



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Авторы . . . . .	6
Предисловие . . . . .	7
Список сокращений и условных обозначений . . . . .	11
<b>РАЗДЕЛ 1. БАЗИСНАЯ АНАТОМИЯ.</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>Глава 1.</b> Система органов опоры и движения . . . . .	<b>15</b>
1.1. Опорно-двигательная система . . . . .	15
1.2. Биомеханика опорно-двигательного аппарата. . . . .	17
<b>Глава 2.</b> Мышечная система. . . . .	<b>27</b>
2.1. Строение мышцы . . . . .	27
2.2. Классификация мышечных тканей . . . . .	30
2.3. Типы скелетных мышечных волокон и их морфофункциональная характеристика . . . . .	35
2.4. Биомеханика мышц. . . . .	37
2.5. Проекция основных мышц туловища и конечностей . . . . .	48
2.6. Вспомогательный аппарат мышц . . . . .	52
<b>Глава 3.</b> Суставы. . . . .	<b>55</b>
3.1. Классификация суставов . . . . .	55
3.2. Факторы, определяющие объем движений в суставах . . . . .	60
<b>Глава 4.</b> Функциональная анатомия и биомеханика челюстно-лицевой области . . . . .	<b>62</b>
4.1. Кости черепа . . . . .	62
4.2. Биомеханика нижней челюсти . . . . .	67
4.3. Височно-нижнечелюстной сустав . . . . .	71
4.4. Мышцы головы и шеи . . . . .	81
4.5. Фасции головы и шеи . . . . .	99
<b>РАЗДЕЛ 2. БОЛЬ</b> . . . . .	<b>105</b>
<b>Глава 5.</b> Болевой синдром. . . . .	<b>107</b>
<b>Глава 6.</b> Физиология боли . . . . .	<b>114</b>
6.1. Периферическая и центральная сенситизация . . . . .	122
<b>Глава 7.</b> Миофасциальный болевой синдром . . . . .	<b>127</b>
7.1. Болевые мышечные синдромы . . . . .	127
7.2. Диагноз и клинические проявления миофасциального болевого синдрома . . . . .	131

<b>Глава 8. Фибромиалгия</b> . . . . .	135
8.1. Патогенез фибромиалгии . . . . .	135
8.2. Клиническая симптоматика . . . . .	136
8.3. Диагностика фибромиалгии . . . . .	139
8.4. Классификация фибромиалгического синдрома . . . . .	142
<b>РАЗДЕЛ 3. ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗКУЛЬТУРОЙ</b> . . . . .	143
<b>Глава 9. Врачебный контроль</b> . . . . .	145
9.1. Цель, задачи и содержание врачебного контроля . . . . .	145
9.2. Исследование боли (болевых ощущений) . . . . .	149
9.3. Визуальные критерии динамики и статики опорно-двигательного аппарата . . . . .	160
9.4. Функциональное исследование мышц . . . . .	190
9.5. Исследование суставов . . . . .	216
9.6. Функциональные пробы . . . . .	220
<b>РАЗДЕЛ 4. ГОЛОВНЫЕ И ЛИЦЕВЫЕ БОЛИ</b> . . . . .	225
<b>Глава 10. Головные боли</b> . . . . .	227
10.1. Головная боль (цефалгия) . . . . .	227
10.2. Первичные головные боли . . . . .	233
10.3. Головная боль, связанная с патологией в области шеи и мышцах плечевого пояса . . . . .	243
10.4. Функциональные исследования плечевого сустава . . . . .	285
<b>Глава 11. Лицевые боли</b> . . . . .	295
11.1. Миофасциальный болевой дисфункциональный синдром . . . . .	297
11.2. Невралгия тройничного нерва . . . . .	311
<b>РАЗДЕЛ 5. МИОФАСЦИАЛЬНЫЙ РЕЛИЗ</b> . . . . .	315
<b>Глава 12. Миофасциальный релиз (мануальное воздействие на мышцы, соединительную ткань)</b> . . . . .	317
12.1. Расположение рук и последовательность миофасциального растягивания мышц . . . . .	317
12.2. Технические приемы миофасциального релиза . . . . .	319
12.3. Методы инактивации миофасциальных триггерных точек . . . . .	324
12.4. Кинезиотейпирование . . . . .	389
12.5. Психотерапия . . . . .	394
<b>Глава 13. Миофасциальный релиз (массаж — упражнения с использованием роллов и мячей)</b> . . . . .	401
13.1. Задачи и принципы организации занятий миофасциальным релизом . . . . .	401

