. Ермакова, И.В. Физическое развитие, компонентный состав тела и уровень ДГЭА у детей 9-15 лет в период полового созревания / И.В. Ермакова, Т.И. Бурая, Н.Б. Сельверова // Новые исследования. – 2013. – Т. 34, № 1. – С. 102-111.
3. Как сохранить сердце ребенка здоровым/В.Н.Безобразова и др.- М.:Вентана-Графф, 2002.-32с.
4. Колесов, Д.В. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания / Д.В. Колесов, Н.Б. Сельверова // М.: Педагогика, 1978. – 224 с.
5. Соколов Е.В., Кузнецова Т.Д., Самбурова И.П. Возрастное развитие резервных и адаптивных возможностей системы дыхания//Физиология развития ребенка.-М.,2000.-С.167-185
6. Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии /Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер.-2010.- 768с.
7. Хрипкова, А.Г. Девочка – подросток – девушка: пособие для учителей / А.Г. Хрипкова, Д.В. Колесов, - М.: Просвещение, 1981. – 128 с.
8. Хрипкова, А.Г. Мальчик – подросток – юноша: пособие для учителей / А.Г. Хрипкова, Д.В. Колесов, - М.: Просвещение, 1982. – 207 с.
9. Ширяева И.С. Функция внешнего дыхания в детском возрасте//Физиология.-1978.-№4.-С.716-722

