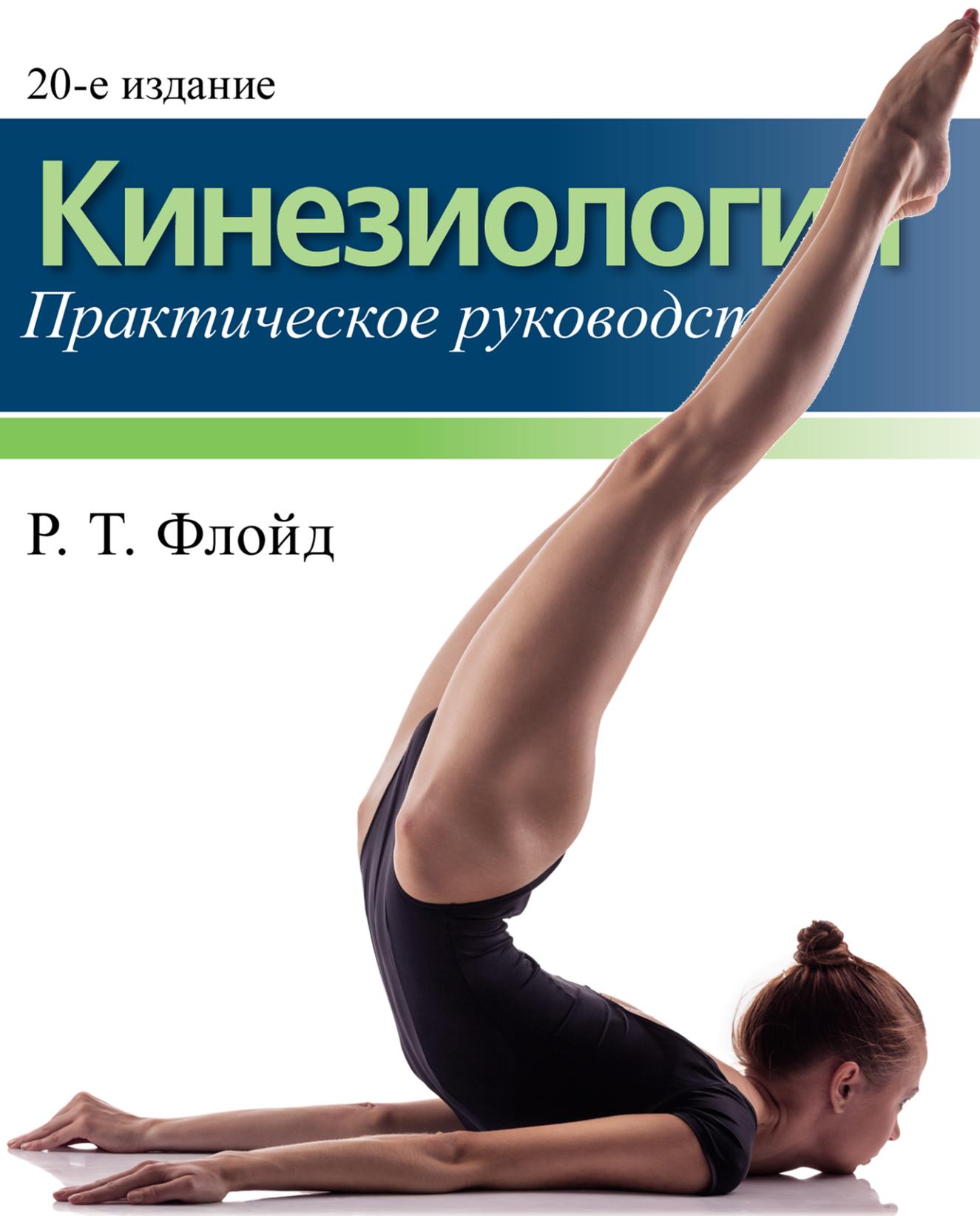


20-е издание

Кинезиология

Практическое руководство

Р. Т. Флорйд



ББК 75.0
Ф73
УДК 796/799

Компьютерное издательство “Диалектика”
Зав. редакцией *Н.М. Макарова*
Перевод с английского и редакция *В.А. Голингера*

По общим вопросам обращайтесь в издательство “Диалектика”
по адресам: info@dialektika.com, <http://www.dialektika.com>

Флойд, Р. Т., Томсон, Клем В.

Ф73 Кинезиология: практическое руководство, 20-е изд. Пер. с англ.— СПб : “Диалектика”
2020. — 496 с. : ил. — Парал. тит. англ.

ISBN 978-5-907203-16-7 (рус.)

ББК 75.0

Все права защищены.

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, если на это нет письменного разрешения издательства McGraw-Hill Education.

Copyright © 2020 by Dialektika Computer Publishing.

Original English edition Copyright © 2018 by McGraw-Hill Education. All rights reserved.

All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation is published by arrangement with McGraw-Hill Education.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise without the prior written permission of the Publisher.

Научно-популярное издание

Р. Т. Флойд

Кинезиология практическое руководство 20-е издание

ООО “Диалектика”, 195027, Санкт-Петербург, Магнитогорская ул., д. 30, лит. А, пом. 848

ISBN 978-1-259-87043-9
ISBN 978-5-907203-16-7 (рус.)

© 2018, 2015, 2012, 2009 by McGraw-Hill Education
© Компьютерное издательство “Диалектика”, 2020

Оглавление

Предисловие	14
Об авторе	17
Глава 1. Принципы структурной кинезиологии	19
Глава 2. Основы нейромышечной деятельности	59
Глава 3. Основные термины и концепции биомеханики	101
Глава 4. Плечевой пояс	123
Глава 5. Плечевой сустав	147
Глава 6. Локтевой и лучелоктевой сустав	183
Глава 7. Лучезапястный сустав и суставы кисти	213
Глава 8. Тазобедренный сустав и тазовый пояс	261
Глава 9. Коленный сустав	311
Глава 10. Голеностопный сустав и стопа	337
Глава 11. Корпус и позвоночник	381
Глава 12. Анализ мышечной активности отдельных упражнений и связанные с этим принципы	425
Приложения	465
Глоссарий	477
Предметный указатель	491

ГЛАВА 1

ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНОЙ КИНЕЗИОЛОГИИ

Цели главы

- Повторить анатомию скелета.
- Изучить терминологию, которая используется для описания расположения частей тела, исходных положений и анатомических направлений.
- Изучить плоскости движения и соответствующие оси вращения применительно к движениям человека.
- Описать и понять различные типы строения костей и суставов в теле человека, их отличительные признаки, функции и характеристики.
- Научиться описывать и демонстрировать движения в суставах.

Кинезиологию можно определить как учение о принципах анатомии (активных и пассивных структур), физиологии и механики движений человеческого тела. В этой книге основное внимание уделяется **структурной кинезиологии** — области знаний о мышцах, костях и суставах, которая является частью науки о движении. В гораздо меньшей степени рассматриваются определенные физиологические и механические принципы, позволяющие лучше усвоить информацию о перечисленных анатомических структурах.

Кости человека имеют различные размеры и формы, что влияет на объем и тип движе-

ний в соединяющих их суставах. Разные группы суставов тоже имеют функциональные и структурные отличия. Мышцы, расположенные в разных частях тела, также отличаются по размеру, структуре и форме.

Анатомы, спортивные тренеры, специалисты по лечебной физкультуре, специалисты по трудотерапии, врачи, медсестры, массажисты, инструкторы, специалисты по силовой подготовке и повышению выносливости, профессионалы в области повышения результативности, персональные тренеры, преподаватели физической культуры и другие специалисты в областях, связанных со здоровьем, должны хорошо изучить все крупные мышечные группы, чтобы затем научить других людей методам исправления, укрепления и поддержки функций человеческого тела на оптимальном уровне. Это знание является основой программ физической подготовки, направленных на усиление и поддержку всех мышечных групп. Чаще всего в упражнения с участием крупных мышц задействована и более мелкая мускулатура, однако в отдельных случаях для подключения определенных мышц нужно использовать специализированные программы тренировок.

Как известно, в теле человека насчитывается более 600 различных мышц. В этой книге основное внимание уделяется крупным мышцам, сокращение которых и приводит к движениям в суставах. Информация о различных мелких мышцах, расположенных в кистях,

стопах и позвоночном столбе, представлена более кратко.

В этой книге мы рассматриваем крупнейшие и самые важные мышцы — их насчитывают менее сотни и называют “первичными двигателями”. Некоторые мелкие мышцы человека, например многораздельные, подошвенные, лестничные и задние зубчатые, рассматриваться не будут, поскольку они разрабатываются вместе с другими более крупными первичными движителями. К тому же мы не стали приводить подробные сведения о большей части мелких мышц кистей и стоп. Информация о различных мелких мышцах позвоночного столба и мышцах лица выходит за рамки нашей темы и подробно не рассматривается.

Зачастую изучающие кинезиологию настолько углубляются в рассмотрение отдельных мышц, что теряют из виду мышечную систему в целом. Они не видят “общую картину” и забывают о том, что для движения суставов, направленных на совершение действий и качественное выполнение работы, необходимо участие групп мышц. Несмотря на всю важность подробных знаний о местах прикрепления мышц, гораздо важнее уметь использовать эту информацию на практике. Ведь осознание практической пользы информации всегда облегчает оценку и понимание отдельных деталей.

Исходные положения

При изучении кинезиологии очень важно начинать с базовых понятий — это поможет лучше разобраться в строении опорно-двигательного аппарата, изучить плоскости движения, классификацию суставов и терминологию, описывающую движения в суставах. Обычно для описания движения суставов используются два исходных положения. Применяемое чаще всего **анатомическое положение**, или **анатомическая стойка**, обеспечивает точную оценку всех видов и проекций тела. Это исходное положение представлено на рис. 1.1: человек стоит лицом к исследователю, стопы вместе, ладони обращены вперед. **Основное положение**, по существу, повторяет анатомическую стойку, за исключением того, что руки расположены вдоль боковой поверхности тела, а ладони повернуты к телу.

Ориентировочные линии

Для упрощения оценки взаимного расположения частей тела используют ряд воображаемых ориентировочных линий. Некоторые из них представлены на рис. 1.2.

Средняя подмышечная линия: проходит вертикально вниз по поверхности тела через вершину подмышечной впадины.

Грудинная линия: проходит вертикально вниз по поверхности тела через середину грудины.

Передняя подмышечная линия: идет параллельно средней подмышечной линии и проходит через складку кожи, расположенную на переднем крае подмышечной ямки.

Задняя подмышечная линия: идет параллельно средней подмышечной линии и проходит через складку кожи, расположенную на заднем крае подмышечной ямки.

