

# ***Оснoвы анaтoмии и прикладной кинeзиoлoгии***

---

*Рoд A. Хaртeр*

Эта глава разделена на две части: первая содержит обзор функциональной анатомии пяти основных систем организма человека: сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной, скелетной и мышечной. Вторая часть посвящена кинезиологии - науке о движениях человека. Анатомия - это обширная отрасль науки, изучающая структуру человеческого тела и взаимодействие между его частями. Фундаментальные знания анатомии человека необходимы инструктору групповых фитнес-занятий, в профессиональные обязанности которого входит разработка программ тренировочных занятий, направленных на то, чтобы помочь клиентам достичь своих целей по физической подготовленности.

Кинезиология включает в себя элементы физики, классической механики, физиологии и функциональной анатомии, помогающие объяснить, что обуславливает движения человека. Включая основы кинезиологии в этот учебник, авторы стремились помочь вам сделать групповые фитнес-занятия более эффективными, безопасными и направленными на строго заданные мышцы. Цель этой главы состоит в том, чтобы объяснить, как совместные действия частей тела обеспечивают устойчивость и подвижность, необходимые для выполнения эффективных движений в спорте, рекреации и в повседневной жизни.

## В этой главе:

### Анатомическая терминология Сердечно-сосудистая система

Виды кровеносных сосудов  
Сердце  
Дыхательная система  
Нервная система  
Роль нервной системы в регуляции движения  
Рефлекторная активность  
Скелетная система  
Осевой скелет  
Добавочный скелет  
Суставы  
Мышечная система  
Мышцы нижней конечности  
Мышцы верхней конечности  
Обзор кинезиологии  
Биомеханические принципы движения  
Закон инерции  
Закон ускорения  
Закон действия и противодействия

### Кинезиология нижней конечности

Передние мышцы бедра: сгибатели тазобедренного сустава  
Задние мышцы бедра: разгибатели тазобедренного сустава  
Латеральные мышцы бедра: отводящие мышцы тазобедренного сустава и внешние вращатели  
Медиальные мышцы бедра: приводящие мышцы тазобедренного сустава и внутренние вращатели  
Передние мышцы бедра: разгибатели коленного сустава  
Задние мышцы бедра: сгибатели коленного сустава  
Передние мышцы голени: тыльные сгибатели стопы  
Задние мышцы голени: подошвенные сгибатели стопы  
Латеральные мышцы голени: эверторы (мышцы вращатели стопы)

### Кинезиология позвоночника и таза

Осанка и нейтральное положение позвоночника  
Аномальное и обусловленное утомлением положение тела  
Мышечный баланс и дисбаланс  
Сгибатели туловища: мышцы живота  
Разгибатели туловища: группа мышц, выпрямляющих позвоночный столб  
**Кинезиология верхней конечности**  
Передние мышцы плечевого пояса  
Задние мышцы плечевого пояса  
Мышцы плечевого сустава  
**Резюме**

# Анатомическая терминология

Впервые знакомясь с анатомией, вы можете встретить термины, незнакомые вам. Правильное применение соответствующих анатомических терминов для характеристики положения, местонахождения и направления имеет большое значение для описания какого-либо определенного движения, упражнения или вида двигательной активности.

Большинство анатомических терминов имеют латинское или греческое происхождение и нередко носят описательный характер. Например, название многих мышц говорит об их месторасположении, форме или функции. В качестве примера возьмем такой термин, как передняя большеберцовая мышца. Передняя означает "по направлению вперед",

тогда как большеберцовая относится к большеберцовой кости - большей из двух костей голени. В данном случае, зная значение исходных слов (корней), можно понять не только термин, но и определить, где находится эта мышца, - передняя большеберцовая мышца находится на передней поверхности большеберцовой кости. В табл. 2.1 вы найдете другие термины, описывающие анатомические положения. Чтобы вам не пришлось то и дело обращаться к медицинскому словарю, чтобы понять значение терминов, которые встречаются в этой главе, в табл. 2.2 представлены наиболее часто встречающиеся анатомические термины. Рис. 2.1 иллюстрирует анатомическое положение, а также анатомические плоскости движения.

Таблица 2.1.

## Анатомические и "региональные" термины, а также термины, обозначающие направления

Термин	Определение
Передний (вентральный)	По направлению вперед
Задний (дорсальный)	По направлению назад
Верхний	По направлению к голове
Нижний	От головы
Медиальный (внутренний)	По направлению к средней линии тела
Латеральный (наружный)	От средней линии тела
Проксимальный (ближний)	По отношению к прикрепленному концу конечности, началу структуры или средней линии тела
Дистальный (дальний)	По отношению к проксимальному концу конечности, началу структуры или средней линии тела
Цервикальный (шейный)	"Региональный" термин, относящийся к области шеи
Торакальный (грудной)	"Региональным" термин, характеризующий часть тела между шеей и
Поясничный	"Региональным" термин, характеризующий область поясницы; участок между грудным отделом туловища и тазом
Плантарный (подошвенный)	Подошва или нижняя поверхность стопы
Тыльный	Верхняя (тыльная) поверхность стопы и наружная (тыльная) поверхность кисти
Ладонный	Внутренняя или ладонная поверхность кисти
Сагиттальная плоскость	Продольная (воображаемая) линия, разделяющая тело или любую его часть на левую и правую половину
Поперечная ось	Поперечная ось вращения, относительно КОТОРОЙ осуществляется в сагиттальной плоскости: перпендикулярна сагиттальной плоскости
Фронтальная плоскость	Продольный (воображаемый) разрез, разделяющий тело на переднюю и заднюю половины
Переднезадняя ось	Переднезадняя ось вращения, относительно КОТОРОЙ осуществляется во фронтальной плоскости: перпендикулярна фронтальной плоскости
Горизонтальная плоскость	Воображаемая линия, разделяющая тело или какую-либо его часть на верхнюю и нижнюю половину
Вертикальная ось	Вертикальная ось вращения, относительно КОТОРОЙ ПРОИСХОДИТ в горизонтальной плоскости: перпендикулярна горизонтальной

**Таблица 2.2.**

**Общая анатомическая терминология**

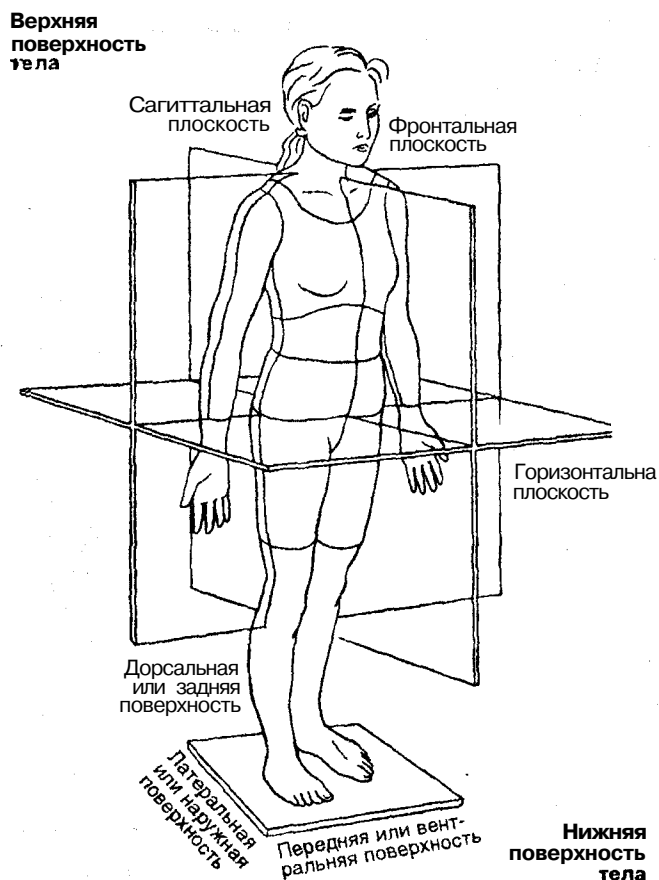
Корень	Значение	Термин	Определение
Артрон	Сустав	Артрит	Воспаление сустава
Би	Два, оба	Билатеральный	Двусторонний
Брахиму	Плечо	Плечевой	Мышца плеча
Кардио	Сердце	Кардиология	Исследования сердца
Краниум	Череп	Краниальный	Прилежащий к головному отделу туловища
Косте	Ребро	Реберный	Реберно-поперечные суставы
Хондрос	Хрящ	Хондроэктомия	Иссечение хряща
Илиум	Подвздошная кость	Подвздошный	Широкая верхняя часть тазовой кости
Дермо	Кожа	Дерматит	Воспаление кожи
Гемо, гемат	Кровь	Кровоизлияние	Внутреннее или внешнее кровотечение
Мио	Мышца	Миозит	Воспаление мышцы
Пулмо	Легкое	Легочная артерия	Сосуд, приносящий КРОВЬ в легкие
Ос, оссис	Кость	Остеопения	Нарушение остеогенеза
Торакс	Грудная клетка	Грудной	Грудные мышцы
Три	Три	Трехглавая мышца	Мышца плеча с тремя головками

В следующих разделах будут кратко рассмотрены функции пяти основных систем организма, имеющих непосредственное отношение к двигательной активности. Это - сердечно-сосудистая, дыхательная, нервная, скелетная и мышечная системы.

**Сердечно-сосудистая система**

Кислород необходим для образования энергии и обеспечивает активность клеток (клеточный метаболизм) в организме человека. Побочным продуктом клеточного метаболизма является диоксид углерода (CO<sub>2</sub>). Высокий уровень диоксида углерода в клетках создает чрезвычайно неблагоприятные для клеток кислотные условия. Поэтому избыток диоксида углерода необходимо устранить как можно быстрее. Главную роль в этом играют сердечно-сосудистая и дыхательная системы. Сердечно-сосудистая система представлена кровью, кровеносными сосудами и сердцем. Она распределяет кислород и питательные вещества клеткам, выводит из них диоксид углерода и побочные продукты метаболизма, предупреждает болезни, помогает регулировать температуру тела и предотвращает значительные

**Рис. 2.1.**  
Анатомическое исходное положение и плоскости движения



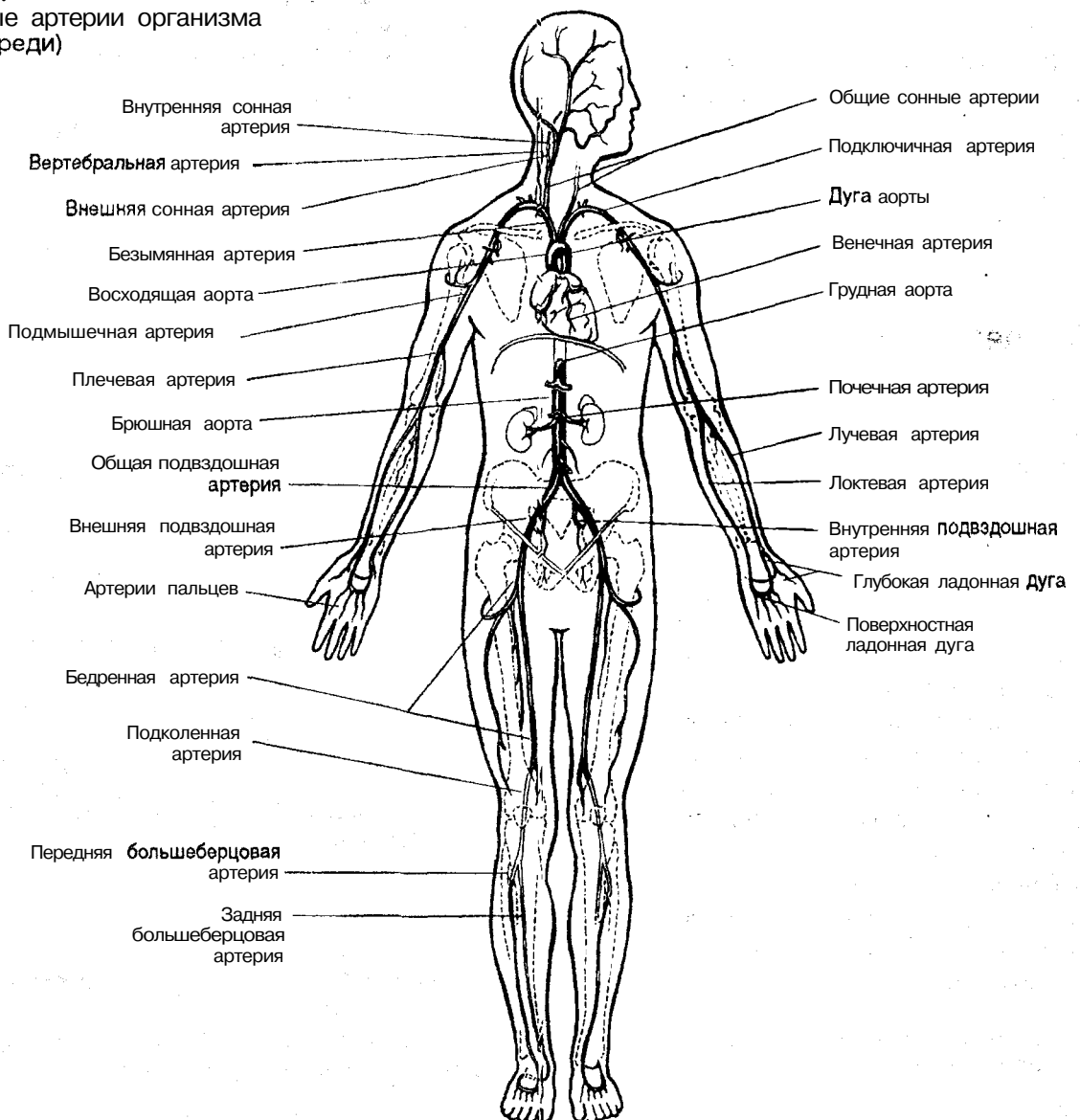
потери крови после травмы путем образования сгустков.

Кровь - это жидкая ткань организма. Она состоит из двух частей: форменных элементов, которые включают различные виды живых клеток крови - эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов, и плазмы - жидкой части крови. Плазма на 92 % состоит из воды и на 8% из растворенных веществ. В плазме содержится более 100 различных видов растворенных веществ, большей частью - белки плазмы. Кровь составляет примерно 8% массы тела взрослого человека, в организме физически здоровой женщины средних размеров содержится около 4-5 л крови, тогда как у среднего мужчины - 5-6 л.

## Типы кровеносных сосудов

Существует два вида кровеносных сосудов: **артерии**, несущие кровь от сердца, и вены, транспортирующие кровь в сердце. Артерии более толстые, чем вены, и их мышечные стенки помогают перемещать кровь (рис. 2.2). В отличие от артерий, у вен есть клапаны, которые перекрывают путь крови в обратном направлении. Самые крупные артерии расположены близко к сердцу; по мере удаления от сердца они разветвляются, образуя значительно меньшие артерии, так называемые **артериолы**, которые доставляют кровь в еще более мелкие единицы - капилляры. Эти микроскопические кровеносные сосуды образуют

Рис. 2.2.  
Основные артерии организма  
(вид спереди)



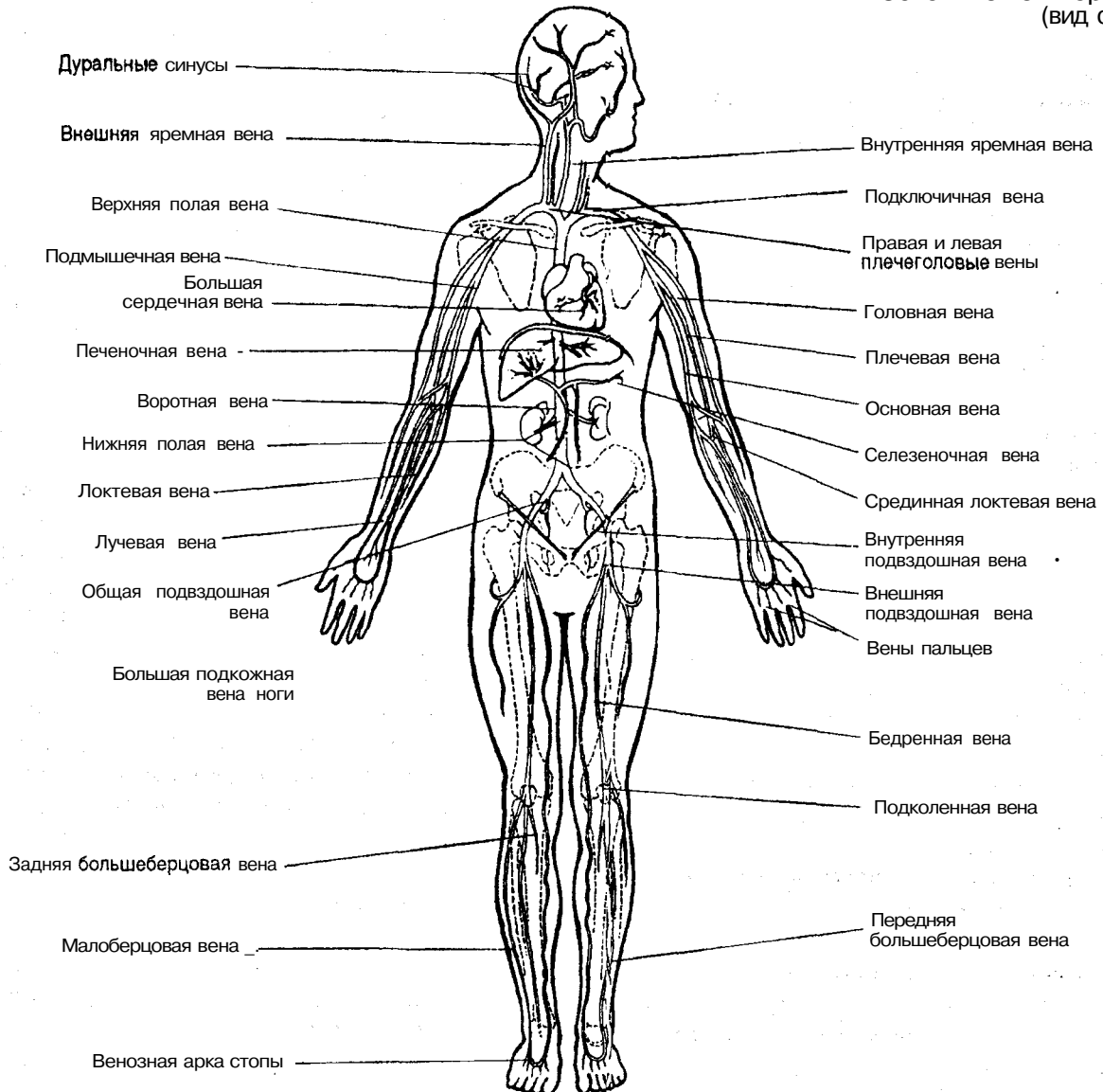
густую сеть в тканях организма. Основной обмен питательных веществ и побочных продуктов метаболизма происходит здесь, в капиллярных руслах. Лишенная кислорода и питательных веществ по дороге от сердца к периферии капиллярная кровь достигает конечного пункта и начинает длительное путешествие назад к сердцу через небольшие сосуды, которые называют венами. В замкнутой системе кровообращения вены являются продолжением капилляров, эти крошечные структуры в конечном итоге соединяются друг с другом, образуя вены. По мере того как кровь все ближе и ближе подходит к сердцу, вены увеличиваются, перемещая все больший объем крови (рис. 2.3).

## Сердце

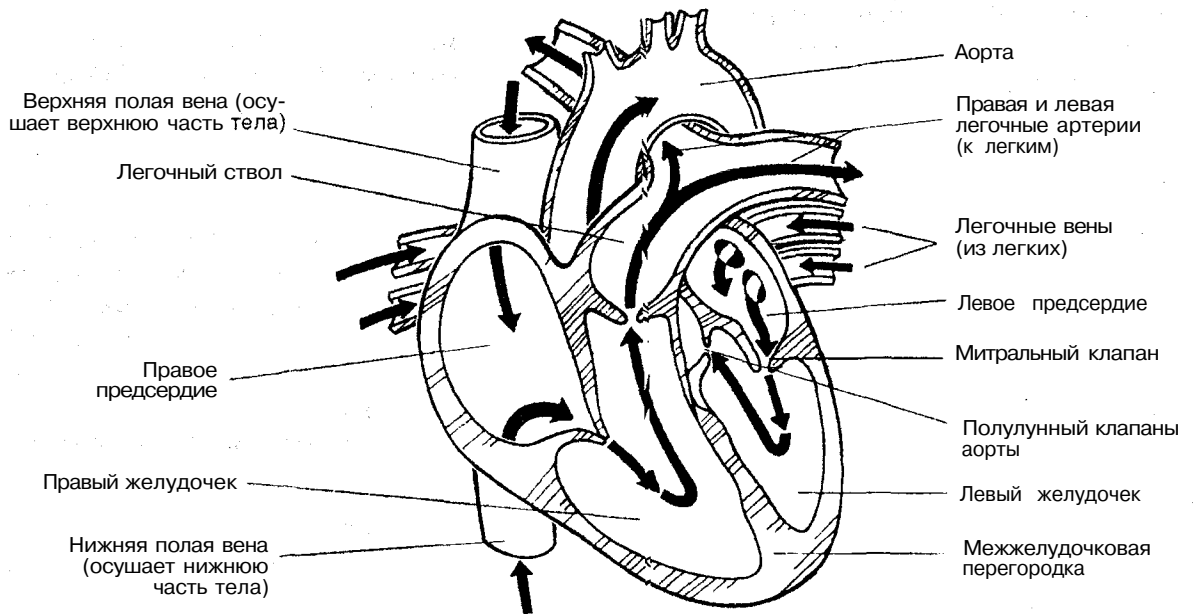
Сердце человека представляет собой мышечный орган в центре сердечно-сосудистой системы. Сердце взрослого человека по размеру соответствует сложенной в кулак кисти. Оно находится в грудной полости позади грудины в области переднего средостения. Сердце имеет четыре полости. Две верхние полости называются правым и левым предсердием, две нижние - правым и левым желудочками (рис. 2.4).

Сердце представляет собой четыре отдельных насоса: два первичных - предсердия и два мощных - желудочки. Чтобы понять, как функционирует сердечно-сосудистая система,

**Рис. 2.3.**  
Основные вены организма  
(вид спереди)



**Рис. 2.4.**  
Структура сердца и кровотока в нем



необходимо знать последовательность прохождения кровотока через сердце. Правое предсердие принимает кровь из всех частей тела кроме легких.

**Верхняя полая вена** - крупная вена, собирающая кровь из частей тела, расположенных выше сердца (голова, шея, руки), и **нижняя полая вена** - вена, принимающая кровь из всех частей тела, расположенных ниже сердца (ноги, брюшная полость), транспортируют кровь в правое предсердие. При сокращении сердца кровь аккумулируется в правом предсердии.

После релаксации сердца кровь из правого предсердия идет в правый желудочек, который во время сокращения выталкивает ее в легочный ствол. Легочный ствол делится на правую и левую легочные артерии, которые транспортируют кровь в легкие, где в процессе газообмена она освобождается от диоксида углерода и насыщается кислородом.

Эта насыщенная кислородом кровь возвращается в сердце через четыре легочные вены, которые "падают" в левое предсердие. После этого кровь попадает в левый желудочек; во время сокращения она выталкивается из него в восходящую **аорту**.

Отсюда кровь распределяется во все части тела (за исключением легких) при помощи нескольких крупных артерий.

## Дыхательная система

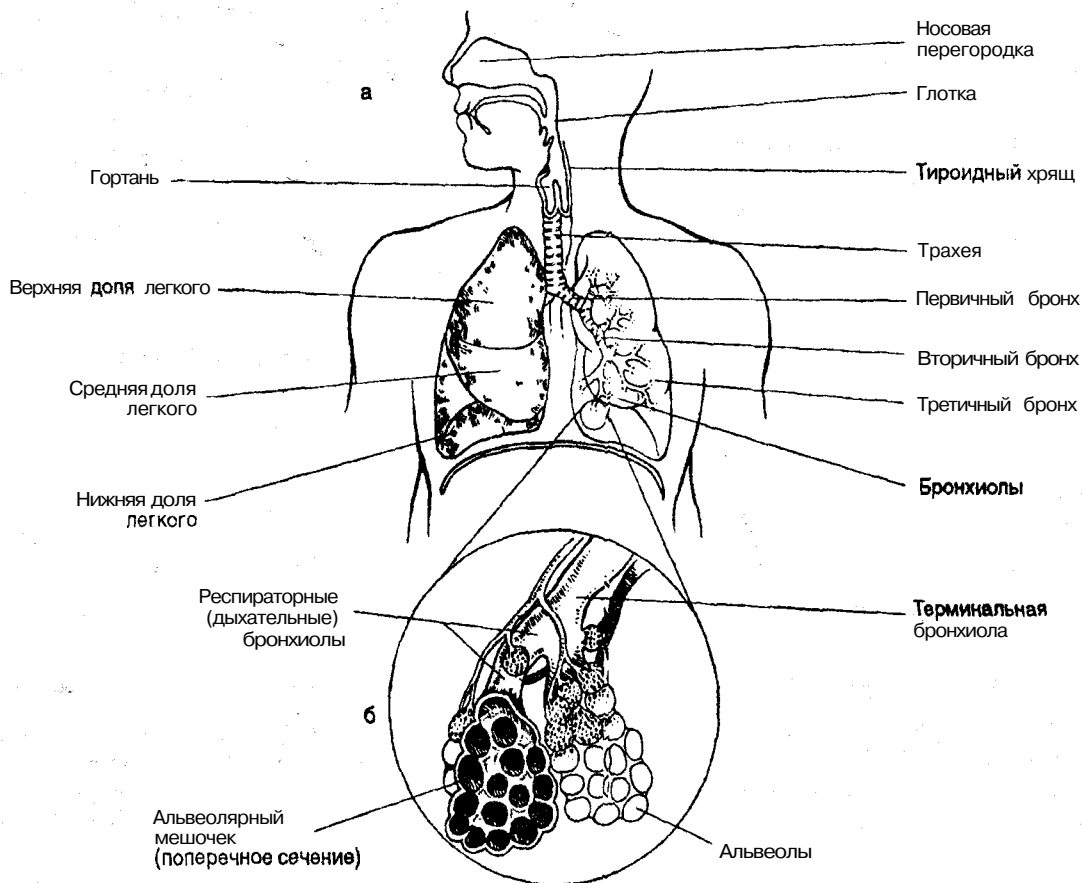
Дыхательная система поставляет кислород, выводит диоксид углерода и помогает регулировать кислотно-щелочное равновесие (рН) в организме. Дыхательная система состоит из верхних дыхательных путей (носовая полость, глотка, гортань, трахея и бронхи) и двух легких. Процесс дыхания представляет собой общий газообмен (например, кислорода, диоксида углерода и азота) между воздухом, кровью и клетками. Существует три основных вида дыхания: внешнее, внутреннее и клеточное. Внешнее дыхание представляет собой обмен кислорода и диоксида углерода между альвеолярным воздухом и кровью капилляров легких. Внутреннее Дыхание включает обмен этих газов между кровью и клетками тела. Клеточное дыхание включает утилизацию кислорода и производство диоксида углерода в результате метаболических процессов в клетках. В состоянии покоя воздух попадает в дыхательную систему через ноздри и согревается по мере прохождения через носовые полости, выстланные слизистой оболочкой, которая покрыта ресничками, фильтрующими мелкие частицы. Из носовой полости воздух попадает в глотку, находящуюся позади полости носа и рта.

Во время интенсивной физической активности преобладает, как правило, дыхание ртом, в этом случае вдыхаемый воздух фильтруется не в такой же степени, как при дыхании носом.

Гортань представляет собой увеличенный верхний (проксимальный) конец трахеи. Она проводит воздух в легкие и выводит его из легких через глотку. Удобным ориентиром для определения места расположения гортани служит адамово яблоко, или кадык. Трахея представляет собой трубчатый дыхательный путь длиной приблизительно 12 см, который поддерживается в открытом положении благодаря С-образным хрящам. Трахея простирается от гортани и почти до уровня пятого грудного позвонка, где она разветвляется на правый и левый главные бронхи. Каждый основной бронх входит в легкое, разделяясь на меньшие вторичные бронхи, - по одному для каждой из долей легкого (всего 5). Вторичные

бронхи разветвляются на множество третичных бронхов, которые, в свою очередь, разветвляясь, образуют в конечном итоге мелкие терминальные **бронхиолы**. Терминальные бронхиолы имеют микроскопические ответвления - дыхательные бронхиолы, которые, в свою очередь, подразделяются на несколько **альвеолярных канальцев**, на стенках которых находятся пузырьки - альвеолы. Именно на этом анатомическом уровне и происходит дыхательный газообмен между легкими и кровью. В легких содержится приблизительно 300 миллионов альвеол, обеспечивающих очень большую площадь поверхности (примерно 70 м<sup>2</sup>) для осуществления газообмена. Разветвление трахеи напоминает ствол дерева со множеством веток и веточек, отсюда название - **бронхиальное дерево** (рис. 2.5).

