

► **Это интересно.** Самыми длинными костями у человека являются бедренные. Их длина составляет около 27,5 % от роста человека. А самая короткая кость — это расположенное в среднем ухе стремечко, длиной не более 4 мм.

■ **Повторим главное.** Череп человека состоит из мозгового и лицевого отделов. ♦ Позвоночник образован 33—34 позвонками и делится на пять отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый. ♦ В строении позвонка выделяют тело, дуги, отростки и позвоночное отверстие. ♦ Грудная клетка образована грудиной, 12 парами ребер и позвонками грудного отдела позвоночного столба. ♦ Скелет верхних конечностей состоит из плечевого пояса (лопатки и ключицы) и свободной верхней конечности, образованной плечевой, лучевой и локтевой костями, костями запястья, пясти и пальцев. ♦ Скелет нижних конечностей состоит из тазового пояса (тазовых костей) и свободной нижней конечности. Она в свою очередь включает бедренную, большую и малую берцовые кости, кости предплюсны, плюсны и пальцев.



Ключевые вопросы. 1. Из каких отделов состоит череп? Какие функции он выполняет? 2. Какие отделы выделяют в позвоночнике? Сколько позвонков в каждом отделе? 3. За счет чего достигается гибкость позвоночника? Как это отражается на его форме? 4. Какие кости образуют грудную клетку? Какие функции она выполняет в организме? 5. Из каких отделов и костей состоит скелет верхних и нижних конечностей? 6. Чем объясняются различия в строении скелета верхних и нижних конечностей?

Сложные вопросы. 1. Между костями черепа новорожденного отсутствуют швы. Вместо них имеются прослойки соединительной ткани. Какой в этом физиологический смысл? 2. Почему череп человека по форме отличается от черепа человекообразной обезьяны? 3. Перед тем как отпустить на волю пленных воинов, Юлий Цезарь приказывал лишать их больших пальцев обеих рук. С какой целью применяли это варварское наказание? 4. Почему у боксеров и пианистов различаются форма и строение костей рук?

§ 20. Мышцы, их строение, функции и регуляция сокращения. Работа мышц

- **Вспомните.** Какие виды мышечной ткани присутствуют в организме человека? Какие особенности строения характерны для скелетных мышц? Чем отличаются поперечнополосатые мышцы от гладких?
- **Как вы думаете?** Почему часть своего свободного времени необходимо посвящать активному отдыху?
- **Вы узнаете,** как устроены и как классифицируются мышцы; как осуществляется регуляция и работа мышц.

Мышечная система состоит из скелетных мышц и является активной частью опорно-двигательного аппарата. Сокращаясь, мышцы укорачиваются и перемещают кости, тем самым обеспечивая выполнение всех видов движений.

У человека насчитывают более 600 скелетных мышц. У женщин мышцы составляют около 30 %, а у мужчин — 40 % массы тела.

Строение скелетной мышцы. Скелетная мышца состоит из параллельно расположенных пучков **мышечных волокон**. Различают два типа мышечных волокон: красные и белые. *Белые* сокращаются быстро и быстро устают. *Красные* мышечные волокна сокращаются медленно, но при этом устойчивы к утомлению.

Мышечные волокна в свою очередь состоят из миофибрилл. Это органеллы, содержащие тончайшие сократительные нити, образованные белками *актином* и *миозином*. Во время сокращения актиновые нити скользят относительно миозиновых. Обязательным участником этого процесса является АТФ. Без нее мышечное сокращение невозможно.

В каждой мышце выделяют сокращающуюся часть — **брюшко** и не сокращающуюся — **сухожилие** (рис. 39). Сухожилия очень прочные и практически нерастяжимые. С их помощью мышцы крепятся к костям.

Мышцы с одним брюшком и двумя сухожилиями называют простыми. Сложные мышцы имеют больше одного брюшка и двух сухожилий.

Классификация мышц. Единой общепринятой классификации мышц не существует. Как правило, их подразделяют по форме, величине, положению в теле, направлению мышечных волокон. По форме мышцы бывают круглыми, ромбовидными, трапециевидными, зубчатыми, квадратными и т. д. В зависимости от размеров различают длинные, короткие и широкие мышцы.

По положению в теле человека выделяют наружные, внутренние, поверхностные, глубокие и другие виды мышц.

Движение в любом суставе осуществляется с помощью как минимум двух мышц. Мышцы, действующие в одном направлении, называются **синергистами**, а действующие в противоположных — **антагонистами**. Наиболее ярким примером мышц-антагонистов являются сгибатели и разгибатели.



Рис. 39. Строение скелетной мышцы

При каждом движении сокращаются не только мышцы-синергисты, но и их антагонисты. Благодаря напряжению антагонистов движения приобретают бóльшую точность и плавность.

В соответствии с местом расположения различают мышцы головы, шеи, туловища и конечностей (форзац II).

Регуляция мышечных сокращений. Сократительная активность всех без исключения мышц находится под контролем нервной системы. Создаваемые двигательными нейронами импульсы поступают к мышечным волокнам и вызывают их сокращения. Мышечные волокна всегда сокращаются с максимальной силой. Но так как все они обладают разным уровнем возбудимости, сначала сокращаются более возбудимые, а затем менее возбудимые мышечные волокна. Благодаря этой особенности нервная система может очень точно дозировать силу сокращения скелетных мышц.

Выделяют два основных вида движений — произвольные и непроизвольные. Непроизвольные двигательные реакции не контролируются нами. Они возникают рефлекторно в ответ на стимуляцию соответствующих рецепторов.