Среднеключичная линия: проходит вертикально вниз по поверхности тела через середину ключицы.

Середина паховой связки: точка на середине расстояния между передней верхней подвздошной остью и лобковым симфизом.

Лопаточная линия: проходит вертикально вниз по задней поверхности тела через нижний угол лопатки.

Позвоночная, или задняя срединная, линия: проходит вертикально вниз по остистым отросткам позвонков.

Терминология анатомических направлений

Рис. 1.1, 1.3 и 1.4

Очень важно, чтобы каждый из нас создал в своем воображении своеобразную карту человеческого тела. Процесс работы с этой картой в какой-то мере напоминает указания, позволяющие нам успешно добираться из одного географического региона в другой. Так же, как мы используем понятия *правый, левый, юг, запад, северо-восток* и т.д. для описания географических направлений, в анатомии используются термины *латеральный, медиальный, нижний, передний, нижнемедиальный* и т.д. С помощью географического направле-

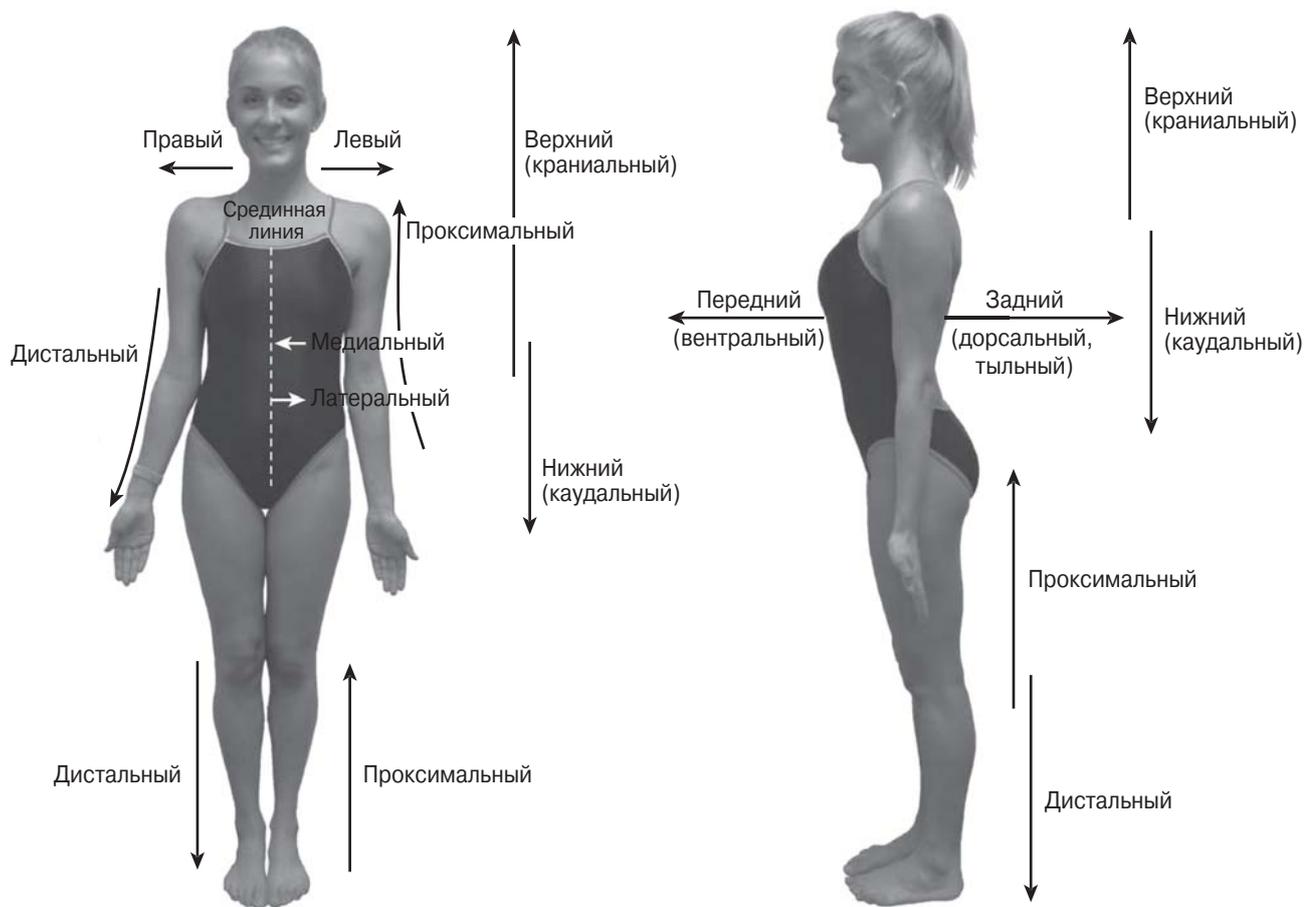


Рис. 1.1. Анатомическое положение и анатомические направления. Анатомические направления указывают на положение одной части тела относительно другой части тела

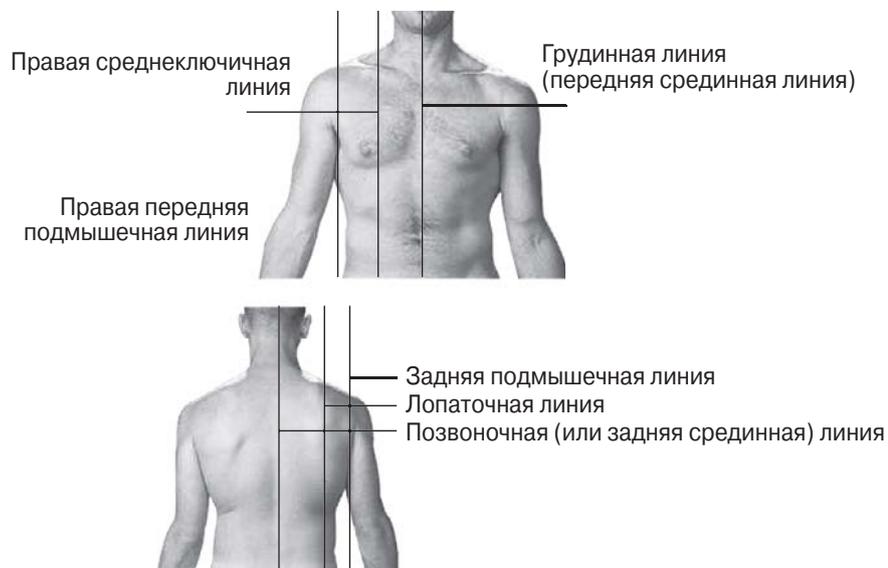


Рис. 1.2. Ориентировочные линии

ния мы можем указать на *запад*, подразумевая западный конец улицы или западную часть страны. То же самое происходит, когда мы используем анатомические направления. Мы можем использовать термин *верхний*, чтобы описать ближайший к колену конец кости голени, или говоря о верхушке черепа. Все зависит от контекста. Так же, как мы объединяем направления *юг* и *восток*, чтобы получить расположенный между ними *юго-восток*, мы можем комбинировать понятия *передний* и *боковой*, чтобы получить термин *переднебоковой* и указать с его помощью направление или местоположение, подразумевая, что нужная нам область находится спереди и снаружи. Дополнительные примеры, иллюстрирующие этот текст, представлены на рис. 1.3 и 1.4.

Передний: расположенный спереди или в передней части.

Передненижний: расположенный спереди и снизу.

Переднелатеральный (передненаружный): расположенный спереди и снаружи.

Переднемедиальный (передневнутренний): расположенный спереди и ближе к внутренней стороне или средней линии.

Переднезадний: относится одновременно к передней и задней поверхности

Передневерхний: расположенный спереди и сверху.

Двусторонний (билатеральный): относится одновременно к правой и левой сторонам тела или структурам тела, например к правой и левой конечности.

Каудальный (нижний): расположенный ниже другой структуры.

Каудоцефальный: расположенный по направлению от каудального (хвостового) конца к головному концу по длинной оси тела.

Цефальный (верхний): расположенный выше другой структуры.

Цефалокаудальный: расположенный по направлению от головного к каудальному (хвостовому) концу по длинной оси тела.

Противоположный: относящийся к противоположной стороне.

Глубокий: расположенный снизу или под поверхностью; используется для описания от-

носительной глубины либо расположения мышц или тканей.

Правый: расположенный справа или на правой стороне какой-то структуры.

Дистальный: расположенный вдали от центра или срединной линии тела либо вдали от места происхождения.

Дорсальный (тыльный): положение относительно спины, находящийся или расположенный рядом, на или в направлении спины, задняя часть или верхняя поверхность; также относится к верхней части стопы.

Малоберцовый: используется при описании малоберцовой (наружной, латеральной) стороны колена, ноги, лодыжки или стопы.

Нижний: расположенный ниже другой структуры; каудальный.

Нижнелатеральный (нижненаружный): расположенный ниже и снаружи.

Нижнемедиальный (нижневнутренний): расположенный ниже и ближе к средней линии или внутри.

Односторонний: расположенный на той же стороне.

Латеральный (наружный, боковой): расположенный на боку или сбоку, снаружи, дальше от срединной линии или срединно-сагиттальной плоскости.

Медиальный (внутренний): связанный с серединой или центром; расположенный ближе к срединной линии или срединно-сагиттальной плоскости.

Срединный: связанный с серединой, расположенный в середине или следующий к середине; расположенный посередине, медиальный.

Ладонный (плантарный): имеющий отношение к ладони или ладонной поверхности кисти руки.

Подошвенный: имеющий отношение к подошве или нижней поверхности стопы.

Задний: расположенный сзади.

Задненижний: расположенный сзади и снизу.

Заднелатеральный (задненаружный): расположенный сзади и снаружи.

Заднемедиальный (задневнутренний): расположенный сзади и с внутренней стороны.

Задневерхний: расположенный сзади и сверху.

На животе: положение тела лицом вниз; лежа на животе.

Проксимальный: расположенный ближе к корпусу или месту происхождения.

Проксимодистальный: направление от центра тела к дистальным концам конечностей.

Лучевой: относится к радиальной (наружной) стороне предплечья или кисти руки.