**Рис. 2.5.**  
Верхние и нижние дыхательные пути (а) и увеличенное изображение перехода от терминальной бронхиолы в альвеолы (б)





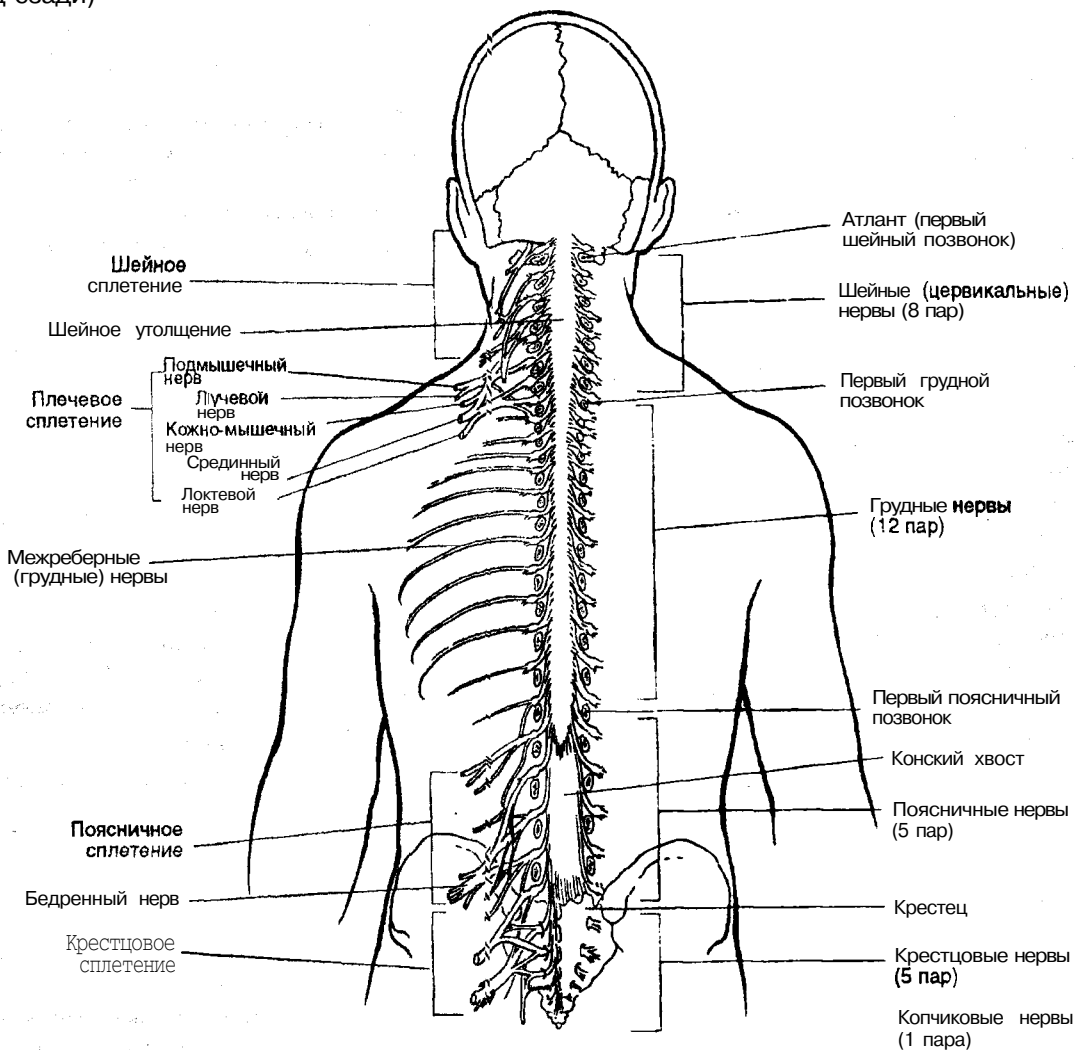
Заключительными компонентами дыхательной системы являются легкие - парные, конусообразные органы, расположенные в грудной полости.

Правое легкое имеет три доли, левое - только две. Легкие разделены пространством, которое называется средостением, здесь расположены сердце, сосуды, выходящие из него, пищевод (трубка, соединяющая глотку с желудком), часть трахеи, нервные стволы. Дно грудной полости образовано диафрагмой, представляющей собой мышцу, которая сокращается во время вдоха и расслабляется во время выдоха.

## Нервная система

Нервная система представляет собой центр контроля и систему внутренней связи. Наибольшую значимость для инструктора по проведению групповых занятий по фитнесу имеют функции стимулирования и контроля движений. Скелетная мышца не может сократиться без стимулирования внутренним (например, нервный импульс) либо внешним раздражителем (например, электростимуляция мышцы). Координированные движения невозможны без контроля со стороны нервной системы.

**Рис. 2.6.**  
Спинальный мозг и спинномозговые нервы (вид сзади)



Нервная система человека подразделяется, в зависимости от расположения, на центральную и периферическую. Центральная нервная система (ЦНС), включающая головной и спинной мозг, полностью окружена костными структурами. Череп защищает головной мозг, а защитой для спинного мозга служит позвоночный столб. ЦНС - контролирующий орган нервной системы, она принимает импульсы из периферической нервной системы, интегрирует полученную информацию и формулирует соответствующие реакции. Периферическая нервная система (ПНС) состоит из нервов, соединяющих конечности и их рецепторы с ЦНС. ПНС включает 12 пар черепных нервов, две из которых выходят из головного мозга, остальные 10 начинаются в стволе мозга. ПНС также включает 31 пару спинномозговых нервов, которые берут начало в спинном мозге. Спинномозговые нервы включают 8 цервикальных пар, 12 грудных пар, пять поясничных пар; пять крестцовых пар и одну копчиковую пару (рис. 2.0). Эти нервы называются и нумеруются в соответствии с участком и позвоночным уровнем, где они выходят из спинного мозга. Например, третий поясничный нерв (L3) выходит из спинного

мозга на уровне третьего поясничного позвонка.

Передние ответвления второго - двенадцатого грудных нервов (нервные корешки T2-T12) отдельно иннервируют мышцы груди и живота, а также идут к плевре и брюшине. Во всех остальных случаях передние ответвления спинномозговых нервов сочетаются с соседними нервами, образуя одно из четырех нервных сплетений. Существует четыре основных нервных сплетения: шейное, плечевое, поясничное и крестцовое. Нервные корешки C1-C4, соединяясь, образуют шейное сплетение, которое иннервирует голову, шею, верхнюю часть груди и плечи. Нервы плечевого сплетения C5-T1 обеспечивают двигательные и чувствительные функции плеча до пальцев **руки**. Нервные корешки L1-L4, образующие поясничное сплетение, иннервируют живот, пах, половые органы и **переднелатеральную** часть бедра, тогда как крестцовое сплетение L4-S4 иннервирует мышцы задней части бедра, всей голени и стопы. В табл. 2.3 приведены основные спинномозговые нервы и **иннервируемые** ими мышцы.

**Таблица 2.3.**  
**Некоторые спинномозговые нервы и основные мышцы, иннервируемые ими**

<b>Нервный</b>	<b>Иннервируемая мышца</b>
C3	Трапецевидная, задняя лестничная, длинная мышца головы, длинная мышца шеи
C4	Диафрагма, трапецевидная, передняя и средняя лестничная, мышца, поднимающая
C5	лопатку
C6	Двуглавая мышца плеча, дельтовидная, большая и малая ромбовидная, надостная, подостная
C7	Передняя зубчатая, широчайшая мышца спины, плечелучевая, длинный и короткий
C8	лучевой разгибатель запястья, локтевой разгибатель запястья, супинатор предплечья
T1	Трехглавая мышца плеча, лучевой сгибатель запястья, локтевой сгибатель запястья
L2	Короткий и длинный разгибатель большого пальца кисти, длинная мышца, приводящая
L3	большой палец кисти
L4	Внутренние мышцы кисти (червеобразные, межкостные)
L5	Большая и малая поясничная, большая, длинная и короткая приводящие мышцы
S1	Прямая мышца бедра, латеральная широкая мышца бедра, медиальная широкая мышца
S2	бедра, большая и малая поясничная, широкая промежуточная
S4	<b>Передняя и задняя большеберцовая</b>
	Большая и средняя ягодичная, длинный разгибатель пальцев, длинная и короткая
	малоберцовая, длинный разгибатель большого пальца стопы
	Большая ягодичная, двуглавая мышца бедра, полусухожильная,
	полуперепончатая, икроножная, камбаловидная
	Большая ягодичная, длинный сгибатель пальцев, длинный сгибатель большого пальца
	стопы
	Мочевой пузырь, прямая кишка

Клетки, составляющие нервную систему, передают сообщения - нервные импульсы, возникающие либо в ЦНС, либо в рецепторах - специализированных нервных клетках. Рецепторы размещаются по всему телу, различные виды рецепторов чувствительны к боли, температуре, давлению и изменениям положения тела. Чувствительные нервные клетки переносят импульсы из периферических рецепторов в спинной и головной мозг. Двигательные нервные клетки несут импульсы из ЦНС, реагируя на воспринимаемые изменения во внутренней и внешней среде организма.

## Роль нервной системы в регуляции движений

Произвольное движение человека регулируется и контролируется сложными взаимодействиями в центральной и периферической нервной системе. Зрительная (глаза), вестибулярная (внутреннее ухо) и соматическая (тело) сенсорные системы обеспечивают три основных вида сенсорной информации. Особый интерес представляет обратная информация, которую ЦНС получает из соматических сенсорных рецепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях, связках, суставных капсулах и коже. Эти органы чувств собирают информацию о положении тела, о направлении и скорости движения, они имеют собирательное название **проприоцепторы**.

Эффективное усвоение и выполнение движений, которым обучает инструктор групповых **фитнес-занятий**, зависит от информации, поступающей в головной мозг из сенсорных проводящих путей. Головной мозг перерабатывает эту информацию и сформулирует определенную двигательную реакцию относительно величины, направления и скорости изменения движения тела. Сенсорные рецепторы могут обеспечить **кинестетическое** восприятие положения тела и конечностей; первые доказательства этой способности вы можете заметить, когда ваши клиенты следуют вашим указаниям, тщательно копируя вас. **Кинестетика** представляет собой осознанное восприятие положения частей тела, а также величины и скорости движения. Эта информация поступает преимущественно из проприоцепторов, находящихся в мышцах, сухожилиях, связках и суставных капсулах. Этот тип восприятия позволяет человеку инициировать и видоизменять движения; кроме того, он влияет на восприятие человеком положения тела. Если неправильное положение тела становится привычным, человек может

воспринимать его как нормальное. Чтобы изменить такое восприятие, сенсорным рецепторам необходимо предоставить дополнительную информацию. Например, чтобы избавиться от привычки сутулиться, человек должен периодически на протяжении дня выполнять ретракцию лопаток.

Во время выполнения сложного физического упражнения, например жима в положении лежа на наклонной платформе, центральная и периферическая нервная система работают в паре, начиная, направляя и контролируя все аспекты движения. В этом примере периферические нервные рецепторы, расположенные в участке рук и плеч, непрерывно обеспечивают ЦНС информацией (обратная связь) о количестве испытываемого сопротивления, положении конечностей, давлении, ощущаемом на ладонях рук, и т.д. Такая связь между центральной и периферической нервной системой, использующих двигательные и сенсорные проводящие пути, необходима, чтобы усваивать, изменять и успешно выполнять как простые, так и сложные виды физической деятельности.

## Рефлекторная активность

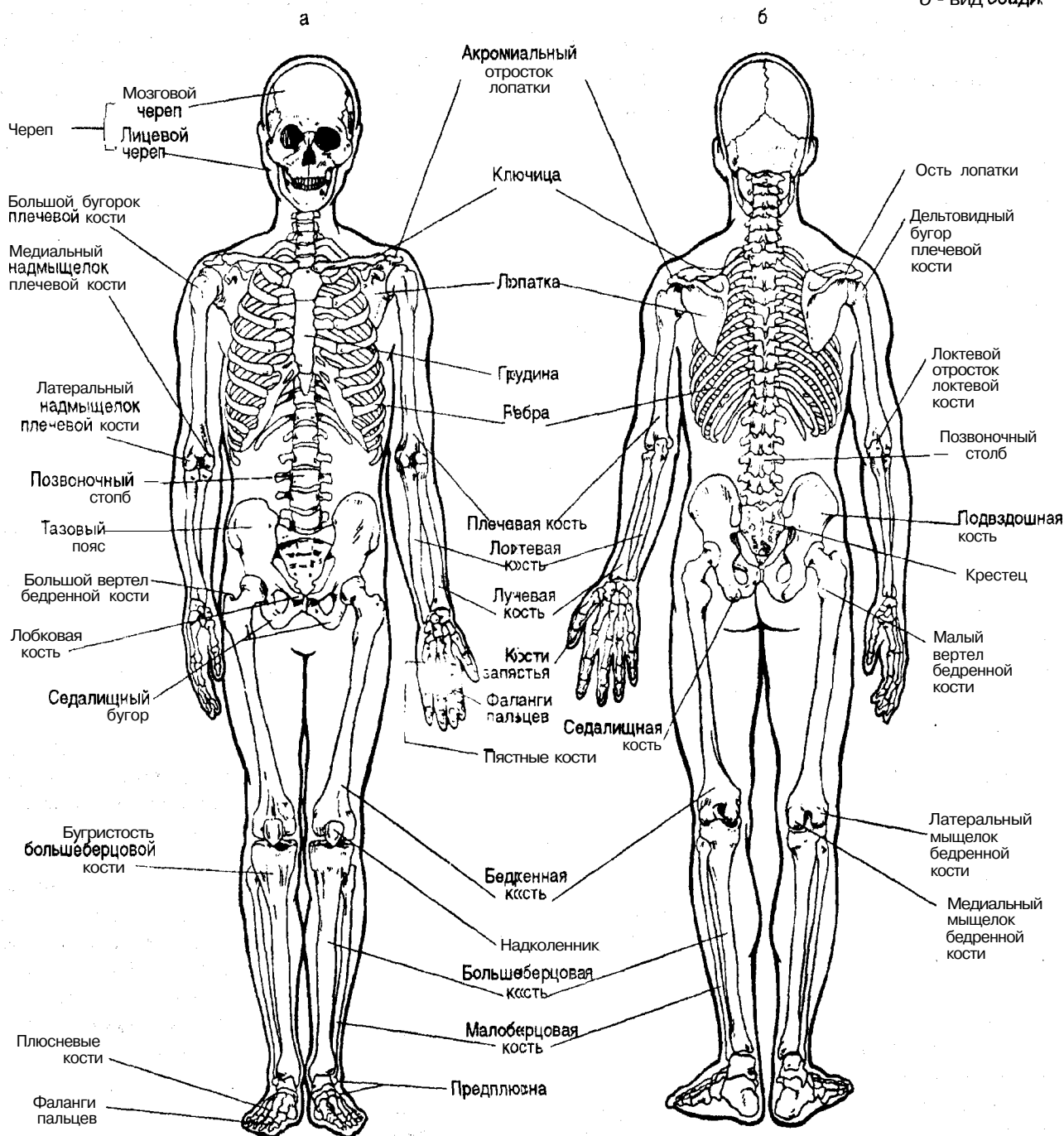
Сенсорные рецепторы участвуют в рефлексх. В наших мышцах имеются нервно-мышечные **веретена**, а в сухожилиях - нервно-сухожильные **веретена**, представляющие собой два важных вида **проприоцепторов**. Нервно-мышечные веретена чувствительны к высоким уровням или резкому увеличению напряжения в мышце и реагируют на это включением **рефлекса растяжения** - защитной активации растягиваемой мышцы, с целью предупреждения травмы. Точно так же реагируют на высокие (опасные) уровни напряжения нервно-сухожильные веретена, которые находятся в проксимальных и **дистальных** сухожилиях мышцы, однако их рефлекторное действие направлено на то, чтобы вызвать расслабление в своей мышце, уменьшить величину напряжения и предотвратить травму. Оба рефлекса являются защитными. Осознав важность этого, инструктор по фитнесу, использующий упражнения на растягивание во время разминки, окажется лучше подготовленным к проведению занятий. Активации рефлекса растяжения можно избежать. И к этому следует стремиться, выполняя медленные, контролируемые, статические упражнения на растягивание.

В то же время рефлекс нервно-сухожильных веретен является благоприятной реакцией во время выполнения упражнений на развитие гибкости и активируется фиксированием в течение 6-10 с статического положения растяжения, вызывающим ингибирование (инактивацию) мышцы, подвергающейся растягиванию, что обеспечивает дополнительный диапазон движения и растяжения.

## Скелетная система

Скелетную систему человека (рис.2.7) можно разделить на два отдела: **осевой скелет** - 80 костей, формирующих голову, шею и туловище, и **добавочный скелет** - 126 костей, формирующих конечности (табл.2.4.)

**Рис. 2.7.**  
Скелетная система:  
а - вид спереди;  
б - вид сзади.



206 костей, из которых состоит скелет человека, выполняют пять основных, очень важных для организма функций. Во-первых, скелетная система защищает многие жизненно важные органы, такие, как сердце, головной и спинной мозг. Во-вторых, скелет оказывает поддержку мягким тканям, вследствие чего сохраняется прямое положение тела, а также его форма. В-третьих, кости формируют рычаги, к которым прикреплены мышцы. При стимулировании определенных мышц длинные кости,

действуя подобно рычагам, обеспечивают выполнение движений. В-четвертых, красный костный мозг кости отвечает за производство определенных клеток крови, эритроцитов, некоторых типов лейкоцитов и тромбоцитов. В-пятых, кости служат местами накопления кальция, фосфора, натрия, калия и других минералов. Благодаря высокому содержанию минералов, кости могут оставаться неповрежденными спустя тысячелетия после смерти. В среднем отделе длинных костей в медуллярной полости также содержится жир (рис. 2.8).

Таблица 2.4.

*Кости осевого и добавочного скелета*

<b>Осевого скелета</b>	<b>Количество костей</b>
Кости черепа	
Мозговой череп	8
Лицевой череп	14
Подъязычная кость	1
Позвоночный столб	26 (24 свободных позвонка. плюс крестцовая и копчиковая кости)

**Грудная клетка:**

Грудина	1
Ребра	24
(Слуховые косточки)*	6
<b>ВСЕГО</b>	<b>80</b>

**Добавочный скелет** **Количество костей**

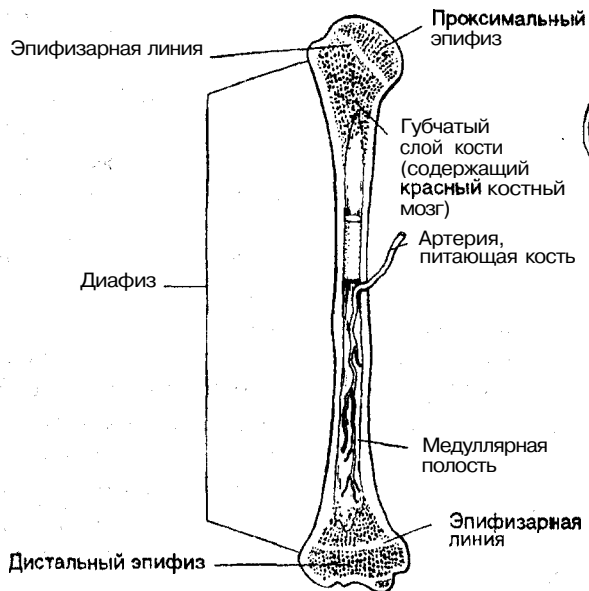
Нижняя конечность	
Фаланги пальцев	28
Плюсневые кости	10
Предплюневые кости	14
Надколенник	2
Большеберцовая кость	2
Малоберцовая кость	2
Бедренная кость	2
Тазовый пояс	
Таз (тазовая кость состоит из 2 сросшихся подвздошной, седалищной и лобковой костей)	
Плечевой пояс	
Ключица	2
Лопатка	2
Верхняя конечность	
Фаланги пальцев	28
Пястные кости	10
Запястные кости	16
Лучевая кость	2
Локтевая кость	2
Плечевая кость	2
<b>ВСЕГО</b>	<b>126</b>

Кости можно классифицировать в зависимости от их формы: длинные, короткие, плоские и кости смешанной формы. Длинные кости - это кости, длина которых превышает ширину и толщину. Большинство костей нижних и верхних конечностей - длинные кости, в том числе бедренная, малоберцовая и большеберцовая и плюсневые - в нижней конечности, и плечевая, лучевая, локтевая и пястные - в верхних конечностях. Каждая длинная кость состоит из стержня - диафиза и двух расширенных по сравнению с диафизом концевых частей - эпифизов. В детском и подростковом возрасте эти хрящевые эпифизы являются пластинками роста, обеспечивающими нормальный продольный рост костей. К моменту, когда скелет человека достигает полной зрелости (18-21 год), эпифизы трансформируются из хрящевой структуры в полностью окостеневшую кость и дальнейший продольный рост длинных костей прекращается.

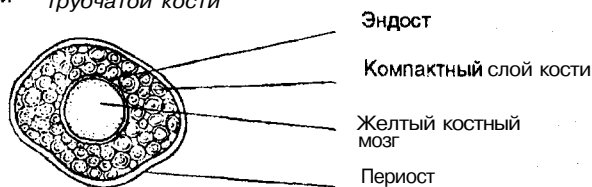
Внешняя поверхность диафиза (тела) длинной кости покрыта оболочкой **соединительной ткани**, которая называется периостом или **надкостницей** (см. рис. 2.8). Периост имеет два слоя: внешний, который служит участком прикрепления мышц и сухожилий, и внутренний, который в случае разрушения вследствие перелома сигнализирует о необходимости выделения остеобластов (формирующих кость клеток) для создания новой костной ткани и "ремонта" повреждения. Анатомическим дополнением периоста является эндост, выстилка внутренней поверхности диафиза в костномозговой полости. Главная функция эндоста - резорбция старой или поврежденной костной ткани благодаря действию остеокластов (рассасывающих костное вещество клеток). На протяжении большей части жизни человека продолжающаяся, обычно сбалансированная активность остеобластов и остеокластов

\* Слуховые косточки, по три на каждое ухо, не считаются частью осевого или добавочного скелета. Они рассматриваются как отдельная группа костей. Мы включили их в осевой скелет для удобства.

а) продольный разрез трубчатой кости



б) поперечный разрез трубчатой кости



в) участок трубчатой кости вместе перехода диафиза в эпифиз



значительные изменения уровней половых гормонов (эстрогена) отрицательно влияют на метаболическую активность в костях. Со временем эти изменения могут привести к значительному снижению плотности макроэлементов в костях (нарушение остеогенеза) и в конце концов к остеопорозу.

Короткие кости не имеют длинных осей, их ширина и длина приблизительно одинаковые. Этот вид костей встречается в кисти (кости запястья) и в стопе (предплюсневые кости). Плоские кости, как правило, тонкие и обычно согнутые. Примерами этого вида костей служат кости черепа, ребер, грудины и лопаток. Искривленные кости - это кости смешанной формы. К ним относятся кости **таза**, позвонков и многие кости черепа. **Сесамовидные** кости заключены в сухожильную структуру. Этот вид костей (например, надколенник) повышает эффективность мышцы, в которой она находится, увеличивая ее механическое преимущество в данном суставе.

Кость содержит неорганический компонент, состоящий из минеральных солей, главным образом солей кальция и калия, и органический компонент, состоящий из **коллагена**, - сложного белка, содержащегося в различных видах в кости и других соединительных тканях.

В соответствии с **законом Вольфа**, прочность (сила) кости изменяется прямо пропорционально величине действующей на нее нагрузки. Если молодые, физически здоровые люди, занимаются длительное время двигательной активностью, плотность их костей увеличивается из-за повышенного отложения в них минеральных солей и роста количества

**коллагеновых** волокон. С другой стороны, если кости не подвергаются механическим нагрузкам, в случае малоподвижного образа жизни или отсутствия воздействия силы тяжести (например, у астронавтов), плотность костей вследствие деминерализации постепенно снимается. Таким образом, прочность кости прямо зависит от воздействующих на нее нагрузок. Когда в 1892 г. был открыт закон Вольфа, почти ничего не было известно о влиянии ни кости генетических факторов, питания, уровня гормонов (эстрогена и тестостерона), курения и потребления алкоголя. Современные познания в этой области свидетельствуют об ограниченности данного закона.

Знание указанных факторов имеет большое значение для инструктора групповых **фитнес-занятий** при разработке специальных программ. Он должен обеспечить положительное воздействие на состояние скелетной системы своих клиентов. Поскольку низкие уровни содержания гормона эстрогена, связанные с аменореей (два или менее менструальных циклов в год) и менопаузой у женщин, приводят к существенной **деминерализации костей**, инструктор обязан помочь своим клиентам подобрать программы занятий, способствующие увеличению прочности костей. Кроме того, он должен порекомендовать своим клиентам в постклимактерический период обсудить со своими врачами целесообразность восполнения запасов эстрогена.

## Осевой скелет

Как говорилось выше, осевой скелет состоит из 80 костей, образующих череп, позвоночный столб и грудную клетку. Эта часть скелетной системы обеспечивает основной каркас тела, одновременно защищая ЦНС и жизненно важные органы, расположенные в грудной клетке (сердце, легкие и т.д.). Первостепенное значение имеет позвоночный столб, состоящий из 33 позвонков, разделенных на пять групп. Верхние семь позвонков - шейных, за ними следуют 12 грудных, пять поясничных, пять крестцовых, сросшихся в одну кость - крестец, и четыре копчиковых позвонка, сросшихся в кость, которая называется копчик. Крестцовые и копчиковые позвонки срастаются в позвоночном столбе взрослого человека. Таким образом, существует всего 24 подвижных позвонка (рис. 2.9).

Рис. 2.9.  
Позвоночный столб (вид сбоку)



## Добавочный скелет

Добавочный скелет состоит из костей нижних и верхних конечностей, а также тазового и грудного поясов - костей, при помощи которых руки и ноги прикрепляются к осевому скелету. Тазовый пояс состоит из двух больших тазовых костей, имеющих общее название тазовая кость, каждая сторона ее состоит из подвздошной, седалищной и лобковой кости (см. рис. 2.7). Два грудных пояса, каждый из которых включает ключицу и лопатку, сочленяют кости верхних конечностей и осевой скелет у грудины. Поскольку грудино-ключичные суставы представляют собой единственную непосредственную связь (кость с костью) между верхними конечностями и осевым скелетом, то подобная конфигурация обуславливает ряд особенностей. Наиболее важным является то, что грудной пояс не обеспечивает достаточно сильную поддержку верхней конечности. Вместе с тем он дает возможность выполнять широкий диапазон движений в плечевом суставе, делая его одним из наиболее подвижных суставов организма.

## Суставы

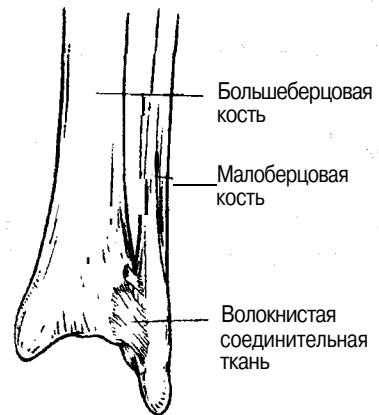
Сустав представляет собой точку соединения костей или костей и хряща. Связки, плотные волокнистые пучки соединительной ткани, соединяющие вместе костные сегменты, обеспечивают стабильность и целостность всех суставов. Одни суставы позволяют выполнять широкий диапазон движений в различных направлениях, другие практически не позволяют осуществлять движение вообще. Различные суставы нашего тела можно разделить на две общие категории в зависимости от структуры суставов и типа движений, которые допускают суставы.

При классификации суставов в соответствии с их структурой, учитывают две основные характеристики: тип соединительной ткани, удерживающей вместе кости сустава, и наличие или отсутствие полости сустава. Есть три основные структурные категории суставов: волокнистые (фиброзные или **синартрозные**), хрящевые (**амфиартрозные**) и синовиальные

\* В отечественной анатомической терминологии в соответствии с Парижской анатомической номенклатурой используется термин "плечевой пояс"

**Рис. 2.10.**  
Волокнистый сустав - дистальный  
большеберцово-малоберцовый сустав

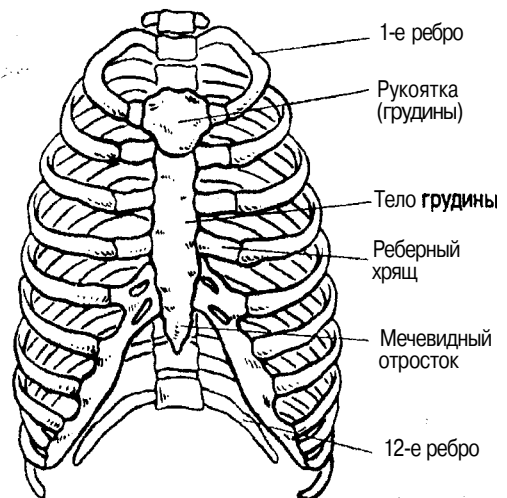
(диартрозные). Волокнистые суставы не имеют полости; к ним относятся все суставы, кости которых удерживаются вместе волокнистой соединительной тканью. Между концами костей этих суставов имеется очень небольшое пространство, вследствие чего выполнение движения либо невозможно, либо очень ограничено. Примерами могут служить, суставы между костями черепа, суставы между дистальными эпифизами большеберцовой и малоберцовой костей, суставы между лучевой и локтевой костями (рис. 2.10).



Хрящевые суставы, как следует из названия, соединяют кости при помощи хрящей. Суставная полость отсутствует, и движение либо невозможно, либо крайне ограничено. Примерами суставов этого типа являются суставы, соединяющие ребра с грудиной и межпозвоночные диски, разделяющие тела позвонков, образующих позвоночный столб (рис. 2.11).