## Приложение

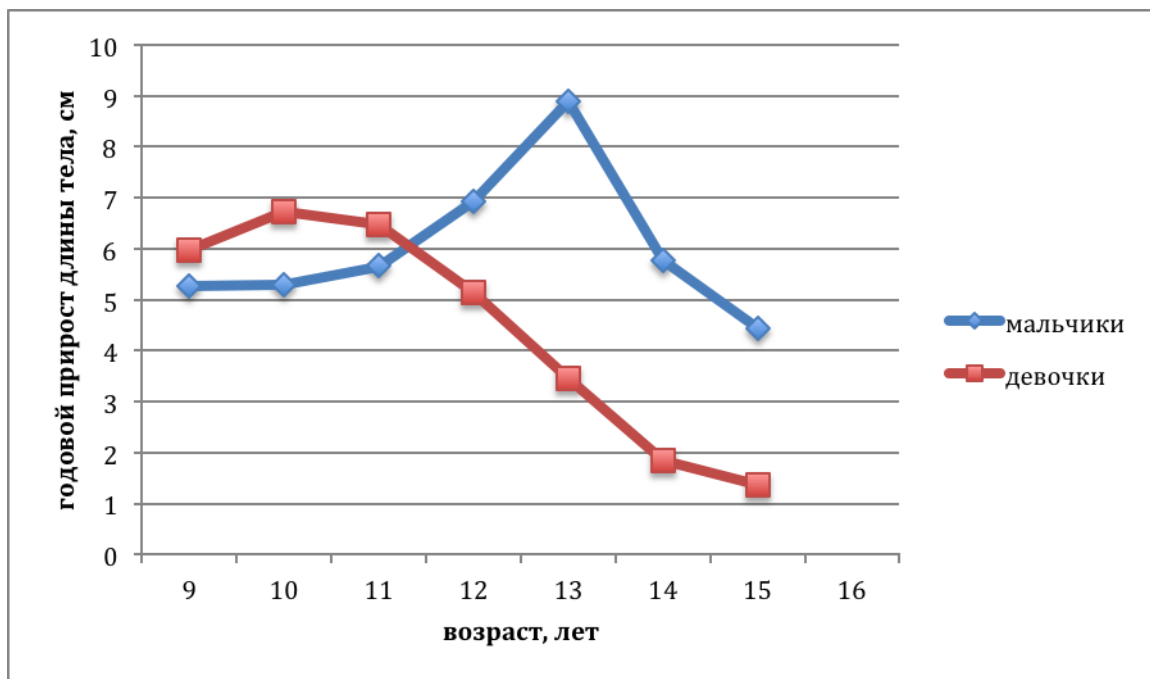


Рис. 1. Динамика годового прироста длины тела у детей 9-16 лет

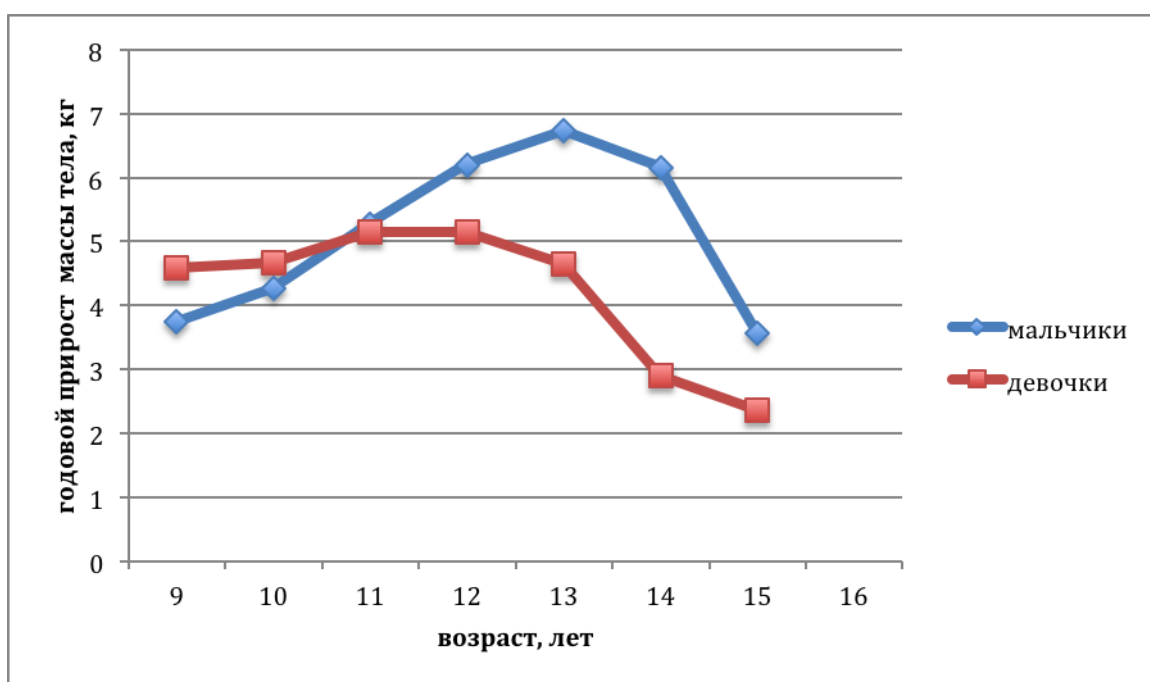


Рис. 2. Динамика годового прироста массы тела у детей 9-16 лет

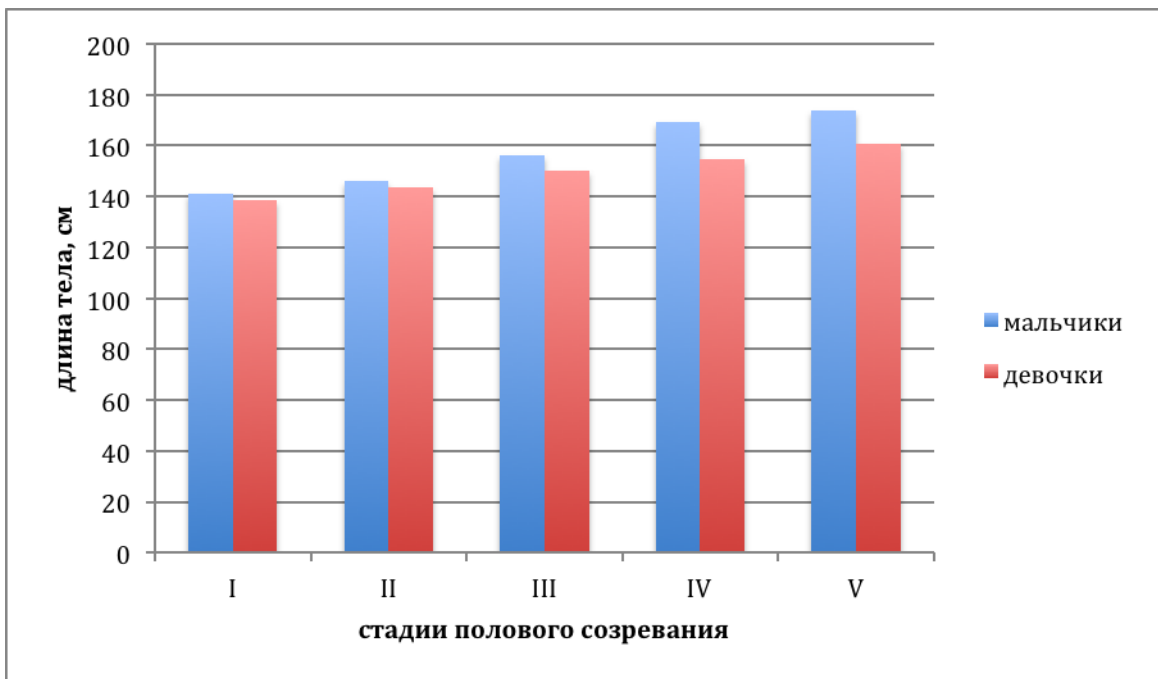


