

УДК 612(084.4)  
ББК 28.707.3  
К20

A.I. Kapandji

Volume 1: Anatomie fonctionelle :  
Membre supérieur 7th edition  
© Maloine 2018

**Капанджи, А.И.**

К20 Верхняя конечность. Физиология суставов : схемы биомеханики человека с комментариями : [перевод с английского] / А. И. Капанджи ; предисловие профессора Рауля Тубьяна. — Москва : Эксмо, 2020. — 376 с.: цв. ил. — (Цветные иллюстрированные медицинские атласы).

ISBN 978-5-04-113738-0

«Физиология суставов» — трехтомная работа Адальберта И. Капанджи, почетного главного врача хирургической клиники Медицинского факультета в Париже, члена Американского и Итальянского обществ хирургии кисти. Первый том познакомит читателя с устройством верхней конечности. В нем разбираются механизмы функционирования локтевого сустава, кисти, предплечья, механизмы приведения-отведения и пронации-супинации, роль мышц в движении. Книга содержит цветные иллюстрации и схемы костей и нервов и поясняет фундаментальные понятия и термины.

УДК 612(084.4)  
ББК 28.707.3

ISBN 978-5-04-113738-0

© Абелева Г.М., перевод, 2008  
© Кишиневский Е.В., перевод, 2008  
© Ивашечкин А.А., перевод на русский язык, 2020  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2020

*Моей жене,  
Моей матери, художнику,  
Моему отцу, хирургу*

# Предисловие

Писать предисловие для 7-го издания «*Физиологии суставов верхних конечностей*» Адальберта Капанджи — это честь для меня. Его труды уже переведены на 11 языков, он, вероятно, является самым читаемым французским медицинским автором.

Новое издание, адресованное широкому кругу читателей, значительно доработано и стало еще более привлекательным благодаря цветным иллюстрациям суставов. Оно будет интересно не только хирургам-ортопедам, являющимся главными читателями, но также большому числу врачей, кинезиотерапевтам, изучающим анатомию, и всем, кого интересует чудесная система шестеренок механики человека и кого привлекает гармония тела.

В течение долгого времени я восхищаюсь работой Адальберта Капанджи. Благодаря своим познаниям в хирургии и биомеханике он модернизировал и оживил традиционную анатомию, привнес в нее функциональную

ясность и научную основу. Наделенный художественным талантом, он сумел проиллюстрировать свои тексты бесчисленными рисунками, которые облегчают понимание и делают обучение более приятным. Именно это принесло ему повсюду признанный просветительский успех.

Адальберт Капанджи создал свой значительный труд в одиночку, без помощи академических или университетских учреждений. Это доказывает, что в области исследований, преподавания и, возможно, в других областях деятельности, где коллективный труд вполне может быть и полезным, ценность его все равно менее значима, чем ценность индивидуума.

**Профессор Рауль Тубьяна**  
Член Академии хирургии  
Основатель Французского общества  
хирургии кисти  
Директор Института кисти  
Почетный президент Международной  
федерации обществ хирургии кисти

# Предисловие к 6-му изданию

Начиная с первого издания, которое было выпущено уже более 40 лет назад, интерес к этой книге со стороны врачей, хирургов, кинезиотерапевтов-реабилитологов, остеопатов не уменьшился. Издание было переведено за границей на 11 языков, не только европейских, но и на японский и корейский...

Надо признать, что издания эволюционируют так же, как технологии издательского дела. Поэтому автору и издателям показалось

разумным взяться за полную переработку этого труда.

Это издание переживет, без сомнения, новое рождение, поскольку появились новые тексты и схемы, они стали цветными, что делает их еще более притягательными.

Итак, мы надеемся, что новое поколение специалистов откроет для себя этот труд, уже успевший стать классическим, общеизвестным и признанным.