**Рис. 2.11.**  
Хрящевой сустав -  
грудино-реберный сустав

подавляющее большинство суставов в теле человека синовиальные. Это суставы с полостью между костями, образующими сустав. Благодаря этому возможно выполнение движений в суставе. Движение в синовиальных суставах ограничивается формой костей сустава и мягкими тканями, такими, как связки, суставные капсулы, сухожилия и мышцы, которые окружают сустав. Синовиальным суставам присущи пять характерных особенностей, которые структурно отличают их от остальных видов суставов. Во-первых, все они полые. Во-вторых, каждый синовиальный сустав окружает связочная суставная капсула из плотной, волокнистой соединительной ткани. В-третьих, концы костей в синовиальных суставах покрыты тонким слоем суставного хряща. Он сделан из гиалинового ("стекловидного") хряща; покрывая поверхности сочлененных костей, гиалиновый хрящ препятствует их соединению друг с другом. В-четвертых, внутренняя поверхность суставной капсулы выстлана тонкой синовиальной мембраной. Главная ее функция - секреция синовиальной жидкости. Это - пятая характерная особенность всех синовиальных суставов. Синовиальная жидкость выполняет роль смазочного материала в составе и обеспечивает питание суставного хряща. Даже в самых больших суставах, таких, как коленный и плечевой, обычно содержится лишь незначительное количество синовиальной жидкости (1-2 чайные ложки). Вместе с тем острая или хроническая травма синовиальных суставов может стимулировать секрецию чрезмерного количества жидкости



синовиальной мембраной, что сопровождается болью, отечностью и снижением диапазона движения.

Некоторые синовиальные суставы имеют волокнисто-хрящевые диски, мениски. Коленный сустав содержит два мениска. В коленном и других крупных суставах эти волокнисто-хрящевые диски способствуют амортизации, повышают стабильность суставов, содействуют питанию суставов, регулируя поток синовиальной жидкости и увеличивая площадь соприкосновения сустава, тем самым, снижая давление (нагрузку на единицу площади) на рабочие участки сустава. Повреждение волокнистой хрящевой ткани изменяет структуру нагрузки и амортизационные способности су-



става и может ускорить процесс изнашивания суставных поверхностей, а также привести к преждевременному развитию дегенеративного процесса в суставе.

## Виды движений синовиальных суставов

Функциональная классификация синовиальных суставов основана на степени и виде движений, которые они допускают. Вспомним об анатомических плоскостях движения, которые мы использовали, чтобы описать действия тела (см. рис. 2.1). Чтобы сустав мог двигаться в данной плоскости, необходима ось вращения. Ось вращения представляет собой воображаемую линию, перпендикулярную плоскости движения, относительно которой вращается сустав.

Вследствие своей конфигурации многие суставы имеют несколько осей вращения, что позволяет им двигаться в различных плоскостях или направлениях.

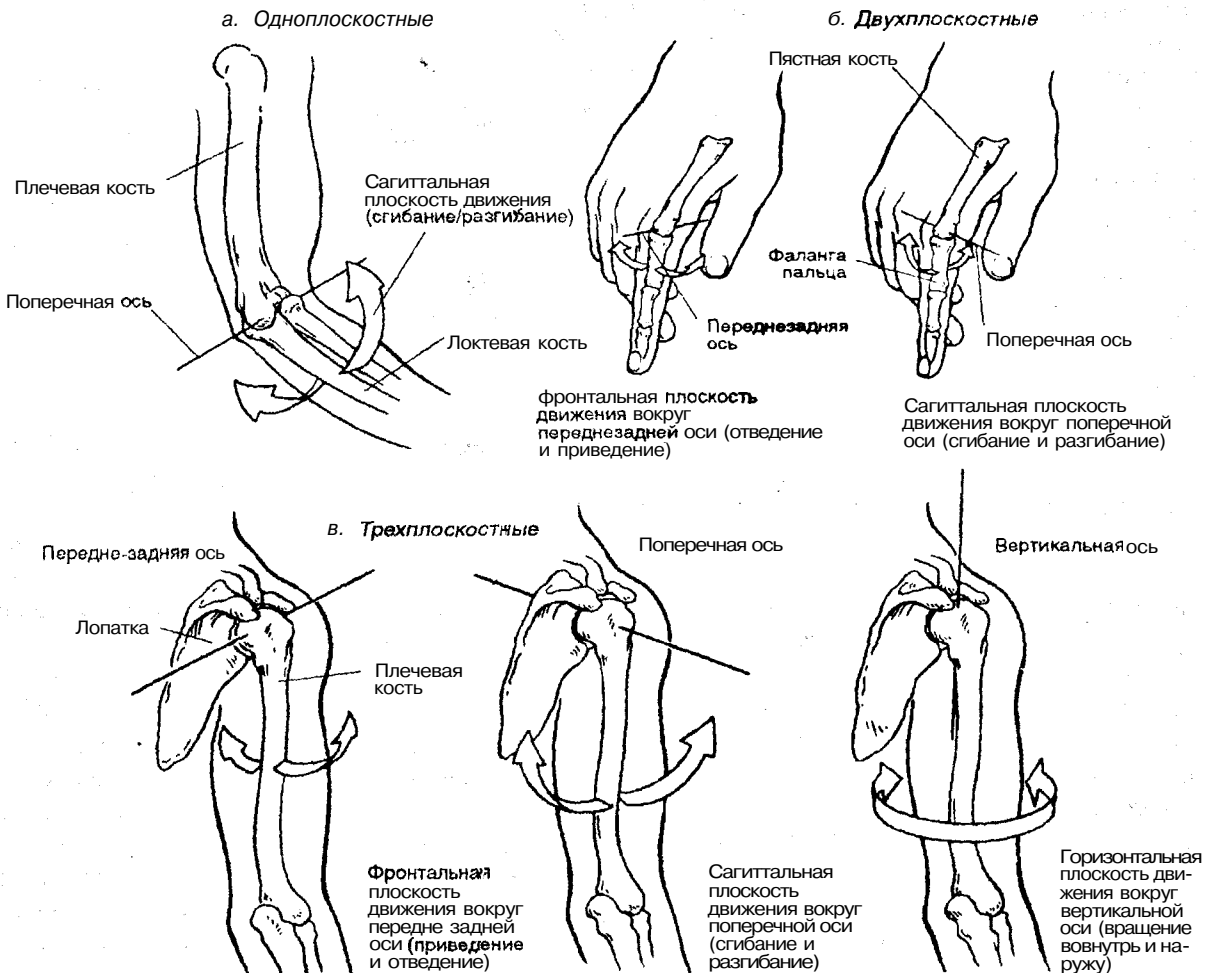
Суставы, имеющие только одну ось вращения, могут выполнять движения лишь в одной плоскости - это **одноплоскостные** суставы. Их называют еще шарнирными. К **одноплоскостным** суставам относятся голеностопный и локтевой суставы (рис.2.12, а).

Некоторые суставы имеют две спи вращения, что позволяет выполнять движение в двух плоскостях, расположенных под прямыми

Рис. 2.12

### Движение в синовиальных суставах

Движение в синовиальных суставах



углами друг к другу. Эти **двухплоскостные** суставы представляют собой категорию синовиальных, или **мышцелковых**, суставов. Они образованы закругленными расширенными концами (мышцелками) двух соприкасающихся костей. Эти суставы обеспечивают полный диапазон движения в одной плоскости и ограниченный - в другой. Коленный сустав, суставы кисти и пальцев рук, а также суставы стопы и пальцев ноги, все это - примеры **мышцелковых** суставов (рис. 2.12, б). **Трехплоскостные** суставы имеют три оси вращения и дают возможность выполнять движение в трех плоскостях. Это - тазобедренный и плечевой суставы, являющиеся шаровидными суставами, а также сустав большого пальца, являющийся седловидным

суставом (рис. 2.12, в). Основные суставы тела представлены в табл. 2.5.

## Термины, используемые для описания движений человека

Движение человека осуществляется в трех измерениях в зависимости от того, как происходит вращение тела относительно суставов. Сгибание, как правило, приводит к уменьшению угла между передними поверхностями сочлененных костей, тогда как для разгибания характерно увеличение этого угла. Сгибание и разгибание осуществляются в сагитальной плоскости; следует отметить, что •

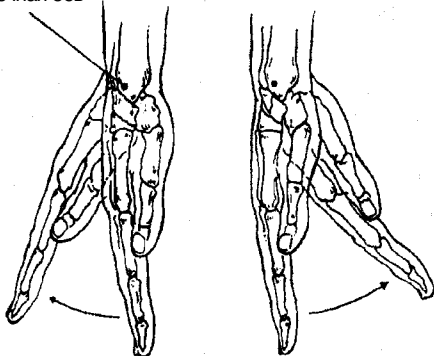
Таблица 2.5.  
Основные суставы тела

Сустав	Вид	Количества осей вращения	Возможное движение (-я)
<b>Нижняя конечность</b>			
Плюснефаланговый	Синовиальный (мышцелковый)	2	Сгибание и выпрямление; приведение и отведение; циркумдукция
Голеностопный	Синовиальный (шарнирный)	1	Подошвенное сгибание и тыльное разгибание
Междудистальной частью большеберцовой и малоберцовой костей	Волокнистый	0	Произвольное движение невозможно
Коленный (бедренная и большеберцовая кости)	Синовиальный (мышцелковый)	2	Сгибание и разгибание; вращение внутрь и наружу
Тазобедренный	Синовиальный (шаровидный)	3	Сгибание и разгибание; приведение и отведение; вращение внутрь и наружу; циркумдукция (круговое движение);
<b>Верхняя конечность</b>			
Пястно-фаланговый	Синовиальный (мышцелковый)	2	Сгибание и разгибание; приведение и отведение; циркумдукция
Большого пальца	Синовиальный (седловидный)	3	Сгибание и разгибание; приведение и отведение; циркумдукция; оппозиция и репозиция
Лучезапястный	Синовиальный (эллипсоидный)	2	Сгибание и разгибание; приведение и отведение; циркумдукция
Лучелоктевой (комбинированный)	Синовиальный (цилиндрический)	1	Пронация и супинация
Локтевой	Синовиальный (шарнирный)	1	Сгибание и разгибание
Плечевой	Синовиальный (шаровидный)	3	Сгибание и разгибание; приведение и отведение; вращение внутрь и наружу; циркумдукция;
Ребра и грудина	Хрящевой	0	Возможно незначительное движение (дыхание)

Рис 2.13.

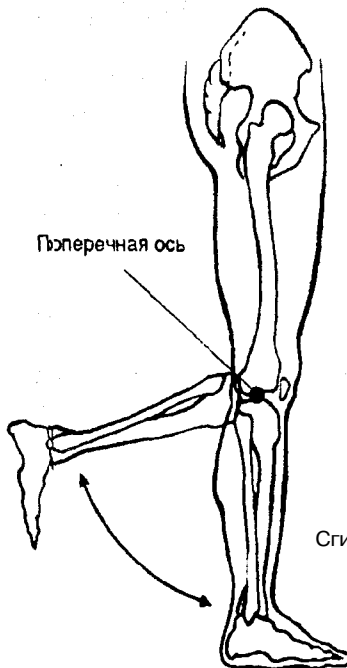
Характерные движения в сагитальной плоскости относительно поперечной оси

Поперечная ось



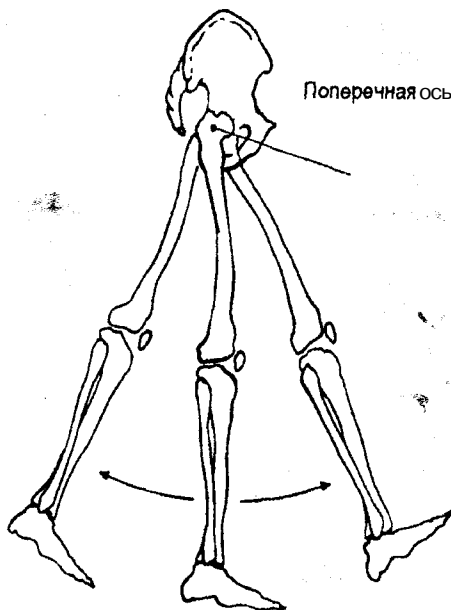
Разгибание и сгибание кисти

Поперечная ось



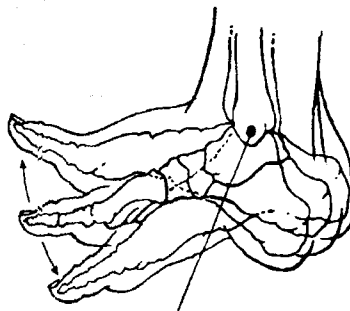
Сгибание и разгибание голени

Поперечная ось



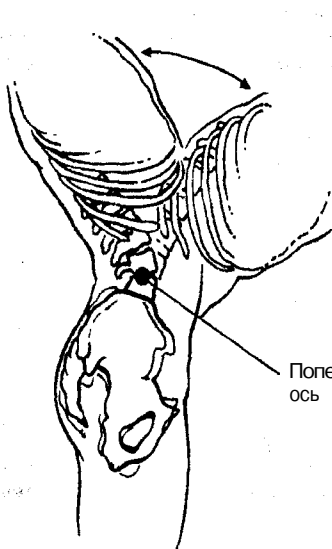
Сгибание и разгибание бедра

Поперечная ось



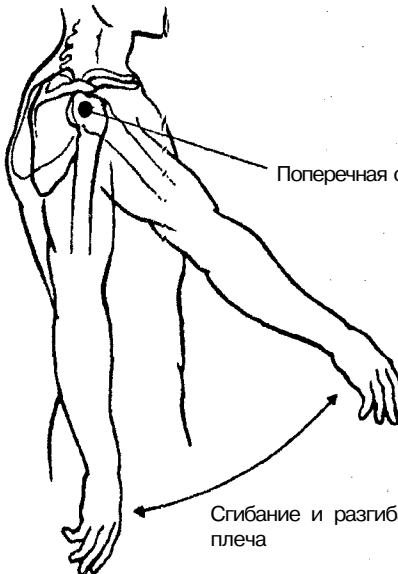
Сгибание и разгибание стопы

Поперечная ось



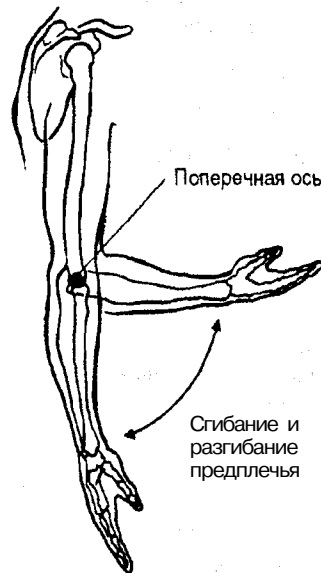
Сгибание и разгибание туловища

Поперечная ось



Сгибание и разгибание плеча

Поперечная ось



Сгибание и разгибание предплечья

основное движение осуществляется в большинстве синовиальных суставов (рис. 2.13).

**Отведение** представляет собой латеральное движение от средней линии тела. Когда рука или нога совершает движение от средней линии тела, имеет место отведение. **Приведение** представляет собой противоположное отведению движение и включает движение части тела к средней линии тела для восстановления анатомического положения. Оба эти движения осуществляются во фронтальной плоскости; их выполнение допускается во многих суставах (рис. 2.14). Вращение в суставе осуществляется в поперечной плоскости относительно вертикальной оси. Оно может выполняться либо вовнутрь, либо наружу. Чаще всего этот вид движения выполняется в тазобедренном и плечевом суставах, а также в межпозвоночных суставах; вращение необходимо для осуществления различных видов повседневной деятельности (рис. 2.15).

Основные движения в некоторых синовиальных суставах имеют специальные названия (табл. 2.6). **Супинация и пронация** предплечья представляют собой движения, выполняемые в поперечной плоскости. **Супинация** - вращение предплечья наружу (лучелоктевой сустав), которое вынуждает ладонь повернуться вперед. В этом положении, являющемся анатомическим положением для предплечья, лучевая и локтевая кости параллельны друг другу (см. рис. 2.1). **Пronация** - вращение предплечья внутрь, в результате которого лучевая кость диагонально пересекает сверху локтевую кость, а ладони обращены назад. **Циркумдукция** представляет собой двухплоскостное движение, включающее последовательное сочетание сгибания, отведения, выпрямления и приведения. **Циркумдукция** может выполняться в плечевом, тазобедренном, запястном и других суставах.

## Мышечная система

Если кости и суставы образуют каркас нашего тела, то наиболее включенная в двигательную активность мышечная система, благодаря координированной активации и релаксации определенных мышц, дает нам возможность выполнять движения. Существует три вида мышечной ткани: сердечная, висцеральная и скелетная. Сердечная мышечная ткань образует средний слой стенки

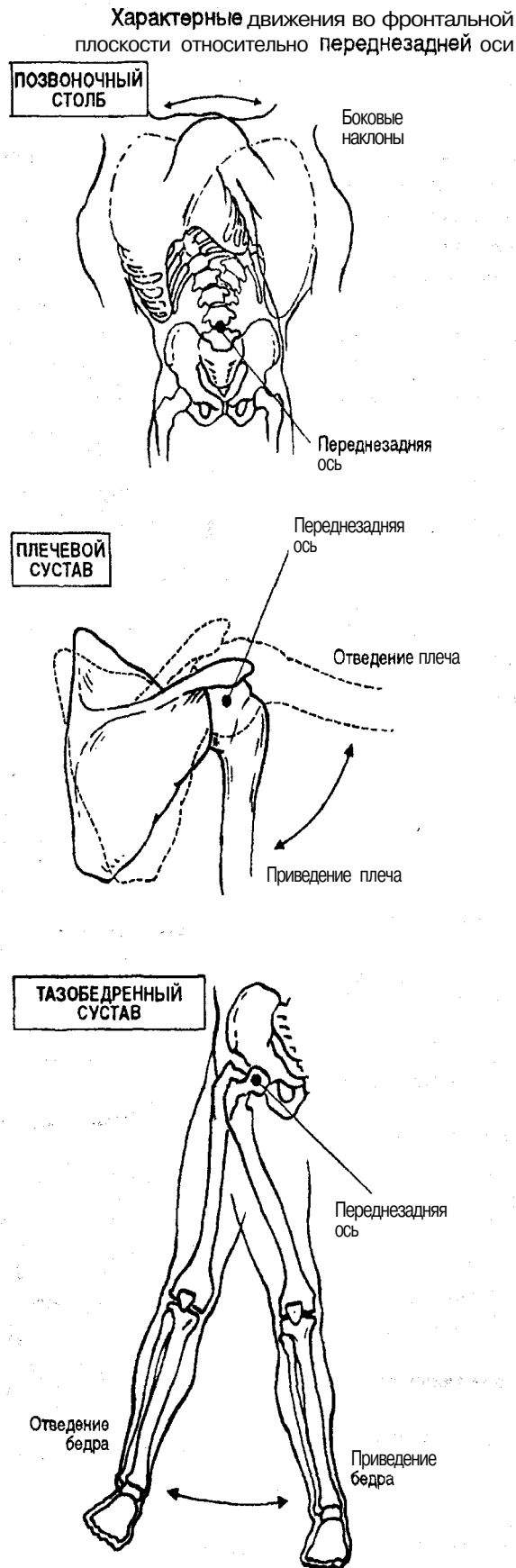


Рис. 2.14.

Рис2.15.

### Характерные движения в поперечной плоскости относительно вертикальной оси

Характерные движения в поперечной плоскости относительно вертикальной оси

#### ПЛЕЧЕВОЙ СУСТАВ



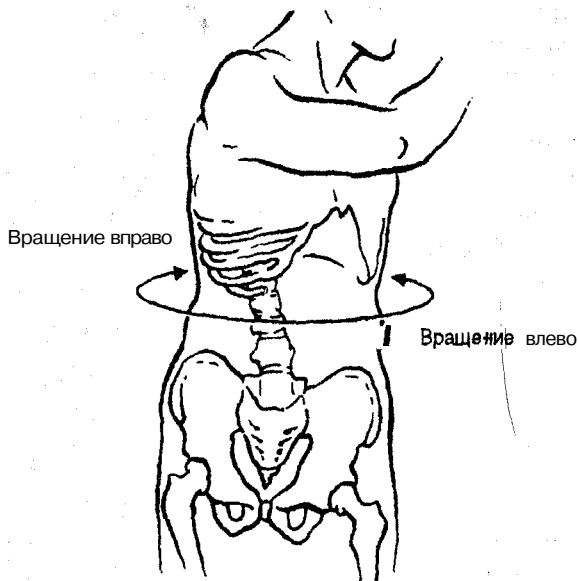
Вращение плеча внутрь при согнутом предплечьи



Вращение плеча наружу при согнутом предплечьи

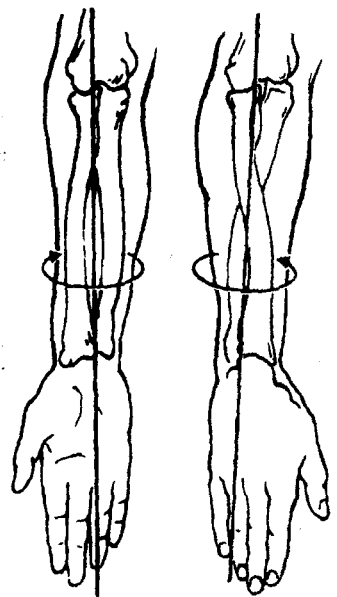
#### ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ

Вертикальная ось



#### ЛУЧЕЛОКТЕВОЙ СУСТАВ

Вертикальная ось



Супинация

Пронация

сердца - миокард; ее сократительная активность по своей природе произвольна. Второй тип - висцеральную (гладкую) мышцу можно увидеть в стенках внутренних органов, таких, как желудок и кишечник, а также в кровеносных сосудах. Активность висцеральной мышцы также произвольная и, следовательно, сознательно не контролируется. Скелетная мышечная ткань прикрепляется к костям сухожилиями и называется соответственно своему местонахождению, функциям или размерам. Сокращение скелетной мышцы является произвольным, т.е. ее можно заставить сокращаться сознательно. Хотя важные функции выполняют все три вида мышц, мы подробно остановимся на рассмотрении структуры и функций только скелетных мышц.

Оба конца скелетной мышцы крепятся к кости при помощи сухожилий (своеобразных волокон неэластичной соединительной ткани). В некоторых случаях скелетные мышцы прикрепляются к кости при помощи апоневроза - сухожилия широкого и плоского типа.

Отличным примером апоневроза служит широко и плоское место прикрепления прямой мышцы живота.

В теле человека насчитывается более 600\* мышц, в этой главе мы рассмотрим только самые крупные из них. Мышцы называются в соответствии с их расположением (задняя большеберцовая), формой (дельтовидная, ромбовидная), действием (длинный разгибатель пальцев), количеством "отделов" (двуглавая мышца плеча, четырехглавая мышца бедра), участком прикрепления (клювовидно-плечевая, подвздошно-реберная) и размером (большая ягодичная, средняя ягодичная, малая ягодичная). Кроме того, «имена» некоторых мышц содержат описательные термины (длинная или короткая)

\* По данным отечественной анатомической литературы, у человека насчитывается около 400 мышц.

**Таблица 2.6.**  
**Основные движения человека (из анатомического положения)**

Плоскость	Действие	Определение
Сагиттальная	Сгибание	Уменьшение угла между двумя костями
	Разгибание	Увеличение угла между двумя костями
	Тыльное разгибание	Перемещение верхней части стопы к голени (происходит только в голеностопном суставе)
Фронтальная	Подошвенное сгибание	Перемещение подошвы стопы вниз: "нацеливание пальцев" (только в голеностопном суставе)
	Отведение	Движение от средней линии тела
	Приведение	Движение к средней линии тела
	Поднимание	Перемещение в верхнее положение
	Опускание	Перемещение в нижнее положение
Горизонтальная	Супинация	Поднимание медиального края стопы (только в подтаранном суставе)
	Пронация	Поднимание латерального края стопы (только в подтаранном суставе)
	Вращение внутрь	Направленный вовнутрь или медиальный поворот относительно вертикальной оси кости
	Вращение наружу	Направленный наружу или латеральный поворот вокруг вертикальной оси кости
	Пронация Супинация	Вращение предплечья вовнутрь (положение ладонь вниз) Латеральное вращение предплечья от локтя (положение ладонь вверх)
Многоплоскостное	Горизонтальное сгибание	Из положения отведенной под углом 90° руки плечевая кость подводится к средней линии тела в поперечной плоскости
	Горизонтальное выпрямление	Возвратное движение плечевой кости из положения горизонтального сгибания
	Циркумдукция	Движение, описывающее "конус", включает сгибание, отведение, разгибание и приведение.
	Оппозиция (противопоставление)	Движение большого пальца кисти, характерное только для людей и приматов

Когда скелетная мышца стимулируется импульсом, поступающим из ее двигательного нерва, она выполняет одну функцию: развивает напряжение (усилие). Мышца может достигать этого тремя способами: укорачиваясь и осуществляя движение сустава (**концентрическое** мышечное сокращение), удлиняясь и контролируя движение (**эксцентрическое** мышечное сокращение) или не изменяя своей длины и не производя движения (**изометрическое** мышечное сокращение). В принципе, концентрические сокращения имеют место, когда направление движения противоположно направлению силы тяжести, а эксцентрические, когда направление движения совпадает с направлением силы тяжести.

С функциональной точки зрения, большинство мышц туловища и конечностей (группированы нарами. Когда одна мышца (**агонист**) выполняет действие, направленное на выполнение нужного движения, другая мышца - **антагонист** противостоит действию агониста. Например, во время фазы движения вверх, при выполнении поднимания согнутых в коленном суставе ног, мышцы живота сокращаются концентрически, действуя как **агонисты**, чтобы произвести сгибание туловища, тогда как мышцы, выпрямляющие позвоночник, удлиняются в эксцентрическом режиме, действуя как антагонисты. В большинстве суставов мышцы выполняют одну и ту же анатомическую функцию; с функциональной точки зрения эти мышцы называются **синергистами** (син = вместе, ерг = работа). В приведенном выше примере синергистические действия, направленные на сгибание туловища, выполняют прямая мышца живота, наружная и внутренняя косые мышцы живота.

Вероятно, наиболее сложным и пока мало объяснимым аспектом функциональной анатомии является тот факт, что любая скелетная мышца может, в зависимости от обстоятельств и необходимого движения, выполнять различные, иногда прямо противоположные функции. В большинстве книг по анатомии описываются только концентрические функции мышцы, но при этом упускаются из виду движения, производимые при эксцентрической работе мышц. Этот факт отлично иллюстрируют упражнение "приседание" и четырехглавая мышца бедра. При акцентировании внимания на коленном суставе фаза движения вниз предусматривает сгибание ноги в коленном суставе, тогда как фаза движения вверх разгибание ноги в коленном суставе. Прочтя эту главу, вы узнаете, что четырехглавые мышцы бедра, сокращаясь концентрически, являются главными разгибателями коленного сустава и что

подколенные сухожилия являются основными сгибателями коленного сустава. Однако поскольку направление движения во время фазы движения вниз при выполнении приседания соответствует направлению движения силы тяжести, сгибание ноги в коленном суставе контролируется эксцентрическим действием (удлинением) четырехглавых мышц. Во время фазы движения вверх при выполнении приседания четырехглавые мышцы сокращаются концентрически, осуществляя мощное разгибание ноги в коленном суставе, преодолевая действие силы тяжести и поднимая тело вверх в направлении, противоположном действию силы тяжести. Наблюдая за выполнением этого простого упражнения, мы видим, что четырехглавые мышцы бедра действуют и как разгибатели и как сгибатели коленного сустава, в то время как подколенные сухожилия играют роль антагонистов, а не агонистов. Каждой скелетной мышце свойственна эта функциональная способность осуществлять противоположные движения при укорачивании и удлинении.

Максимальная величина мышечной силы (напряжения) создается во время эксцентрических сокращений, за которыми следуют изометрические и затем, концентрические сокращения. Произвольные, координированные максимальные или субмаксимальные усилия приводят к мышечным сокращениям, следствием которых может или не может стать движение в суставе. Локомоция (ходьба, бег) является результатом сложных, комбинированных действий костей, суставов, нервов и мышц. Изометрические сокращения обеспечивают сохранение позы в стационарных положениях (например, пребывание в положении сидя или стоя). Кроме того, мышцы производят тепло, необходимое для поддержания нормальной температуры тела.

### Мышцы нижних конечностей

Основными связующими звеньями нижней конечности являются:

- тазобедренный сустав, соединяющий бедренную кость с тазовой.
- коленный сустав, в его образовании участвуют 3 кости: бедренная, **большеберцовая** и надколенник;
- голеностопный сустав, образованный соединением **дистальных** частей малоберцовой и **большеберцовой** костей с таранной костью стопы.

Мышцы нижней конечности по сравнению с мышцами верхних конечностей, как правило, крупнее и мощнее. Многие мышцы нижней конечности пересекают два сустава: либо тазобедренный и коленный, либо коленный и голеностопный. Основные мышцы нижней конечности, действующие более чем в одном суставе, приводятся в табл. 2.7.

### Мышцы голеностопного сустава и стопы

Мышцы голени, объединенные в четыре группы, отделены от большеберцовой и малоберцовой волокнистыми межкостными мембранами (рис. 2.16). Мышцы передней больше-берцовой группы сокращаются концентрически, разгибая стопу и пальцы; при фиксированной стоне наклоняют вперед голень. К ним относятся: передняя большеберцовая мышца, длинный разгибатель пальцев и длинный разгибатель большого пальца стопы (рис. 2.17). Мышцы латеральной большеберцовой группы известны как малоберцовые (длинная и короткая малоберцовые мышцы), они вызывают пронацию (вращение вовнутрь) стопы и способствуют ее подошвенному сгибанию (рис. 2.18). Задние мышцы голени расположены в поверхностной и глубокой задней большеберцовой группах. В первой находятся крупнейшие мышцы голени (икроножная и камбаловидная), во второй - задняя большеберцовая, длинный сгибатель большого пальца

### Топография мышц левой голени (поперечный разрез)

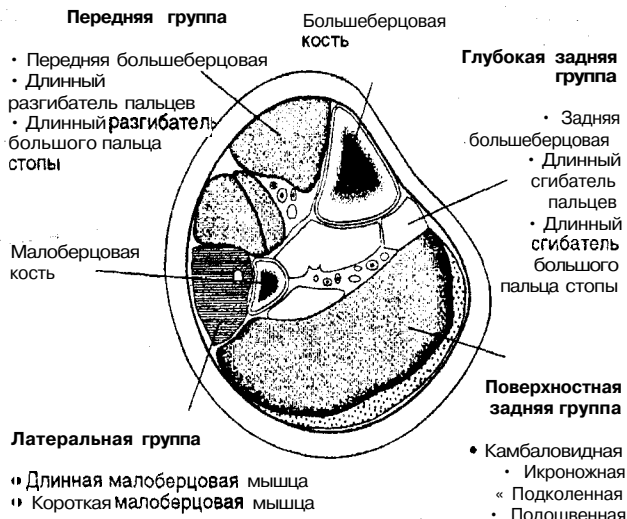


Рис. 2.16.