13.2. Оборудование для занятий миофасциальным релизом . . . . .	402
13.3. Стандартные упражнения (миофасциальный массаж) с использованием роллов и теннисных (массажных) мячей . . . . .	404
13.4. Стандартные упражнения в тренировочных занятиях . . . . .	405
13.5. Физическая активность и комплексы упражнений . . . . .	425
<b>Глава 14. Гибкость (физическое качество) . . . . .</b>	<b>430</b>
14.1. Определение, уровень и виды гибкости . . . . .	430
14.2. Средства и методы развития гибкости . . . . .	433
14.3. Растяжение мышц . . . . .	434
14.4. Физическая активность, средства и комплексы упражнений . . . .	441
<b>РАЗДЕЛ 6. ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА . . . . .</b>	<b>457</b>
<b>Глава 15. Фитнес — метод оздоровления в системе физической</b> <b>культуры . . . . .</b>	<b>459</b>
15.1. Определение термина «фитнес», основные задачи . . . . .	459
15.2. Влияние оздоровительной физической культуры на организм человека . . . . .	459
15.3. Физические нагрузки . . . . .	467
15.4. Принципы и методы оздоровительной физической тренировки . . . . .	493
15.5. Структура тренировочного занятия. Дозирование физической нагрузки . . . . .	496
15.6. Врачебно-педагогические наблюдения в процессе тренировочных занятий . . . . .	499
Литература . . . . .	503
Предметный указатель . . . . .	506

## Глава 1

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ОПОРЫ И ДВИЖЕНИЯ

### 1.1. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Тело человека представляет собой совокупность органов, систем и аппаратов, которые действуют слаженно, выполняя жизненно важные функции. Движение является необходимой частью функции связи и взаимодействия, и тело может осуществлять это движение благодаря опорно-двигательному аппарату. Опорно-двигательная система включает кости, мышцы и соединения костей. Кости — это твердые и прочные части, служащие опорой телу, мышцы — мягкие части, покрывающие кости, а соединения костей — это структуры, при помощи которых кости соединяются. Кости вместе с их соединениями составляют скелет (*skeleton*, от греч. *skeletos* — высушенный, иссушенный). Это более 200 костей (индивидуально для каждого человека): 33–34 — непарные, остальные парные, 29 образуют череп, 26 — позвоночный столб, 25 — ребра и грудину, 64 — скелет верхних конечностей, 62 — нижних конечностей.

**Скелет** — это комплекс костей организма, образующих его твердую основу. В образовании скелета взрослого человека принимает участие более 200 костей. Отдельные кости скелета соединяются друг с другом при помощи связок и суставов (связочно-суставной аппарат).

Скелет имеет три основные функции: опоры, движения и защиты (рис. 1.1).



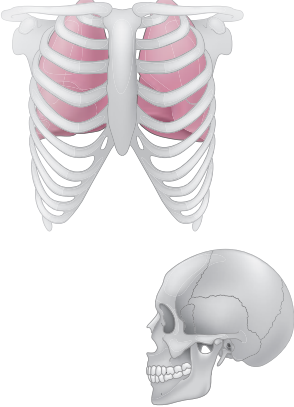
- ▶ **Опорная функция** осуществляется прикреплением мягких тканей и органов к различным частям скелета.
- ▶ **Функция движения** заключается в том, что из различных частей скелета образуются рычаги, которые приводят в движение прикрепляющиеся к костям мышцы.
- ▶ **Функция защиты** проявляется в образовании костями полостей, в которых расположены жизненно важные органы.

Индивидуальные особенности строения скелета и мышц определяют своеобразие формы тела у различных людей.

Опорно-двигательный аппарат (ОДА) человека состоит из двух частей: *пассивной* и *активной*.

Пассивная часть ОДА содержит следующие элементы.

- ▶ Кости скелета — 206 костей (85 парных и 36 непарных).
- ▶ Соединения костей (непрерывные, полупрерывные и прерывные) — анатомические образования, позволяющие объединять кости скелета в

Опорная	Двигательная	Защитная
		
<p>Скелет служит жестким каркасом. Сохраняет форму тела, обеспечивая опору. Внутренние органы закреплены и подвешены к скелету</p>	<p>Скелет служит местом прикрепления мышц. При сохранении мышц части скелета работают как рычаги, и это приводит к различным движениям</p>	<p>Черепная коробка защищает головной мозг и органы чувств, позвоночник — спинной мозг. Ребра и грудина обеспечивают защиту сердца, легких и крупных кровеносных сосудов</p>

**Рис. 1.1.** Функции опорно-двигательной системы

единое целое, удерживая их друг возле друга и обеспечивая им определенную степень подвижности.

