Тема: «Мышечная система и ее функции»

Чтобы ни делал человек - шел, бежал, управлял машиной, копал землю, писал, - все свои действия он совершает при помощи скелетных мышц. Эти мышцы - активная часть опорно-двигательного аппарата. Они удерживают тело в вертикальном положении, позволяют принимать разнообразные позы. Мышцы живота поддерживают и защищают внутренние органы, т.е. выполняют опорную и защитную функции. Мышцы входят в состав стенок грудной и брюшной полостей, в состав стенок глотки, обеспечивают движения глазных яблок, слуховых косточек, дыхательные и глотательные движения. Это только неполный перечень функций скелетных мышц.

Поэтому неудивительно, что масса скелетной мускулатуры у взрослого человека составляет 30-35% массы тела. У человека более 600 скелетных мышц, образованы они поперечно - полосатой мышечной тканью.

Мышцы человека составляют приблизительно 40% всей массы тела. Их основная функция заключается в произведении движения вследствие способности скоординированно сокращаться и расслабляться. Мышцы прикрепляются к костям посредством сухожилий. Место, где мышца прикрепляется к относительно неподвижной точки на кости (непосредственно или посредством сухожилия), называется местом отхождения. Мышца при сокращении передает усилие костям через один или несколько суставов, в этом случае возникает движение. Конец мышцы, который прикрепляется к костям, которые двигаются, называется место прикрепления.

1. Строение скелетных мышц

Схема 1 Строения мышечного волокна: а - миофибрилла б - ядро 2 - Схема строения миофибриллы: а - оболочка б - миозин в - актин г - мостик между ними д - нервное волокно

Каждая мышца состоит из параллельных пучков поперечно-полосатых мышечных волокон. Каждый пучок одет оболочкой. И вся мышца снаружи покрыта тонкой соединительнотканной оболочкой, защищающей нежную мышечную ткань. Каждое мышечное волокно также имеет снаружи тонкую оболочку, а внутри него находятся многочисленные тонкие сократительные нити - миофибриллы и большое количество ядер. Миофибриллы, в свою очередь, состоят из тончайших нитей двух типов - толстых (белковые молекулы миозина) и тонких (белок актина). Так как они образованы различными видами белка, под микроскопом видны чередующиеся темные и светлые полосы. Отсюда и название скелетной мышечной ткани - поперечно-полосатая. У человека скелетные мышцы состоят из волокон двух типов - красных и белых. Они различаются составом и количеством миофибрилл, а главное - особенностями сокращения. Так называемые белые мышечные волокна сокращаются быстро, но быстро и устают; красные волокна сокращаются медленнее, но могут оставаться в сокращенном состоянии долго. В зависимости от функции мышц в них преобладают те или иные типы волокон. Мышцы выполняют большую работу, поэтому они богаты кровеносными сосудами, по которым кровь снабжает их кислородом, питательными веществами, выносит продукты обмена веществ. Мышцы крепятся к костям с помощью нерастяжимых сухожилий, которые срастаются с надкостницей. Обычно мышцы одним концом крепятся выше, а другим ниже сустава. При таком креплении сокращение мышц приводит в движение кости в суставах.

2. Основные группы мышц

В зависимости от расположения мышцы можно разделить на следующие большие группы: мышцы головы и шеи, мышцы туловища и мышцы конечностей.

К мышцам туловища относят мышцы спины, груди и живота. Различают поверхностные мышцы спины (трапециевидная, широчайшая и др.) и глубокие мышцы спины. Поверхностные мышцы спины обеспечивают движение конечностей и отчасти головы и шеи; глубокие мышцы располагаются между позвонками и ребрами и при своем сокращении вызывают разгибание и вращение позвоночника, поддерживают вертикальное положение тела.

Мышцы груди подразделяют на прикрепляющиеся к костям верхних конечностей (большая и малая грудные мышцы, передняя зубчатая и др.), осуществляющие движение верхней конечности, и собственно мышцы груди (большая и малая грудные мышцы, передняя зубчатая и др.), изменяющие положение ребер и тем самым обеспечивающие акт дыхания. К этой группе мышц относят также диафрагму, располагающуюся на границе грудной и брюшной полости. Диафрагма - дыхательная мышца. При сокращении она опускается, ее купол уплощается (объем грудной клетки увеличивается - происходит вдох), при расслабленном состоянии она поднимается и принимает форму купола (объем грудной клетки уменьшается - происходит выдох). В диафрагме имеются три отверстия - для пищевода, аорты и нижней полой вены.