стопы, длинный сгибатель пальцев и подколенная мышца (рис. 2.19). Основные функции задних мышц - сгибание голени, сгибание пальцев и **инверсия** стопы. Подколенная мышца играет важную роль в иницировании сгибания ноги в коленном суставе.

Наибольшее сухожилие в нашем теле, **ахиллово**, которое находится в поверхностной задней группе, соединяет икроножную и камбаловидную мышцу с пяточной костью.

Таблица 2.7.  
Действия основных многосуставных мышц нижних конечностей

Мышца	Тазобедренный сустав	Коленный сустав	Голеностопный сустав
Прямая мышца бедра	Сгибание	Разгибание мышца бедра	-
Двуглавая мышца бедра	Разгибание	Сгибание и вращение наружу	-
Полусухожильная	Разгибание	Сгибание и вращение вовнутрь	-
Полуперепончатая	Разгибание	Сгибание и вращение вовнутрь	-
Тонкая мышца	Приведение	Сгибание и вращение вовнутрь	-
Портняжная мышца	Сгибание и вращение наружу	Сгибание и вращение вовнутрь	-
Икроножная - мышца	-	Сгибание	Подошвенное сгибание и супинация стопы



Рис. 2.17.

Мышцы передней группы голени, осуществляющие разгибание и супинацию стопы

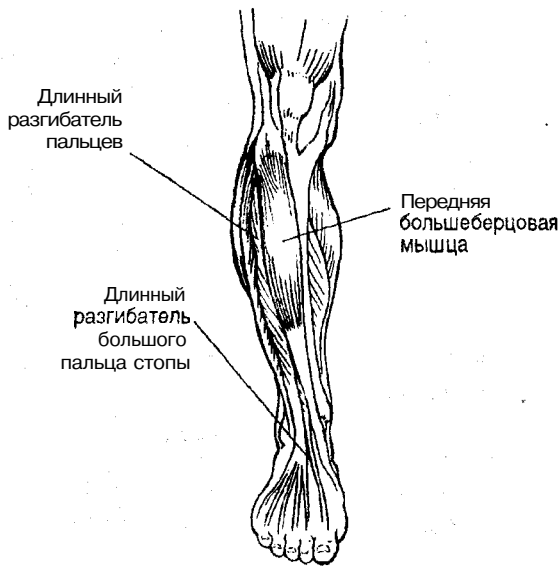


Рис. 2.18.

Мышцы латеральной голени, осуществляющие пронацию стопы

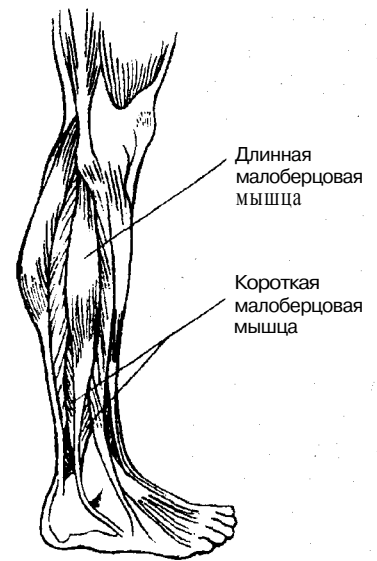
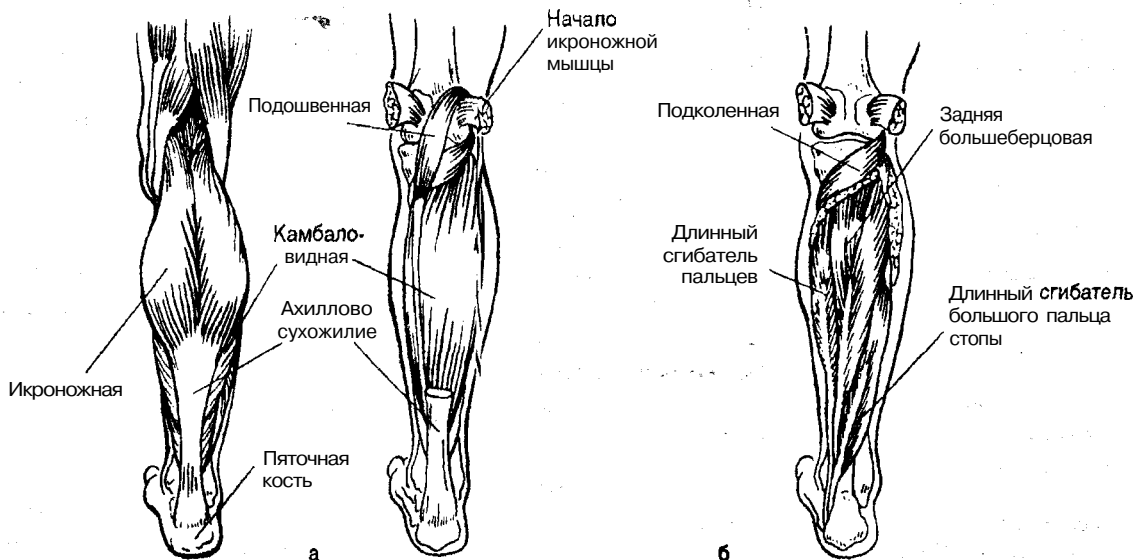


Рис. 2.19.

Мышцы поверхностной и глубокой задней большеберцовой группы; основные мышцы, осуществляющие подошвенное сгибание:

*а* - мышцы поверхностного заднего отсека;

*б* - мышцы глубокой задней группы



Из табл. 2.8 ясно, где начинаются и где прикрепляются мышцы голеностопного сустава и стопы, их основные функции, а также упражнения, которые могут использоваться для укрепления мышц.

## Мышцы коленного сустава

Мышцы, пересекающие коленный сустав, можно разделить на три функциональные части, в зависимости от их расположения в одной из мышечных групп бедра. На бедре есть три группы, каждая из которых иннервируется

## Основные мышцы голеностопного сустава и стопы

Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
<b>Передняя большеберцовая мышца</b>	Латеральный <b>мышцелок</b> и латеральная поверхность <b>большеберцовой</b> кости	Медиальная часть <b>1-й</b> клиновидной и <b>1-й</b> плюсневой кости	Разгибание, приведение и супинация стопы; наклон голени вперед при фиксированной стопе	Езда на велосипеде с зажимами для пальцев, инверсия с сопротивлением (со сгибанием назад)
<b>Длинная малоберцовая мышца</b>	Головка и верхние 2/3 латеральной поверхности малоберцовой кости	Нижние части медиальной предплюсневой кости ( <b>1-й</b> клиновидной) и <b>1-й</b> плюсневой кости	Сгибание, отведение и пронация стопы	Пронация стопы с сопротивлением, ходьба на внутренней части стопы
<b>Короткая малоберцовая мышца</b>	Нижние 2/3 латеральной поверхности малоберцовой кости	Основа 5-й плюсневой кости	Сгибание и инверсия стопы	Пронация стопы с сопротивлением с использованием резиновой трубки; ходьба на внутренней части стопы
<b>Икроножная</b>	Задние поверхности <b>мышцелков</b> бедренной <b>кости</b>	Задняя поверхность пяточной кости при помощи ахиллова сухожилия	Сгибание голени и стопы	Бег по гористой местности. прыжки со скакалкой, подъем на носках со штангой на <b>плечах</b> . сайклинг, тренажер, имитирующий подъем по ступенькам
<b>Камбаловидная</b>	Задние поверхности большеберцовой и малоберцовой костей 2/3 проксимально от через ахиллово сухожилие	Задние поверхности <b>пяточной</b> кости	Сгибание и супинация стопы	Практически то же, что и для икроножной; подъем на пальцах с сопротивлением, ноги согнуты в коленях.
<b>Задняя большеберцовая мышца</b>	Задняя поверхность <b>большеберцово-малоберцовой</b> межкостной мембраны, <b>задние</b> поверхности диафизов большеберцовой и малоберцовой костей	Нижние медиальные поверхности медиальных предплюсневых и плюсневых костей	Сгибание, приведение и супинация стопы	Супинация стопы с сопротивлением с использованием хирургической трубки с подошвенным сгибанием

разными периферическими нервами (рис. 2.20). Передняя группа иннервируется бедренным нервом, задняя - седалищным и медиальная - obturatorом.

На передней поверхности бедра располагаются четыре мышцы, их главная функция - разгибание ноги в коленном суставе. Общее название этой группы мышц - четырехглавая мышца бедра. В ее состав входят: прямая мышца бедра, медиальная широкая мышца бедра, латеральная широкая мышца бедра и промежуточная широкая мышца бедра. Четырехглавая мышца бедра прикрепляется к проксимальной бугристости большеберцовой кости при помощи надколенного сухожилия (рис. 2.21).

К мышцам задней группы бедра относятся двуглавая мышца бедра, полуперепончатая и

полу сухожильная мышцы, которые называются подколенными сухожилиями. Они пересекают коленный сустав и вызывают сгибание голени. Начало этой большой группы мышц находится на седалищном бугре. Ниже коленного сустава двуглавая мышца бедра прикрепляется латерально, а полуперепончатая и полусухожильная прикрепляются к медиальной части большеберцовой кости (рис. 2.22). Таким образом, двуглавая мышца бедра является вращателем наружу, а две другие - вращателями коленного сустава вовнутрь (в согнутом положении).

Между подколенными сухожилиями находится подколенное пространство - треугольный участок в заднемедиальной части коленного сустава.

Рис. 2.20.

Топография мышц бедра (поперечный разрез)

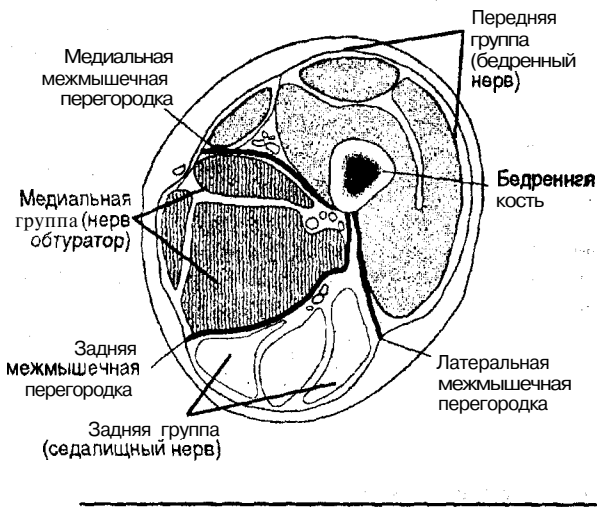
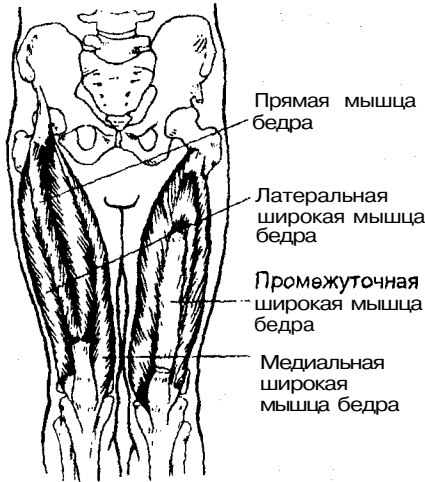


Рис. 2.21.

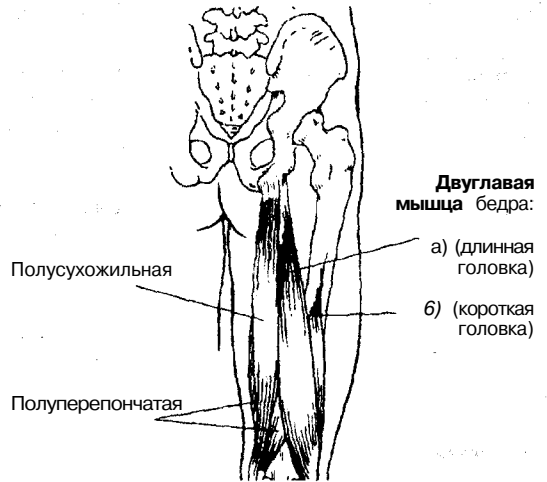
Четырехглавая мышца бедра



Третьей крупной группой мышц, воздействующих на коленный сустав, являются мышцы, расположенные в медиальной части бедра. Это две из трех мышц группы так называемой "гусиной лапки" (рис. 2.23). Название группы связано с плоским, напоминающим перепонку гусиной лапки сухожилием, прикрепляющим портняжную, тонкую и полусухожильную мышцу. Эти мышцы сгруппированы вместе, потому что имеют общий участок прикрепления на медиальной части большеберцовой кости, непосредственно под коленом. Портняжная мышца, самая длинная мышца в организме человека, берет свое начало в подвздошной кости и идет по диагонали через переднюю часть бедра до места своего прикрепления на проксимальном участке большеберцовой кости. Несмотря на то что портняжная мышца является передней мышцей бедра, ее концентрические сокращения приводят к сгибанию ноги в

Рис. 2.22.

Мышцы - подколенные сухожилия



коленном суставе, т.е. она функционирует, как подколенные сухожилия. Группа мышц "гусиной лапки" осуществляет вращение большеберцовой кости вовнутрь, когда нога согнута в коленном суставе.

Из табл. 2.9 вы узнаете, откуда начинаются и где прикрепляются основные мышцы ноги, а также их главные функции и упражнения, которые могут использоваться для их укрепления.

### Мышцы тазобедренного сустава

Большинство мышц тазобедренного сустава берет начало на тазовых костях, в то время как основная масса мышечной ткани расположена на бедре. Рассмотрим три группы мышц бедра, изображенные на рис. 2.20. На передней части бедра большая и малая поясничные мышцы берут свое начало на поперечных отростках пяти поясничных позвонков. Названные мышцы, а также

подвздошная мышца имеют общее место прикрепления на малом вертеле бедренной кости и являются мощными сгибателями тазобедренного сустава. Собирательное название этих трех мышц - подвздошно-поясничная мышца

Прямая мышца бедра - одна из головок четырехглавой мышцы бедра, которая пересекает тазобедренный сустав и участвует в сгибании бедра (см. рис. 2.21).

Ряд мышц, сочетаясь, создает форму ягодич и служит мощными стабилизаторами тазобедренного сустава. Самая крупная и ближе всех расположенная к поверхности из трех мышц - большая ягодичная мышца, выполняющая разгибание и вращение бедра наружу. Волокна этой мышцы проходят сверху и снизу тазобедренного сустава; при стимулировании верхних волокон происходит отведение тазобедренного сустава. Сокращение нижних волокон большой ягодичной мышцы обуславливает приведение в тазобедренном суставе. Под большой ягодичной мышцей находятся средняя и малая ягодичные мышцы, которые осуществляют отведение и вращение вовнутрь тазобедренного сустава. В задней части бедра также находятся мышцы - подколенные

сухожилия (двуглавая мышца бедра, полуперепончатая и полусухожильная мышцы) которые разгибают ногу в тазобедренном суставе (см. рис. 2.22).

Мышцы, расположенные в медиальной части бедра, называются в соответствии со своей функцией и размером.

Большая, длинная и короткая приводящие мышцы осуществляют приведение тазобедренного сустава. Тонкая и гребенчатая мышцы являются синергистами для приведения в тазобедренном суставе (рис. 2.24). Из табл. 2.10 видно, где берут начало и где прикрепляются основные мышцы тазобедренного сустава, а также функции и упражнения, которые могут использоваться для их укрепления.

## Мышцы туловища

Мы рассмотрим только основные мышцы туловища, относящиеся к позвоночному столбу и стенкам живота. Концентрические сокращения этих мышц вызывают, преимущественно, движения в сагиттальной плоскости

Таблица 2.9.

### Основные мышцы коленного сустава

Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
Прямая мышца бедра	Передниенижная подвздошная <b>ость</b>	Верхняя часть надколенника и надколенное сухожилие	Сгибание бедра и разгибание (наиболее эффективное при выпрямленном тазобедренном суставе) голени	Езда на велосипеде, тренажер для выполнения жима ногами. Приседание, прыжки со скакалкой. Плиометрика
Латеральная, промежуточная и медиальная широкие мышцы бедра	Большой вертел, верхние 2/3 передней части бедренной кости, латеральная и медиальная межмышечная перегородка бедра	Надколенник и бугристость <b>большеберцовой</b> кости через надколенное сухожилие	Разгибание голени (особенно при согнутом тазобедренном суставе)	Те же, что и для прямой мышцы бедра; разгибание ноги в коленном суставе с сопротивлением, бег на <b>льжах</b> , бег на коньках
Двуглавая мышца бедра	Седалищный бугор, шероховатая линия бедренной кости	Латеральный мышелок большеберцовой кости и головка малоберцовой кости	Разгибание <b>бедра</b> , сгибание и вращение наружу голени	Прыжки со скакалкой, сгибание подколенных сухожилий колена при вращении наружу
Полусухожильная мышца	Часть седалищного бугра	Медиальная поверхность верхней части большеберцовой кости	Разгибание <b>бедра</b> , сгибание и вращение вовнутрь голени	Практически те же, что и для предыдущей мышцы; сгибания подколенных сухожилий при колоне во вращении наружу
Полуперепончатая мышца	Седалищный бугор	Задняя часть медиального мышелка большеберцовой кости	Разгибание бедра, сгибание и вращение <b>вовнутрь</b> голени	Те же, что и для предыдущей

Рис. 2.23

Мышцы группы "гусиная лапка":  
портняжная, тонкая и полусухожильная:  
а - вид спереди;  
б - вид сзади.

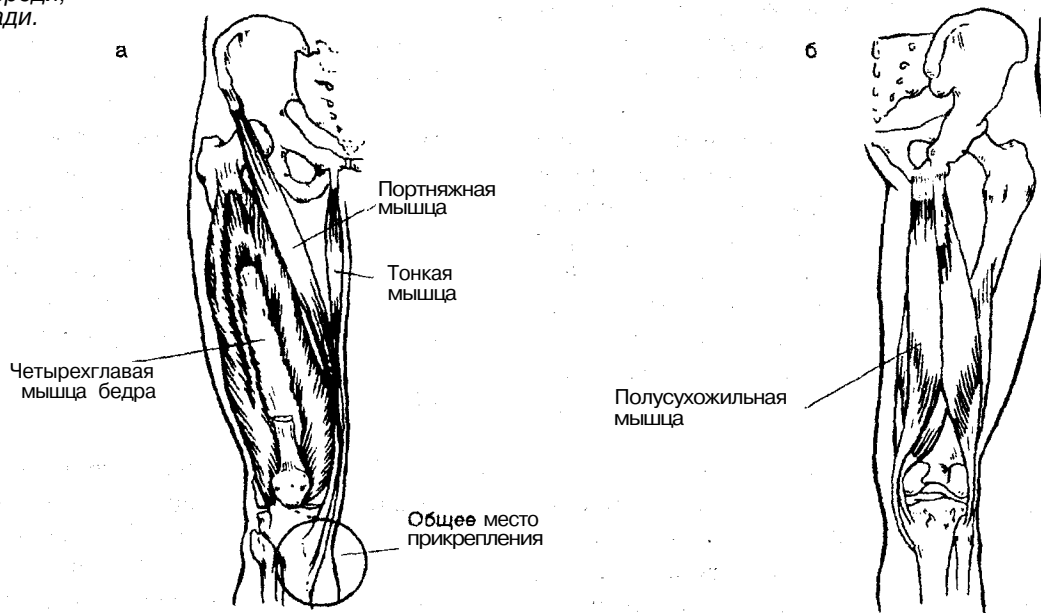
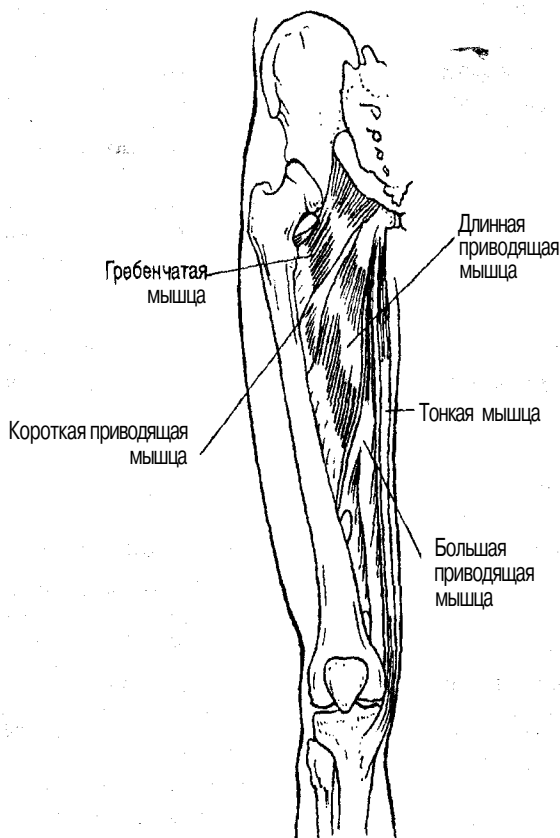


Рис. 2.24.

Мышцы медиальной части бедра,  
отвечающие за приведение  
в тазобедренном суставе



сгибание и разгибание туловища). Три основные

мышцы, отвечающие за разгибание позвоночного столба - это подвздошно-реберная, длиннейшая и остистая. Они относятся к функциональной группе мышц, выпрямляющих позвоночник. Каждая из трех мышц этой группы имеет свое дополнительное название в зависимости от конкретного участка позвоночного столба, к которому она прикрепляется. Например, подвздошно-реберная мышца имеет три отдела: **подвздошно-реберные** мышцы поясницы (в поясничном отделе позвоночника), подвздошно-реберные мышцы груди (в грудном отделе позвоночника) и подвздошно-реберные мышцы шеи в шейном отделе позвоночника) (рис. 2.25). Мышцам, выпрямляющим позвоночник, помогают полуостистые мышцы (груди, шеи и головы) и многораздельные мышцы.

При двустороннем действии этих мышц (одновременное сокращение мышц правой и левой стороны) их концентрические сокращения обуславливают выпрямление позвоночника.

Таблица 2.10.

## Основные мышцы тазобедренного сустава

Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
<b>Подвздошно-поясничная мышца</b>	Внутренняя поверхность подвздошной кости и основание крестца	Малый вертел бедренной кости	Сгибание и вращение наружу бедра	Поднимание туловища из положения лежа (ноги прямые) без помощи рук и ног: бег с высоким подниманием колени; поднимание ног
<b>Малая поясничная мышца</b>	Боковые поверхности XII грудного и I поясничного позвонков	Гребень лобковой кости	Натягивает подвздошную фасцию	Практически те же, что и для подвздошно-поясничной мышцы
Прямая мышца бедра	Передненижняя подвздошная ость	Верхняя часть надколенника и надколенного сухожилия	Сгибание бедра и разгибание голени	Бег, жим ногами, приседания, прыжки со скакалкой
<b>Большая ягодичная мышца</b>	Ягодичная поверхность подвздошной кости и дорсальная поверхность крестца и копчика	Ягодичная линия бедренной кости и подвздошно-большеберцовый тракт	Разгибание и вращение наружу бедра	Езда на велосипеде, плиометрика, приседания, упражнения на тренажере, имитирующем подъем по ступенькам
Средняя и малая ягодичные мышцы	Латеральная поверхность подвздошной кости	Большой вертел бедренной кости	Сведение, пронация и супинация бедра	Ходьба, бег, поднимание ног из положения лежа на боку
<b>Двуглавая мышца бедра</b>	Седалищный бугор, шероховатая линия бедренной кости	Латеральный мыщелок большеберцовой кости и головка малоберцовой кости	Разгибание бедра, сгибание и супинация голени	Езда на велосипеде, сгибание подколенных сухожилий при вращении в коленном суставе наружу
<b>Полусухожильная мышца</b>	Седалищный бугор	Медиальная поверхность верхней части большеберцовой кости	Разгибание бедра, сгибание и пронация голени	Практически те же, что и для предыдущей мышцы: сгибания подколенных сухожилий при вращении в коленном суставе наружу
<b>Полуперепончатая мышца</b>	Седалищный бугор	Задняя часть медиального мыщелка большеберцового кости	Разгибание бедра, сгибание и пронация голени	Те же, что и для предыдущей мышцы
<b>Большая приводящая мышца бедра</b>	Лобковая кость и седалищный бугор	Медиальная поверхность бедренной кости	Приведение бедра	Поднимание ног, лежа на боку
<b>Короткая и длинная приводящие мышцы бедра</b>	Лобковая кость и седалищный бугор	Медиальная поверхность бедренной кости	Приведение и сгибание бедра	Поднимание ног, лежа на боку с сопротивлением приведению

Односторонние концентрические сокращения этих мышц приводят к латеральному сгибанию в эту сторону.

Передние стенки брюшной полости полностью удерживаются только расположенными здесь мышцами, ни одной кости в брюшной полости нет. Отсутствие скелетного каркаса компенсируется тремя слоями мышц, направленными в разные стороны (рис. 2.26). Поверхностный слой

представлен наружной косой мышцей живота, волокна которой идут вперед вниз и к средней линии. Во втором слое волокна внутренней косой мышцы идут назад вниз. Направление этих двух мышц очень легко запомнить, если представить себе, что волокна наружной косой мышцы идут в передние карманы ваших брюк, а волокна внутренней косой мышцы идут диагонально в задние карманы.

Рис.2.25.

Мышцы - разгибатели позвоночника

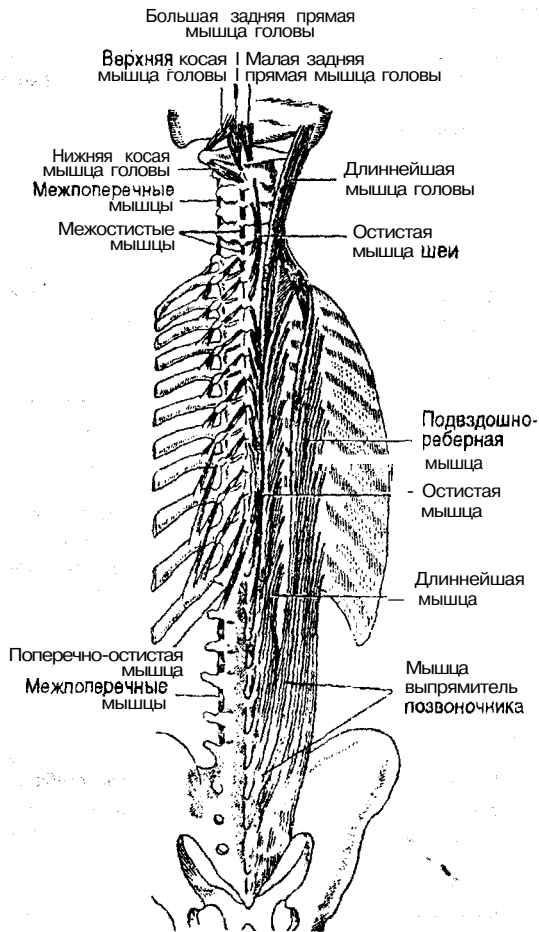
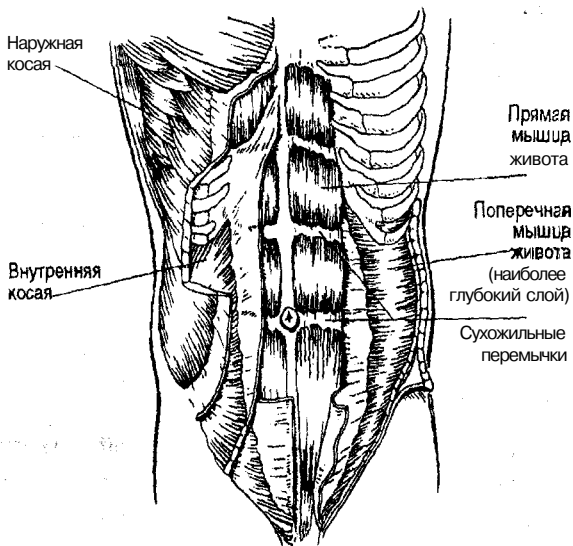


Рис.2.26

Мышцы передней стенки брюшной полости



Одностороннее сокращение латеральных волокон косых мышц (наружной и внутренней) приводит к латеральному (боковому) сгибанию позвоночника в эту сторону. Вращение туловища вправо достигается в результате одновременной активации левой наружной косой и правой внутренней косой мышц; противоположное сочетание (правая наружная косая и левая внутренняя косая) обуславливает вращение туловища влево. Двусторонние концентрические сокращения наружных и внутренних косых мышц приводят к сгибанию туловища и сжатию брюшной полости.

В наиболее глубоком слое находится поперечная мышца живота. Волокна этой тонкой мышцы проходят горизонтально, окружая брюшную полость; стимулирование этой мышцы вызывает сжатие брюшной полости, но не анатомическое движение (см. рис. 2.26).