Рис. 1.3. Терминология анатомических направлений

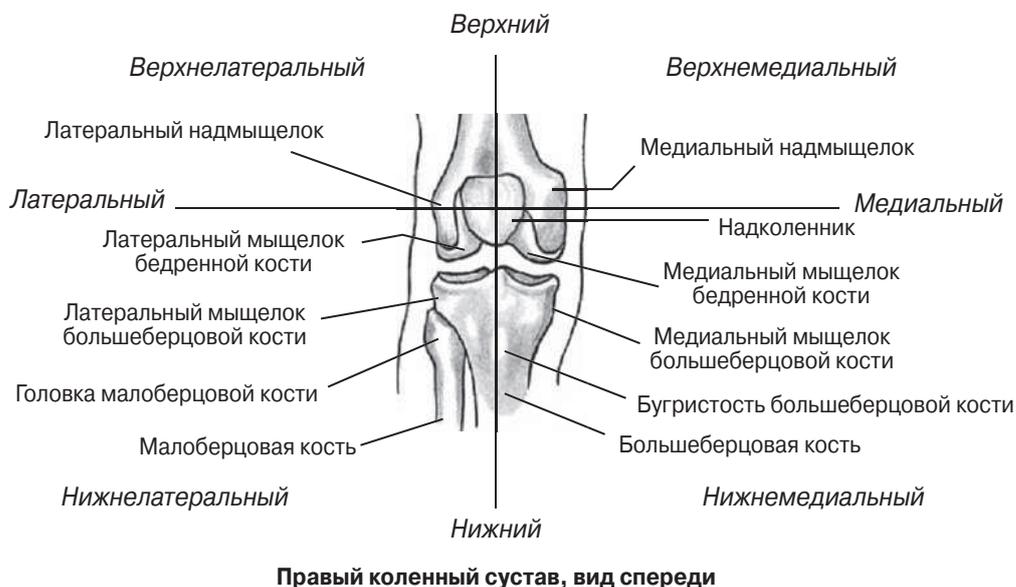


Рис. 1.4. Терминология анатомических направлений

Лопаточная плоскость: соответствует нормальному положению лопатки в состоянии покоя, когда она лежит на задней поверхности грудной клетки; движения в лопаточной плоскости совпадают с движениями лопатки, которые выполняются под углом 30–45° к фронтальной плоскости.

Левый: расположенный слева или на левой стороне какой-либо структуры.

Поверхностный: у поверхности; используется для описания относительной глубины или расположения мышц или тканей.

Верхний: расположенный над другой структурой; головной.

Верхнелатеральный (верхненааружный): расположенный сверху и снаружи.

Верхнемедиальный (верхневнутренний): расположенный сверху и ближе к срединной линии или внутри.

На спине: положение тела вверх лицом; лежа на спине.

Большеберцовый: используется при описании большеберцовой (внутренней, медиальной) стороны колена, ноги, лодыжки или стопы.

Локтевой: относится к локтевой (внутренней) стороне предплечья или кисти руки.

Вентральный (брюшной): относится к животу, расположенный спереди или в направлении к передней части чего-либо.

Волярный: относится к ладони руки или подошве стопы.

Термины для описания неправильных положений

Антеверсия: патологический или чрезмерный поворот структуры вперед (например, антеверсия шейки бедра).

Кифоз: избыточный изгиб (искривление) позвоночника наружу или назад в сагиттальной плоскости.

Лордоз: избыточный изгиб (искривление) позвоночника внутрь или вперед в сагиттальной плоскости.

Рекурвация: сгибание назад, как при переразгибании коленного сустава.

Ретроверсия: патологический или чрезмерный поворот структуры назад (например, ретроверсия шейки бедра).

Сколиоз: боковое искривление позвоночника.

Вальгусный: угловое искривление дистального сегмента кости или сустава с углом, открытым наружу, как при X-образной деформации ног.

Варусный: угловое искривление дистального сегмента кости или сустава с углом, открытым внутрь, как при O-образной деформации ног.

Плоскости движения

При изучении различных суставов человеческого тела и анализе движений в них полезно описывать суставы в привязке к определенным плоскостям движения (рис. 1.5). Плоскость движения может быть определена как воображаемая двумерная поверхность, через которую перемещается сегмент конечности или тела.

Существуют три кардинальные, или **основные**, плоскости, каждая из которых делит тело на две половины и в которых могут рассматриваться движения различных суставов. К основным плоскостям относятся сагиттальная, фронтальная и горизонтальная плоскости. В каждой половине тела представлено бесконечное число плоскостей, параллельных основным плоскостям. Идею плоскостей проще всего понять на следующих примерах движений в сагиттальной плоскости. Во время приседаний в движении участвует позвоночник и, как следствие, приседания выполняются в основной сагиттальной плоскости, которая также известна как **срединно-сагиттальная**, или **срединная** плоскость. Сгибания рук на бицепс и разгибания ног в коленном суставе выполняются в **парасагиттальных** плоскостях, которые параллельны срединно-сагиттальной плоскости. И хотя движения из последнего примера выполняются не в главной плоскости, они рассматриваются как движения в сагиттальной плоскости.

Несмотря на то что каждое движение в отдельном суставе можно классифицировать как выполняемое в одной из трех указанных плоскостей, наши движения обычно происходят не исключительно в одной конкретной

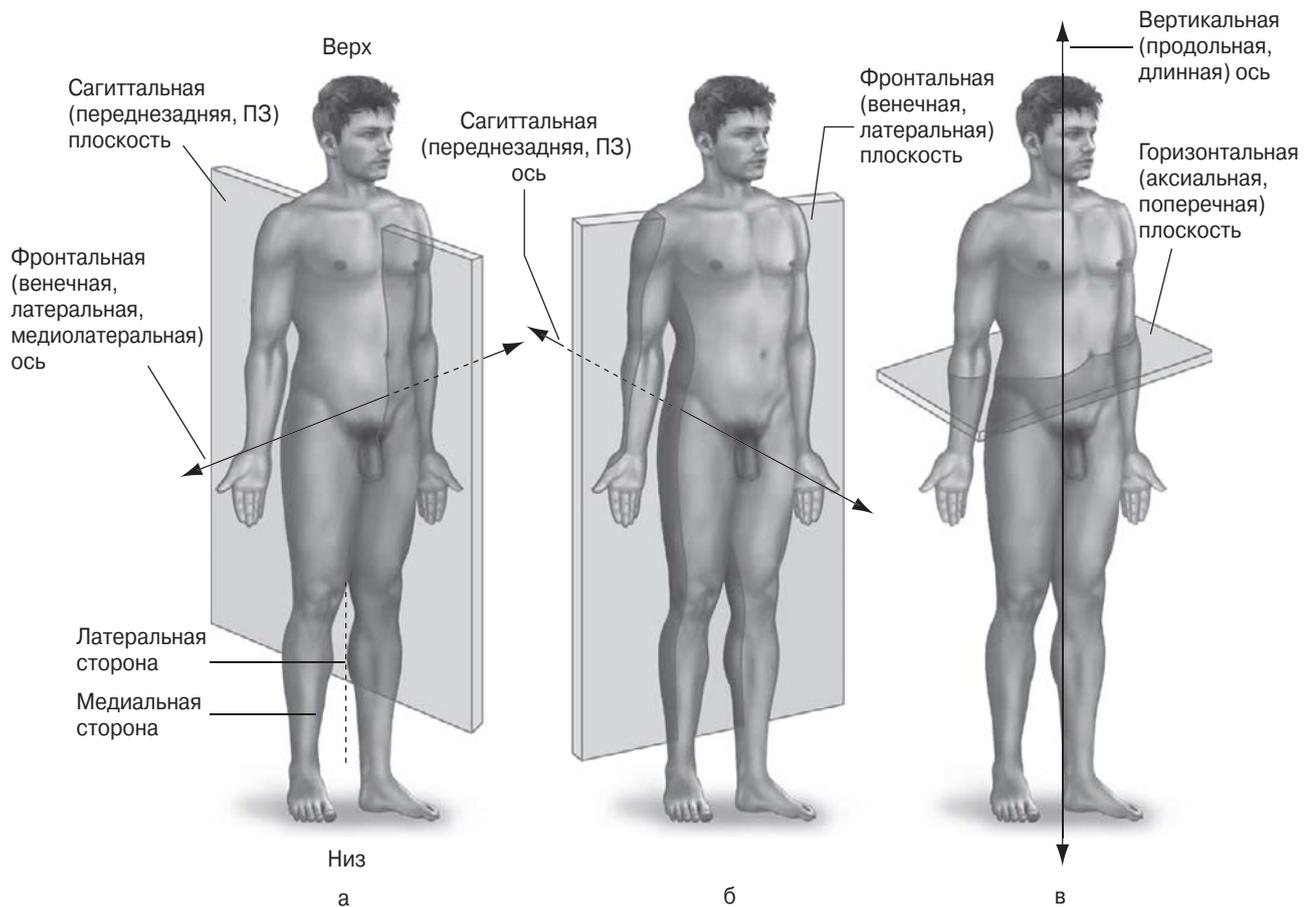


Рис. 1.5. Плоскости движения и оси вращения: *а* — сагиттальная плоскость с фронтальной осью; *б* — фронтальная плоскость с сагиттальной осью; *в* — горизонтальная плоскость с вертикальной осью

плоскости, но представляют собой комбинацию движений в нескольких плоскостях. Такие движения в нескольких плоскостях можно описать как выполняемые в диагональных или наклонных плоскостях движения; в них участвуют суставы, способные к движениям в двух или более плоскостях.

Сагиттальная (переднезадняя) плоскость

Сагиттальная (переднезадняя), или ПЗ-плоскость, пересекает тело спереди назад, разделяя его на правую и левую симметричные половины. Как правило, в этой плоскости происходят такие движения, как сгибание и разгибание, в том числе сгибание рук на бицепс, разгибания ног в коленном суставе и приседания.

Фронтальная (венечная, латеральная) плоскость

Фронтальная плоскость, также известная как венечная, или латеральная, плоскость, пересекает тело в поперечном направлении и делит его на переднюю (вентральную) и заднюю (дорсальную) половины. В этой плоскости происходят отведения и приведения, например при выполнении прыжков “ноги вместе — ноги врозь” (с участием плеча и бедра) и боковом сгибании позвоночника.

Горизонтальная (осевая, поперечная) плоскость

Горизонтальная плоскость делит тело на верхнюю (головную) и нижнюю (каудальную) половины. В этой плоскости выполняются

вращательные движения, такие как пронация и супинация предплечья, а также вращение позвоночника.

Диагональная (наклонная) плоскость Рис 1.6

Диагональная, или наклонная, плоскость представляет собой комбинацию нескольких плоскостей движения. На самом деле большинство наших движений во время занятий спортом выполняются где-то между параллелью и перпендикуляром к ранее описанным плоскостям и происходят в диагональной плоскости. Если точнее, все движения в диагональных плоскостях выполняются в высокой диагональной плоскости или в одной из двух низких диагональных плоскостей. В высокой диагональной плоскости выполняются движения верхней конечности над головой, тогда как две низкие диагональные плоскости нужны для того, чтобы отличать нижние движения верхних конечностей от диагональных движений нижних конечностей.