- ▶ Связки — упругие образования, служащие для укрепления соединения костей и ограничения подвижности между ними.

Активная часть ОДА содержит следующие элементы.

- ▶ Скелетные мышцы (более 600).
- ▶ Двигательные нервные клетки (мотонейроны). Двигательные нейроны расположены в сером веществе спинного и продолговатого мозга. По длинным отросткам (аксонам) этих клеток к мышцам поступают сигналы из центральной нервной системы (ЦНС).
- ▶ Рецепторы ОДА. Различные рецепторы, расположенные в мышцах, сухожилиях и суставах, информируют ЦНС о текущем состоянии элементов ОДА.
- ▶ Чувствительные нейроны (афферентные нейроны). По чувствительным нервным клеткам информация от рецепторов мышц, сухожилий и суставов поступает в ЦНС. Тела чувствительных нейронов вынесены за пределы ЦНС и лежат в чувствительных узлах спинномозговых и черепных нервов (ганглиях).

## 1.2. БИОМЕХАНИКА ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Многообразные функции ОДА обеспечивают костные рычаги, посредством которых осуществляется тяга мышц, плоскости, в которых производится движение, а также структура отдельных движений (рис. 1.2).

На биомеханические свойства ОДА человека оказывают влияние особенности его строения.

Костные звенья и соединяющие их суставы представляют собой рычаги. Это означает, что результирующее действие мышцы при вращательных движениях, каковыми являются движения звеньев тела в организме человека, определяется не силой, а *моментом силы* (произведением силы тяги мышцы на ее плечо) (рис. 1.3).

Момент силы мышцы будет максимальным, если в фазы движения, соответствующие максимальным значениям силы мышц, будут достигаться максимальные значения плеч сил мышц. Однако изучение изменения длины и плеча силы тяги при выполнении двигательных действий показало (Козлов И.М.), что опорно-двигательный аппарат человека устроен так, что у большинства *односуставных мышц* (мышц, обслуживающих движения в одном суставе) уменьшение длины мышцы (падение силы тяги) компенсирует увеличение плеча силы. Это позволяет сохранить значение суставного момента постоянным на протяжении значительного диапазона изменения