Прямая мышца живота - узкая, плоская поверхностная мышца передней части брюшной стенки, вызывающая сгибание позвоночного столба; ее волокна проходят вертикально от лобковой кости до грудной клетки. Эту мышцу пересекают три поперечных волокнистых пучка - сухожильные перемычки (см. рис. 2.26). Табл. 2.11 иллюстрирует, где начинаются и где прикрепляются мышцы, воздействующие на туловище, а также их основные функции и упражнения, которые могут использоваться для их развития.

**Мышцы верхних конечностей**

Инструктор по фитнесу должен знать анатомические основы движений, происходящих в четырех основных звеньях верхней части тела: лучезапястном суставе (состоящем из дистальной части лучевой и локтевой кости и проксимального ряда костей запястья); локтевом суставе (образованном сочетанием локтевого отростка и дистальной частью плечевой кости); плечевом суставе (состоящем из проксимальной части плечевой кости и суставной ямки лопатки) и грудиноключичном сочленении. Соединение между лопаткой и грудной клеткой не является собственно костным суставом, а, скорее, важным функциональным звеном (из мягких тканей - мышцы и фасции) между лопаткой и туловищем. В верхней конечности, как и в нижней, имеется множество мышц, принимающих участие в движениях в двух суставах (табл. 2.12).

**Таблица 2.11**

Основные мышцы, действующие на туловище				
Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
Прямая мышца	Лобковый гребень	Хрящи 5-7-го ребер и мечевидный отросток грудины	Сгибание и латеральное сгибание туловища (одностороннее действие)	Поднимание туловища из положения лежа без помощи рук и ног (ноги согнуты в коленях). следить за правильным положением тела, поднимание таза
Наружная косая мышца	Передне-латеральные края нижних восьми ребер	Гребень подвздошной кости, лобковый бугорок, апоневроз прямой мышцы живота.	Сгибание, латеральное сгибание и вращение туловища	Поднимание туловища из положения лежа без помощи рук и ног с поворотами (в противоположную сторону) (ноги согнуты в коленях), подъем на бицепс
Внутренняя косая мышца	Подвздошный гребень, пояснично-грудная фасция	Хрящи последних трех ребер, апоневроз прямой мышцы живота	Сгибание, латеральное сгибание и вращение туловища	Поднимание туловища из положения лежа без помощи рук и ног с поворотами (в ту же сторону) ноги согнуты в коленях и подъем на бицепс
Поперечная мышца живота	Подвздошный гребень, пояснично-грудная фасция, хрящи последних шести ребер	Мечевидный отросток грудины, апоневроз прямой мышцы и лобковая кость	<b>Сжатие живота</b>	Отсутствие двигательной функции
Выпрямляющая позвоночник мышца	Задняя часть подвздошного гребня и крестец, II, I поясничные. XII и XI грудные позвонки	Углы ребер, поперечные отростки всех позвонков, остистые отростки грудных и шейных позвонков	Разгибание туловища	Приседания со штангой, поднимание тягой, упражнения на растягивание в положении лежа лицом вниз, поддержание правильного положения тела (осанка) в положении стоя

**Таблица 2.12**

**Действия основных многосуставных мышц верхней конечности**

Мышца	Плечевой сустав	Локтевой сустав	Предплечье	Кисть
Двуглавая мышца плеча	Сгибание	Сгибание	Супинация	-
Плечелучевая мышца		Сгибание, пронация, супинация	Пronация, супинация	
Трехглавая мышца плеча	Разгибание (длинная головка)	Разгибание	Разгибание	-
Лучевой сгибатель запястья	-	-	-	Сгибание, пронация, отведение
Локтевой сгибатель	-	-	-	Сгибание, приведение
Длинный и короткий лучевые разгибатели	-	-	Сгибание	Разгибание, отведение
Локтевой разгибатель	-	-	-	Разгибание, приведение

**Мышцы, действующие на лучезапястный сустав**

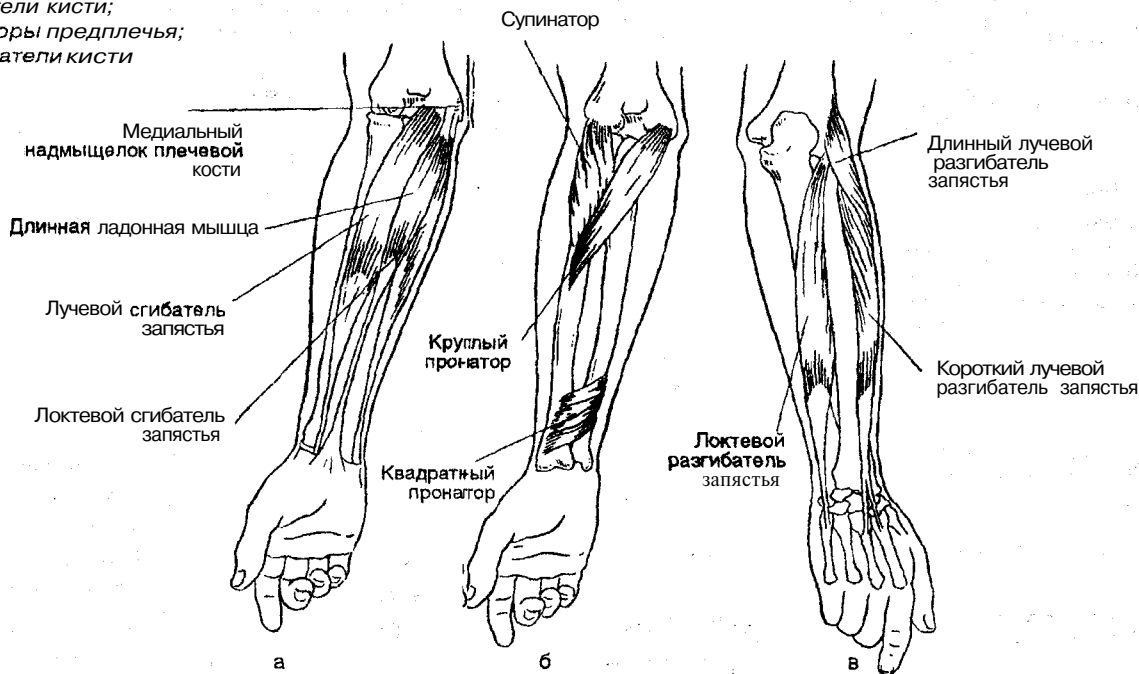
Мышцы, которые действуют на лучезапястный сустав, можно сгруппировать в соответствии с их функцией и местом, где они начинаются. Мышцы сгибатели-пронаторы

берут свое начало на медиальном надмыщелке плечевой кости и обуславливают сгибание в лучезапястного суставе и пронацию (ладонь обращена вниз) предплечья. Основными сгибателями запястья являются: лучевой сгибатель запястья, длинная ладонная мышца и



**Мышцы предплечья:**

**а** - сгибатели кисти;  
**б** - пронаторы предплечья;  
**в** - разгибатели кисти



локтевой сгибатель запястья (рис. 2.27, а). Приблизительно у 10 % населения длинная ладонная мышца отсутствует. Основными пронаторами предплечья являются круглый пронатор у проксимального луче-локтевого сустава и квадратный пронатор у дистального

луче-локтевого сустава (рис. 2.27, б). Антагонистами сгибателей-пронаторов являются мышцы разгибатели-супинаторы, которые берут начало и:) одного сухожилия на надмыщелке латеральной

Таблица 2.13

**Основные мышцы, действующие на кисть**

Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
Лучевой сгибатель запястья	Медиальный надмыщелок плечевой кости	2-я и 3-я пястные кости	Сгибание кисти	Сгибания кисти с сопротивлением, упражнения, увеличивающие силу хвата, бейсбол, софтбол, виды спорта, в которых используется ракетка, в частности бадминтон
Локтевой сгибатель запястья	Медиальный надмыщелок плечевой кости	5-я пястная кость	Сгибание кисти	Те же, что и для предыдущей мышцы
Длинный лучевой Разгибатель (лучевой) запястья	Латеральный надмыщелок плечевой кости	2-я пястная кость	Разгибание кисти	"Обратные" сгибания кисти, виды спорта, в которых используется ракетка, в частности теннис
Локтевой разгибатель запястья	Латеральный надмыщелок плечевой кости	5-я пястная кость	Разгибание кисти	Те же, что и для предыдущей мышцы

части плечевой кости, и, как следует из названия этой группы мышц, обуславливают разгибание запястного сустава и супинацию предплечья. Основными разгибателями запястья являются длинный лучевой разгибатель запястья и локтевой разгибатель запястья (рис. 2.27, в). Мышца-супинатор (со значительной синергической поддержкой со стороны двуглавой мышцы плеча) отвечает за супинацию предплечья (см. рис. 2.27, б). Из табл. 2.13 вы узнаете, где начинаются и где прикрепляются мышцы, действующие на запястье и предплечье, а также их функции и примерные упражнения, которые могут быть использованы для укрепления этих мышц.

### Мышцы, действующие на локтевой сустав

Локтевой сустав относится к категории шарнирных суставов и поэтому допускает движение только в одной сагитальной плоскости, и единственными движениями в этой плоскости являются сгибание и разгибание. Сгибатели локтевого сустава, двуглавая мышца плеча, плечевая и плечелучевая мышцы расположены на передней поверхности руки (рис. 2.28). Трехглавая мышца плеча - основной разгибатель локтевого сустава - находится на задней поверхности руки.

Как видно из названия, трехглавая мышца имеет три головки или начала - одно на лопатке и два - на проксимальной части плечевой кости. Все три головки сходятся в одной точке и прикрепляются одним сухожилием к локтевому отростку локтевой кости (рис. 2.29). Из табл. 2.14 вы узнаете, где начинаются и где прикрепляются мышцы, действующие на локтевой сустав, а также их функции и примерные упражнения, которые используются для укрепления этих мышц.

### Мышцы, действующие на плечевой сустав

Как уже отмечалось, плечевой сустав - наиболее подвижный сустав в теле человека. Мы ограничимся рассмотрением только 9 основных мышц, пересекающих плечевой сустав и действующих на руку (плечевую кость). Две самые крупные мышцы - большая грудная мышца и широчайшая мышца спины, берут свое начало на грудной клетке. Первая выполняет целый ряд важных функций в плечевом суставе: ее ключичная часть обуславливает сгибание, тогда как грудинные волокна - приведение - во фронтальной плоскости и вращение вовнутрь - в горизонтальной плоскости (см. рис. 2.28).

### Поверхностная мускулатура передней части груди, плеча и предплечья

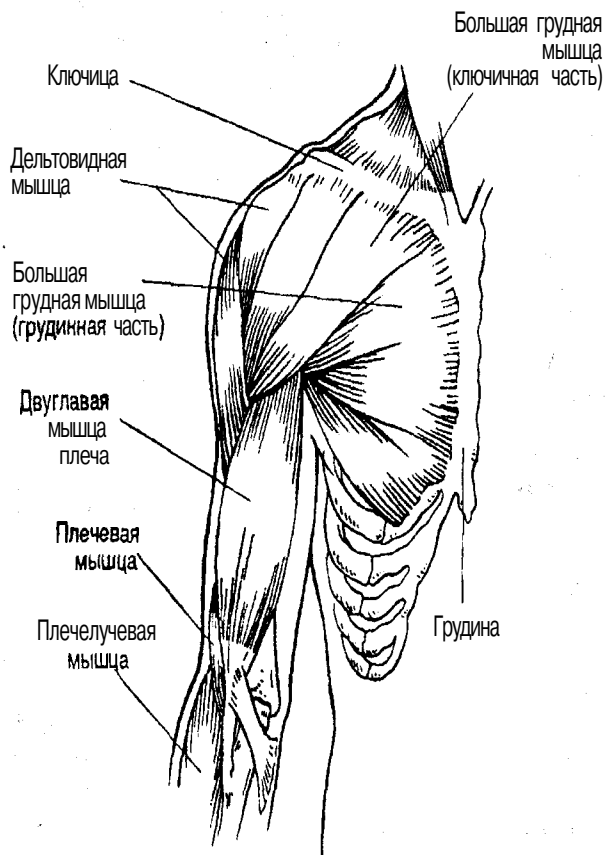
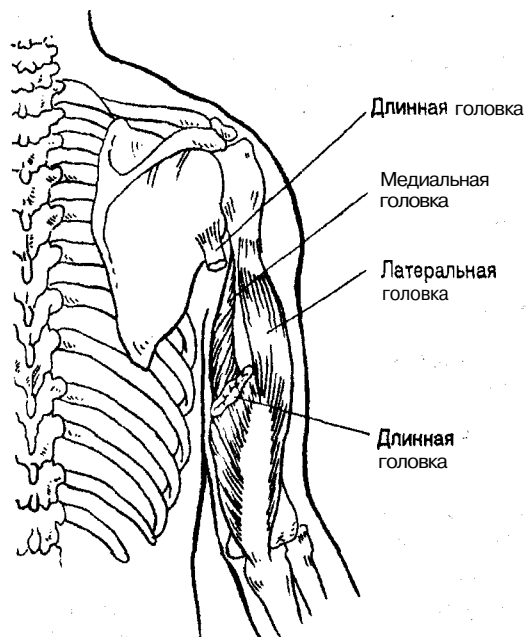


Рис. 2.28.

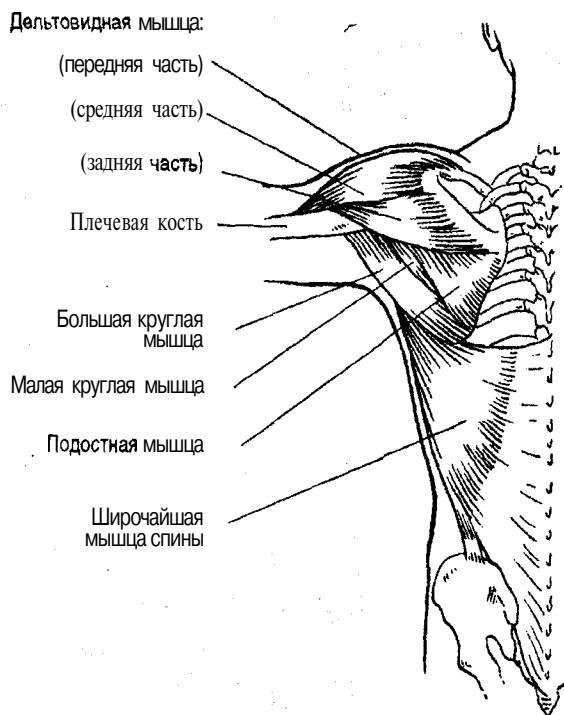
Рис. 2.29.

Трехглавая мышца плеча, отвечающая за разгибание локтевого сустава



**Рис. 2.30.**

Поверхностная мускулатура верхней и нижней части плечевого сустава; первичные активаторы отведения (дельтовидная) и приведения (широчайшая мышца спины и большая круглая мышца) плечевого сустава (вид сзади)



Широчайшая мышца спины начинается от подвздошной кости и крестца, от остистых отростков всех поясничных и нижних шести грудных позвонков, от нижних четырех ребер. Любопытно, что благодаря медиальному прикреплению на плечевой кости эта мышца разделяет две функции с большой грудной мышцей. Являясь основным разгибателем плечевого сустава, она дополняет большую грудную мышцу как приводящая мышца и мышца - внутренний вращатель руки (рис. 2.30).

Остальные мышцы, действующие на плечевой сустав, берут свое начало на самой лопатке. Поверхностная дельтовидная мышца расположена на верхней части плечевого сустава. Она имеет форму треугольника и делится на три отдела. Волокна переднего отдела дельтовидной мышцы сгибают плечо и осуществляют его вращение вовнутрь. Средний отдел мышцы является главной отводящей мышцей плечевого сустава. Волокна заднего отдела дельтовидной мышцы разгибают плечо, а также осуществляют его вращение наружу (см. рис. 2.28 и 2.30). Мышцы манжеты поворота, группа из четырех относительно небольших мышц, играют очень важную функциональную роль (рис. 2.31). Эти мышцы противодействуют силе тяжести и стабилизируют головку плечевой кости, относительно суставной впадины лопатки, подтягивая ее вовнутрь и слегка вниз в плечевой сустав. Именно поэтому их иногда называют сжимателями, поскольку они прижимают головку плечевой кости к суставной поверхности лопатки.

**Таблица 2.14.**

Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
Двуглавая мышца плеча	Длинная головка от бугорка над суставной впадиной лопатки; короткая головка от ключевидного отростка лопатки	Бугристость лучевой кости и апсневроз двуглавой мышцы	Сгибание в локтевом суставе; супинация	Поднимание штанги на бицепс гребной тренажер, подтягивание штанги до подбородка, гребля вверх
Плечевая мышца	Передняя часть плечевой кости	Бугристость локтевой кости и капсула локтевого сустава	Сгибание в локтевом суставе	Те же, что и для двуглавой мышцы плеча
<b>Плечелучевая мышца</b>	Латеральный надмыщелковый гребень плечевой кости	Шиловидный отросток лучевой кости	Сгибание в локтевом суставе	Те же, что и для двуглавой мышцы плеча
Трехглавая мышца плеча	Длинная головка от нижнего края суставной впадины; латеральная головка от задней части плечевой кости; короткая головка 2/3 дистально от задней части плечевой кости	Локтевом отросток	Разгибание в локтевом суставе	Жим лежа на скамье, отжимания, опускание туловища на параллельных брусьях
Круглый пронятор	Медиальный надмыщелок плечевой кости и венечный отросток локтевой кости	Середина латеральной части лучевой кости	Сгибание в локтевом суставе; пронация Предплечья	Пронация предплечья с гантелями

Мышцы манжеты поворота:  
 а - подлопаточная мышца (вид спереди);  
 б - надостная, подостная и малая круглая мышцы  
 (вид сзади)

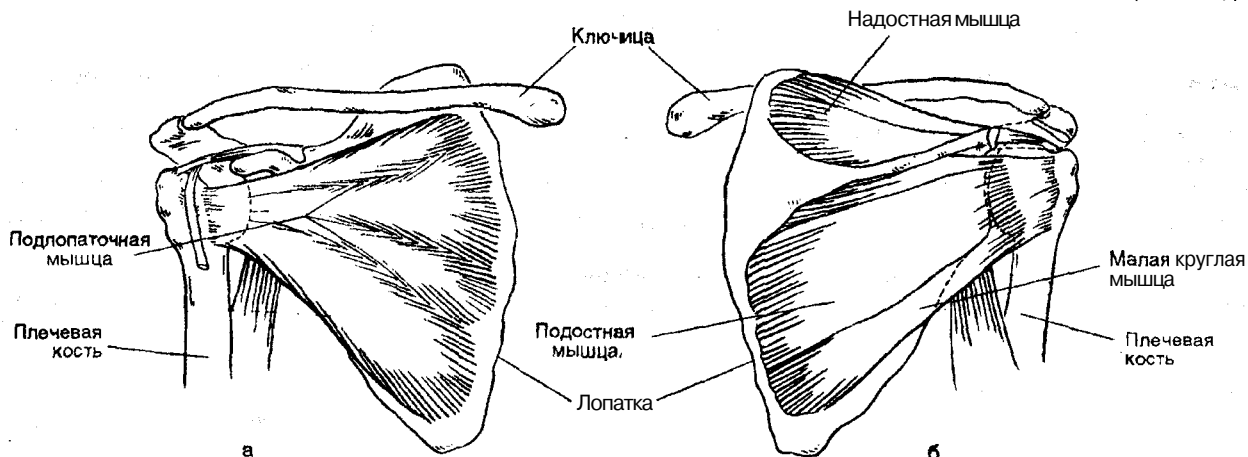


Рис.2.31.

К мышцам манжеты поворота относятся: надостная мышца, отводящая руку, подостная мышца и малая круглая мышца, которые осуществляют вращение руки наружу, и подлопаточная мышца. Как следует из названия последней мышцы, она находится на нижней поверхности лопатки и осуществляет вращение рук вовнутрь и ее приведение к туловищу. Из табл. 2.15 вы узнаете, где начинаются и прикрепляются мышцы, пересекающие плечевой сустав, а также их основные функции и некоторые упражнения, которые могут использоваться для развития этих мышц.

Мышцы манжеты поворота нередко подвергаются травмам из-за допускаемых на тренировке ошибок (неправильная или неадекватная разминка, чрезмерное количество повторений отведения плечевого сустава с вращением вовнутрь). Воспаление манжет поворота нередко приводит к возникновению болезненных ощущений вследствие так называемого синдрома ущемления, при котором во время отведения руки мышцы манжеты, их сухожилия и соседние синовиальные сумки оказываются сжатыми между головкой плечевой кости и акромиальным отростком лопатки. Если вы рекомендуете своему клиенту выполнять физические упражнения, включающие повторяющиеся движения рук над головой (плавание, бадминтон), вы должны тщательно следить за действиями клиента, чтобы не допустить возникновения синдрома ущемления.

## Мышцы, действующие на грудино-ключичное сочленение

Главная функция мышц и фасций, образующих соединение из мягкой ткани между лопаткой и туловищем, - стабилизация лопатки во время движения руки (плечевой кости). Названия четырех мышц, прикрепляющих лопатку к грудной клетке, соответствуют их форме (трапециевидная, большая и малая ромбовидные) и функции (мышца, поднимающая лопатку) (рис. 2.32). Поверхностная трапециевидная мышца благодаря своей форме и различным направлениям воздействия ее волокон, выполняет несколько функций. Верхняя часть трапециевидной мышцы отвечает за поднятие лопатки (например, пожимание плечами). Средняя часть трапециевидной мышцы имеет горизонтально направленные волокна, которые в случае стимуляции вызывают приведение лопатки. Волокна нижней части трапециевидной мышцы идут под углом вниз к участку своего прикрепления на грудных позвонках. Концентрические сокращения нижней части трапециевидной мышцы преимущественно приводят к опусканию и приведению лопатки.

Под трапециевидной мышцей находятся ромбовидные (большая и малая), которые обуславливают приведение и незначительное поднятие лопатки (см. рис. 2.32). Адекватный тонус ромбовидных мышц обеспечивает хорошую осанку.

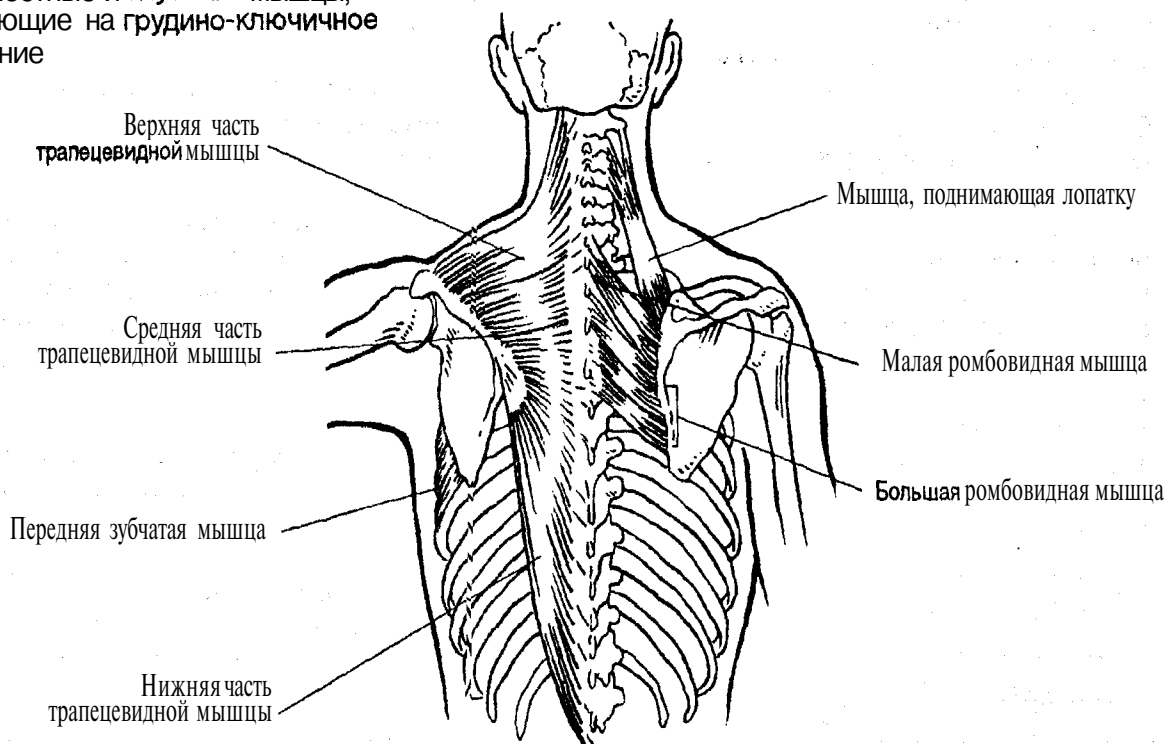
Таблица 2.15

Основные мышцы, действующие на плечевой сустав

Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
Большая грудная мышца	Ключица, грудина и первые шесть реберных хрящей	Гребень большого бугорка плечевой кости	Сгибание, приведение и вращение плеча вовнутрь	Отжимания, подтягивания, жим лежа на наклонной скамье, жим лежа на ровной скамье, лазание по канату, все виды метаний, подача в теннисе
Дельтовидная мышца	Переднелатеральная часть ключицы, гребень акромиона и нижнего края ости лопатки	Дельтовидный бугорок плечевой кости на среднелатеральной поверхности	Отведение плеча: вся мышца; передние волокна: сгибание и вращение плеча вовнутрь; задние волокна: разгибание и вращение плеча наружу	Латеральное отведение с гантелями, передняя часть дельтовидной мышцы выполняет такие же функции, как и большая грудная мышца
Широчайшая мышца спины	Нижние шесть грудных и все поясничные позвонки, подвздошный и крестцовый гребни, четыре нижних ребра	Гребень малого бугорка плечевой кости	Разгибание, приведение и вращение вовнутрь плеча	Подтягивания на перекладине до подбородка, лазание по канату, опускание туловища на параллельных брусьях. гребной тренажер, любые упражнения включающие движение рук вниз с преодолением сопротивления, например: подтягивание поперечной перекладины вниз на тренажере.
Манжета поворота	Различные участки лопатки	Все прикрепляются на большом бугре плечевой кости, за исключением подлопаточной мышцы, которая прикрепляется к малому бугру плечевой кости	<b>Подостная и малая круглая:</b> вращение плеча наружу; <b>подлопаточная:</b> вращение вовнутрь и приведение плеча; <b>надостная:</b> отведение плеча	Упражнения, включающие вращение вовнутрь и наружу, например теннисная подача, метание бейсбольного мяча; выполнение упражнений, вращение вовнутрь и наружу с гантелями в положении лежа на спине и на животе

Рис. 2.32

Поверхностные и глубокие мышцы, действующие на грудино-ключичное сочленение



Мышца	Начало	Прикрепление	Основная функция	Примерные упражнения
<b>Трапециевидная мышца</b>	Затылочная кость, остистые отростки седьмого шейного и всех грудных позвонков	Акромияльный отросток и ость лопатки, латеральная треть ключицы	Верхняя часть: поднятие лопатки Средняя часть: приведение лопатки Нижняя часть: опускание лопатки	Гребной тренажер, пожимания плечами с сопротивлением
Мышца, поднимающая лопатку	Поперечные отростки верхних четырех шейных позвонков	Позвоночный край и угол лопатки	Поднятие лопатки	Пожимания плечами с сопротивлением
Большая и малая ромбовидная мышца.	Остистые отростки четырех верхних грудных позвонков (большая) и двух нижних шейных (малая)	Позвоночный край лопатки	Приведение и поднятие лопатки	Подтягивания до подбородка, гребные движения в положении согнувшись с гантелями

Мышца, поднимающая лопатку, проходит от верхних шейных позвонков к медиальному краю лопатки и вместе с верхней частью трапециевидной мышцы поднимает лопатку. Таблица 2.16 иллюстрирует, где начинаются и где прикрепляются мышцы плечевого пояса, а также их основные функции и примерные упражнения, применяемые для их развития.

## Обзор кинезиологии

Кинезиология представляет собой науку о движениях человека. Объясняя своим студентам сущность кинезиологии, преподаватели, как правило, предлагают им представить тело человека в виде живого механизма, предназначенного для выполнения работы. Выполнение работы предусматривает целенаправленную интеграцию анатомических, неврологических и физиологических систем в соответствии с законами природы. Знание основ кинезиологии позволит вам анализировать множество разнообразных движений и принимать решения, правильно оценивая безопасность и эффективность конкретного движения, а также определять его роль в достижении клиентами своих целей.

Таким образом, кинезиология вооружит вас необходимыми знаниями для анализа движения и его составляющих, что даст возможность повысить функции и эффективность, а также предотвратить травмы. При применении этих знаний на практике, учитывайте ежедневную

активность организма, положение тела и механические нагрузки, которым оно подвергается. Попробуйте определить "слабые", а также тугоподвижные участки мышц, появление которых связано с этими ежедневными видами активности и привычными положениями тела. Вам необходимо так спланировать занятия, чтобы они были направлены на улучшение функций организма в конкретных условиях. Результатом будет сбалансированная программа по фитнесу, предусматривающая увеличение выносливости сердечно-сосудистой системы, улучшение мышечного баланса и механики тела.

## Биомеханические принципы движения

Биомеханика предусматривает применение законов механики к живым организмам (главным образом к человеку) и изучение влияния действующих на них сил. Аналитический процесс в биомеханике может быть либо количественным, либо качественным. Чтобы проанализировать движение человека, необходимо прежде всего понять законы физики, касающиеся движения всех объектов. Выдающийся физик Исаак Ньютон внес значительный вклад в науку, сформулировав три основных закона движения.