Следует отметить, что движения сустава в диагональной плоскости возможны только в случае, если сустав позволяет движение как минимум в двух плоскостях. Другими словами, движения в диагональной плоскости подразумевают объединение движений,

выполняемых в одной плоскости, с движениями, выполняемыми в одной или нескольких других плоскостях. Несколько реже упоминаются диагональные движения в двухосных суставах, примером которых может быть сочетание сгибания и локтевого отведения запястья или разгибания и лучевого отведения в пястно-фаланговом суставе при указывающем движении вторым (указательным) пальцем.

Оси вращения

Поскольку движение происходит в заданной плоскости, сустав движется или вращается вокруг оси, расположенной под углом 90° к этой плоскости. Оси названы с учетом их направления (см. рис 1.5). В табл. 1.1 перечислены плоскости движения с их осями вращения.

Фронтальная ось

Если сагиттальная плоскость пересекает тело спереди назад, то ее ось должна проходить в поперечном направлении. Поскольку эта ось имеет общее направление с фронтальной плоскостью движения, она также получила название "фронтальная". Когда локоть сгибается и разгибается в сагиттальной плоскости



Рис. 1.6. Диагональные плоскости и оси вращения: а — верхняя диагональная плоскость движения и ось для движений верхней конечности; б — нижняя диагональная плоскость движения и ось для движений верхней конечности; в — нижняя диагональная плоскость движения и ось для движений нижней конечности

Таблица 1.1. Плоскости движения и соответствующие им оси вращения

Плоскость	Описание плоскости	Ось вращения	Описание оси	Распространенные движения
Сагиттальная (переднезадняя)	Делит тело на правую и левую половины	Фронтальная (венечная, латеральная, или медиолатеральная)	Проходит справа налево	Сгибание, разгибание
Фронтальная (венечная, латеральная)	Делит тело на переднюю и заднюю половины	Сагиттальная (переднезадняя, или ПЗ)	Проходит спереди назад	Приведение, отведение
Горизонтальная (осевая, поперечная)	Делит тело на верхнюю и нижнюю половины	Вертикальная (продольная, или длинная)	Проходит сверху вниз	Внутренне вращение, наружное вращение

во время сгибания руки бицепсом, предплечье фактически вращается вокруг фронтальной оси, которая проходит поперечно через локтевой сустав. Фронтальная ось также иногда еще называют двусторонней осью.

Сагиттальная (переднезадняя) ось

При движении во фронтальной плоскости вращение происходит вокруг сагиттальной оси. Сагиттальная ось имеет общее направление с сагиттальной плоскостью движения и проходит спереди назад под прямым углом к фронтальной плоскости движения. Когда при выполнении прыжков “ноги вместе — ноги врозь” происходит приведение и отведение бедра, бедренная кость вращается вокруг оси, идущей спереди назад через тазобедренный сустав.

Вертикальная (продольная) ось

Вертикальная ось, также известная как продольная или длинная, проходит сверху вниз через верхнюю часть головы и расположена под прямым углом к горизонтальной плоскости движения. Когда вы поворачиваете голову вправо-влево, выражая несогласие, череп и шейные позвонки вращаются вокруг оси, которая проходит сверху вниз через позвоночный столб.

Диагональная (наклонная) ось Рис. 1.6

Диагональная ось, также известная как наклонная, проходит под прямым углом к диагональной плоскости. При переходе плече-

вого сустава из положения диагонального отведения в диагональное приведение во время броска из-за головы ось вращения проходит перпендикулярно плоскости через головку плечевой кости.

Части тела

Как будет сказано ниже в разделе о строении костной системы, тело (скелет) можно разделить на осевую и добавочную зоны. Каждая из этих зон может затем делиться на отдельные части тела, такие как голова, шея, корпус (туловище), верхние и нижние конечности. Каждая часть тела подразделяется на отделы и области. В табл. 1.2 содержится классификация частей тела, отделов и областей (и их распространенные названия), проиллюстрированная рис. 1.7.

Система скелета

На рис. 1.8 представлено строение скелета человека (вид спереди и вид сзади).

Около 206 костей формируют скелет, необходимый для поддержки и защиты других систем организма; кроме того, к костям скелета крепятся мышцы, благодаря которым становится возможным движение. К дополнительным функциям скелета относится участие в накоплении минеральных веществ и кроветворении (образовании клеток крови в красном костном мозге).

В структуре скелета можно выделить осевой и добавочный скелет. Добавочный скелет состоит из верхних и нижних конечностей, а так-

Таблица 1.2. Части тела, отделы и области тела

	Название части тела	Общепринятое название	Отделы	Названия отдельных областей	Общепринятые названия отдельных областей
Осевая зона	Голова	Голова	Краниальный (череп)	Лобная	Лоб
				Затылочная	Основание черепа
			Лицевой (лицо)	Область глазницы	Глаз
				Область носа	Нос
				Щечная	Щека
				Область рта	Рот
	Подбородочная	Подбородок			
	Шея	Шея		Выйная	Задняя область шеи
	Корпус	Грудь, грудная клетка	Грудной	Ключичная	Ключица
				Грудная	Грудь
				Грудинная	Грудина
				Реберная	Ребра
				Область грудных желез	Грудные железы
		Спина	Спинной	Лопаточная	Лопатка
				Позвоночная	Позвоночник
				Поясничная	Поясница
		Живот	Брюшной	Брюшная	Живот
				Пупочная	Пупок
		Таз	Тазовый	Паховая	Пах
Лобковая				Половые органы	
Область тазобедренного сустава				Тазобедренный сустав	
Крестцовая	Крестец				
Ягодичная	Ягодица				
Добавочная зона	Верхние конечности	Надплечье	Акромиальная	Плечевой отросток	
			Дельтовидная	Дельтовидная мышца	
			Подмышечная	Подмышечная впадина	
			Область плеча	Плечо	
				Область локтевого отростка	Локтевой отросток
				Область локтя	Локоть
				Передняя локтевая	Передняя поверхность локтя
			Область предплечья	Предплечье	
				Область запястья	Запястье
			Кисть	Ладонная	Ладонь
	Тыльная	Тыльная сторона кисти			
	Область пальцев	Палец руки			
	Область бедра	Бедро			
	Нижние конечности	Область бедра	Надколенник	Надколенник	
			Подколенная	Задняя часть колена	
			Икроножная	Икра, задняя часть голени	
			Область голени	Голень	
		Стопа	Область таранной кости	Лодыжка, голеностопный сустав	
			Пяточная	Пятка	
Тыльная область стопы			Тыл стопы		
Область предплюсны			Предплюсна		
Подошвенная область стопы	Ступня				
Область пальцев	Палец ноги				

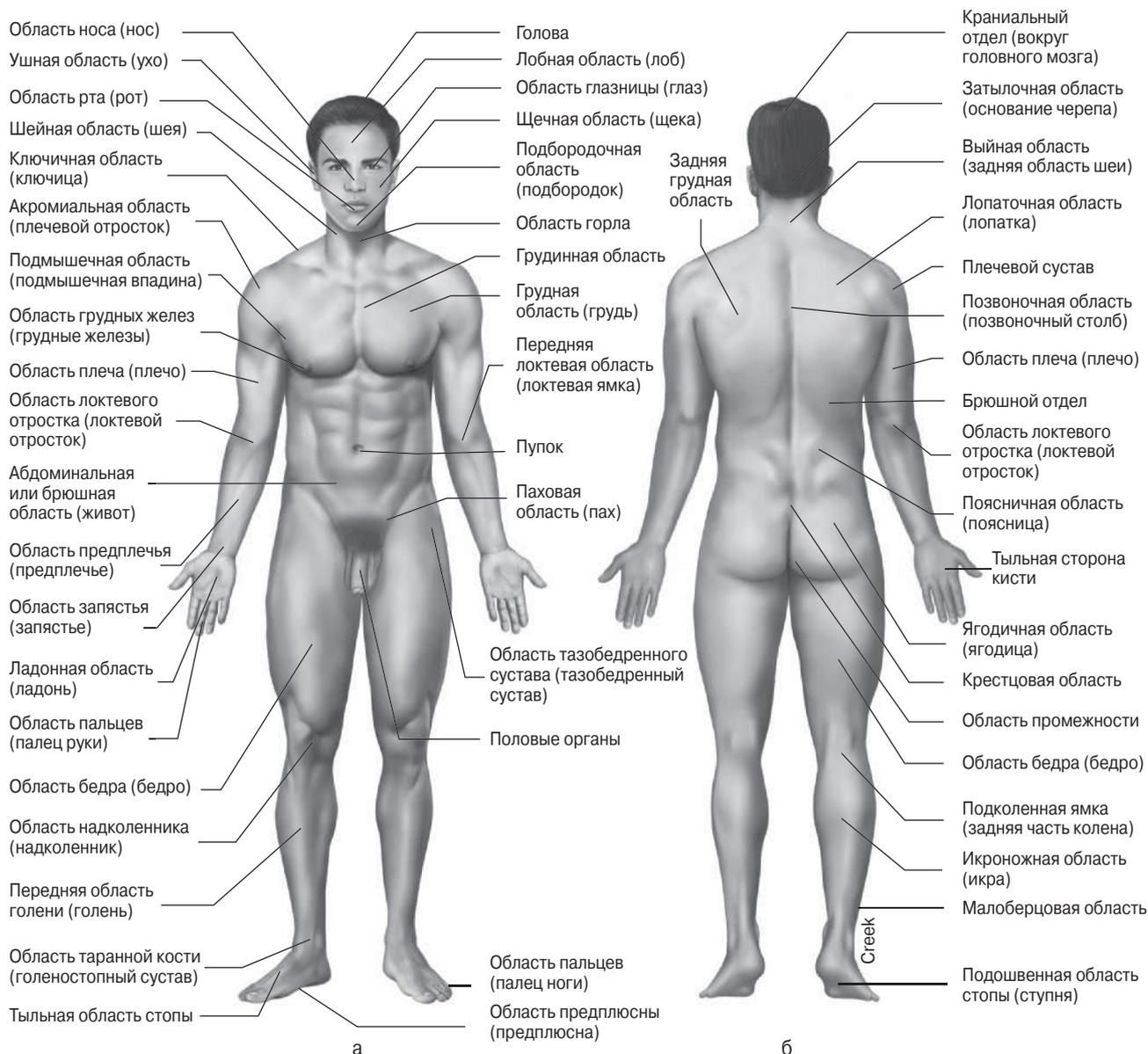


Рис. 1.7. Области тела: *a* — вид спереди; *б* — вид сзади

же плечевого и тазового пояса. Осевой скелет состоит из черепа, позвоночного столба, ребер и грудины. Большинство студентов, которые проходят этот курс, в будущем будут изучать анатомию человека, однако перед началом изучения кинезиологии желательно получить общее представление о строении человеческого тела.