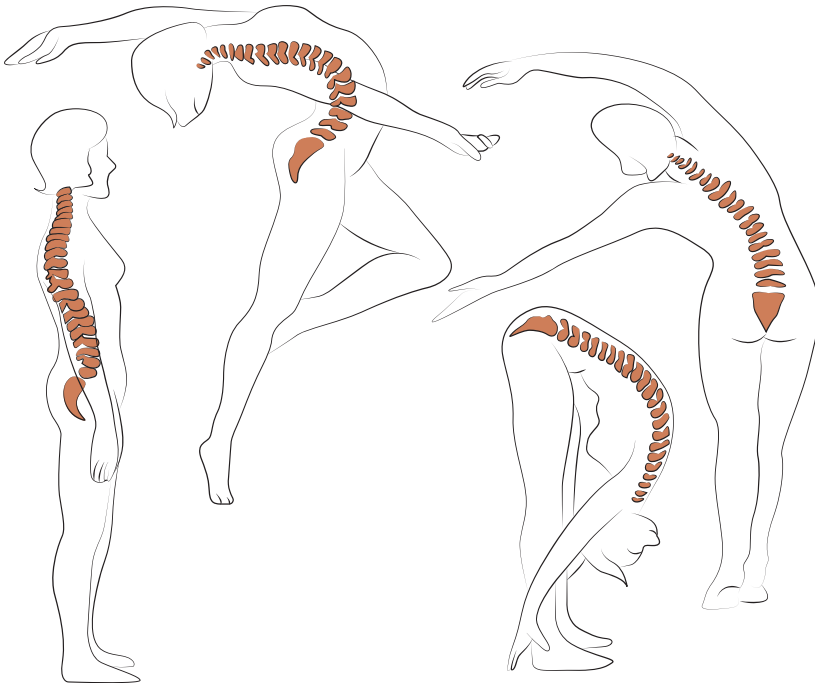


Рис. 1.2. Структура отдельных движений

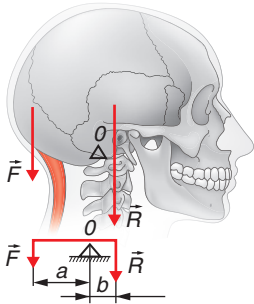
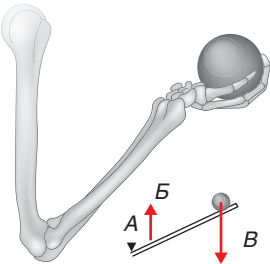
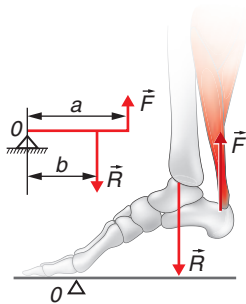
Рычаг первого рода	Рычаг второго рода	
Рычаг равновесия состоит только из одного звена	Характеризуется наличием двух звеньев	
Силы приложены по разные стороны от точки опоры	Силы приложены по одну сторону от точки опоры	
	Рычаг скорости	Рычаг силы
	Дает выигрыш в скорости	Дает выигрыш в силе
<b>Крепление черепа к позвоночнику</b>	<b>Локтевой сустав с грузом на ладони</b>	<b>Стопа на пальцах</b>
		

Рис. 1.3. Звенья тела как рычаги

длины мышцы. Для *двусуставных мышц* (мышц, обслуживающих движения в двух суставах) уменьшение плеча силы тяги в одном сочленении сопровождается увеличением этого параметра относительно другого сустава.

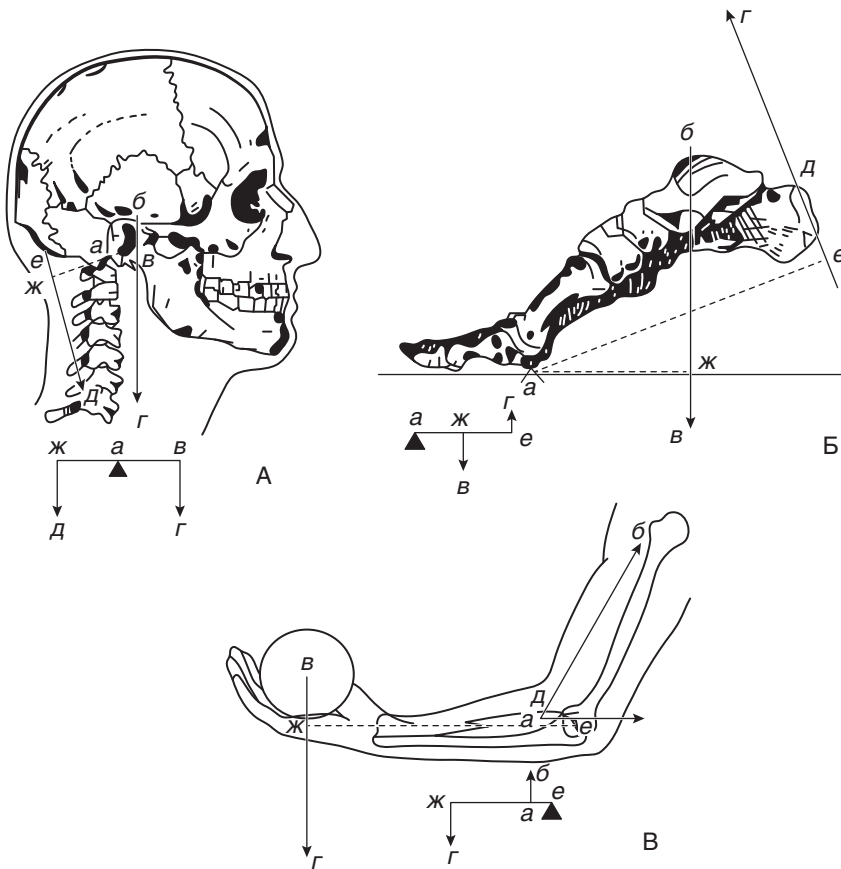
Телу человека свойственны взаимная подвижность отдельных частей и локомоторная подвижность при перемещении (например, при ходьбе, беге).

Подвижность в суставах зависит *от костных рычагов и связей и формы сочленений*. В организме человека встречаются рычаги первого рода (рычаг равновесия) с расположением точек приложения сил, действующих в одном направлении, по обе стороны от точки опоры. Например, точка опоры черепа — атланта-затылочное сочленение, расположенное между точкой приложения силы тяжести и силы мышц, прикрепляющихся к затылочной кости. При рычагах второго рода (рычаг силы) точки приложения действующей силы (тяги мышц) и силы противодействия расположены по одну сторону от точки опоры сустава и действуют в противоположном направлении. В этом случае в зависимости от точек приложения сил достигается выигрыш в силе или скорости. Например, стопа при поднимании на носки может рассматриваться как рычаг с точкой опоры в области головок плюсневых костей, точкой приложения силы тяжести (вес тела) впереди от голеностопного сустава



и точкой приложения действующей силы (тяги мышц) в области пяточного бугра. При подобном расположении точек приложения силы достигается выигрыш в силе тяги трехглавой мышцы голени. Приложение силы двуглавой мышцы в верхней части предплечья при сгибании в локтевом суставе дает выигрыш в скорости движения. В рычаге третьего рода, или рычаге скорости, точка приложения силы находится между точкой опоры и точкой сопротивления (например, в локтевом суставе при сгибании предплечья) (рис. 1.4).