Мышцы верхней конечности подразделяют на мышцы плечевого пояса и свободной верхней конечности. Мышцы плечевого пояса (дельтовидная и др.) обеспечивают движение руки в области плечевого сустава и движение лопатки. Мышцы свободной верхней конечности содержат мышцы плеча (передняя группа мышц-сгибателей в плечевом и локтевом суставе - двуглавая мышца плеча и др.); мышцы предплечья также делят на две группы (переднюю - сгибатели кисти и пальцев, заднюю - разгибатели); мышцы кисти обеспечивают разнообразные движения пальцев.

1. Поверхностный сгибатель пальцев.

2. Большая грудная мышца.

3. Дельтовидная мышца.

4. Двуглавая мышца плеча.

5. Фиброзная пластинка.

6. Лучевой сгибатель пальцев.

7. Передняя зубчатая мышца.

8. Четырёхглавая мышца.

9. Портняжная мышца бедра.

10. Передняя большеберцовая мышца.

11. Крестообразная мышца.

12. Икроножная мышца.

13. Двуглавая мышца.

14. Большая ягодичная мышца.

15. Наружная косая мышца живота.

16. Трёхглавая мышца плеча.

17. Двуглавая мышца бедра.

18. Дельтовидная мышца.

19. Трапециевидная мышца.

20. Подостная мышца.

21. Ромбовидная мышца.

22. Двуглавая мышца плеча.

Мышцы нижней конечности подразделяют на мышцы таза и мышцы свободной нижней конечности (мышцы бедра, голени, стопы). К мышцам таза относят подвздошно-поясничную, большую, среднюю и малую ягодичные и др. Они обеспечивают сгибание и разгибание в тазобедренном суставе, а также сохранение вертикального положения тела. На бедре различают три группы мышц: переднюю (четырехглавая мышца бедра и другие разгибают голень и сгибают бедро), заднюю (двуглавая мышца бедра и другие разгибают голень и сгибают бедро) и внутреннюю группу мышц, которые приводят бедро к средней линии тела и сгибают тазобедренный сустав. На голени также различают три группы мышц: переднюю (разгибают пальцы и стопу), заднюю (икроножную, камбаловидную и др., сгибают стопу и пальцы), наружные (сгибают и отводят стопу).

Среди мышц шеи выделяют поверхностную, среднюю (мышцы подъязычной кости) и глубокую группы. Из поверхностных наиболее крупная грудино-ключично-сосцевидная мышца наклоняет назад и поворачивает голову в сторону. Мышцы, расположенные выше подъязычной кости, образуют нижнюю стенку ротовой полости и опускают нижнюю челюсть. Мышцы, расположенные ниже подъязычной кости, опускают подъязычную кость и обеспечивают подвижность кортанных хрящей. Глубокие мышцы шеи наклоняют или поворачивают голову и поднимают первое и второе ребра, действуя как дыхательные мышцы.

Мышцы головы составляют три группы мышц: жевательные, мимические и произвольные мышцы внутренних органов головы (мягкого неба, языка, глаз, среднего уха). Жевательные мышцы приводят в движение нижнюю челюсть. Мимические мышцы прикрепляются одним концом к коже, другим - к кости (лобная, щечная, скуловая и др.) или только к коже (круговая мышца рта). Сокращаясь, они изменяют выражение лица, учавствуют в замыкании и расширении отверстий лица (глазниц, рта, ноздрей), обеспечивают подвижность щек, губ, ноздрей.

Схема 2

3. Работа мышц

мышца двигательный сустав скелетный

Мышцы, сокращаясь или напрягаясь, производят работу. Она может выражаться в перемещении тела или его частей. Такая работа совершается при поднятии тяжестей, ходьбе, беге. Это динамическая работа. При удерживании частей тела в определенном положении, удерживания груза, стоянии, сохранении позы совершается статическая работа. Одни и те же мышцы могут выполнять и динамическую, и статическую работу. Сокращаясь, мышцы приводят в движение кости, действуя на них, как на рычаги. Кости начинают двигаться вокруг точки опоры под влиянием приложенной к ним силы. Движение в любом суставе обеспечивается как минимум двумя мышцами, действующими в противоположных направлениях. Их называют мышцы-сгибатели и мышцы-разгибатели.