В последующих главах представлена дополнительная информация и более подробные иллюстрации отдельных костей.

Остеология

Скелет взрослого человека, состоящий приблизительно из 206 костей, можно разделить на осевой скелет и добавочный скелет. Осевой скелет состоит из 80 костей, включая череп, позвоночный столб, грудину и ребра. Добавочный скелет образуют 126 костей, в том числе все кости верхних и нижних конечностей. Таз иногда относят к осевому скелету из-за его важной роли в соединении

осевого и добавочного (нижние конечности) скелета. Точное количество костей, а также их особенности могут варьироваться от человека к человеку.

Функции скелета

Скелет выполняет пять основных функций.

1. Защита жизненно важных мягкотканых органов, таких как сердце, легкие и головной мозг.

- Участие в поддержке положения тела в пространстве.
- Функция передвижения — служит местом прикрепления мышц и выполняет роль рычагов.
- Хранение минеральных веществ, таких как кальций и фосфор.
- Кроветворение (гемопоз) — процесс образования элементов крови в красном костном мозге, расположенном в телах позвонков, бедренной кости, плечевой кости и грудине.

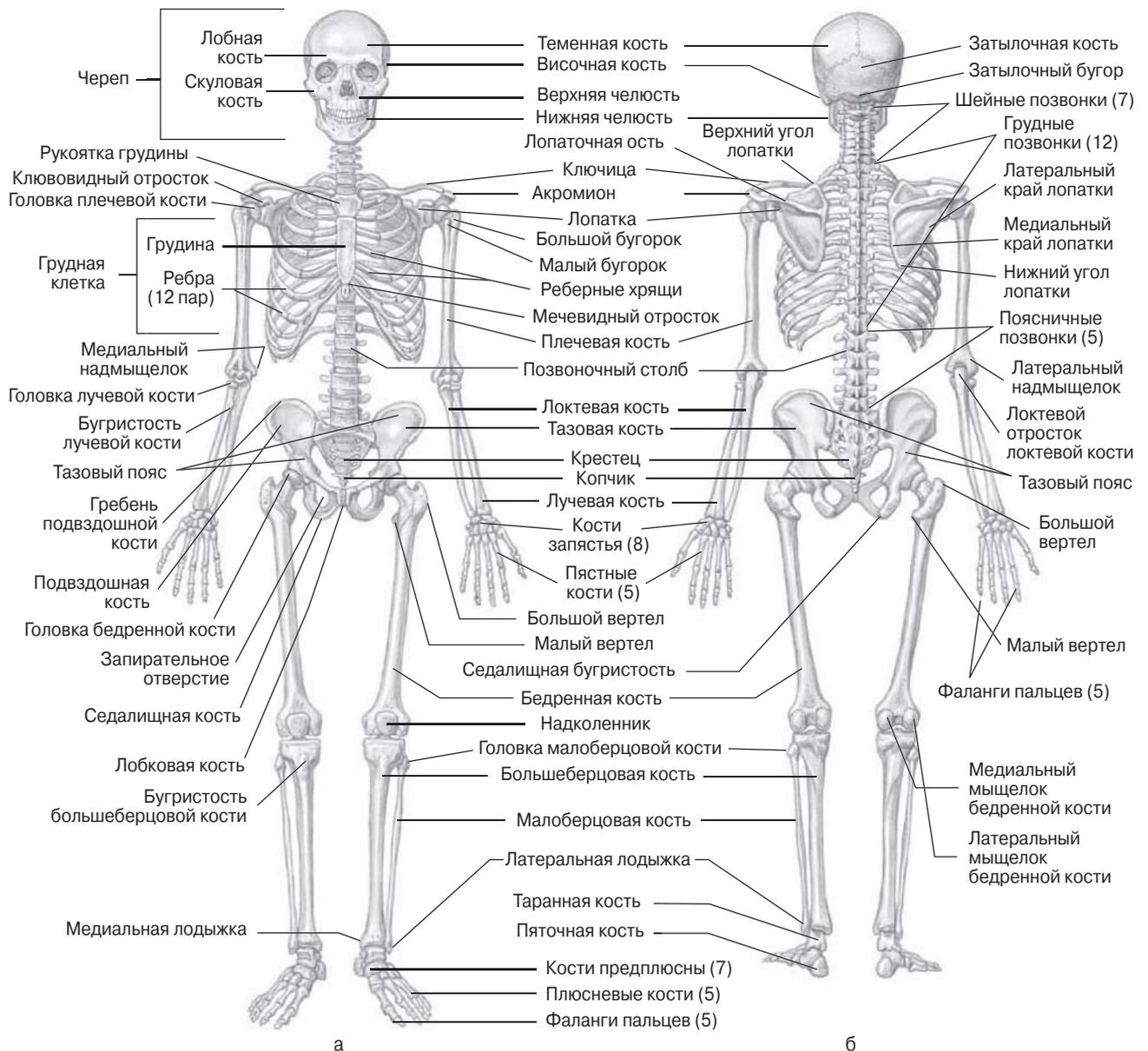


Рис. 1.8. Скелет: *а* — вид спереди; *б* — вид сзади

Виды костей

Кости сильно различаются между собой по форме и размеру, но в целом их можно разделить на пять основных категорий (рис. 1.9).

Длинные кости. Кости этого вида состоят из длинного цилиндрического диафиза с относительно широкими выступающими концами — эпифизами. Внутри диафиза находится костномозговая полость. Длинные кости выполняют роль рычагов. Примеры длинных костей включают фаланги пальцев, плюсневые и пястные кости, большеберцовую и малоберцовую, бедренную, лучевую, локтевую и плечевую кости.

Короткие кости. Это маленькие плотные кости кубической формы, которые обычно имеют относительно большую суставную поверхность, позволяющую сочленение одновременно с несколькими костями. Короткие кости обеспечивают некоторую амортизацию (ослабляют механические толчки); к ним относятся кости запястья и предплюсны.

Плоские кости. Эти кости обычно отличаются неровной поверхностью и переменной

толщиной, т.е. одна и та же кость в разных участках может быть как довольно толстой (в местах прикрепления сухожилий), так и очень тонкой. Основная функция плоских костей — это защита. К костям этого вида относятся подвздошная кость, ребра, грудина, ключица и лопатка.

Смешанные кости. Это кости неправильной формы, выполняющие различные функции; к ним относятся позвонки, седалищная, лобковая кость и верхняя челюсть.

Сесамовидные кости. Это мелкие кости, расположенные внутри сухожилия мышечно-сухожильного блока; они обеспечивают защиту, а также увеличивают механические преимущества мышечно-сухожильного блока. Кроме надколенника, к этой группе костей относятся мелкие сесамовидные кости в сухожилиях сгибателей большого пальца ноги и большого пальца руки. Сесамовидные кости иногда называют добавочными костями, однако добавочные кости не выполняют никаких функций и часто происходят из неслившихся центров окостенения. Количество сесамовидных и добавочных костей у разных людей

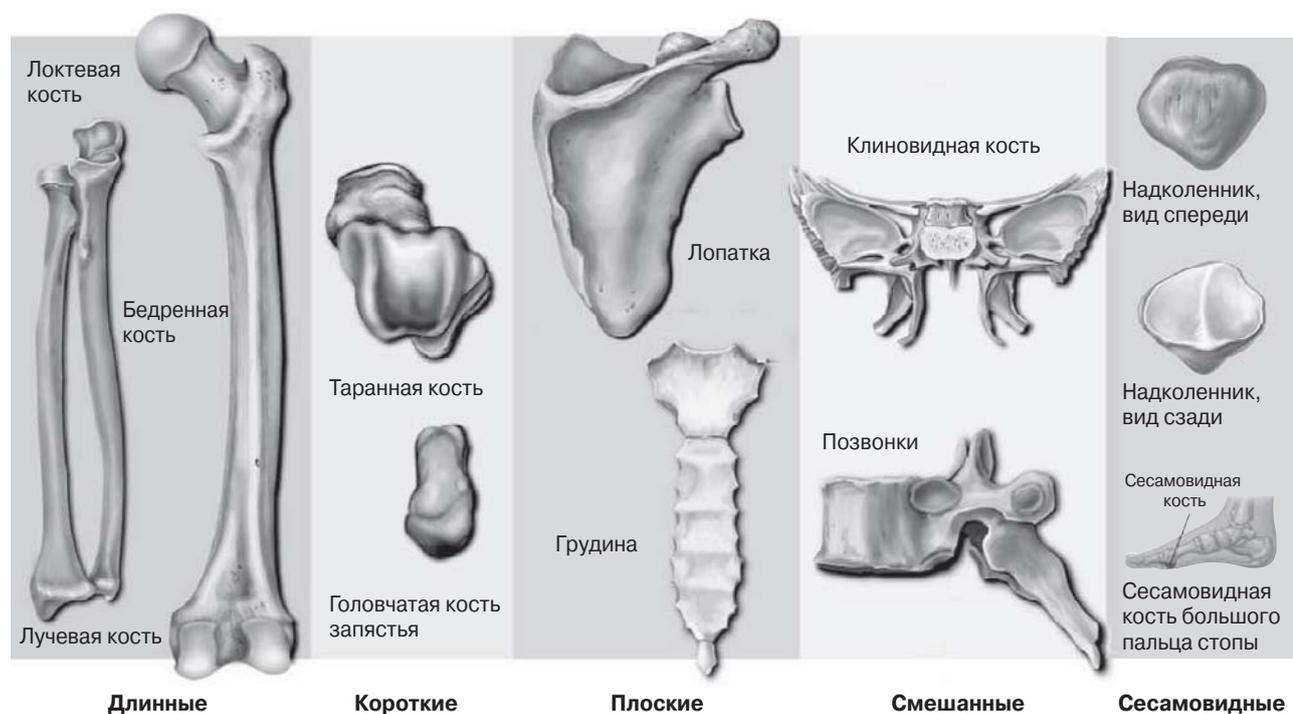


Рис. 1.9. Классификация костей по форме

может различаться. Они чаще всего встречаются в небольших суставах в дистальных частях стопы, лодыжки и кисти, но не всегда находятся в симметричных участках тела.