ОДА человека устроен таким образом, что *сила мышцы*, как правило, приложена на более *коротком плече рычага*. Поэтому мышцы, действующие на



**Рис. 1.4.** Функциональная характеристика костных рычагов. А. Голова как рычаг первого рода: а — атлanto-затылочные сочленения, совпадающие с точкой опоры; б-г — направленная сила тяжести головы; е-д — направленная сила мышечной тяги; а-в — плечо рычага силы тяжести; а-ж — плечо рычага силы мышечной тяги. Б. Стопа как рычаг второго рода: а — точка опоры; б-в — направление силы тяжести; д-г — направление силы мышечной тяги; а-е — плечо рычага силы мышечной тяги; ж-е — плечо рычага силы тяжести. В. Предплечье как рычаг третьего рода: а-б — направление силы мышц, сгибающих предплечье; в-г — направление силы тяжести; д-е — плечо рычага силы мышечной тяги; ж-е — плечо рычага силы тяжести

костные рычаги, почти всегда имеют проигрыш в силе, однако выигрывают в перемещении и скорости (Самсонова А.В., Комиссарова Е.Н., 2011; Кичайкина Н.Б., Самсонова А.В., 2014).

Особенность функционирования ОДА человека.

- ▶ Мышцы, обеспечивающие движения в суставах, могут только тянуть, но не толкать. Поэтому для того, чтобы осуществлять движения в противоположных направлениях, необходимо, чтобы движение звеньев тела осуществлялось *мышцами-антагонистами*. Следует отметить, что мышцы-антагонисты обеспечивают не только движения звеньев тела в различных направлениях, но также и высокую точность двигательных действий. Это связано с тем, что звено необходимо не только привести в движение, но и затормозить в нужный момент времени (рис. 1.5).
- ▶ Наличие мышц, обладающих различной структурой: с *параллельным* и *перистым* ходом мышечных волокон. Установлено, что мышцы, имеющие параллельный ход мышечных волокон, выигрывают в скорости сокращения по сравнению с перистыми мышцами. Однако мышцы, обладающие перистым строением, дают выигрыш в силе. Поэтому антигравитационные мышцы, т.е. мышцы, противодействующие силе тяжести, расположенные на нижней конечности, имеют перистую структуру (Самсонова А.В. и др.) (рис. 1.6).
- ▶ Наличие *мышц-синергистов*. Опорно-двигательный аппарат устроен таким образом, что перемещение костных звеньев в одном направлении может осуществляться под действием различных мышц. Мышцы-синергисты перемещают звенья в одном направлении и могут функциони-

- **Агонисты** – расположены по одну сторону сустава; содружественное сокращение обеспечивает движение сустава в одном направлении.
- **Антагонисты** расположены по различные стороны сустава; сокращения вызывают противоположно направленные движения в суставе.
- Преобладание в активности одной из групп вызывает фазное движение, а сбалансированная активность – поддержание позы (рис).



Рис. 1.5. Важные понятия в функциональной классификации мышц



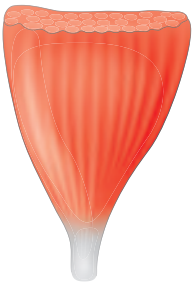
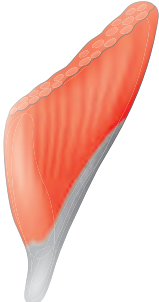
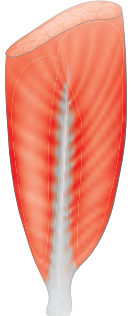
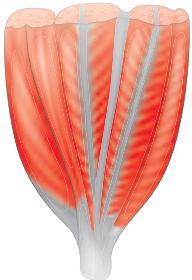
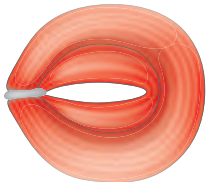
Веретенообразная	Лентовидная	Сходящаяся
 <p>Сухожилие</p> <p>Брюшко мышцы</p>		
Двуглавая мышца плеча	Прямая мышца живота	Большая грудная мышца
Одноперистая	Двуперистая	Многoperистая
		
Межкостные мышцы кисти	Прямая мышца бедра	Дельтовидная мышца
<b>Циркулярная</b>		
		
Круговая мышца глаза		

Рис. 1.6. Ориентация волокон в мышцах

ровать как вместе, так и по отдельности. В результате синергетического действия мышц увеличивается их результирующая сила. Если же мышца травмирована или утомлена, ее синергисты обеспечат выполнение двигательного действия.