Например, при сгибании руки двуглавая мышца плеча сокращается, а трехглавая мышца расслабляется. Это происходит потому, что возбуждение двуглавой мышцы через центральную нервную систему вызывает расслабление трехглавой мышцы. Скелетные мышцы прикрепляются с двух сторон от сустава и при своем сокращении производят в нем движение. Обычно мышцы, осуществляющие сгибание, - флексторы - находятся спереди, а производящие разгибание - экстензоры - сзади от сустава. Только в коленном и голеностопном суставах передние мышцы, наоборот, производят разгибание, а задние - сгибание. Мышцы, лежащие снаружи (латерально) от сустава, - абдукторы - выполняют функцию отведения, а лежащие кнутри (медиально) от него - аддукторы - приведение. Вращение производят мышцы, расположенные косо или поперечно по отношению к вертикальной оси (пронаторы - вращающие внутрь, супинаторы - кнаружи). В осуществлении движения участвует обычно несколько групп мышц. Мышцы, производящие одновременно движение в одном направлении в данном суставе, называют синергистами (плечевая, двуглавая мышцы плеча); мышцы, выполняющие противоположную функцию (двуглавая, треглавая мышца плеча), - антагонистами. Работа различных групп мышц происходит согласованно: так, если мышцы-сгибатели сокращаются, то мышцы-разгибатели в это время расслабляются. "Пускают" мышцы в ход нервные импульсы. В одну мышцу в среднем поступает 20 импульсов в секунду. В каждом шаге, например, принимает участие до 300 мышц и множество импульсов согласует их работу. Количество нервных окончаний в различных мышцах неодинаково. В мышцах бедра их сравнительно мало, а глазодвигательные мышцы, целыми днями совершающие тонкие и точные движения, богаты окончаниями двигательных нервов. Кора полушарий неравномерно связана с отдельными группами мышц. Например, огромные участки коры занимают двигательные области, управляющие мышцами лица, кисти, губ, стопы, и относительно незначительные - мышцами плеча, бедра, голени. Величина отдельных зон двигательной области коры пропорциональна не массе мышечной ткани, а тонкости и сложности движений соответствующих органов. Каждая мышца имеет двойное нервное подчинение. По одним нервам подаются ипмульсы из головного и спинного мозга. Они вызывают сокращение мышц. Другие, отходя от узлов, которые лежат по бокам спинного мозга, регулируют их питание. Нервные сигналы, управляющие движением и питанием мышцы, согласуются с нервной регуляцией кровоснабжения мышцы. Получается единый тройной нервный контроль.

|  |
| --- |
|  |
| КЛАССИФИКАЦИЯ МЫШЦ | ВИД ПРОИЗВОДИМОГО ДВИЖЕНИЯ |  |
| сгибатель | сгибает конечность, притягивая два скелетных элемента друг к другу |  |
| разгибатель | распрямляет конечность, оттягивая два скелетных элемента друг от друга |  |
| приводящая мышца | тянет конечность по направлению к продольной оси тела |  |
| отводящая мышца | отводит конечность от продольной оси тела |  |
| протрактор | тянет дистальный отдел конечности вперед |  |
| ретрактор | оттягивает дистальный отдел конечности назад |  |
| ротатор | поворачивает конечность целиком или ее часть в одном из суставов |  |
|  |  |  |