## Закон инерции

Первый закон Ньютона - **закон инерции**, гласит: всякое тело пребывает в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, до тех пор, пока на него не подействует другая внешняя сила. **Инерциальные** характеристики тела пропорциональны его массе. Следовательно, более тяжелый объект труднее привести в движение, чем более легкий. Точно так же при движении двух объектов с одинаковой скоростью, труднее остановить объект, имеющий большую массу.

## Закон ускорения

Второй закон Ньютона - **закон ускорения** - гласит, что сила ( $F$ ), действующая на тело в определенном направлении, равна массе тела ( $m$ ), умноженной на ускорение тела ( $a$ ) в данном направлении ( $F = m \cdot a$ ). Второй закон Ньютона связан также с количеством движения движущегося тела, то есть - количество движения тела равно его массе, умноженной на скорость.

При данной массе дополнительная сила увеличит скорость движения тела, создавая тем самым большее количество движения. При данной скорости количество движения ( $M$ ) увеличится при увеличении массы тела. Эти же принципы применимы к угловому моменту. Единственным отличием является то, что движение осуществляется вокруг оси.

Если ваш клиент выполняет подъем на бицепс 8-фунтовых гантелей под медленную музыку, количество движения будет меньшим, чем при перемещении такого же веса в более быстром темпе. Если темп движения под музыку (скорость =  $V$ ) остается постоянным, однако масса гантелей ( $m$ ) увеличивается, то соответственно увеличивается и количество движения ( $M = m \cdot V$ ).

## Закон действия и противодействия

Третий закон Ньютона - **закон действия и противодействия** - гласит, что любая приложенная сила вызывает равную, противоположно направленную силу. Следовательно, каждому действию соответствует равное противодействие. Этот закон имеет непосредственное значение для ударных движений (сил реакции опоры),

которые тело должно амортизировать, во время занятий такими видами двигательной активности, как бег трусцой, степ-аэробика и **плиометрика**. Согласно законам Ньютона, сила, с которой поверхность действует на тело, равна силе действия тела на поверхность во время ходьбы, бега и т.д. Степ-аэробика один из наиболее популярных видов двигательной активности в **фитнес-классах** даже несмотря на довольно значительное число травм среди занимающихся. Спортивная обувь, созданная специально для занятий степ-аэробикой, имеет дополнительные амортизирующие прокладки в плюсовом участке стопы, испытывающем наибольшую нагрузку. Результаты проведенных исследований показывают, что при применении во время занятий степ-аэробикой ступенек высотой в дюймов (в отличие от 8 и 10-дюймовых) величина сил реакции опоры существенно снижается. Из этого ясно, что занимающимся необходимо использовать ступеньки меньшей высоты, чтобы снизить риск травм нижних конечностей.

Знание анатомических и биомеханических **факторов**, влияющих на мышцы и создающих движение, очень важно для планирования и проведения программы занятий. Следующим шагом является использование описанных выше принципов для выявления индивидуального и коллективного "вклада" мышц в осуществление движений.

Леонардо да Винчи, **возможно**, первый анатом в истории человечества, упростил для нас изучение функциональной анатомии, уподобив сухожилия человека "веревкам, прикрепленным к костям". Если вы помните местонахождение мышцы, участки места ее прикрепления, а также ориентацию ее волокон, пересекающих определенный сустав, вы без труда поймете, какие анатомические движения производит мышца. Вам будет легче представить себе выполнение движений, если вы вспомните, как кукольник манипулирует веревками, прикрепленными к кукле, заставляя ее двигаться. "Веревками", посредством которых осуществляются наши движения, являются сухожилия, соединенные с мышцами, которые активируются ЦНС. В следующих разделах мы рассмотрим многочисленные примеры типичных движений, производимых мышцами нижних и верхних конечностей во время выполнения различных упражнений.

# Кинезиология нижней конечности

В этой главе движения нижней конечности определяются как движения тазобедренного, коленного и голеностопного суставов. Рис. 2.33 иллюстрирует нормальный диапазон движений в этих суставах. В следующих разделах мы рассмотрим функции определенных мышц и примеры упражнений для развития силы и гибкости.

## Передние мышцы бедра: сгибатели тазобедренного сустава

Основными сгибателями тазобедренного сустава являются подвздошно-поясничная, прямая мышца бедра, портняжная мышца и напрягатель широкой фасции. Действуя синергически, эти мышцы обуславливают сгибание тазобедренного сустава, как, например, при поднимании прямой ноги и колена.

а) Сгибание и разгибание тазобедренного сустава



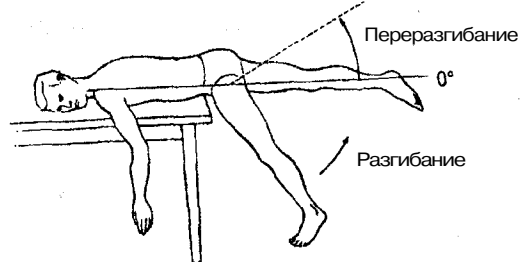
в) Вращение в тазобедренном суставе



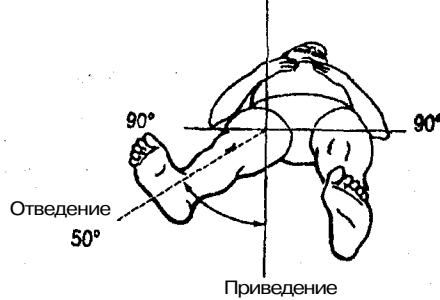
Движения и диапазон движения нижней конечности:

- а - диапазон движения при сгибании тазобедренного сустава без вращения таза до 120°; разгибание (до 0°);
- б - разгибание и переразгибание тазобедренного сустава;
- в - диапазон движения при вращении тазобедренного сустава;
- г - диапазон движения при отведении тазобедренного сустава;
- д - диапазон движения коленного сустава;
- в - диапазон движения голеностопного сустава при согнутом коленном суставе

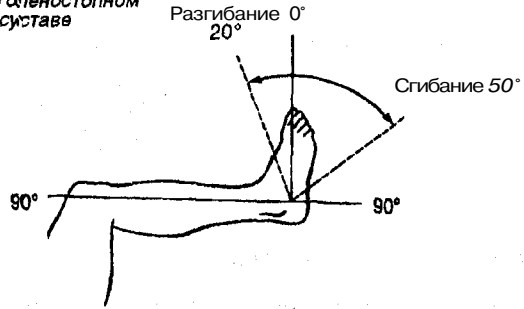
б) Разгибание и переразгибание тазобедренного сустава



г) Отведение в тазобедренном суставе



в) Движения в голеностопном суставе



д) Движения в коленном суставе

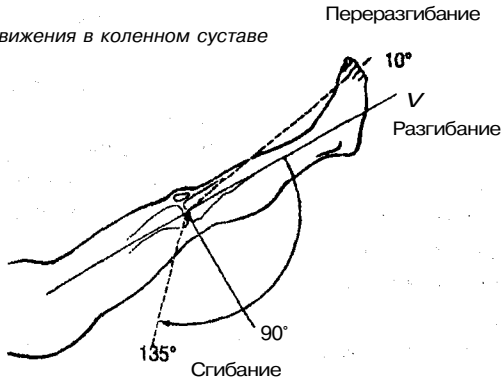
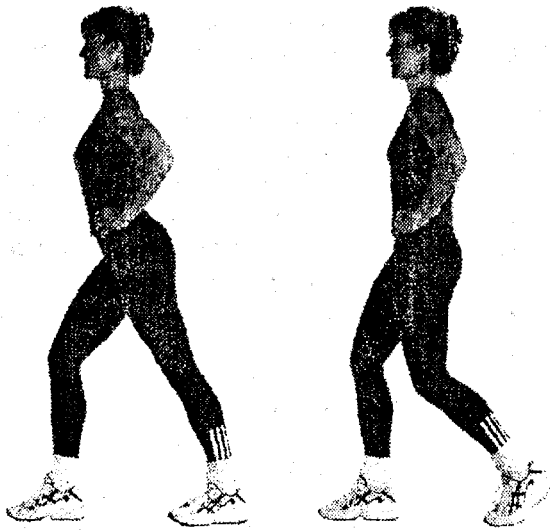


Рис. 2.33.





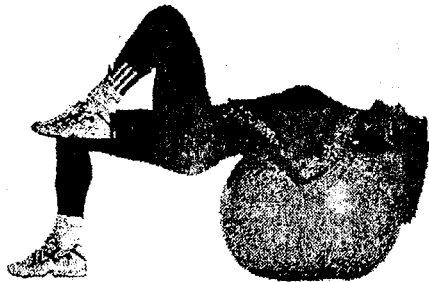
а - растягивание сгибателей тазобедренного сустава на левой ноге (нога прямая);

б - Левая (задняя) нога согнута в коленном суставе (пятка опущена на пол), обеспечивая более глубокое растягивание левой подвздошно-поясничной и прямой мышцы бедра

Рис. 2.34.

Рис. 2.35.

Упражнение для укрепления сгибателей тазобедренного сустава (подвздошно-поясничной мышцы): для увеличения сопротивления можно выполнять при разогнутом коленном суставе



Они также сокращаются эксцентрически, контролируя разгибание тазобедренного сустава, как, например, во время фазы движения вниз после поднимания прямой ноги или колена.

Подвздошно-поясничная мышца, по сути, состоит из трех мышц: круглых большой и малой (отсутствует примерно у 10 % населения) поясничной и подвздошной, которые функционируют как единое целое. Подвздошная

мышца получила название от участка своего начала на внутренней поверхности подвздошной кости; она крепится к малому вертелу бедренной кости.

Круглые большая и малая поясничные мышцы начинаются на поперечных отростках пяти поясничных позвонков и прикрепляются к бедренной кости у малого вертела. Поясничная мышца должна прилагать значительное усилие, чтобы поднимать и опускать массу выпрямленной ноги. У большинства людей брюшные мышцы недостаточно сильные и не могут уравновесить силу, создаваемую поясничной мышцей, чтобы удержать позвоночник в нейтральном положении при поднимании прямой ноги. Это одна из причин, почему не рекомендуется выполнять поднимание туловища из положения лежа без помощи рук и ног с прямыми ногами. Из-за того, что поясничная мышца начинается в поясничном отделе позвоночника, ее тугоподвижность или гипертрофия, может привести к пассивному **переразгибанию** поясничного отдела позвоночника, Тугоподвижность подвздошно-поясничной мышцы можно объяснить недостаточным выполнением упражнения на растягивание, а также неправильной позой в положении стоя или сидя. Чтобы растянуть подвздошно-поясничную мышцу, клиент должен стоять, сделав выпад вперед одной ногой, согнутой в колене, пяткой другой ноги не касаясь пола (рис.2.34). Затем, сокращая мышцы живота, он должен согнуть поясничный отдел позвоночника и зафиксировать это положение в течение не менее 10 с. Следует тщательно следить, за тем, как клиент выполняет это упражнение, поскольку отмечается тенденция переразгибать поясничный отдел позвоночника, что сопровождается ненужной нагрузкой на него. Для укрепления подвздошно-поясничной мышцы из положения лежа па спине приподнимите при помощи мышц живота таз вверх, чтобы стабилизировать поясницу и затем поочередно поднимайте вверх выпрямленную то одну, то другую ногу (рис. 2.35).

Прямая мышца бедра - единственная из четырех мышц группы четырехглавой мышцы, которая пересекает тазобедренный сустав. Концентрическое сокращение этой мышцы приводит к сгибанию тазобедренного сустава, разгибанию коленного сустава или и к тому и другому одновременно. Наилучшее упражнение для укрепления этой мышцы - подъем прямой ноги из положения стоя. Для растягивания прямой мышцы бедра выполните упражнение на растягивание

подвздошно-поясничной мышцы и затем опустите туловище так, чтобы колено задней ноги согнулось. (см.рис. 2.34,б)

Портняжная мышца, самая длинная мышца в теле человека, берет свое начало из передней верхней подвздошной ости и прикрепляется к медиальной части большеберцовой кости под коленом. Эта многосуставная мышца сгибает, отводит и вращает наружу тазобедренный сустав и в то же время сгибает и вращает вовнутрь коленный сустав. Латерально к портняжной мышце находится **напрягатель широкой фасции** - короткая мышца с очень длинным сухожилием, которое соединяется с нижними волокнами большой ягодичной мышцы. Напрягатель широкой фасции берет свое начало на передней верхней подвздошной кости и прикрепляется к латеральной части большеберцовой кости под коленом.

### **Задние мышцы бедра: разгибатели тазобедренного сустава**

Основными разгибателями тазобедренного сустава являются подколенные сухожилия (двуглавая мышца бедра, полусухожильная и полуперепончатая) и **большая ягодичная мышца**. Концентрическое сокращение этих мышц приводит к разгибанию тазобедренного сустава, как, например, при поднимании ног из положения лежа лицом вниз. Они также активируются, чтобы контролировать эксцентрическое сгибание тазобедренного сустава (например, движение во время фазы движения вниз при выполнении приседания) (рис. 2.36).

При обычной ходьбе и выполнении других движений низкой интенсивности подколенные сухожилия выступают главными активаторами, обуславливающими разгибание тазобедренного сустава, поскольку в большой ягодичной мышце отмечается невысокая активность. При более высокой интенсивности физической деятельности (например, подъем по ступенькам, спринт, выполнение упражнений на велоэргометре), требующей большего диапазона движений тазобедренного сустава и более мощного разгибания тазобедренного сустава, главную роль начинает играть **большая ягодичная мышца**. При занятиях степ-аэробикой большая ягодичная мышца, как правило, сокращается наряду с постоянно активными подколенными сухожилиями; другие виды двигательной активности, такие, как прыжки со скакалкой, "езда" на велосипеде в закрытом помещении, напряженная ходьба по гористой

местности, также активизируют большую ягодичную мышцу.

Эксцентрические сокращения большой ягодичной мышцы и подколенных сухожилий контролируют фазу движения вниз (сгибание тазобедренного сустава) при выполнении приседания



Рис. 2.36,

Если одна из целей вашего клиента состоит в том, чтобы иметь "стальные мышцы", не забудьте включить в программу его занятий упражнения средней и высокой интенсивности, предусматривающие разгибание и переразгибание тазобедренного сустава. Подбирая виды двигательной активности, охватывающие большие ягодичные мышцы, выбирайте такие упражнения, которые предусматривали бы разгибание тазобедренного сустава примерно на 90%. Такие виды активности являются более интенсивными и требуют полного включения в работу больших ягодичных мышц для обеспечения дополнительного усилия, необходимого, чтобы помочь подколенным сухожилиям выполнить поставленную задачу.

### **Латеральные мышцы бедра\* внешние вращатели и отводящие мышцы тазобедренного сустава**

Отводящие мышцы и мышцы - внешние вращатели тазобедренного сустава находятся сзади и латерально к тазобедренному суставу в области ягодиц. Три ягодичные мышцы (средняя, малая и волокна большой) являются основными отводящими мышцами тазобедренного сустава, которым помогает напрягатель широкой фасции (рис. 2.37).

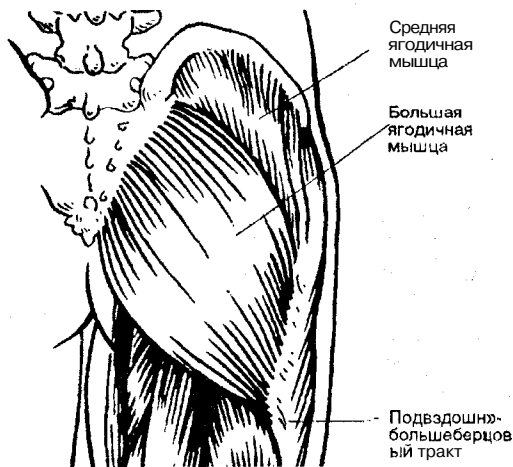


Рис. 2.37.

Шесть внешних вращателей тазобедренного сустава

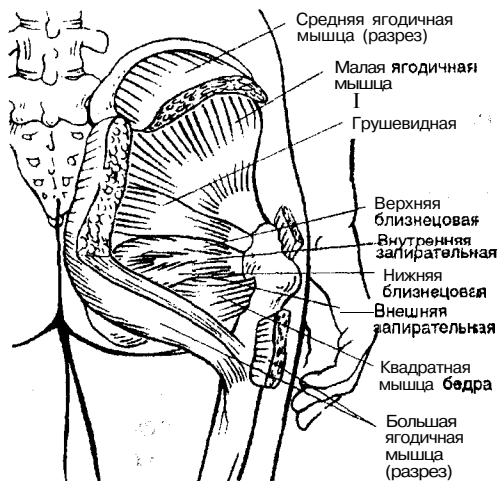


Рис. 2.38.

Они берут свое начало выше сустава, поэтому при концентрическом сокращении этих мышц тазобедренный сустав отводится от средней линии тела. Вспомните, что функция мышцы зависит от ориентации ее волокон относительно сустава, на который она действует. Большая и средняя ягодичные мышцы охватывают настолько большую площадь сустава, что одна часть каждой мышцы способна выполнить движение, противоположное производимой другой частью. Главное действие каждой из этих мышц определяется действием всех ее частей. Главная функция большой ягодичной мышцы - разгибание тазобедренного сустава, тогда как основная функция средней ягодичной мышцы - отведение тазобедренного сустава. Одни волокна большой ягодичной мышцы

пересекают тазобедренный сустав сверху от его центральной оси, другие - снизу от его функциональной оси. Это означает, что первые способны выполнить отведение, а вторые - приведение. Передняя часть средней ягодичной мышцы, сокращаясь концентрически, вызывает вращение вовнутрь, расположенные сзади волокна приводят к вращению наружу.

Глубоко под большой ягодичной мышцей находится шесть вращателей тазобедренного сустава. Это (если рассматривать сверху до низу): грушевидная, верхняя близнецовая, наружная и внутренняя запирательная, нижняя близнецовая мышцы (рис. 2.38). Волокна этой группы ориентированы горизонтально, что, в сочетании с их размещением позади сустава, делает их очень эффективными вращателями тазобедренного сустава. При разогнутом тазобедренном суставе большая ягодичная мышца также выполняет функцию вращателя. Для растягивания вращателей клиент должен лечь на спину, подтянуть к туловищу согнутые колени и бедра и расположить их диагонально (рис. 2.39). Такое положение включает приведение и вращение наружу, что обеспечивает эффективное растягивание этих мышц.

Для того чтобы правильно спланировать программу занятий, очень важно понимать сущность концентрических и эксцентрических мышечных сокращений. Вспомните, как определять тип мышечных сокращений. Если направление движения противоположно силе тяжести, активная мышца сокращается концентрически, в противном случае мышца сокращается эксцентрически.

В то же время при "устранении" силы тяжести при движениях, выполняемых параллельно полу, каждая мышечная группа сокращается концентрически, производя нужное движение. При использовании резиновых амортизаторов справедливыми являются те же самые принципы: концентрические сокращения имеют место, когда движение увеличивает сопротивление амортизатора, эксцентрические - когда движение приводит к снижению его сопротивления.

**Растягивание глубоких вращателей левого тазобедренного сустава.** Плечи и спина должны быть плотно прижатыми к полу; согните колено под углом  $90^\circ$  и расположите бедро поперек туловища



Рис. 2.39.

На рис. 2.40 показано выполнение упражнений на отведение и приведение в тазобедренном суставе, иллюстрирующее, как положение тела может изменять влияние силы тяжести. На рис. 2.40 (а) показано поднятие ног в стороны. Исходным действием является отведение тазобедренного сустава с преодолением силы тяжести. Таким образом, мышцы, отводящие тазобедренный сустав, действуют концентрически, как агонисты. Во время фазы движения ноги вниз осуществляется приведение тазобедренного сустава. Движение сустава происходит в том же направлении, в котором действует сила тяжести, таким образом, отводящие мышцы тазобедренного сустава сокращаются эксцентрически, как агонисты, контролируя приведение тазобедренного сустава.

На рис. 2.40 (б) показано выполнение отведения/приведения тазобедренных суставов из положения лежа на спине, тазобедренные суставы согнуты, колени разогнуты, ноги подняты вверх. Исходным действием является отведение тазобедренных суставов по мере того, как ноги все больше разводятся в стороны. Поскольку движение осуществляется в том же направлении, в котором действует сила тяжести, приводящие мышцы тазобедренных суставов контролируют движение путем эксцентрических сокращений. Чтобы свести ноги вместе в вертикальном положении, мышцы, приводящие тазобедренный сустав, должны сокращаться концентрически, преодолевая силу тяжести.

В третьем примере (рис. 2.40, в) отведение и приведение тазобедренного сустава осуществляется из положения лежа на спине, что позволяет эффективно устранить действие силы тяжести как источника сопротивления. Из этого положения движения осуществляются только перпендикулярно действию силы

тяжести. При разведении прямых ног отводящие мышцы бедер сокращаются концентрически, при сведении сокращаются концентрически приводящие мышцы.

В последнем примере (рис. 2.40, г) описанное выше упражнение выполняется с резиновыми амортизаторами. Концентрические сокращения отводящих мышц тазобедренного сустава наблюдаются, когда клиент отводит ноги от средней линии, увеличивая сопротивление амортизатора. Эксцентрические сокращения имеют место при возвращении в исходное положение (приведение), преодолевая силу амортизатора.

### **Медиальные мышцы бедра: внутренние вращатели и приводящие мышцы тазобедренного сустава**

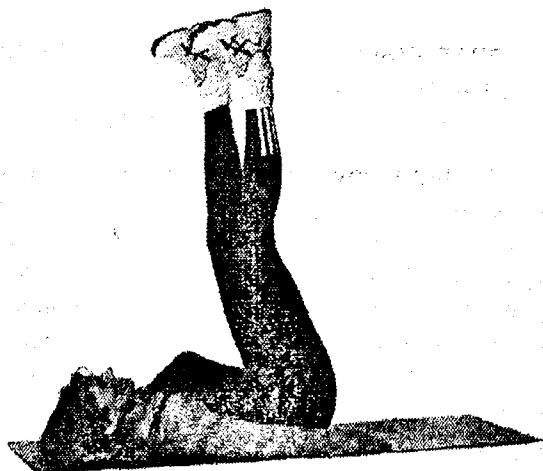
Мышцы, обуславливающие приведение и вращение вовнутрь, находятся спереди, сверху и медиально к тазобедренному суставу. В данном случае название четко указывает на их санкцию. Основными приводящими мышцами являются: большая приводящая, длинная приводящая и короткая приводящая. Согласно структуре строения тазобедренного сустава, эти мышцы иногда функционируют как вращатели вовнутрь, а иногда как вращатели наружу. Наиболее важными вращателями вовнутрь тазобедренного сустава являются приводящие мышцы, а также средняя и малая ягодичные. На рис. 2.40 даны примеры упражнений, при выполнении которых рекрутируются приводящие мышцы тазобедренного сустава.

Внутренняя часть бедер представляет собой участок, который является особым объектом заботы почти всех женщин. Многие из них желают избавиться от запасов жира, накопленных вдоль медиальной части бедра, и увеличить силу ("тонус") приводящих мышц. Очень важно объяснить своим клиенткам, что локальное избавление от запасов жира ничего не даст. Для снижения содержания жира в организме, в том числе на внутренней части бедер, необходимо, чтобы количество расходуемых калорий постоянно превышало количество потребляемых, 30-минутные занятия физическими упражнениями в течение большей части недели позволяют, независимо от пола, снизить процентное содержание жира в организме и увеличить долю чистой массы тела.

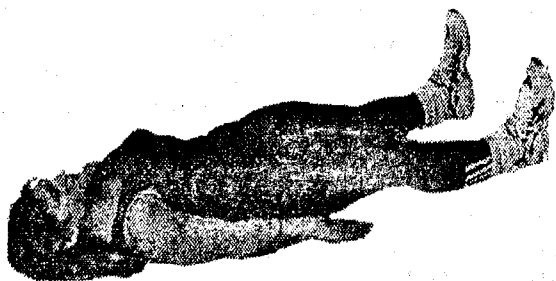
Концентрические и эксцентрические сокращения мышц бедер



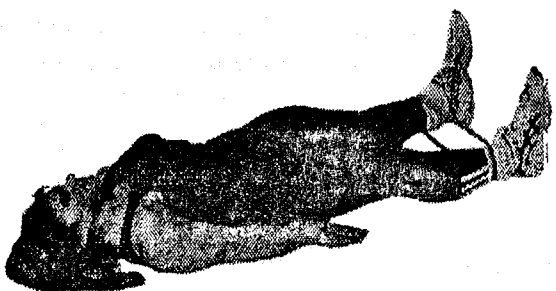
а - поднимание ног в положении лежа на боку. При фазе движения вверх отводящие мышцы сокращаются концентрически, при фазе движения вниз - эксцентрически;



б - положение лежа на спине, ноги подняты вверх; разведение ног - эксцентрическая фаза, сведение - концентрическая;



в - движение ног в стороны: концентрическое сокращение отводящих мышц тазобедренного сустава; сведение ног вместе: концентрическое сокращение приводящих мышц тазобедренного сустава;



г - концентрические (ноги разведены) и эксцентрические (ноги сведены) сокращения отводящих мышц тазобедренного сустава с использованием резинового амортизатора

## Передние мышцы бедра: разгибатели коленного сустава

Крупная мышца на передней части бедра - четырехглавая мышца бедра при концентрических сокращениях контролирует разгибание коленного сустава. Как следует из названия, она состоит из четырех разных мышц, действующих совместно и разгибающих коленный сустав.

Три из них - латеральная широкая мышца бедра, медиальная широкая мышца бедра и промежуточная широкая мышца бедра, берут свое начало на проксимальной части бедренной кости. Прямая мышца бедра - единственная из этой группы, действующая на тазобедренный сустав, сокращаясь концентрически, обуславливает сгибание тазобедренного сустава. Возможность выполнять эту функцию объясняется тем, что мышца берет свое начало от передней нижней подвздошной ости. Все головки четырехглавой мышцы соединяются дистально, образуя надколенное сухожилие, охватывающее надколенник. Надколенник, или коленная чашечка, - самая крупная сесамовидная кость в теле, которая подобно шкиву (блоку) увеличивает выигрыш в силе четырехглавых мышц до 30 % при некоторых углах коленного сустава.

При положении стоя в расслабленном состоянии активность четырехглавых мышц незначительна, большая часть массы тела приходится на поверхность коленных суставов.

Когда же нижняя конечность принимает положение, при котором на нее приходится основная масса тела, четырехглавые мышцы сокращаются эксцентрически, вызывая сгибание коленного сустава (например, медленное сгибание ноги в коленном суставе при перемещении из положения стоя в положение сидя).

В повседневной деятельности нужны мощные четырехглавые мышцы, чтобы поднимать тяжелые предметы, подниматься по ступенькам и т.д. Различные виды приседаний, выпадов и т.п. - важные элементы в подготовке четырехглавых мышц к повседневной деятельности.

Некоторые эксперты считают, что наиболее безопасный подход к физическим упражнениям - установление предела сгибания опорной ноги в коленном суставе в 90°.

Рис.2.40.

### **Задние мышцы бедра и голени: сгибатели коленного сустава**

Основными сгибателями коленного сустава является группа мышц подколенных сухожилий (полусухожильная, полуперепончатая и двуглавая мышца бедра). Вторичными сгибателями коленного сустава являются: портняжная, подколенная, икроножная и тонкая мышцы (см. рис. 2.19 и 2.23). Важную роль играет подколенная мышца, которая инициирует сгибание коленного сустава и "отпирает" коленный сустав, находящийся в разогнутом состоянии.

Эффективное растягивание подколенных сухожилий осуществляется следующим образом. Из положения стоя поставить ногу, подколенные сухожилия которой предстоит растягивать, на ступеньку или какую-то возвышенность и медленно прогнуться вперед в талии, сохраняя при этом прямое положение спины (нейтральное положение). Таким образом достигается растягивание только подколенных сухожилий и не допускается чрезмерная нагрузка на выпрямляющие позвоночник мышцы. Чтобы увеличить силу растягивания, клиент должен согнуть ногу, не подвергаясь растягиванию, в коленном и тазобедренном суставах (рис. 2.41).

### **Передние мышцы голени: тыльные разгибатели стопы**

Мышцы переднего отдела нижней части ноги (см. рис.2.16 и 2.17) - передняя большеберцовая, длинный разгибатель большого пальца и длинный разгибатель пальцев. Эти мышцы контролируют разгибание голеностопного сустава. Во время ходьбы или бега эти мышцы действуют эксцентрически, осуществляя контролируемое опускание стопы на землю. Без эксцентрического действия этих мышц как динамических амортизаторов стопа при каждом шаге попросту волочилась бы по поверхности. Учитывая, что силы реакции опоры во время бега в 3-5 раз превышают массу тела человека, количество шагов на дистанции 1 миль (1,6 км) составляет примерно 1500-1300, важность этих мышц как амортизаторов нельзя недооценивать.

Передняя большеберцовая мышца прикрепляется к медиальной части стопы и

совместно с задней большеберцовой мышцей осуществляет инверсию стопы.

Растягивание подколенных сухожилий в положении стоя; кисти используются только для удержания равновесия; не следует надавливать на колено



Рис. 2.41.

### **Задние мышцы голени: подошвенные сгибатели стопы**

Большие поверхностные мышцы заднего отдела голени (см. рис.2.10 и 2. Г.) являются основными подошвенными сгибателями голеностопного сустава. Это икроножная мышца и лежащая под ней камбаловидная. Соединяясь дистально, они образуют ахиллово сухожилие - самое крупное сухожилие в теле человека, которое прикрепляется к пяточной кости. В сущности, синергистами для осуществления подошвенного сгибания, выступают восемь мышц. Икроножная мышца действует и на коленный, и на голеностопный суставы, в отличие от камбаловидной, которая действует только на голеностопный сустав. Остальные шесть мышц, а именно: задняя большеберцовая, длинный сгибатель большого пальца, длинный сгибатель пальцев, подошвенная мышца, длинная и короткая малоберцовые мышцы, играют второстепенные функциональные роли в создании движущей силы, необходимой для передвижения человека.