Характерные особенности костей

Длинные кости обладают особенностями, характерными для костей в целом, как показано на рис. 1.10. У длинных костей есть тело, или **диафиз**, который представляет собой длинную часть кости цилиндрической формы. Наружные слои кости образованы из твердой, плотной, компактной костной ткани и называются **корковым слоем кости**. Внешняя поверхность диафиза покрыта плотной волокнистой мембраной, известной как **надкостница**. Такая же волокнистая мембрана, известная как **эндост**, или **внутренняя надкостница**, покрывает корковый слой кости изнутри. Внутри диафиза находится **костномозговая полость**, которая содержит желтый костный мозг. На обоих концах длинной кости расположены **эпифизы**, которые расширяются, принимая форму, оптимально подходящую для соединения с эпифизом соседней кости и образования сустава. Эпифиз образуется из губчатого (**спонгиозного** или **трабекулярного**) вещества кости. Во время роста кости диафиз и эпифиз разделены тонкой хрящевой пластинкой, известной как эпифизарная пластинка, эпифизарный хрящ или зона роста (рис. 1.11). По

мере созревания скелета, которое достигается различными костями в разные сроки, как описано в табл. 1.3, зоны роста замещаются костной тканью и закрываются. Эпифиз покрыт **суставным**, или **гиалиновым**, хрящом, который обеспечивает амортизацию и уменьшает трение, создавая условия для беспрепятственных движений в суставе.

Развитие и рост костей

Большая часть костей скелета, представляющих интерес для структурной кинезиологии, — это **кости с эндохондральным типом окостенения**, которые развиваются из гиалинового хряща. По мере развития эмбриона происходит быстрый рост гиалиновых хрящевых масс с образованием структур, по форме напоминающих будущие кости. Одновременно с ростом происходят значительные изменения строения хряща, что приводит к образованию длинной кости (рис. 1.12).

Рост костей в длину продолжается до тех пор, пока открыты зоны роста. Эти хрящевые пластины начинают закрываться в подростковом возрасте, а затем полностью исчезают. Большая часть зон роста закрывается к 18 годам, однако некоторые зоны могут оставаться открытыми до 25 лет. Рост костей в ширину длится на протяжении всей жизни человека. Такой рост происходит благодаря внутреннему слою надкостницы, который формирует новые концентрические слои костной ткани поверх старых слоев. Одновременно проис-

Таблица 1.3. Сроки закрытия зон роста

Примерный возраст	Кости
7–8 лет	Нижняя ветвь лобковой ости и седалищная кость (практически завершается)
15–17 лет	Лопатка, латеральный надмыщелок плечевой кости, локтевой отросток локтевой кости
18–19 лет	Медиальный надмыщелок плечевой кости, головка и тело лучевой кости
Около 20 лет	Головка плечевой кости, дистальные концы лучевой и локтевой костей, дистальные концы бедренной и малоберцовой костей, проксимальный конец большеберцовой кости
20–25 лет	Вертлужная впадина (таз)
25 лет	Позвонки и крестец, ключица, проксимальный конец малоберцовой кости, грудина и ребра

По материалам Goss C.M. *Gray's anatomy of the human body*, ed 29, Philadelphia, 1973, Lea & Febiger.

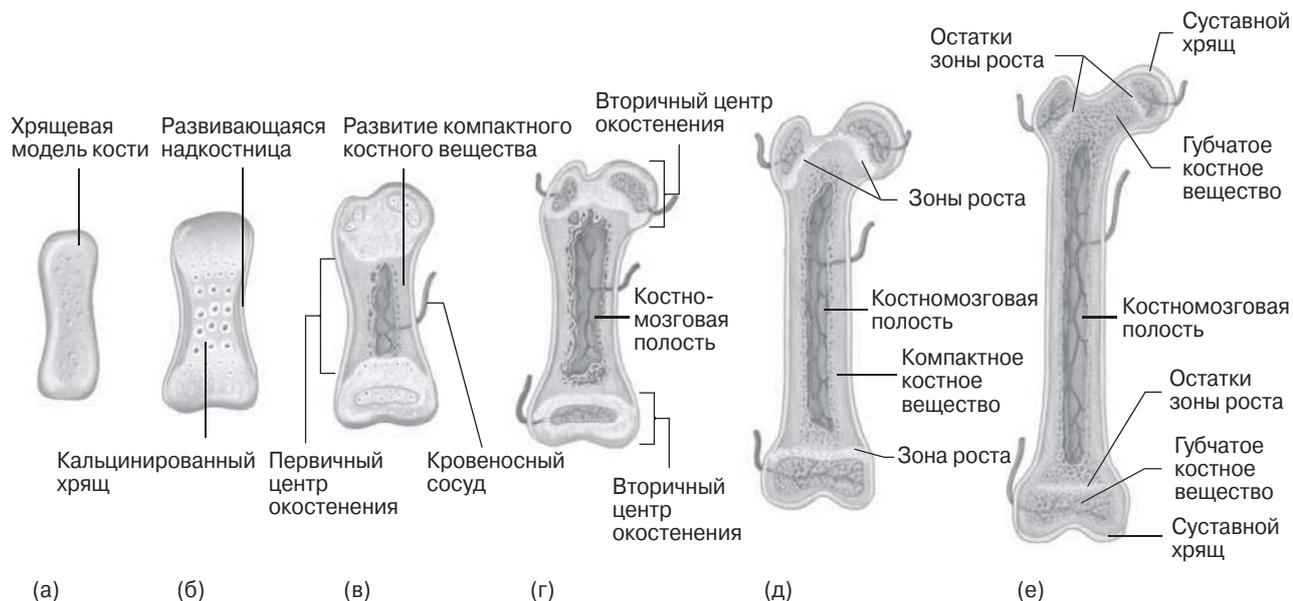


Рис. 1.12. Основные этапы (а–е) развития кости с эндохондральным типом окостенения (размеры костей представлены без соблюдения масштаба)

Эпифизарный рост

Рост хряща, окружающего эпифиз
 Замена хряща костной тканью
 Ремоделирование кости

Рост в длину

Рост хряща эпифизарной пластинки
 Замена хряща костной тканью
 Ремоделирование кости
 Резорбция кости

Рост в ширину

Наслоение костной ткани
 Резорбция кости

Растущая кость



Зрелая кость

Рис. 1.13. Ремоделирование длинной кости

ходит резорбция костного вещества, расположенного вокруг костномозговой полости, поэтому диаметр полости постоянно увеличивается. Новая кость образуется благодаря специальным клеткам, известным как **остеобласты**, тогда как клетки, которые резорбиру-

ют старую кость, называются **остеокластами**. Ремоделирование кости в результате работы остеобластов и остеокластов (рис. 1.13) необходимо для дальнейшего роста кости, изменения ее формы, адаптации к нагрузкам и процессов регенерации.

Свойства костей

Основными компонентами костной ткани являются карбонат кальция, фосфат кальция, коллаген и вода. Около 60–70% веса кости приходится на карбонат и фосфат кальция, в то время 25–30% от общего веса кости составляет вода. Коллаген обеспечивает некоторую гибкость и прочность кости, обеспечивая сопротивление растяжению. Старение вызывает прогрессирующую потерю коллагена и повышает хрупкость костей, что приводит к увеличению вероятности переломов.

Наружная часть кости состоит в основном из компактной костной ткани, под которой расположена губчатая ткань. Компактное вещество более твердое, плотное и прочное; поры, содержащие неминерализованное вещество, составляют всего лишь от 5 до 30% ее объема. Напротив, губчатая костная ткань — это рыхлое вещество с порами, занимающими порядка 30–90% ее объема. Компактная костная ткань отличается большей жесткостью, благодаря чему она более устойчива к нагрузке и менее устойчива к растяжению по сравнению с губчатой тканью. Из-за свойственной ей пористости губчатая костная ткань может выдержать большее растяжение, прежде чем возникнет перелом.

Размер и форма кости зависят от направления и величины сил, которые обычно на нее воздействуют. Форма кости может изменяться под действием испытываемых нагрузок, одновременно повышенные нагрузки приводят к увеличению массы костей.

Концепция адаптации костей к нагрузкам известна как **закон Вольфа**, согласно

которому кость здорового человека адаптируется к нагрузкам, которым подвергается. Если на отдельную кость действует повышенная нагрузка, то со временем произойдет ее перестройка, цель которой — усилить кость и дать ей возможность противостоять определенному типу нагрузки. В результате внешний кортикальный слой кости становится толще. Также верно и обратное утверждение: при уменьшении нагрузок кость становится слабее.

Костные элементы

На поверхности костей имеются специфические элементы/отметки, призванные оптимизировать функциональные взаимоотношения кости с суставами, мышцами, сухожилиями, нервами и кровеносными сосудами. Многие из этих элементов служат важными костными ориентирами при определении расположения и места прикрепления мышц, а также функции суставов. По существу, все отличительные элементы костей можно разделить на две большие группы.

1. *Отростки* (включая возвышения и выступы), которые участвуют в образовании сустава либо служат местом прикрепления мышц, сухожилий, связок.
2. *Впадины* (углубления), включая отверстия и борозды, в которых находятся сухожилия, сосуды, нервы либо выделены пространства для других структур. Подробные описания и примеры различных элементов костей приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4. Элементы поверхности костей

	Элементы	Описание	Примеры
Отростки, участвующие в формировании суставов	Мыщелок	Крупный шарообразный вырост, который обычно сочленяется с другой костью	Медиальный и латеральный мыщелок бедренной кости
	Фасетка	Небольшая плоская или практически плоская поверхность	Суставная поверхность позвонка
	Головка	Выступающий округлый вырост на проксимальном конце кости, обычно образующий сочленение	Головка бедренной кости, головка плечевой кости