Для обозначения направления движений при изменении положения частей (сегментов) тела принято использовать ряд плоскостей и осей (рис. 1.7).

Различают:

- ▶ фронтальную плоскость, которая делит тело на передний и задний отделы;
- ▶ сагитальную плоскость, разделяющую туловище на левую и правую половины;
- ▶ горизонтальную плоскость.

Линии, указывающие направление, — вертикальная, переднезадняя и поперечная — являются осями, вокруг которых происходит изменение положения тела и его частей (сегментов) в пространстве.

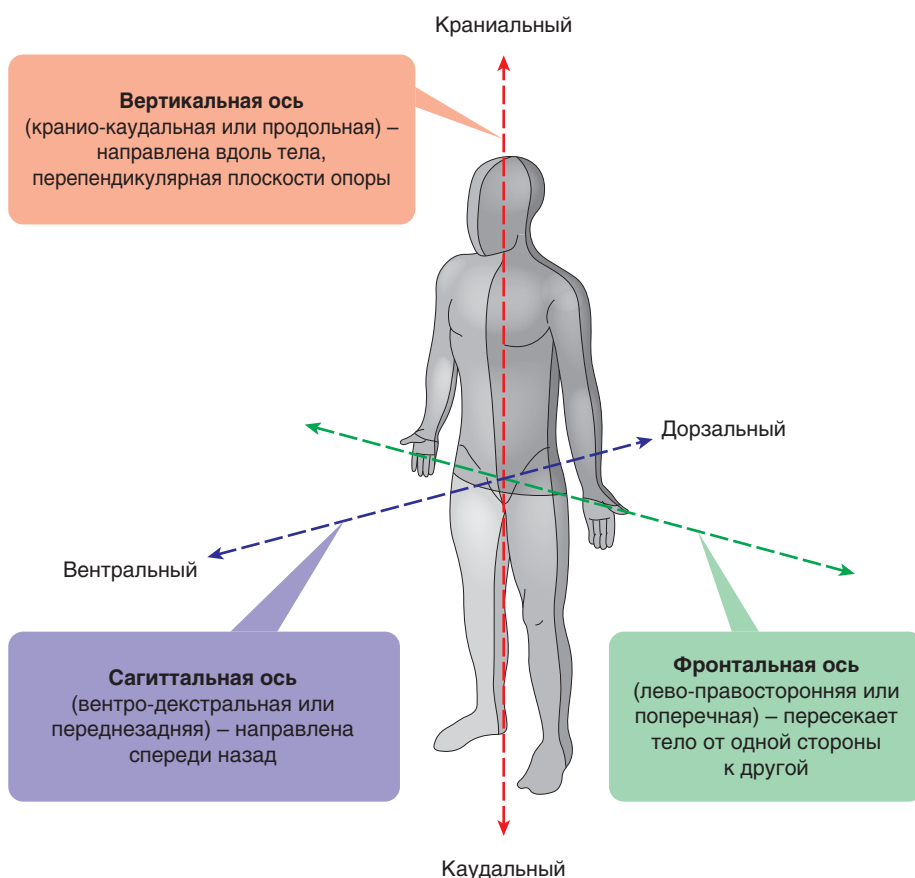


Рис. 1.7. Оси и плоскости тела человека

**Движения в суставах** осуществляются:

- ▶ вокруг фронтальной оси — сгибание-разгибание (уменьшение-увеличение угла между костями);
- ▶ вокруг сагиттальной оси — приближение к срединной плоскости и отдаление (приведение-отведение);
- ▶ вокруг вертикальной оси — вращение (кнаружи — супинация; кнутри — пронация) + круговой (рис. 1.8).

Регионарные различия в объеме движений (рис. 1.9).

В 1995 г. доктор Arthur Steindler адаптировал теорию Franz Reuleaux и включил в нее анализ движений человека, специфических для спорта моделей деятельности и физических упражнений. Он предложил рассматривать конечности как жесткие, последовательно перекрывающиеся сегменты и определил кинетическую цепь как «комбинацию нескольких последовательно расположенных суставов, составляющих сложную двигательную единицу». Так стали выделять закрытую и открытую кинетические цепи (рис. 1.10).