Формирование *произвольных* двигательных актов полностью зависит от нашего сознания. В моторной коре больших полушарий расположены высшие центры, отвечающие за формирование всех произвольных двигательных реакций. Свои команды они направляют в самые различные отделы головного мозга. Последнее звено в этой цепи — двигательные нейроны спинного мозга. Они являются непосредственными исполнителями двигательных задач, поставленных перед ними корой больших полушарий.

Работа мышц. Любая физическая работа может быть динамической и статической. Примерами *динамической* работы являются бег, ходьба, плавание. При этом идет постоянное чередование двух фаз — сокращения и расслабления мышц. При умеренном темпе и средней величине нагрузки такая работа может продолжаться длительное время.

Во время стояния, сидения, удерживания груза совершается *статическая* работа. Мышечные волокна при этом находятся в состоянии непрерывного напряжения, что приводит к быстрому развитию утомления. Как правило, зависимость между величиной нагрузки и степенью утомления носит линейный характер, то есть чем тяжелее нагрузка, тем раньше наступает утомление и тем ярче оно выражено.

Установлено, что в процессе напряженной работы в мышцах иссякают запасы АТФ, углеводов и накапливается молочная кислота. В нервных

центрах, контролирующих сократительную активность мышц, уменьшается образование АТФ и наступает охранное торможение. Существенные сдвиги наблюдаются в работе сердечно-сосудистой системы и системы органов дыхания.

Таким образом, физическое утомление обусловлено функциональными изменениями, происходящими во многих органах и системах. Несмотря на это, утомление принято считать естественным состоянием организма. Объясняется это тем, что после полноценного отдыха работоспособность полностью восстанавливается. Более того, какое-то время она даже превосходит свой первоначальный уровень.

Влияние физической нагрузки на развитие мышечной системы. Уровень физического развития человека во многом зависит от его образа жизни. Для того чтобы стать сильным, выносливым, быстрым, гибким и ловким, необходимо как следует поработать над собой.

Способность выполнять ту или иную физическую работу целиком зависит от **тренированности**. Тренированный человек хорошо приспособлен к тяжелым физическим нагрузкам. Для его организма характерен значительно более высокий уровень функциональных возможностей.

Под воздействием максимальных нагрузок меняются объемные размеры мышечных волокон. При этом, чем больше становится площадь поперечного сечения мышцы, тем она сильнее.

► **Это интересно.** Основным критерием силы мышц является их способность развивать максимальное напряжение. В спорте, для того чтобы определить сильнейшего, используют специальные снаряды: гири, штанги. Можно ли определить, кто в вашем классе сильнее всех с помощью обычной сантиметровой ленты?

Тренировки благотворно действуют не только на мышцы, но и на организм в целом. Под влиянием физической нагрузки становятся толще и прочнее кости. Увеличиваются функциональные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Появляется ощущение «мышечной радости» и повышается жизненный тонус.

Отсутствие физических нагрузок крайне неблагоприятно сказывается на здоровье человека. У лиц, ведущих малоподвижный образ жизни, развивается **гиподинамия**. Это состояние характеризуется существенным уменьшением прочности костей и ослаблением мышц. Гиподинамия опасна нарушением функций сердечно-сосудистой, дыхательной

и других систем организма. На фоне перестройки мышечной и костной тканей развивается ожирение, ослабевает иммунитет и ускоряются процессы старения.

■ **Повторим главное.** Мышечная система человека насчитывает около 600 мышц. ♦ Каждая мышца имеет брюшко и сухожилия. ♦ Сократительными элементами мышцы являются актиновые и миозиновые белковые нити. Они собраны в пучки, называемые миофибриллами. ♦ Миофибриллы образуют мышечные волокна, а волокна — мышцу. ♦ Мышцы, обеспечивающие движение конечности в одном направлении, называются синергистами, а в противоположных — антагонистами. ♦ Различают статическую и динамическую работу мышц. ♦ Длительное или чрезмерное мышечное напряжение приводит к развитию утомления и прекращению работы. ♦ Правильно подобранные систематические физические нагрузки стимулируют развитие мышечной системы и продлевают жизнь.

? **Ключевые вопросы.** 1. Какое строение имеют скелетные мышцы? 2. На какие типы подразделяют мышечные волокна? Чем они отличаются? 3. Какие функции выполняют скелетные мышцы? 4. Какие мышцы обеспечивают вдох и выдох? 5. Как осуществляется регуляция мышечных сокращений? 6. В чем различие между статической и динамической работой мышц? Какая работа совершается при удерживании груза?

Сложные вопросы. 1. Какие мышцы и почему лучше развиты у человека по сравнению с животными? 2. Почему физические упражнения, с легкостью выполняемые гимнастами, не могут повторить спортсмены-тяжелотлеты? 3. С чем связана необходимость приспособления организма к физическим нагрузкам после продолжительного космического полета? 4. Есть ли различия в понимании терминов «физическая культура» и «лечебная физкультура»? 5. Какой вид отдыха (пассивный или активный) вы порекомендуете спортсмену, только что преодолевшему марафонскую дистанцию?

Индивидуальные домашние исследования

Анализ работы скелетных мышц. Проведите сравнительный анализ особенностей работы скелетных мышц при выполнении трудовых операций и физических упражнений. Чем, с физиологической точки зрения, работа грузчика отличается от работы, совершаемой во время тренировки спортсменом-тяжелотлетом? Результаты задания оформите в виде таблицы и обсудите на уроке.