Икроножная и камбаловидная мышцы часто бывают тугоподвижными, особенно у женщин, которые носят обувь на высоких каблуках.

Растягивание икроножной (задняя нога) и камбаловидной (передняя нога) мышцы



Рис.2.42.

Нейтральное положение позвоночника с незначительным **передним** искривлением в области шеи и поясницы и **задним** искривлением в участке грудной клетки

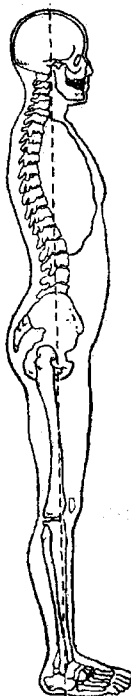


Рис.2.43.

Для растягивания двух суставной икроножной мышцы необходимо, чтобы тазобедренный и коленный суставы были разогнутыми, а голеностопный вогнут назад, пятка должна касаться поверхности. Для растягивания камбаловидной мышцы необходимо принять такое же положение, кроме случая, когда коленный сустав согнут под углом около 20°, чтобы изолировать камбаловидную мышцу. Растягивания можно **выполнять** в положении сидя или лежа, однако чаще всего их выполняют у стены (рис. 2.42) или используя скамейку для занятий степ-аэробикой.

### Латеральные мышцы голени: эверторы (мышцы - вращатели стопы)

Длинная и короткая малоберцовые мышцы, расположенные на латеральной поверхности голени (см. рис.2.16 и 2.18), отвечают за эверсию стопы (т.е. латеральное подтягивание стопы в фронтальной плоскости). Сухожилия этих мышц изгибаются позади латеральной части лодыжки и прикрепляются на стопе. Обе мышцы играют второстепенную роль в качестве подошвенных сгибателей голеностопного сустава из-за их расположения сзади от оси движения голеностопного сустава. Эти мышцы являются активными во время практически всех двигательных действий, обеспечивая динамическую стабильность подтаранного сустава; благодаря эксцентрическим сокращениям предотвращается чрезмерное движение сустава в инверсию, что может привести к растяжению.

### Кинезиология позвоночника и таза

#### Осанка и нейтральное положение позвоночника

Если принять во внимание значительные различия в формах, размерах и типах человеческого тела, то неудивительно, что отсутствует единое мнение по поводу того, что же такое идеальная осанка. Позвоночник взрослого человека имеет три **естественных** искривлений: два спереди - в области шеи и поясницы (лордозы), и одно сзади (кифоз) - в области грудного отдела позвоночного столба (рис. 2.43). Это нейтральное положение

Диапазон движения грудного и поясничного отделов позвоночника

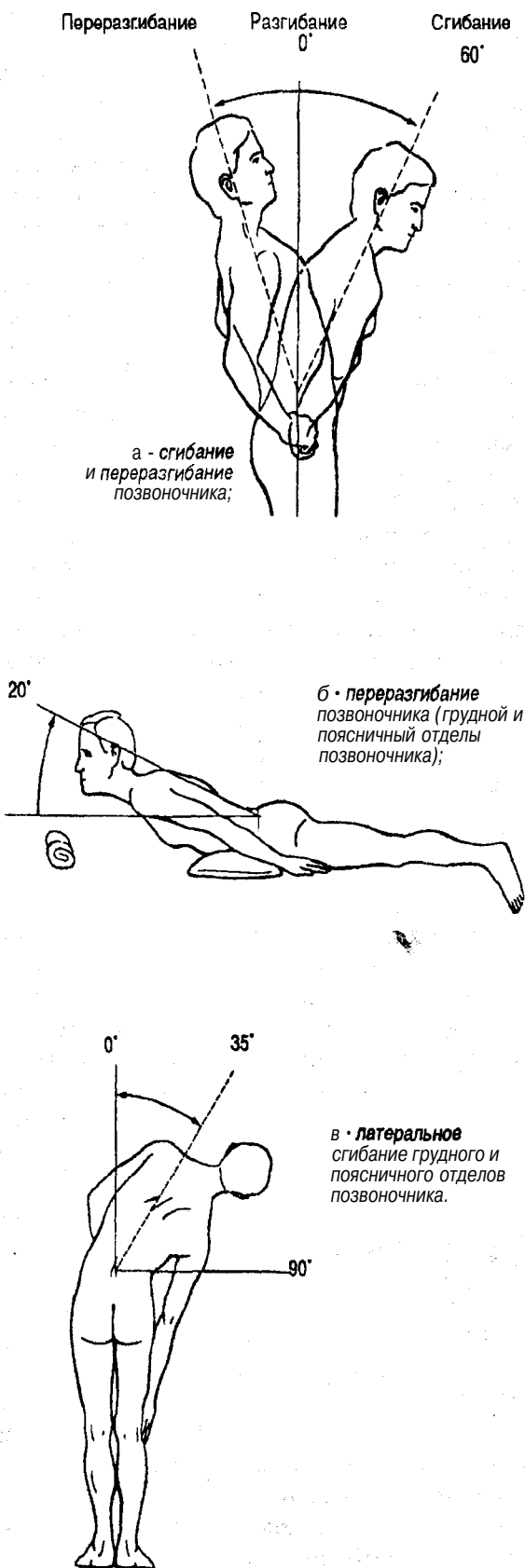


Рис. 2.44.

позвоночника предусматривает математическое уравнивание 12 позвонков, выгнутых по направлению вперед (семь шейных позвонков плюс пять поясничных), и 12 грудных позвонков, выгнутых по направлению назад. Рис. 2.44 иллюстрирует нормальный диапазон движения грудного и поясничного отделов позвоночника.

Вы можете оценить мышечный баланс, попросив клиента стать, приняв анатомическое положение, и рассматривая его/ее/сзади и сбоку. При рассмотрении клиента, который стоит в таком нейтральном положении, сзади отвес, свисающий сверху, должен проходить через среднюю линию черепа, центр позвоночного столба над остистыми отростками, вертикальную складку между ягодицами, касаясь земли между ступнями. Групповые занятия фитнесом способствуют выработке хорошей осанки и мышечному балансу при условии, что физические упражнения выполняются клиентом при нейтральном положении позвоночника. Правильная осанка - это нервно-мышечный навык, который может быть усвоен в результате повторений.

Положение таза играет главную роль в определении сил, действующих на поясничный отдел позвоночника. Если поясничный отдел позвоночника правильно расположен по отношению к тазу, который, в свою очередь, соответствующим образом расположен относительно ног, то величину сил, действующих на поясницу, можно снизить. Это требует хорошей мышечной силы и адекватной гибкости обеих сторон туловища: передних мышц туловища и сгибателей тазобедренного сустава, с одной стороны, и задних мышц туловища и разгибателей позвоночника - с другой.

**Аномальное и обусловленное утомлением положение тела**

Отклонения позвоночника от нейтрального положения бывают временными или постоянными; они могут возникнуть вследствие мышечных спазмов и болевых ощущений после повреждения мягких тканей спины, утомления или мышечного дисбаланса. Соответствующая "доза" (интенсивность, частота и продолжительность) физических упражнений способна повлиять на каждый из этих



факторов. Некоторые поструральные отклонения по своей природе структурные (костные) и, как

правило, не реагируют на физические упражнения.

Мышечный контроль положения таза со стороны брюшных мышц и сгибателей тазобедренного сустава - спереди, разгибателей позвоночника и мышц, подколенных сухожилий - сзади.

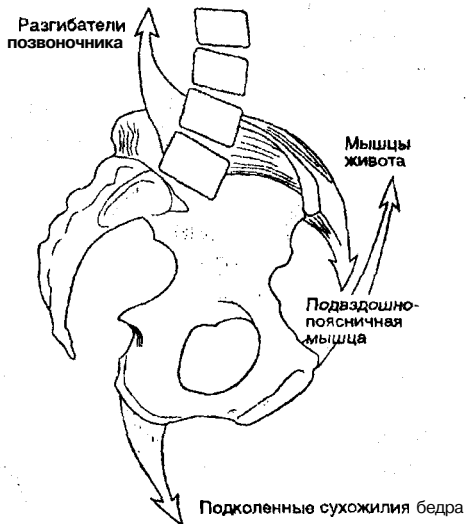
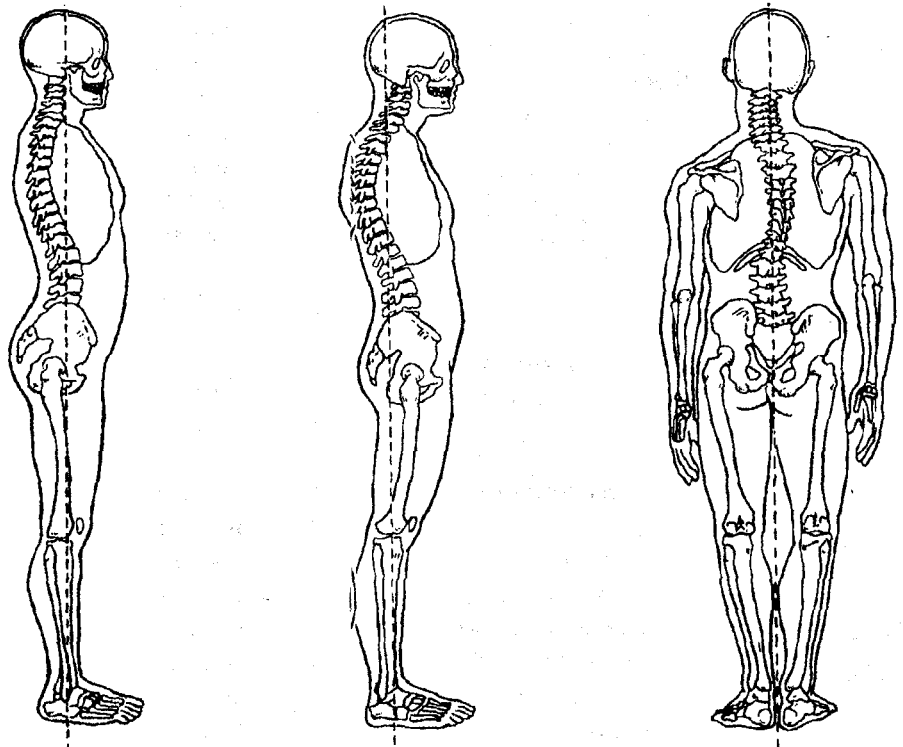


Рис. 2.45.

**Лордотическая** осанка - чрезмерное искривление позвоночника выпуклостью вперед, обычно наблюдаемое в области поясницы, однако может наблюдаться и в области шеи (рис. 2.46,а). Увеличенный лордоз поясничного отдела позвоночника характеризуется выступающими ягодицами и слабыми мышцами живота. Такое положение тела нередко сопровождается болезненными ощущениями в области поясницы, особенно у людей среднего возраста с большими отложениями жира в области живота. Аномальное искривление вызывает подачу таза вперед, что приводит к напряжению передних продольных связок спины и сдавливанию задней части межпозвонковых дисков. Если такое положение тела сохраняется в течение нескольких недель и месяцев, разгибатели спины и сгибатели тазобедренного сустава постепенно адаптируются к нему, утрачивая присущую им растяжимость, а подколенные сухожилия и мышцы живота удлиняются, становятся чрезмерно подвижными, теряя контроль над тазом. Клиент, с выраженной лордотической осанкой и имеющий чрезмерную

Лордотический и кифотический виды осанки, а также сколиоз - три наиболее типичных аномальных положений тела.

Рис. 2.46. \_\_\_\_\_  
Постуральные отклонения



а - лордотическая осанка;

б - кифотическая осанка;

в - сколиоз правосторонний;

массу тела, требует особого внимания со стороны инструктора по фитнесу. Чтобы откорректировать обусловленное поясничным лордозом приподнимание таза вперед, вам необходимо сконцентрировать внимание на укреплении мышц живота и разгибателей тазобедренного сустава (подколенных сухожилий) клиента и на растягивании сгибателей тазобедренного сустава (подвздошно-поясничная мышца) и разгибателей позвоночника (выпрямляющих позвоночник мышц).

**Кифотическая осанка** - чрезмерное искривление позвоночника выпуклостью назад в области грудного отдела позвоночника (рис. 2.40, б). При такой осанке человек сутулится, у него отмечается впалая грудь, опущенные плечи, голова находится несколько впереди, а шея чрезмерно выпрямлена. Увеличенный кифоз - распространенное нарушение осанки у пожилых людей, страдающих остеопорозом. В некоторых случаях опущенные плечи объясняются слабостью или атрофией мышц, контролирующих движения лопаток, - ромбовидной и трапецевидной. Различные программы укрепляющих упражнений позволяют в разной степени откорректировать это аномальное положение тела.

**Сколиоз** - чрезмерное боковое искривление позвоночника, которое чаще наблюдается у женщин. При сколиозе нарушается правильное расположение плеч и таза и возможно смещение грудной клетки в одну сторону (рис. 2.40, в). Если у вашего клиента одно из этих нарушений и он не способен активно принимать нейтральное положение позвоночника, посоветуйте ему обратиться к врачу.

Временное увеличение лордоза (в положении стоя) или кифоза (в положении сидя) может возникнуть в любой день, когда клиент испытывает утомление. Это так называемые положения тела, обусловленные утомлением. Они могут привести к физическому перенапряжению, мышечному дисбалансу, а со временем и к появлению болезненных ощущений. Со временем кости позвоночника адаптируются к неправильному положению, вызывая отклонения в структуре скелета (а не мягкой ткани), которые становятся необратимыми.

### **Мышечный баланс и дисбаланс**

При мышечном балансе позвоночник занимает нейтральное положение как бы сам по себе. Если же возникает проблема в одной из групп мышц, то это нередко приводит к проблеме и в противоположной группе мышц. В случае тугоподвижности одной группы мышц она может "сдвинуть" тело из нейтрального положения, обуславливая перегрузку и

возникновение мышечного дисбаланса на противоположной стороне тела. С другой стороны, если определенная группа мышц ослабела из-за травмы или утомления, то тело смещается из нейтрального положения в противоположном направлении.

Термин мышечный баланс означает симметричность взаимосвязанных компонентов мышцы и соединительной ткани. Мышечный баланс включает:

- равный уровень силы и гибкости правой и левой сторон тела (двусторонняя симметрия);
- пропорциональное соотношение силы в противоположных (агонисты/антагонисты) группах мышц;
- баланс гибкости, т. е. достижение, но не превышение нормальных диапазонов движения.

В качестве примера дисбаланса мышц агонистов/антагонистов можно назвать взаимосвязь между мышцей, выпрямляющей позвоночник и брюшными мышцами. Очень часто мышцы живота оказываются слабее, чем мышцы, разгибающие туловище, вследствие чего нейтральное положение позвоночника нарушается. Лицам, страдающим локальными болевыми ощущениями в области поясницы из-за механических повреждений (без вовлечения межпозвоночных дисков или спинномозговых нервов), обычно рекомендуют упражнения, укрепляющие мышцы живота с тем, чтобы восстановить контроль над положением таза и равновесие усилий мышц, выпрямляющих позвоночник.

Мышечный дисбаланс нередко влияет на функцию четырехглавых мышц и мышц подколенных сухожилий. У нетренированных людей размер четырехглавых мышц примерно вдвое больший, чем размер подколенных сухожилий, что создает дисбаланс между агонистами и антагонистами. В результате регулярных тренировок соотношение размера и силы подколенных сухожилий и четырехглавых мышц улучшается, однако следствием этого дисбаланса может стать растяжение подколенных сухожилий. Различия в уровне силы часто наблюдаются между доминирующей (игровой) и не доминирующей конечностью. Особенно это характерно для верхних конечностей. Чтобы устранить это, клиентам следует выполнять односторонние упражнения силовой направленности не со штангой, а с гантелями, изолируя правую и левую сторону

## Упражнения для мышц живота



а - "скручивание" для укрепления внешней косой мышцы;



б - "поднимание туловища из положения лежа" для укрепления прямой и косых мышц живота;



в - приподнимание туловища из положения лежа на боку для укрепления косых мышц живота

Рис. 2.47.

## Сгибатели туловища: мышцы живота

Мышцы живота находятся в передней и латеральной части туловища. Они осуществляют сгибание, латеральное сгибание и вращение туловища. Сгибание туловища происходит в сагиттальной плоскости, латеральное сгибание во фронтальной, а вращение туловища в поперечной плоскости. Мышцы живота включают: прямую мышцу живота, наружную и внутреннюю косые и поперечную мышцы живота (см. рис. 2.26). Последняя из них, которая находится в самом глубоком слое, поддерживает и сжимает внутренние органы и не имеет произвольной двигательной функции. Поэтому мы рассмотрим только первые три мышцы.

Волокна прямой мышцы живота идут продольно от нижней части грудной клетки к лобковой кости. Синергические концентрические сокращения правой и левой прямой мышцы живота обуславливают сгибание туловища, как, например, во время фазы движения вверх при выполнении упражнения для мышц живота - "скручивание". Анатомическим движением во время фазы возврата (движение вниз) при выполнении этого упражнения

является разгибание туловища, и именно эксцентрические сокращения правой и левой прямой мышцы живота (сгибатели туловища). Односторонняя концентрическая активация правой или левой прямой мышцы живота ведет к латеральному сгибанию туловища. Наиболее эффективными упражнениями для укрепления этой мышцы являются "скручивание", "поднимание" и приподнимание таза (рис. 2.47).

В поверхностном слое мышц туловища находятся также наружные косые мышцы. Эти мышцы берут свое начало на ребрах и прикрепляются к подвздошному гребню и апоневрозу прямой мышцы живота: их волокна идут диагонально вниз и вперед. При совместном концентрическом сокращении правой и левой наружной косой мышцы происходит сгибание туловища. Правую и левую сторону можно активировать независимо, чтобы вызвать латеральное сгибание, а при сочетании с концентрическими сокращениями противоположной внутренней косой мышцы - вращение туловища в противоположную сторону. Примером может служить упражнение "поднимание туловища из положения лежа", при выполнении которого плечо поворачивается по направлению к противоположному бедру. Лучшими упражнениями для наружных косых мышц являются приподнимание таза из положения лежа на спине, "прямые поднимания туловища из положения лежа" с частичным выпрямлением ног в коленных и тазобедренных суставах, чтобы несколько увеличить сопротивление, "косые поднимания из положения лежа", а также "косые обратные поднимания туловища из положения лежа" (например, поднимание коленей над головой до отрыва ягодиц от пола).

Внутренние косые мышцы находятся под наружными косыми мышцами; их волокна идут диагонально вниз и назад. Они выполняют следующие функции: сгибание, латеральное сгибание и вращение туловища в одну и ту же сторону. Эффективными упражнениями для укрепления и повышения тонуса внутренних косых мышц являются: поднимание таза из положения лежа на спине, "косые поднимания туловища из положения лежа", "прямые" и "косые обратные поднимания туловища из положения лежа" и поднимания туловища из положения лежа на боку.

Простые и **более** трудные упражнения силовой направленности для разгибателей туловища:



а - переразгибание из положения лежа на животе;

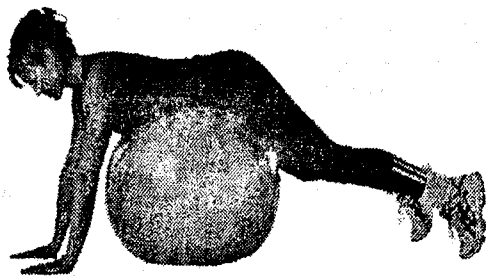


б - одновременное поднятие разноименных руки и ноги, сохраняя нейтральное положение позвоночника

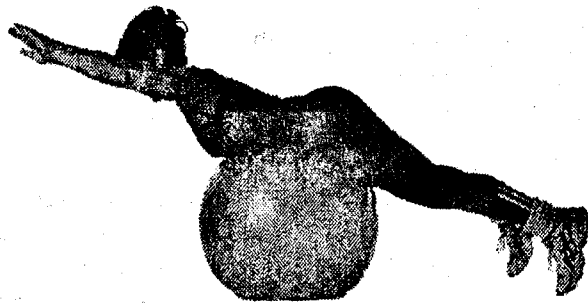
Рис. 2.48.

Рис. 2.49.

Упражнения высокой степени сложности для разгибателей туловища с использованием неподвижного мяча:



а - исходное положение, руки используются для удержания равновесия;



б - упражнение "выпрямление туловища" ("Супермен")

Существует целый ряд достаточно эффективных методов увеличения сопротивления и величины нагрузок во время выполнения упражнений для укрепления мышц живота. Например, можно изменить положение тела относительно действия силы тяжести - выполнение упражнений для мышц живота не на мате, а на наклонной доске (головой вниз). Можно также изменить конец мышцы, которая стабилизируется и которая двигается (например, выполнять упражнения для мышц живота - "поднимания туловища из положения лежа" с приподнятыми плечами, а затем перейти к выполнению "обратного поднимания туловища из положения лежа", приподнимая бедра). Можно также акцентировать аэробный аспект тренировки мышц живота, фиксируя положения "поднимания туловища из положения лежа" в различных точках дуги движения, во время выполнения клиентом упражнений для приводящих мышц или сгибателей тазобедренных суставов.

### Разгибатели туловища: группа мышц, разгибающих позвоночный столб

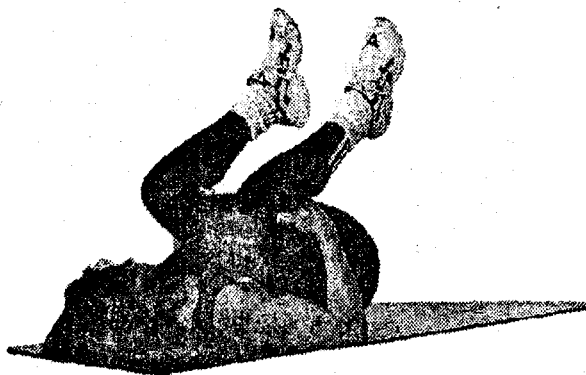
Группа разгибающих позвоночник мышц включает подвздошно-реберную, длиннейшую и остистую, которые, действуя двусторонне и сокращаясь концентрически, обуславливают разгибание и переразгибание туловища. Эти мышцы также могут сокращаться эксцентрически, контролируя сгибание позвоночника из положения стоя, например, когда вы наклоняетесь, чтобы поднять упавший предмет. При одностороннем стимулировании мышц, разгибающих позвоночник, происходит латеральное сгибание туловища в эту же сторону. В обычном положении стоя уровень активности этих мышц довольно низок.

Эффективными упражнениями для укрепления этих мышц являются "переразгибания туловища из положения лежа на животе" (рис. 2.48, а), а также одновременное поднятие разноименных руки и ноги из положения стоя на четвереньках (рис. 2.48, б).

Упражнения для развития гибкости мышц, разгибающих позвоночник, выполняемые в положении лежа на спине с приподнятым тазом



а - подтягивание одной ноги к плечу;



б - подтягивание обеих ног к груди

Рис. 2.50.

Четыре сочленения комплекса плечевого сустава

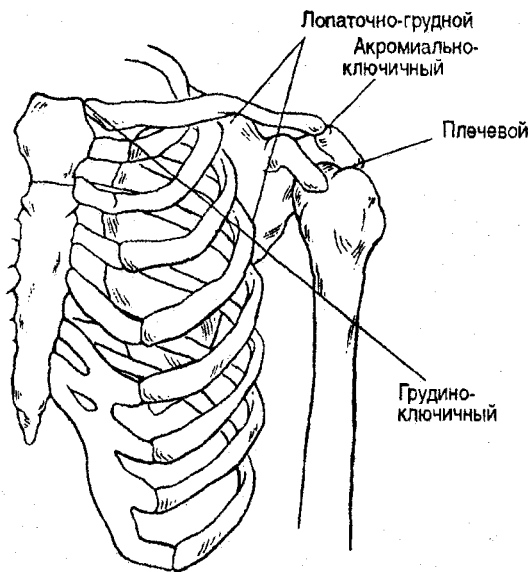


Рис.2.51.

При выполнении последнего упражнения мышцы - разгибатели позвоночника выполняют роль стабилизаторов позвоночника,

удерживающих его в нейтральном положении. Для клиентов, которые хотят большего, можно порекомендовать упражнения, показанные на рис. 2.49. Эти упражнения не только обеспечивают развитие чувства равновесия и проприоцепции, но и увеличивают силу мышц - разгибателей туловища.

Чтобы растянуть мышцы, разгибающие позвоночник, клиент должен лечь на спину, слегка приподняв таз, и затем медленно подтянуть руками одно или оба колена к груди и зафиксировать это положение не менее 10 с (рис. 2.50). Приподнимание таза способствует выпрямлению передней (лордотической) кривой в поясничном отделе позвоночника и подвергает растягиванию разгибающие позвоночник мышцы.

## Кинезиология верхней конечности

Сегменты верхней конечности включают голову, шею, плечевой пояс (лопаточно-грудное сочленение), плечи, локти, запястья и кисти. Прежде чем приступить к обсуждению функциональных взаимосвязей мышц верхней конечности, необходимо дать определение некоторым терминам. Понятие **комплекс плечевого сустава** описывает взаимодействие четырех отдельных сегментов верхней конечности: **грудно-ключичного сустава (Г/К)** - соединения грудины и проксимальной части ключицы, **акромиально-ключичного сустава (А/К)** - места соединения акромиального отростка лопатки с дистальной частью ключицы, **плечевого сустава (П)** - шаровидного сустава, состоящего из суставной ямки лопатки и головки плечевой кости, и условно называемого **лопаточно-грудным сочленением (Л/Г)** - мышц и фасций, соединяющих лопатку с грудной клеткой (рис. 2.51).

Более распространенный термин - плечевой пояс, используемый в данном тексте, является синонимом общепринятого анатомического понятия лопаточно-грудное сочленение.

Каждый из действительно костных суставов плечевого комплекса (Г/К, А/К и П) является синовиальным суставом, обеспечивающим широкую амплитуду движений во всех трех анатомических плоскостях. Если добавить к этому сочетание плечевого сустава с

Рис. 2.52.

**Диапазон движения плечевого сустава:**

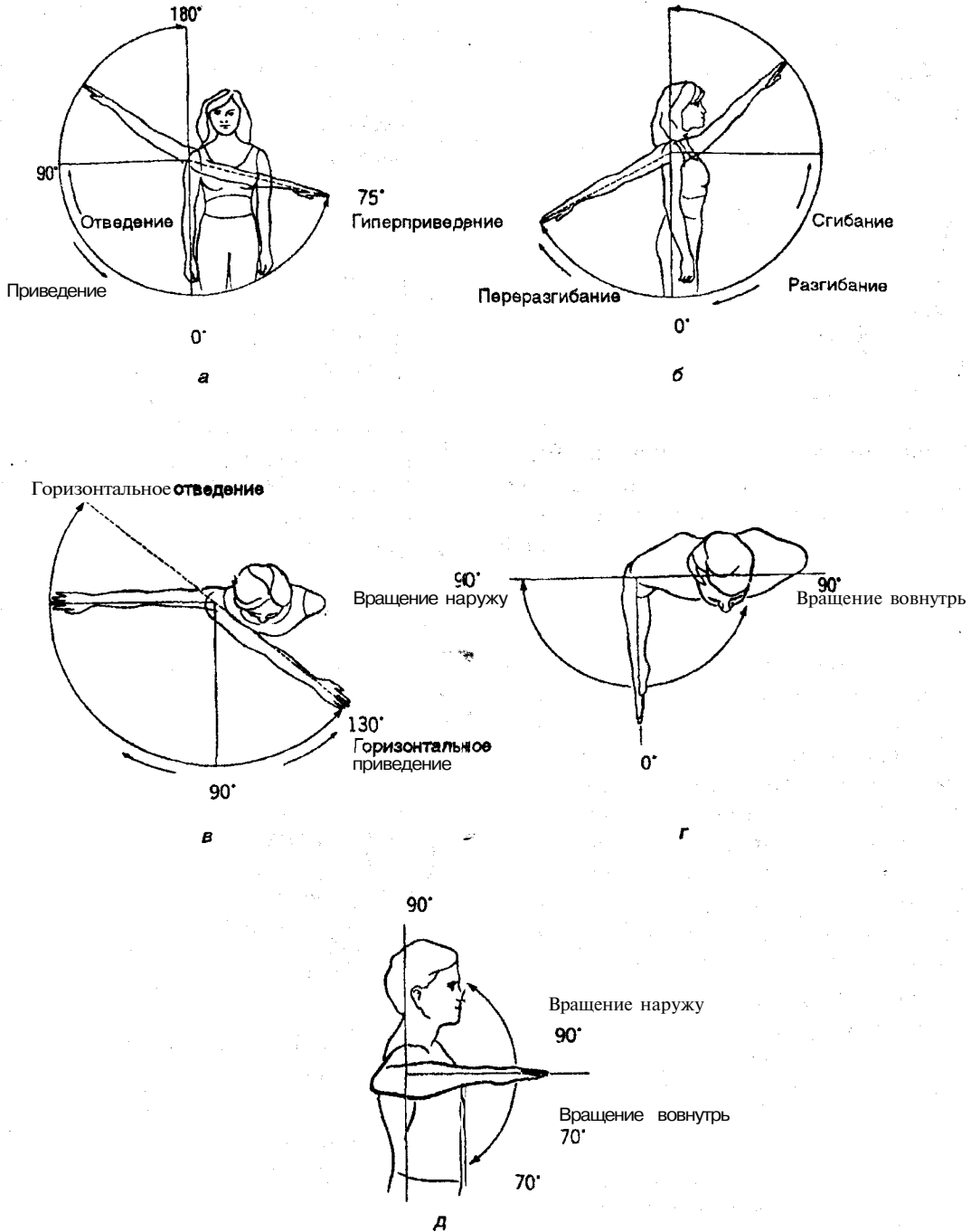
*а - во фронтальной плоскости;*

*б - в сагиттальной плоскости;*

*в - в горизонтальной плоскости;*

*г - в горизонтальной плоскости (плечевой сустав приведен до 0°);*

*д - в сагиттальной плоскости/горизонтальной плоскости (плечевой сустав отведен до 90°)*



Движение руки сопровождается движениями плечевого пояса; рабочая взаимосвязь между плечевым суставом и лопаточно-грудным сочленением называется лопаточно-плечевым ритмом

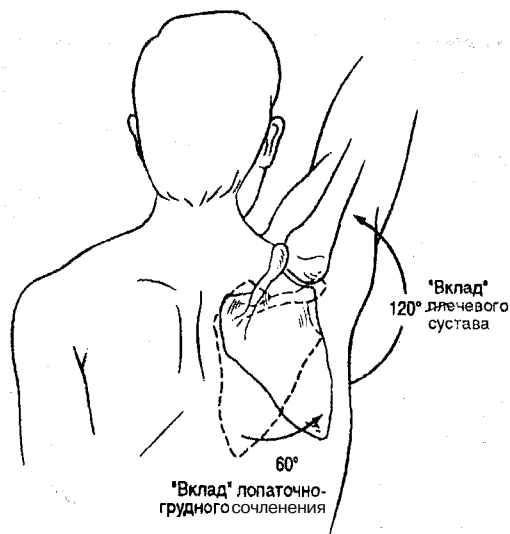


Рис. 2.53.