	Элементы	Описание	Примеры
Отростки, которые служат местом прикрепления для мышц, связок и сухожилий	Угол	Изгиб или выступающий угловой выступ	Верхний и нижний углы лопатки
	Край	Край или линия границы кости	Латеральный и медиальный края лопатки
	Гребень	Выступающий узкий гребневидный вырост	Подвздошный гребень
	Надмыщелок	Возвышение, расположенное над мыщелком	Медиальный или латеральный надмыщелок плечевой кости
	Линия	Выступ на кости, менее выраженный, чем гребень	Шероховатая линия бедренной кости
	Отросток	Любой выступающий вырост	Акромиальный отросток лопатки, локтевой отросток локтевой кости
	Ветвь	Часть кости неправильной формы, которая отходит под углом от тела кости; толще отростка	Верхняя и нижняя ветви лобковой кости
	Ость (остистый отросток)	Небольшой острый выступ	Остистый отросток позвонков, ость лопатки
	Шов	Линия соединения костей	Сагиттальный шов между теменными костями черепа
	Вертел	Очень крупный вырост	Большой и малый вертелы бедренной кости
	Бугорок	Небольшой округлый выступ	Большой и малый бугорки плечевой кости
Бугристость	Большое округлое или шероховатое возвышение	Бугристость лучевой кости, бугристость большеберцовой кости	
Впадины (выемки, углубления)	Фасетка	Сглаженная, неглубокая суставная поверхность	Межпозвоночные фасеточные суставы в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночника
	Отверстие	Округлое отверстие в кости	Запирательное отверстие в тазовой кости
	Ямка (<i>fossa</i>)	Впадина, углубленная или уплощенная поверхность	Надостная ямка, подвздошная ямка
	Ямка (<i>fovea</i>)	Очень мелкая впадина или углубление	Ямка головки бедренной кости
	Канал, проход	Похожий на трубку канал в кости	Наружный слуховой проход в височной кости
	Вырезка	Углубление на краю кости	Блоковидная и лучевая вырезки на локтевой кости
	Пазуха	Полость внутри кости	Лобная пазуха
	Борозда	Канавка или желобок на поверхности кости	Межбугорковая борозда плечевой кости

Типы суставов

Сочленение двух или более костей с формированием сустава позволяет выполнять разнообразные движения. Объем и тип движения определяют наименование сустава. Вид и количество движений в каждом суставе зависят от структуры образующих их костей. Некоторые суставы, или **суставные соединения костей**, неподвижны, в других возможны очень ограниченные движения, третьи обеспечивают свободное движение с различной амплитудой. Тип и объем движений в одних и тех же суставах одинаковы у всех людей; при этом свобода, разнообразие и сила движений зависят от конфигурации костей в месте их соединения и ограничены связками и мышцами.

Все сочленения костей можно классифицировать в соответствии с их структурой или функцией. Классификация по структуре позволяет разделить все суставы на три группы: *фиброзные*, *хрящевые* и *синовиальные*. Функциональная классификация также выделяет три группы суставов: синартроз (непрерывное, неподвижное соединение), амфиартроз (полупрерывное, малоподвижное соединение) и диартроз (прерывное, подвижное соединение). В каждой из этих двух классификаций есть подгруппы, при этом из-за выраженной взаимосвязи между структурой и функцией суставов эти две классификации во многом совпадают. Другими словами, у компонентов каждой из следующих пар — фиброзные и неподвижные суставы, хрящевые и полуподвижные суставы, синовиальные и подвижные суставы — больше общих черт,

чем различий. Однако не все соединения одинаково хорошо вписываются в обе классификации. В табл. 1.5 представлен подробный перечень всех типов соединений в соответствии с обеими системами классификации. Поскольку эта книга рассматривает прежде всего движения, на ее страницах будет в основном использоваться функциональная система (деление суставов на неподвижные, малоподвижные и подвижные) наряду с кратким разъяснением структурной классификации.

Фиброзные суставы представляют собой соединения посредством волокон соединительной ткани и, как правило, неподвижны. Эти суставы делятся на неподвижные швы, гомфозы (зубоальвеолярные соединения) и малоподвижные синдесмозы. В хрящевых суставах соединение обеспечивает гиалиновый хрящ или фиброзно-хрящевая структура, что делает возможной небольшую подвижность сустава. Хрящевые суставы подразделяются на синхондрозы и симфизы. Синовиальные суставы свободно перемещаются и обычно представляют собой диартрозы. Строение и разновидности этих суставов подробно описаны в тексте про диартрозы.

Сочленения образуют три класса; это деление основано главным образом на количестве возможных движений с учетом структуры сочленений.

Синартрозы (неподвижные суставы) Рис. 1.14

В зависимости от структуры эти сочленения делятся на два типа.

Таблица 1.5. Классификация суставов по структуре и функции

		Классификация по структуре		
		Фиброзные	Хрящевые	Синовиальные
Классификация по функции	Синартроз	Шов Гомфоз	—	—
	Амфиартроз	Синдесмоз	Симфиз Синхондроз	—
	Диартроз	—	—	Плоский Мышечковый Шаровидный Блоковидный Седловидный Цилиндрический

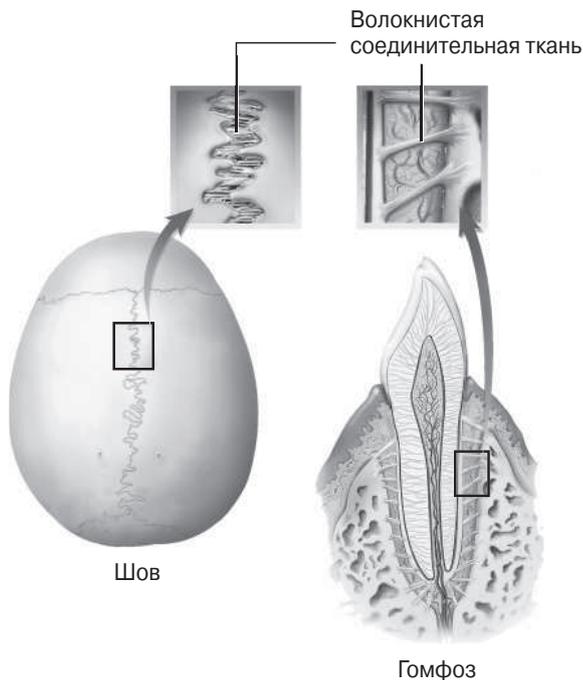


Рис. 1.14. Синартрозы

Швы

Швы соединяют кости черепа. За исключением периода младенчества швы черепа полностью неподвижны.

Гомфозы

Этот тип соединений находится в зубных альвеолах и также называется зубоальвеолярным соединением (разновидность соедине-

ния, в котором конический тяж удерживает зуб в альвеоле). В норме зубы верхней и нижней челюсти неподвижны.

Амфиартрозы (полуподвижные суставы) Рис. 1.15

В зависимости от структуры эти сочленения делятся на три типа.

Синдесмоз

Эта разновидность сочленений формируется благодаря плотным связочным структурам, которые обеспечивают минимальную подвижность соединяемых костей. Примерами синдесмоза являются клювовидно-ключичное соединение и дистальное межберцовое сочленение.

Симфиз

Разновидность сустава, в котором кости разделяет волокнистый хрящ, обеспечивающий очень небольшую подвижность костей, образующих сочленение. Примерами симфиза являются лобковый симфиз и межпозвоночные диски.

Синхондроз

В этой разновидности сустава кости разделяет гиалиновый хрящ, также обеспечивающий очень небольшую подвижность костей, образующих сочленение. Примерами синхондроза являются реберно-хрящевые суставы ребер.

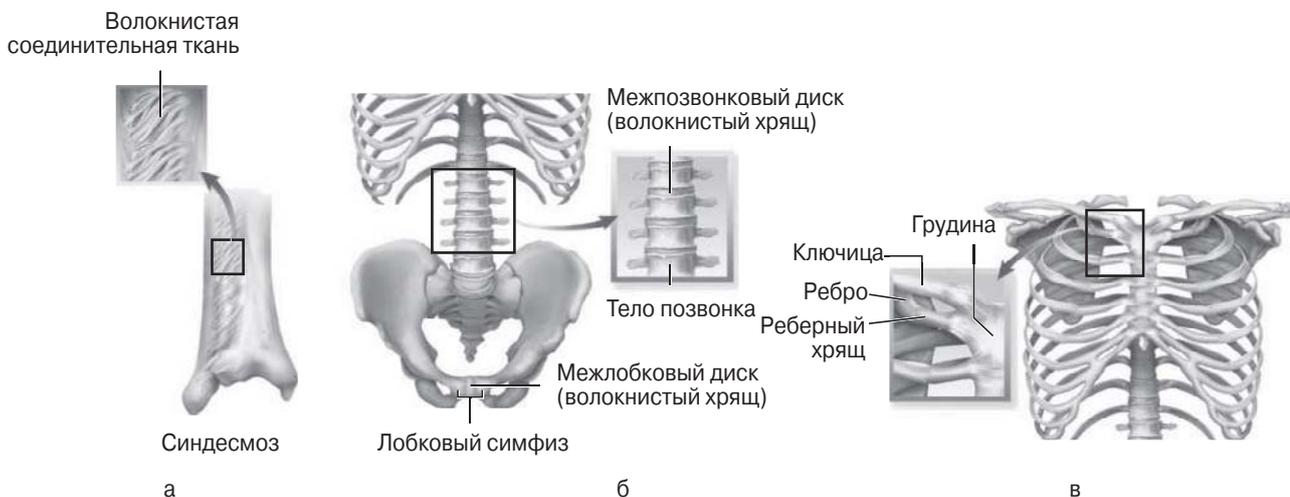


Рис. 1.15. Амфиартрозы: *а* — синдесмоз; *б* — симфиз; *в* — синхондроз

Диартрозы (подвижные суставы) Рис. 1.16

Диартрозы, также известные как синовиальные суставы, обеспечивают свободное перемещение образующих сустав костей. Покрытие из волокнистой соединительной ткани в виде чехла, известное как **суставная капсула**, окружает концы костей, формирующих сустав. Суставная капсула выстлана изнутри тонкой синовиальной оболочкой, которая содержит сосуды и секретирует синовиальную жидкость, выполняющую роль смазки для стенок **суставной полости**, расположенной внутри капсулы сустава. На некоторых участках суставная капсула утолщается и образует плотные неэластичные **связки**, которые обеспечивают дополнительную защиту от патологических движений или вывиха сустава. В различных суставах эти связки имеют различное расположение, разные размеры и разную прочность. Связки, соединяющие

кости между собой, обеспечивают статическую стабильность суставов.

Во многих случаях дополнительную стабилизацию сустава обеспечивают дополнительные связки, не являющиеся продолжением суставной капсулы. Эти дополнительные связки могут располагаться полностью внутри суставной капсулы (внутрикапсульные связки, например передняя крестообразная связка коленного сустава) либо находиться вне капсулы сустава (внекапсульные связки, например малоберцовая коллатеральная связка коленного сустава).

Суставные поверхности на концах костей внутри полости сустава покрыты слоями суставного, или **гиалинового, хряща**, который защищает поверхности костей от стирания и повреждения. Это довольно упругий хрящ, слегка сжимаемый и эластичный, что позволяет ему нейтрализовать воздействия сжимающей и сдвигающей силы. Суставная поверхность, отчасти благодаря смазке из синовиальной жидкости, очень гладкая и долговечная.