Рис. 3. Динамика длины тела у детей 9-16 лет на разных стадиях пубертата

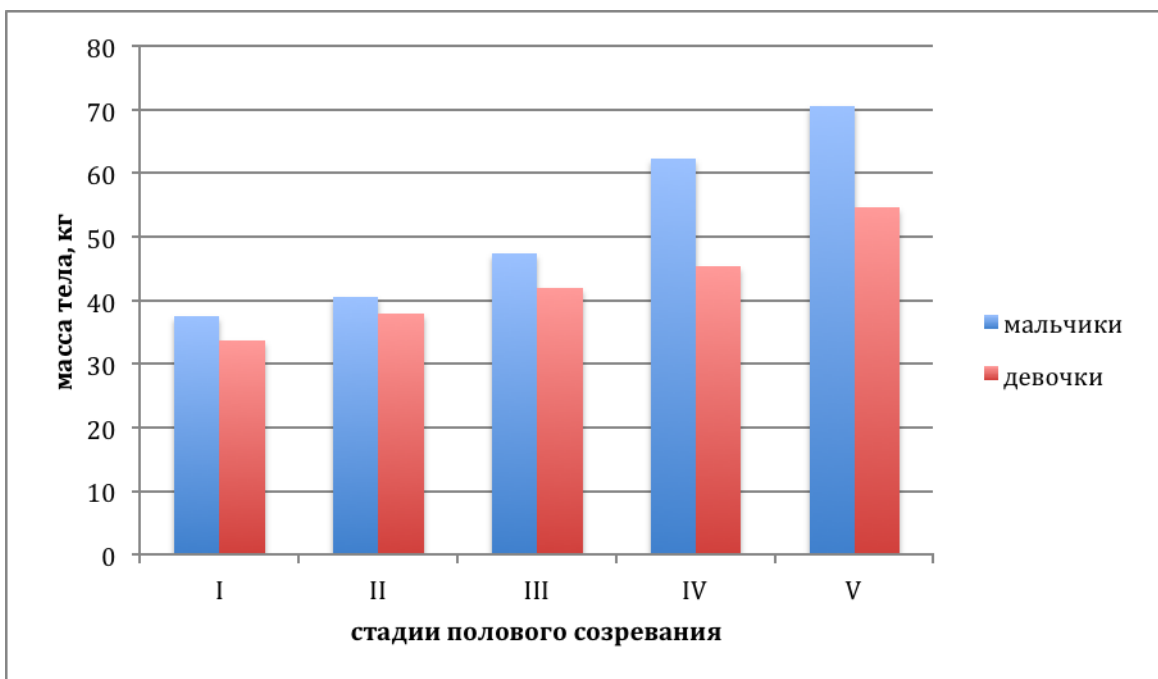


Рис. 4. Динамика массы тела у детей 9-16 лет на разных стадиях пубертата

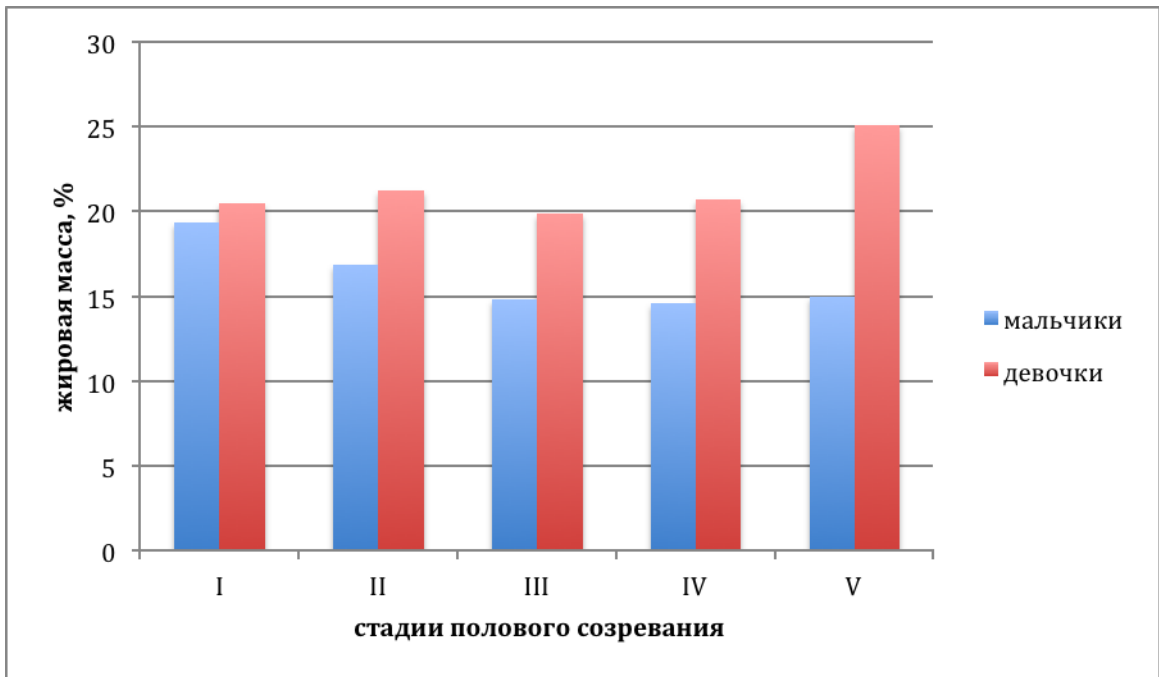


Рис. 5. Динамика жировой массы тела у детей 9-16 лет на разных стадиях пубертата