Л/Г сочленением, то мы получим наиболее подвижный во всем теле сустав. Таким образом, в плечевом суставе возможны многие движения: сгибание и разгибание в сагиттальной плоскости, отведение и приведение во фронтальной плоскости, циркумдукция в сагиттальной и фронтальной плоскостях, вращение вовнутрь и наружу, а также горизонтальное сгибание и разгибание (рис. 2.52).

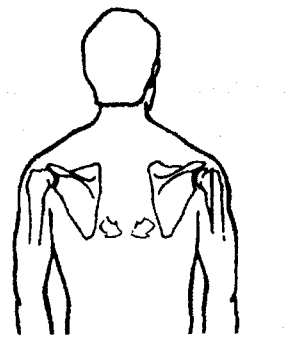
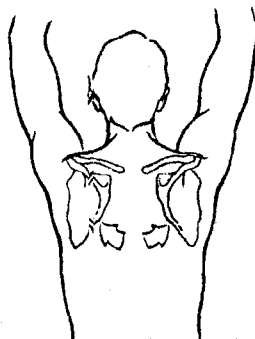
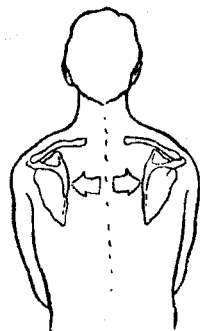
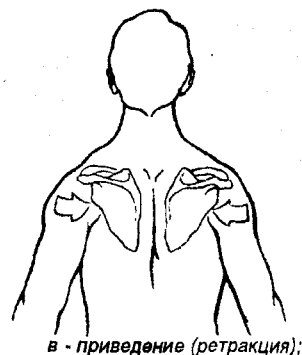
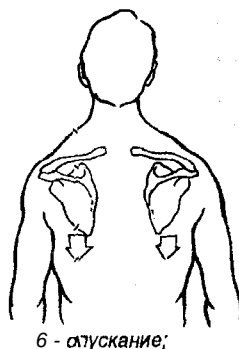
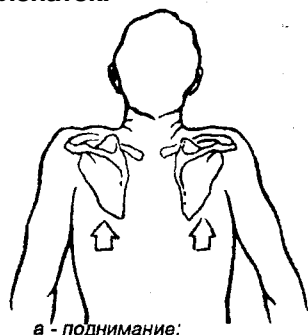
Лопаточно-грудное сочленение и плечевой сустав совместно обуславливают координированное сгибание/разгибание и отведение/приведение. Эта взаимосвязь называется лопаточно-плечевым ритмом; для допустимого диапазона движения (сгибание/разгибание и приведение/отведение) на каждые 2° движения плечевого сустава приходится 1° движения лопаточно-грудного сустава. В переводе на абсолютные значения это означает, что 180° сгибания или отведения = около 120° движения плечевого сустава + 60° движения лопаточно-плечевого сочленения (рис. 2.53).

В повседневной деятельности мышцы лопатки выполняют, главным образом, функцию стабилизаторов, вместе с тем они активно участвуют в различных движениях верхней конечности. Анатомические движения лопаток включают поднимание и опускание, отведение (протракцию) и приведение (ретракцию), а также вращение вверх и вниз (рис. 2.54). Лопаточные мышцы можно разделить на две группы в соответствии с их расположением и функцией.

Передние мышцы плечевого пояса соединяют лопатки с передней частью туловища, тогда как задние мышцы плечевого пояса прикрепляют их к задней части туловища.

Рис. 2.54.

#### Движения лопаток:



## Передние мышцы плечевого пояса

Передние мышцы плечевого пояса, малая грудная и передняя зубчатая, прикрепляют лопатку к передней части грудной клетки (рис. 2.55). Концентрические и эксцентрические сокращения этих мышц вызывают движение лопаток к грудной клетке; следует отметить, что эти мышцы не прикрепляются к плечевой кости и поэтому непосредственно не вызывают движения плечевого сустава. Малая грудная мышца берет свое начало на клювовидном отростке лопатки и прикрепляется к третьему, четвертому и пятому ребрам. Эта мышца может оказывать, как отрицательное, так и положительное влияние на осанку тела, в зависимости от состояния мышц сводящих лопатки, особенно средней трапецевидной и ромбовидной. Концентрические сокращения малой грудной мышцы способствуют отведению, опусканию и вращению лопатки вниз. Если же сводящие лопатки мышцы слабые, утомленные или травмированные, то мышечное напряжение, создаваемое малой грудной мышцей будет приподнимать лопатку вперед и вниз, еще больше усиливая сутулость.

Передняя зубчатая мышца, широкая и заостренная, берет свое начало на нижней части всей длины медиального края лопатки и прикрепляется к передним частям 1-5-го ребер. Она отводит лопатку и выполняет функцию синергиста совместно верхней трапецевидной мышцей, обуславливая вращение лопатки **вверх**. **Ключевая** функция этой мышцы состоит в плотном удержании медиального края лопатки возле грудной клетки, предотвращая ее движение назад от грудной клетки. Концентрические сокращения передней зубчатой мышцы вызывают мощное движение руки вперед, как при выполнении метания из-за головы. Укрепление этой мышцы осуществляется в положении лежа на спине (плечи согнуты под углом  $90^\circ$ , локти выпрямлены) выталкиванием гантели или медицинского мяча по направлению к потолку ("ударные движения"), не сгибая руки в локтевом суставе. При выполнении этого упражнения лопатки должны слегка отрываться от пола (рис. 2.56). Другой эффективный метод тренировки передней зубчатой мышцы -

выполнение отжиманий с отведением лопаток в конце фазы движения вверх.

Передние мышцы плечевого пояса

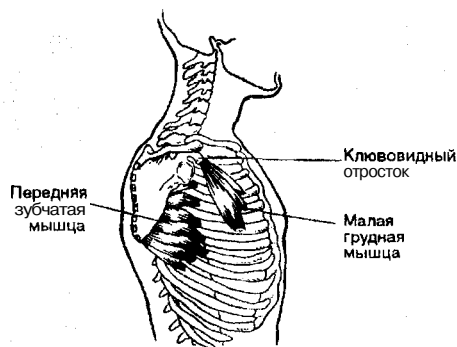


Рис. 2.55.

## Задние мышцы плечевого пояса

Задние мышцы плечевого пояса - трапецевидная, ромбовидная и поднимающая лопатку - прикрепляют лопатку к задней части грудной клетки. Поскольку эти мышцы не прикрепляются к плечевой кости, их сокращения непосредственно не приводят в движение плечевого сустава.

Трапецевидная мышца - самая крупная из задних мышц плечевого пояса и ближе всех расположена к поверхности, берет свое начало у основания черепа и от 19 позвонков шейного и грудного отделов позвоночника. Напоминающая трапециод мышца прикрепляется латерально к ости лопатки, акромиону и латеральной части ключицы. Трапецевидная мышца разделяется на три части: верхнюю, среднюю и нижнюю. Волокна верхней части направлены косо и вверх, волокна средней части - горизонтально, а волокна нижней части - косо вниз. Таким образом, при концентрической активации волокон верхней трапецевидной мышцы они осуществляют поднятие и приведение лопатки. Сокращение волокон средней трапецевидной мышцы вызывает чистое приведение лопатки, тогда как концентрические сокращения волокон нижней трапецевидной мышцы ведет к опусканию и приведению лопатки.



"Удары кулаком" для укрепления передней зубчатой мышцы:

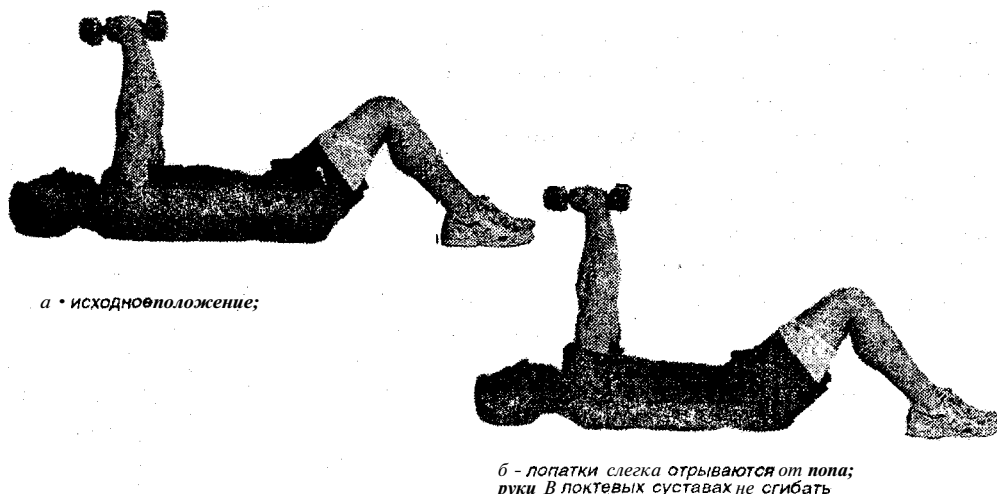


Рис. 2.56.

Упражнение для верхней части трапециевидной мышцы: максимально опустить плечи, после выполнения "пожимание" плечами



Рис. 2.57.

различные волокна трапециевидной мышцы поочередно сокращаются и расслабляются, чтобы вызвать вращения лопаток. Если руки вытянуты вперед (сгибание II) или в стороны (отведение III), лопатки вращаются по направлению вверх и от позвоночника. Это анатомическое движение (вращение вверх) происходит в результате того, что верхняя и средняя трапециевидные мышцы, ромбовидные и передние зубчатые мышцы тянут различные части лопатки. Концентрически сокращающиеся нижняя трапециевидная мышца, совместно с эксцентрически сокращающимися ромбовидными мышцами и возвращают лопатки в исходное (анатомическое) положение.

Чтобы подготовить эффективные упражнения для укрепления каждой части трапециевидной мышцы, следует учитывать нагрузки, которым мышца регулярно подвергается. В исходном положении сидя и стоя верхняя трапециевидная мышца сокращается изометрически, удерживая руки и голову. Верхняя трапециевидная мышца также является активной, если в руках удерживается или переносится тяжелый предмет.

Этой части трапециевидной мышцы требуется растягивание и укрепление на всем диапазоне движения; нецелесообразно использовать изометрические виды активности с сопротивлением большой продолжительности. Увеличение силы верхней трапециевидной мышцы и мышцы,

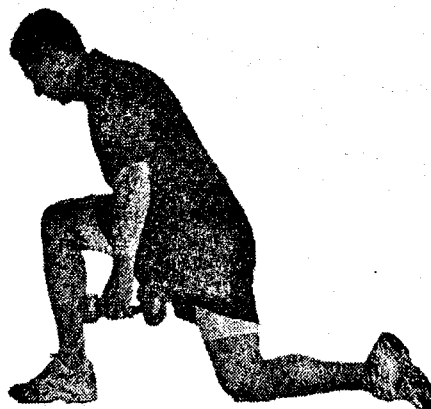
поднимающей лопатку, осуществляется в положении стоя (ровно) или сидя путем выполнения пожиманий плечами с гантелями или амортизатором, выпрямленные руки отведены назад (рис. 2.57) Средняя трапециевидная мышца, как правило, бывает слабой или утомленной у клиента, который сутулится в положении сидя. Обычно нет необходимости растягивать эту мышцу; ее лучше укреплять в "антигравитационном" положении, т.е. мышца используется для преодоления любого сопротивления с преодолением действия силы тяжести. Простое приведение лопаток в положении стоя не дает достаточной нагрузки на среднюю трапециевидную мышцу, поскольку в данном случае отсутствует сопротивление (кроме силы тяжести), которое следует преодолевать. Примеры "антигравитационных" положений - это положение лежа на животе или положение выпад вперед, наполовину согнув ноги в коленях и удерживая массу тела на бедре передней ноги. Держа в руках гантели, клиент должен "сжать" лопатки так, чтобы руки поднялись в направлении, противоположном действию силы тяжести (рис.: 2.58, а).

Чтобы изолировать среднюю трапециевидную мышцу в положении стоя, используют резиновый бинт или амортизатор. Проинструктируйте клиента, что он должен отвести суставы П до 90°, удерживая нейтральное положение позвоночника, а затем "стянуть," лопатки вместе, не выполняя движений ни в локтевых, ни в запястных суставах (рис. 2.58, б).

Большая и малая ромбовидные мышцы работают как единая функциональная единица, их волокна проходят косо вверх от позвоночной границы лопаток до позвоночника. Эти мышцы в основном приводят и поднимают лопатки, а также способствуют вращению лопаток вниз. Если эти мышцы слабые или утомленные, лопатки приподнимаются и отходят от грудной клетки вследствие напряжения, производимого передней зубчатой и малой грудной мышцами. Выполнение движений, имитирующих греблю в положении согнувшись вперед с гантелями или на гребном тренажере, а также выполнение

упражнений на гребном тренажере обеспечивают увеличение силы ромбовидных мышц (рис. 2.59).

Упражнения для средней части трапециевидной мышцы:



а - сохраняя нейтральное положение позвоночника, подтяните лопатки к позвоночнику; локти прямые, руки свисают вниз;



б - сохраняя нейтральное положение позвоночника, сведите лопатки вместе, руки слегка согнуты в локтях, запястья в нейтральном положении

Рис.2.58.

Упражнение, имитирующее греблю в положении согнувшись вперед, для укрепления ретракторов лопатки (ромбовидной и средней части трапецевидной мышцы)

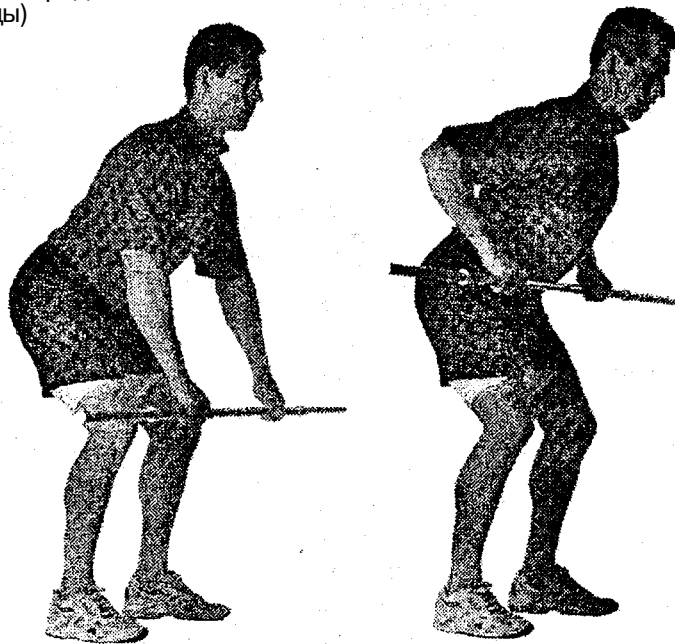


Рис.2.59.

## Мышцы плечевого сустава

Последняя группа мышц, которую мы рассмотрим, это мышцы, непосредственно обуславливающие движение в плечевом суставе.

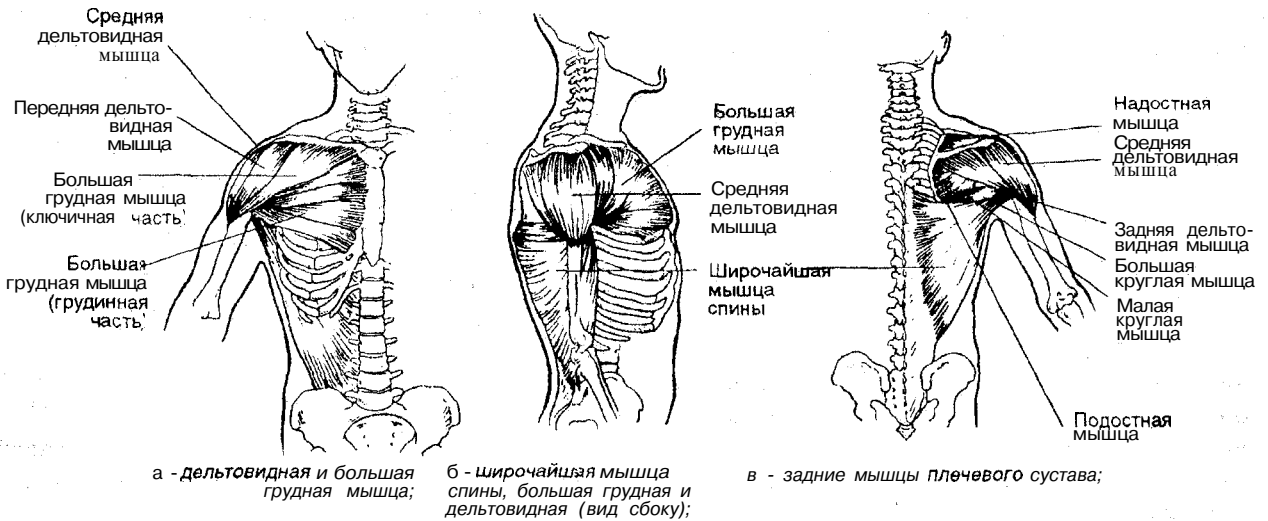
Это - большая грудная мышца, дельтовидная мышца, манжета поворота, широчайшая мышца спины и большая круглая мышца (рис. 2.60).

Большая грудная мышца является очень крупной мышцей. Она делится на две функциональные единицы в зависимости от ориентации волокон: грудную и ключичную. Ключичная часть большой грудной мышцы находится чуть выше плечевого сустава. Сокращаясь концентрически, она выполняет функцию сгибателя, тогда как грудная часть, благодаря углу натяжения и более низкому расположению относительно плечевого сустава, являются мощным разгибателем из поднятого положения. Как единое целое большая грудная мышца обуславливает приведение, вращение вовнутрь и горизонтальное сгибание плечевого сустава. Для укрепления большой грудной мышцы используют следующие упражнения. Клиент ложится спиной на мат или на скамью с отягощениями для рук. Из этого положения выполняется упражнение для грудных мышц ("pectoral fly"), включающее горизонтальное сгибание. Эффективным упражнением являются также отжимания ("push-ups"). Большая грудная мышца, передняя зубчатая и трехглавая мышца плеча, сокращаясь эксцентрически, осуществляют медленное опускание туловища в фазу движения вниз (направление движения

соответствует направлению действия силы тяжести), при выполнении отжимания. Во время фазы движения вверх эти же мышцы сокращаются концентрически. Более опытные клиенты могут выполнять усложненный вариант этого упражнения, упершись руками в параллельно расположенные подставки и выполняя отжимания между ними. Увеличение расстояния от поверхности обеспечивает больший диапазон движения во время эксцентрической и концентрической фазы упражнения, создавая большую нагрузку на мышцы.

Конфигурация дельтовидной мышцы напоминает конфигурацию трапецевидной тем, что ее волокна идут в трех различных направлениях. Эта мышца расположена выше плечевого сустава и является основной отводящей мышцей плечевого сустава. Переднюю дельтовидную мышцу легко нащупать в передней части плеча, она берет начало от латеральной части ключицы. Поскольку передняя дельтовидная мышца пересекает плечевой сустав спереди, она осуществляет сгибание, вращение вовнутрь и горизонтальное сгибание руки в плечевом суставе. Наиболее эффективное положение для укрепления этой мышцы - положение сидя и стоя. Используя отягощения или амортизатор, согните руки вперед от 0° (анатомическое положение) до положения полного сгибания (180°), выполните упражнение

**Поверхностные мышцы плечевого сустава:**

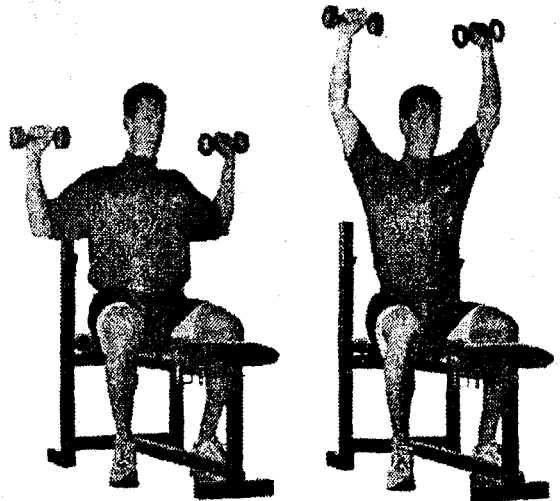


**Рис.2.60.**

Волокна средней дельтовидной мышцы ориентированы во фронтальной плоскости. Таким образом, она является основным двигателем в концентрическом отведении плечевого сустава. При эксцентрических сокращениях средняя дельтовидная мышца контролирует приведение, как, например, во время фазы движения вниз при выполнении жима гантелей в положении сидя (рис. 2.61). При поднимании отягощения над головой, как, например, во время выполнения упражнения "разведение рук в стороны", очень важно, чтобы плечевой сустав находился в нейтральном положении или в положении вращения наружу. Отведение в сочетании со вращением вовнутрь может вызвать раздражение мышц поворота манжеты в результате ущемления их сухожилий между акромиальным отростком лопатки и головкой плечевой кости (рис. 2.62). Волокна задней дельтовидной мышцы находятся на тыльной части плечевого сустава и действуют как антагонисты по отношению к волокнам передней дельтовидной мышцы. Задняя дельтовидная мышца выполняет функции, противоположные функциям передней дельтовидной мышцы; она осуществляет разгибание, вращение наружу и горизонтальное разгибание руки в плечевом суставе. Для укрепления задней дельтовидной мышцы используют следующее упражнение. Клиент принимает положение выпада, сохраняя нейтральное положение позвоночника. Используя отягощения (гантели), начинайте с согнутого, приведенного и повернутого

вовнутрь положения плечевых суставов, перемещаясь в разогнутое, отведенное и наружу повернутое положение (рис. 2.63).

Жим гантелей в положении сидя для укрепления дельтовидных мышц.



**Рис. 2.61.**

Мышцы поворота манжеты. Избегайте отведения плечевого сустава в сочетании со вращением вовнутрь для предупреждения раздражения надостной мышцы.

а - вид спереди; б - вид сзади

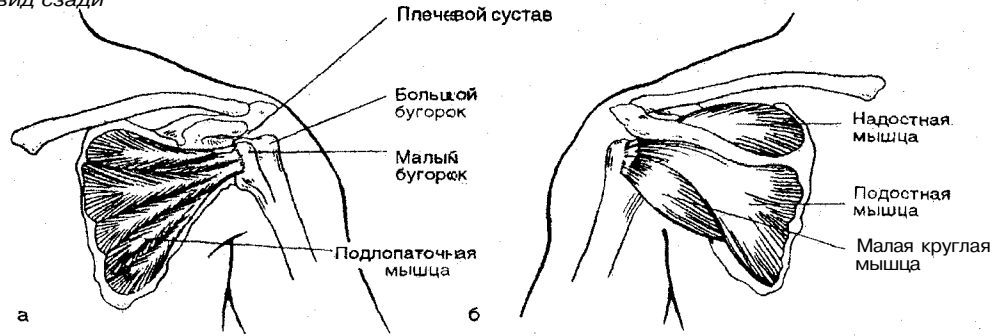


Рис. 2.62.

Упражнения для увеличения силы задних дельтовидных мышц

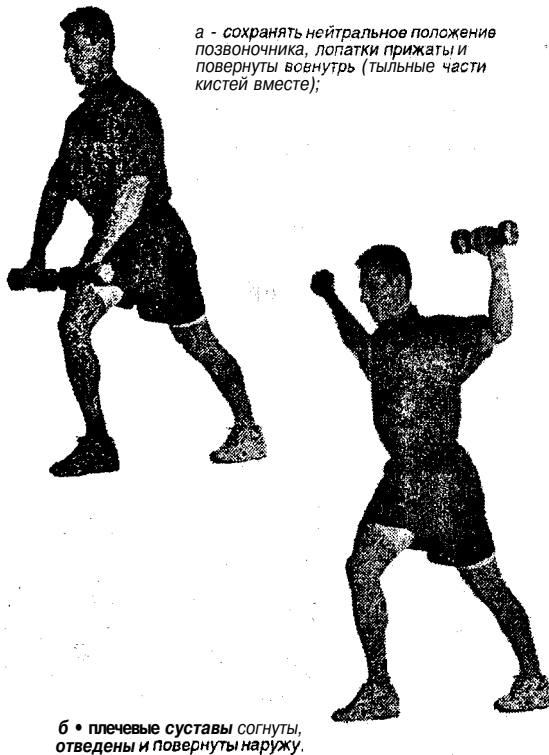


Рис. 2.63.

Группу мышц поворота манжеты составляют четыре относительно небольшие мышцы. Они действуют взаимосвязано и тянут головку плечевой кости вниз и в суставную ямку, тем самым, помогая стабилизировать плечевой сустав относительно постоянно действующей, направленной вниз силы тяжести, которая "пытается" сместить его. Эти мышцы иногда называют "сжимающими", поскольку они стабилизируют положение головки плечевого сустава. В суставной ямке сухожилия этих мышц покрывают головку плечевой кости. Названия самих мышц указывают на их расположение. Надостная мышца, как следует из названия, расположена выше (над) ости лопатки; она инициирует отведение и является главным двигателем начального диапазона отведения. Подостная мышца, которая находится под остью лопатки, и малая круглая являются синергистами, осуществляя вращение наружу плечевого сустава. Подлопаточная мышца, расположенная спереди под лопаткой, прикрепляется к ее позвоночному краю и углу. Так как эта мышца находится спереди и в медиальной части, она выполняет функцию вращателя плеча вовнутрь.

При работе с этими мышцами следует проявлять осторожность, поскольку в результате выполнения слишком большого числа повторений движений, включающих отведение, сгибание и вращение, сухожилия этих мышц (и особенно надостной) могут воспалиться. Для предупреждения возможной травмы, следите за тем, чтобы при отведении или сгибании рук плечевые суставы клиента находились в нейтральном положении или в положении вращения наружу.

Широчайшая мышца спины и большая круглая мышца очень похожи между собой с функциональной точки зрения (см. рис. 2.30). Специалисты в области кинезиологии нередко называют большую круглую мышцу "малой широчайшей мышцей спины", настолько выполняемые ею функции идентичны функциям, которые выполняет намного большая широчайшая мышца спины. Широчайшая мышца спины берет свое начало на широком участке в нижней части грудной клетки и во всем поясничном отделе позвоночника, тогда как большая круглая мышца начинается в нижней части лопатки. Функциональная схожесть обеих мышц объясняется близостью участков их присоединения на медиальной части проксимального отдела плечевой кости. Сокращаясь концентрически, обе мышцы вызывают приведение, разгибание и вращение вовнутрь плечевого сустава. Для укрепления этих мышц используют амортизатор. Исходное положение: руки над головой, локти прямые. Клиент должен привести и разогнуть плечевые суставы, преодолевая сопротивление. Выполнение этого же упражнения с гантелями не должно вовлекать в приведение широчайшую мышцу спины и большую круглую мышцу, а наоборот, должны рекрутировать отводящие мышцы (дельтовидные), чтобы осуществлять опускание гантелей. Независимо от того, на какую мышцу акцентируется внимание при выполнении упражнений с отягощениями для рук, следует следить за тем, чтобы начальное усилие было направлено в сторону, противоположную направлению силы тяжести.

## Резюме

Инструкторы по проведению групповых фитнес-занятий должны создавать безопасные и эффективные программы занятий, направленные на достижение клиентом личных целей и общих целей фитнеса. Без фундаментальных знаний анатомии человека и кинезиологии эта задача просто неосуществима. Мы рассмотрели с вами анатомическую терминологию, пять основных анатомических систем - сердечно-сосудистую, дыхательную, нервную, скелетную и мышечную. Мы также подробно изложили функциональные взаимосвязи между скелетными мышцами. Таким образом, имея в распоряжении всю эту информацию, вы можете приступить к выбору физических упражнений и видов двигательной активности, которые эффективно и безопасно обеспечат достижение вашими клиентами поставленных целей.