**Открытая кинетическая цепь.** А. Steindler определил открытую кинетическую цепь как «комбинацию последовательно расположенных суставов, в которых терминальные сегменты могут свободно перемещаться». Таким образом, дистальный сегмент конечности может свободно двигаться в пространстве. Например, положение человека — сидя на стуле. Его просят разгибать ногу в коленном суставе.

**Характеристики открытой кинетической цепи.**

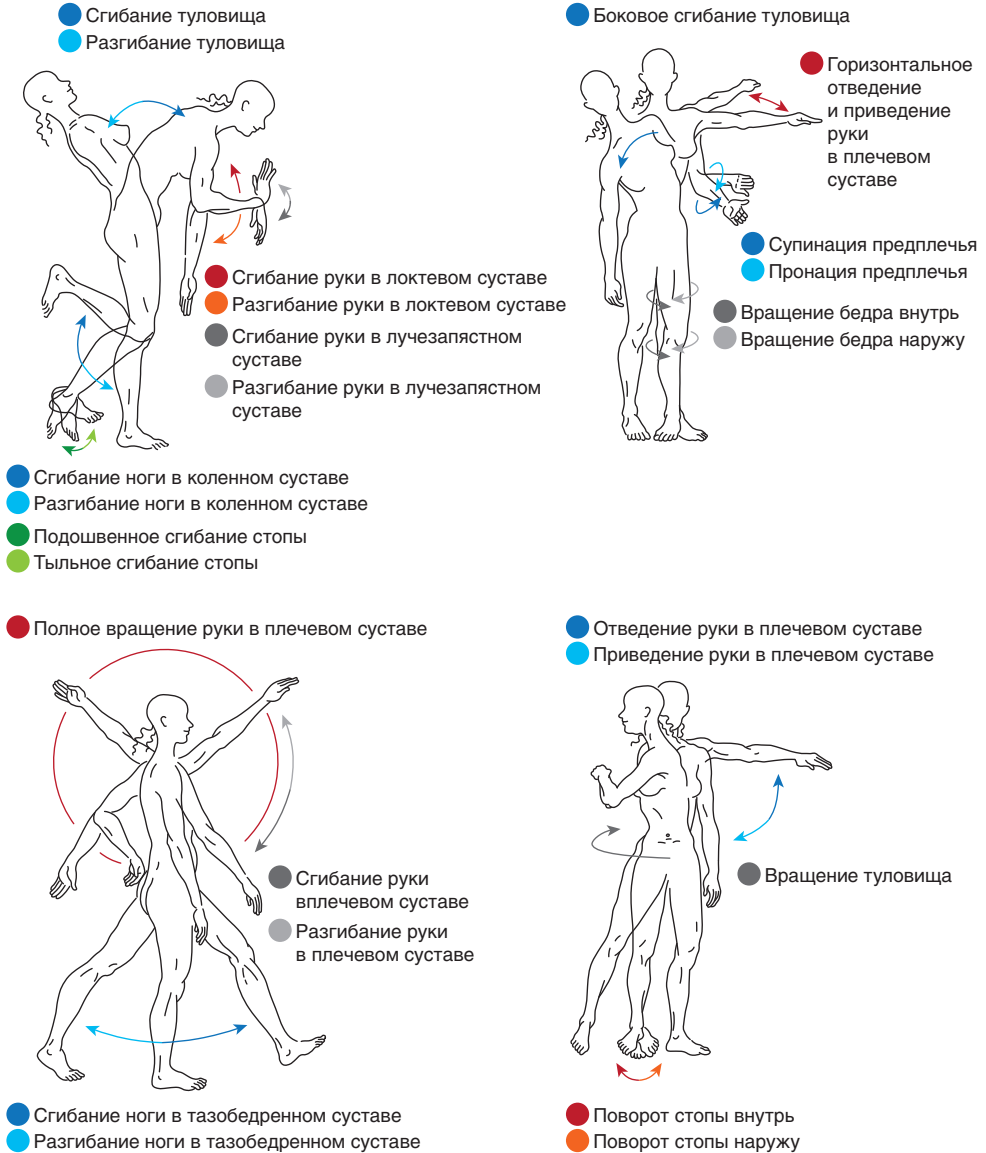
- ▶ Движения в открытой цепи происходят вокруг одной основной оси (например, во время разгибания ноги в коленном суставе) — в сагиттальной плоскости.
- ▶ Упражнения данного типа обеспечивают более изолированную активацию мышц, поскольку для выполнения движения используется меньшее количество сопряженных мышц.