4. Гладкие мышцы

Но, кроме скелетных мышц, в нашем организме в соединительной ткани находятся гладкие мышцы в виде одиночных клеток. В отдельных местах они собраны в пучки. Много гладких мышц в коже, они расположены у основания волосяной сумки. Сокращаясь, эти мышцы поднимают волосы и выдавливают жир из сальной железы. В глазу вокруг зрачка расположены гладкие кольцевые и радиальные мышцы. Они все время работают: при ярком освещении кольцевые мышцы сужают зрачок, а в темноте сокращаются радиальные мышцы и зрачок расширяется. В стенках всех трубчатых органов - дыхательных путей, сосудов, пищеварительного тракта, мочеиспускательного канала и др. - есть слой гладкой мускулатуры. Под влиянием нервных импульсов она сокращается. Благодаря сокращению и расслаблению гладких клеток стенок кровеносных сосудов их просвет то сужается, то расширяется, что способствует распределению крови в организме. Гладкие мышцы пищевода, сокращаясь, проталкивают комок пищи или глоток воды в желудок. Сложные сплетения гладких мышечных клеток образуются в органах с широкой полостью - в желудке, мочевом пузыре, матке. Сокращение этих клеток вызывает сдавливание и сужение просвета органа. Сила каждого сокращения клеток ничтожна, т.к. они очень малы. Однако сложение сил целых пучков может создать сокращение огромной силы. Мощные сокращения создают ощущение сильной боли. Возбуждение в гладкой мускулатуре распространяется относительно медленно, что обусловливает медленное длительное сокращение мышцы и столь же длительный период расслабления. Мышцы способны также к самопроизвольным ритмическим сокращениям. Растяжение гладкой мускулатуры полого органа при наполнении его содержимым сразу же ведет к ее сокращению - так обеспечивается проталкивание содержимого дальше.

5. Возрастные изменения мышечной системы

Безусловно, с возрастом наш организм изменяется. Изменяется и мышечная система. У взрослого человека скелетная мускулатура составляет более 40% массы тела. При старении интенсивность снижения массы мышц более выражена, чем уменьшение массы тела в целом. Форма мышцы с возрастом изменяется за счет ее уменьшения и соответствующего удлинения сухожилия. В частности, длина ахиллова сухожилия увеличивается с 3,5-4 см у молодых людей до 6-9см - у старых. Прогрессирующее нарастание с возрастом гипотрофии мышц происходит неодинаково в функционально разных мышечных группах. Подобный процесс развивается в основном за счет уменьшения диаметра отдельных мышечных волокон. Так, диаметр мышечного волокна грудной мышцы у людей молодого возраста составляет 40-45 мкм, в 50 лет - 20-25 мкм, 70 лет - 10-20 мкм. Морфологические исследования разных лет показали, что при старении в скелетных мышцах наряду с неизмененными и компенсаторно-гипертрофированными мышечными волокнами обнаруживаются в разной степени атрофированные мионы, отмечаются очаговые нарушения четкости поперечной исчерченности и возрастание количества ядер. При электронно-микроскопическом исследовании выявляется нарушение архитектоники взаиморасположения митохондрий и элементов сократительной субстанции. Как и в других органах при старении в скелетных мышцах развиваются компенсаторно-приспособительные перестройки, проявляющиеся увеличением площади ядерных мембран, гипертрофией митохондрий и других органелл. Параллельно с изменениями в мышечных волокнах происходят сдвиги в стенке питающих их кровеносных капилляров, свидетельствующие об измененных условиях транскапиллярного обмена, что, в свою очередь, усугубляет нарушения в мышечных волокнах. Процесс регенерации мышечных элементов в старом организме начинается значительно позже, а замещение соединительной тканью раньше, чем в молодом.

Долгое время существовало представление, что мышца при сокращении черпает энергию из своей структуры, разрушаясь. Затем эти воззрения были вытеснены сведениями о метаболических превращениях в процессе мышечной деятельности. К настоящему времени уже невозможно рассматривать биохимические процессы в мышечных волокнах безотносительно их строения, метаболический цикл жестко привязан к месту, а последовательность превращений в нем - к структурным особенностям ферментных рядов.

В зависимости от проявления специфической функции мышц происходит в разной степени выраженности физиологическое обратимое разрушение их ультраструктуры - деградация митохондрий, контрактуры отдельных миофиламентов, разрывы капилляров, локальные нарушения целостности Т-систем. При интенсивной деятельности могут отмечаться выраженные повреждения отдельных мышечных волокон, микрокровоизлияния. Чрезвычайно важным для определения возрастного оптимума сократительной функции является установление границы обратимости этих нарушений, так как одни поломки восстанавливаются бесследно, а другие ведут к постепенной утрате специфичности ткани и последующему склерозированию. Изучение ферментативной активности в мышечной ткани при старении показало наличие весьма сложных перестроек, направленных на сохранение гомеостаза организма.

Принципиально важным является положение о первичных нейронных возрастных сдвигах при старении нервно-мышечной системы, которые приводят к ухудшению связи между нервной и мышечной клетками и определяют сенильные изменения скелетных мышц, наименее выраженные в волокнах диафрагмы, что связано с первичным регулирующим влиянием нейронной импульсной активности, продолжительно форсированной во время акта дыхания.