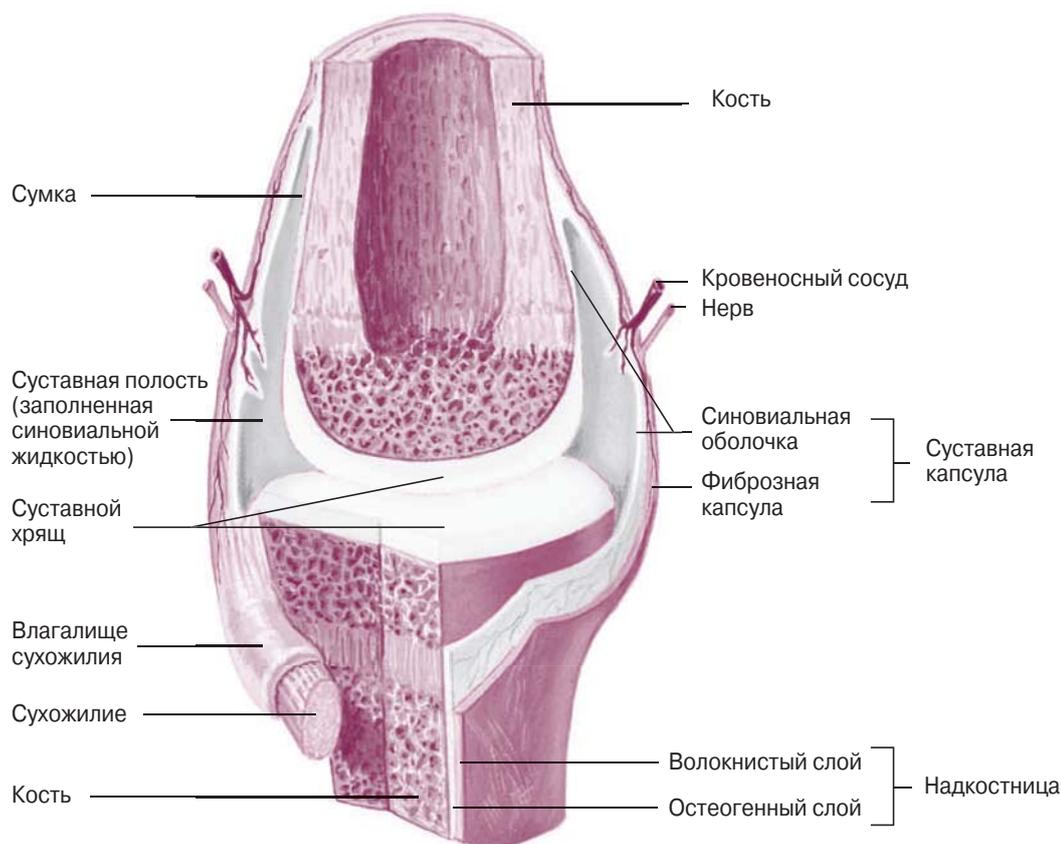


Рис. 1.16. Строение синовиального сустава

В отсутствие нагрузки на сустав суставной хрящ медленно абсорбирует небольшое количество суставной синовиальной жидкости, а затем медленно ее выделяет во время последующей весовой нагрузки и сжатия. Суставной хрящ плохо снабжается кровью, потому его питание зависит от подвижности суставов и связанного с движениями тока синовиальной жидкости. Поэтому регулярная подвижность суставов с нормальной амплитудой движения играет большую роль в поддержании здоровья и функционирования суставов.

Некоторые диартрозы имеют в своем составе диски из волокнистого хряща, расположенные между суставными поверхностями и обеспечивающие дополнительную амортизацию и распределение нагрузки, а также повышающие стабильность сустава. Примерами являются медиальный и латеральный мениски коленного сустава, вертлужная губа тазобедренного сустава и суставная губа пле-

чевого сустава соответственно. В зависимости от строения диартрозы можно разделить на шесть групп, как показано на рис. 1.17.

Движения в диартрозах могут выполняться в одной или нескольких плоскостях. О суставах, выполняющих движение в одной плоскости, говорят, что они имеют одну степень свободы движения; суставы, позволяющие выполнять движения в двух и трех плоскостях, описываются как суставы с двумя и тремя степенями свободы движения соответственно. В табл. 1.6 представлены характеристики диартрозов в зависимости от подкатегории.

Плоский сустав

Эта разновидность сустава характеризуется наличием двух плоских костных поверхностей, примыкающих друг к другу. Плоский сустав допускает ограниченные скользящие движения. Примерами являются межзапястные суставы кисти и предплюсне-плюсневые суставы стопы.

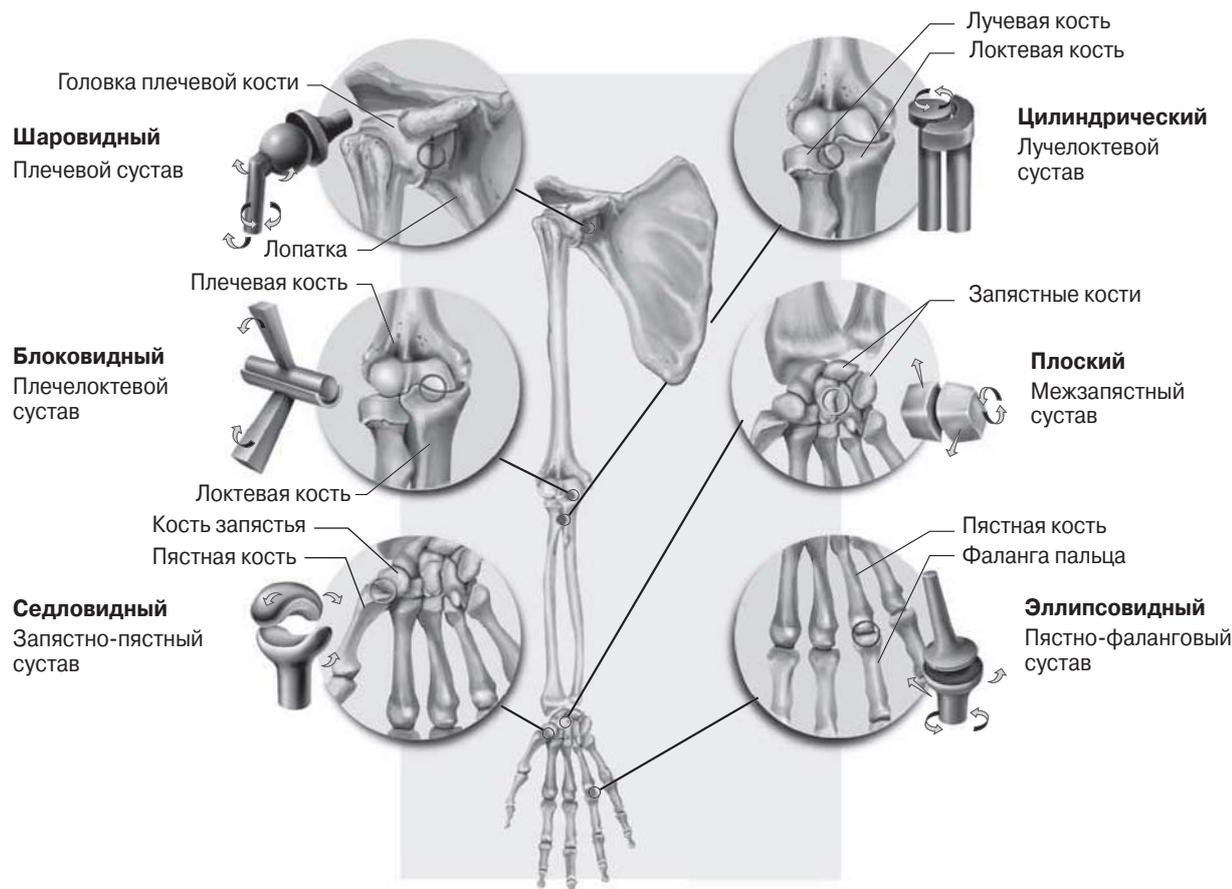


Рис. 1.17. Типы синовиальных суставов (диартрозов)

Таблица 1.6. Классификация диартрозов

Название согласно классификации	Количество осей	Степени свободы	Характерные движения	Примеры суставов	Плоскость для примеров	Ось для примеров
Блоковидный	Одноосный	Одна	Сгибание, разгибание	Локтевой (плечелоктевой) сустав Голеностопный сустав	Сагиттальная	Фронтальная
Цилиндрический			Внутреннее вращение, наружное вращение	Проксимальный и дистальный лучелоктевые суставы Атлантоосевой сустав	Горизонтальная	Вертикальная
Мыщелковый (эллипсоидный)	Двуосный	Две	Сгибание, разгибание, отведение, приведение	Лучезапястный сустав 2-5-й пястно-фаланговые суставы	Сагиттальная Фронтальная	Фронтальная Сагиттальная
Плоский	Многоосный (трехосный)	Три	Сгибание, разгибание, отведение, приведение, внутреннее вращение, наружное вращение	Поперечный сустав предплюсны Межпозвоночные фасеточные суставы Межзапястные суставы кисти	Переменная Фронтальная Переменная	Переменная Сагиттальная Переменная
Шаровидный				Плечевой сустав Тазобедренный сустав	Сагиттальная Фронтальная Горизонтальная	Фронтальная Сагиттальная Вертикальная
Седловидный				Запястно-пястный сустав большого пальца	Сагиттальная Фронтальная Горизонтальная	Фронтальная Сагиттальная Вертикальная

Эллипсоидный (мышцелковый) сустав

Эта разновидность сустава позволяет выполнять движение в двух плоскостях без вращения. Примерами являются лучезапястный сустав между лучевой костью и проксимальным рядом костей запястья, а также второй, третий, четвертый и пятый пястно-фаланговые суставы.

Шаровидный сустав

Эта разновидность сустава представляет собой сочленение шарообразной головки на конце одной кости и впадины — на противоположной кости, что допускает движения во всех плоскостях. Примерами являются плечевой и тазобедренный суставы.

Блоковидный сустав

Этот тип сустава допускает широкий диапазон движений только в одной плоскости.

Примерами являются плечелоктевой и голеностопный суставы, а также коленный (бедренно-большеберцовое сочленение) сустав.

Седловидный сустав

Подобный тип сочленения наблюдается в запястно-пястном суставе большого пальца и допускает движения, аналогичные движениям в шаровидном суставе, за исключением небольшого вращения. Некоторые анатомы также относят к седловидным грудинно-ключичный сустав.

Цилиндрический сустав

Этот тип сустава позволяет выполнять вращательные движения вокруг длинной оси. Примером является вращение лучевой кости вокруг локтевой кости в проксимальном и дистальном лучелоктевых суставах.