**Закрытая кинетическая цепь.** Определение закрытой кинетической цепи, данное А. Steindler, означает, что дистальный сегмент испытывает «значительное» внешнее сопротивление, препятствующее его движению. Таким образом, это система, в которой ни проксимальный, ни дистальный сегменты не могут двигаться. Движение в одном сегменте замкнутой цепи вызывает предсказуемое движение во всех других соединениях. Например, во время приседания движение в коленном суставе сопровождается движением в тазобедренном и голеностопном суставах.

Следовательно, в условиях закрытой цепи вообще невозможно какое-либо движение конечностей, за исключением изометрических сокращений, которые не сопровождаются перемещением конечностей в пространстве.

Однако в клинической практике закрытая цепь определяется как «сопротивление, оказываемое через дистальную часть конечности и остающееся неизменным на протяжении всего упражнения». Лучшим примером этого являются приседания, потому что стопы остаются неподвижными на полу

### Движения суставов



**Рис. 1.8.** Движения в суставах

зала лечебной физической культуры, т.е. поверхность опоры создает значительное сопротивление в зависимости от массы тела человека.

Характеристики закрытой кинематической цепи (на примере приседаний).

- ▶ Приседание. Движение происходит в нескольких суставах и по нескольким осям, в нем участвуют тазобедренный, коленный, голеностопный и подтаранный суставы.



Рис. 1.9. Регионарные различия в объеме движений

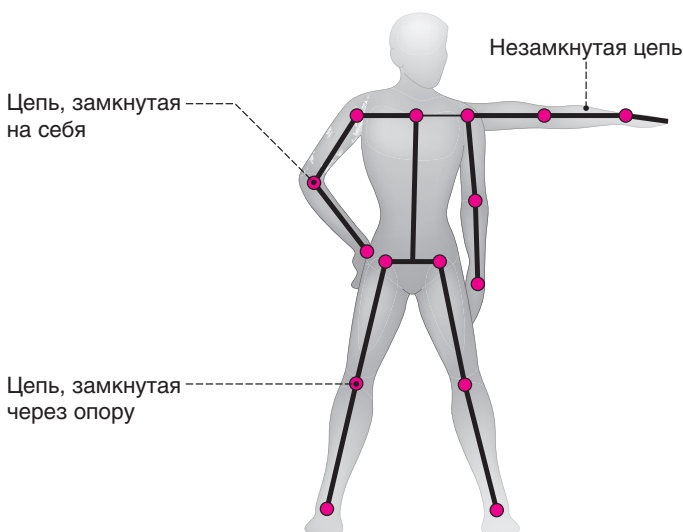


Рис. 1.10. Открытая (незамкнутая) и закрытая (замкнутая) кинематическая цепь

- ▶ Вследствие одновременного движения сегментов задействуется больше мышц, что необходимо для лучшей стабилизации и контроля во время выполнения упражнения.
- ▶ Упражнения в замкнутой цепи стимулируют проприоцептивную систему, что необходимо для инициирования и контроля паттернов активации мышц.

Совершенно свободное тело может двигаться в пространстве по 6 взаимно перпендикулярным или противоположным направлениям, т.е. имеет шесть степеней свободы. Шаровидный сустав имеет три степени свободы, двухосные суставы — две и одноосные — одну степень свободы. В открытой кинематической цепи степени свободы складываются, поэтому кисть по отношению к лопатке имеет семь степеней свободы, а следовательно, подвижна по отношению к туловищу как совершенно свободное тело, не связанное с ним.

**Открытая кинематическая цепь** — это цепь из рычагов, дистальное звено которой свободное (верхняя конечность).

- ▶ Большая степень свободы.
- ▶ Возможность изолированных движений в отдельных звеньях (суставах) открытой кинематической цепи.
- ▶ Открытая кинематическая цепь может стать закрытой кинематической цепью, если конечное звено цепи получит связь с опорой (или захват).

$3+1+1+2=7$  степеней свободы у кисти.

$3+1+1+2+3+1+1=12$  степеней свободы у пальцев.

**Закрытые кинематические цепи**, в которых:

- ▶ невозможны изолированные движения в одном суставе;
- ▶ изменение положения в одном суставе может привести к изменению в трех суставах;
- ▶ при сокращении хотя бы одной мышцы закрытой кинематической цепи происходит движение всех звеньев кинематической цепи;
- ▶ закрытая кинематическая цепь может разомкнуться у пальцев.