При старении комплекс нервных механизмов регуляции активности мотонейронов переходит на более низкие частоты. Описанные изменения зависят от медленно прогрессирующих нарушений нервно-мышечного контакта, уменьшения размеров сенильной двигательной единицы, а также диаметра мышечных волокон. В частности, уменьшение в размерах (но не в количестве двигательных единиц) объясняет, почему в сенильных мышцах не обнаруживаются потенциалы фибрилляций. Развитие возрастных изменений в двигательной единице, которое сопровождается ухудшением сократительных свойств мышечных волокон, компенсируется реиннервацией, поэтому их плотность в двигательной единице при старении увеличивается. Данные об изменениях морфо-функционального профиля скелетных мышц при старении организма в какой-то мере могут объяснить особенности чувствительности мышц к гипоксии на поздних этапах онтогенеза. Развивается своеобразная адаптация к этому фактору, выражающаяся в меньшем уровне кровотока, необходимом для поддержания устойчивой работоспособности.

Возрастные изменения в нервно-мышечной системе связаны с характерными сдвигами на всех уровнях: от мышечного волокна до нервных клеток самых высоких отделов центральной нервной системы. Они зависят от нарастающих при старении метаболических сдвигов в организме и связаны со сложной системой перестройки в регуляции функций. В старости сохраняется способность нервно-мышечного аппарата к адаптации под влиянием физической тренировки. Возрастные изменения сердечно-сосудистой и нервной систем, костно-мышечного аппарата приводят к различным болевым ощущениям, физической слабости, психической утомляемости, замедленной моторике. С возрастом мышцы теряют силу, атрофируются.

6. Кровоснабжение мышц

В целом каждая мышца снабжается одной артерией, которая приносит с кровью питательные вещества, и несколькими венами, уносящими метаболические отработанные вещества, отданные мышцами в кровь. Кровеносные сосуды обычно проходят через центральную часть мышцы, но могут проходить также у поверхности. Затем сосуды делятся на капиллярные сплетения, которые распространяются по всем межмышечным перегородкам и в конечном счете проникают через внутренний перимизий, окружающий каждое мышечное волокно. Во время физической нагрузки капилляры расширяются, увеличивая интенсивность кровотока в мышцах до 800 раз. Мышечное сухожилие имеет намного меньшее кровоснабжение, потому что состоит из относительно бездействующей ткани.

7. Иннервация

Нервы входят в мышцу обычно в том же месте, что и кровеносные сосуды, и распределяются по соединительнотканным перегородкам во внутреннем перимизии подобным образом. Каждое скелетное мышечное волокно снабжается отдельным нервным окончанием. В этом его отличие от другого вида мышечной ткани, которая способна сокращаться без какого-либо нервного возбуждения.

Нерв, входящий в мышцу, обычно содержит примерно равные соотношения сенсорных и двигательных нервных волокон, хотя некоторые мышцы могут снабжаться отдельными сенсорными ветвями. Как только нервное волокно подходит к мышце, оно делится на множество конечных ветвей, которые все вместе называются двигательной концевой пластинкой.

8. Мышечные рефлексы

В скелетных мышцах имеются два специализированных типа нервных рецепторов, которые могут воспринимать напряжение. Это мышечные веретена и сухожильный орган Гольджи (GTO's). Мышечные веретена имеют сигарообразную форму и состоят из крошечных измененных мышечных волокон, называющихся интрафузальными волокнами, и нервных окончаний, вместе покрытых соединительнотканной оболочкой. Они располагаются между и параллельно главным мышечным волокнам. Сухожильный орган Гольджи расположен главным образом в месте соединения мышц и их сухожилий или апоневроза.

9. Функции мышцы

Возможность движения. Скелетные мышцы ответственны за все передвижения и манипуляции, они позволяют человеку быстро реагировать на раздражители.

Поддержание осанки. Скелетные мышцы поддерживают вертикальное положение, противодействуя гравитации.

Стабилизация суставов. Скелетные мышцы и их сухожилия стабилизируют суставы.

Выделение тепла. Вместе с гладкими и сердечными мышцами скелетные мышцы выделяют тепло, которое необходимо для поддержания нормальной температуры тела.