# Оглавление

|  |          |   |           |
|--|----------|---|-----------|
| <b>Глава 1. Плечевой пояс</b> . . . . .      | <b>8</b> | Надостная мышца и отведение . . . . .         | 68        |
| Физиология плечевого сустава . . . . .       | 10       | Физиология отведения . . . . .                | 70        |
| Сгибание, разгибание, приведение . . . . .   | 12       | Роль дельтовидной мышцы . . . . .             | 70        |
| Отведение . . . . .                          | 14       | Роль мышц-ротаторов . . . . .                 | 77        |
| Осевая ротация верхней конечности . . . . .  | 16       | Роль надостной мышцы . . . . .                | 72        |
| Движения плечевого пояса                     |          | Три фазы отведения . . . . .                  | 74        |
| в горизонтальной плоскости . . . . .         | 18       | Первая фаза . . . . .                         | 74        |
| Движение вращения . . . . .                  | 20       | Вторая фаза . . . . .                         | 74        |
| Разложение движений плечевого сустава        |          | Третья фаза . . . . .                         | 74        |
| в системе координат . . . . .                | 22       | Три фазы сгибания . . . . .                   | 76        |
| «Парадокс» Кодмана . . . . .                 | 24       | Первая фаза . . . . .                         | 76        |
| Движения для оценки общей функции            |          | Вторая фаза . . . . .                         | 76        |
| плечевого сустава . . . . .                  | 28       | Третья фаза . . . . .                         | 76        |
| Многосуставной комплекс плечевого            |          | Мышцы-ротаторы плеча . . . . .                | 78        |
| пояса . . . . .                              | 30       | Приведение и разгибание . . . . .             | 80        |
| Суставные поверхности плечевого              |          | Метод оценки сгибания и отведения             |           |
| сустава . . . . .                            | 32       | по Гиппократу . . . . .                       | 82        |
| Головка плечевой кости . . . . .             | 32       |   |           |
| Суставная впадина лопатки . . . . .          | 32       |   |           |
| Суставная губа . . . . .                     | 32       |   |           |
| Одновременные центры ротации . . . . .       | 34       | <b>Глава 2. Локтевой сустав</b> . . . . .     | <b>84</b> |
| Капсула и связки плечевого сустава . . . . . | 36       | Флексия и экстензия . . . . .                 | 84        |
| Внутрисуставное расположение сухожилия       |          | Локтевой сустав . . . . .                     | 86        |
| двуглавой мышцы плеча . . . . .              | 38       | Суставные поверхности . . . . .               | 88        |
| Роль плечелопаточной связки . . . . .        | 40       | Дистальный конец плечевой кости . . . . .     | 90        |
| При отведении . . . . .                      | 40       | Связки локтевого сустава . . . . .            | 92        |
| Ротация . . . . .                            | 40       | Головка лучевой кости . . . . .               | 94        |
| Клювовидно-плечевая связка при сгибании      |          | Блок плечевой кости . . . . .                 | 96        |
| и разгибании . . . . .                       | 42       | Тип I, наиболее распространенный . . . . .    | 96        |
| Коаптация суставных поверхностей             |          | Тип II, менее распространенный . . . . .      | 96        |
| под действием околосуставных мышц . . . . .  | 44       | Тип III, очень редкий . . . . .               | 96        |
| Поддельтовидный «сустав» . . . . .           | 46       | Факторы, ограничивающие сгибание              |           |
| Лопаточно-грудной «сустав» . . . . .         | 48       | и разгибание . . . . .                        | 98        |
| Движения в плечевом поясе . . . . .          | 50       | Мышцы-сгибатели локтевого сустава . . . . .   | 100       |
| Истинные движения в лопаточно-грудном        |          | Мышцы-разгибатели локтевого сустава . . . . . | 102       |
| «суставе» . . . . .                          | 52       | Факторы, обеспечивающие соответствие          |           |
| Грудино-ключичный сустав: суставные          |          | суставных поверхностей . . . . .              | 104       |
| поверхности . . . . .                        | 54       | Противодействие продольной тяге . . . . .     | 104       |
| Грудино-ключичный сустав: движения . . . . . | 56       | Противодействие силам вколачивания . . . . .  | 104       |
| Акромиально-ключичный сустав . . . . .       | 58       | Коаптация суставных поверхностей              |           |
| Роль клювовидно-ключичных связок . . . . .   | 62       | при сгибании . . . . .                        | 104       |
| Мышцы, осуществляющие движения               |          | Синдром Эссекса — Лопрести . . . . .          | 104       |
| в плечевом поясе . . . . .                   | 64       | Амплитуда движений в локтевом                 |           |
|  |          | суставе . . . . .                             | 106       |

|  |            |  |            |
|--|------------|--|------------|
| Клинические ориентиры локтевого сустава . . . . .                              | 108        | Движения отведения и приведения . . . . .                      | 158        |
| Эффективность мышц-сгибателей и разгибателей . . . . .                         | 110        | Движения сгибания и разгибания . . . . .                       | 158        |
| Функциональное положение и положение иммобилизации . . . . .                   | 110        | Пассивное сгибание-разгибание . . . . .                        | 158        |
| <b>Глава 3. Пронация-супинация . . . . .</b>                                   | <b>112</b> | Круговые движения . . . . .                                    | 160        |
| Методы изучения пронации-супинации . . . . .                                   | 114        | Суставной комплекс лучезапястного сустава . . . . .            | 162        |
| Значимость пронации-супинации (ротации) . . . . .                              | 116        | лучезапястный сустав . . . . .                                 | 162        |
| Анатомическое строение блока лучевой и локтевой костей . . . . .               | 118        | Связки лучезапястного и среднезапястного суставов . . . . .    | 168        |
| Межкостная мембрана . . . . .  | 120        | Стабилизирующая функция связок . . . . .                       | 172        |
| Функциональная анатомия верхнего лучелоктевого сустава . . . . .               | 124        | Стабилизация во фронтальной плоскости . . . . .                | 172        |
| Функциональная анатомия нижнего лучелоктевого сустава . . . . .                | 126        | Стабилизация в сагиттальной плоскости . . . . .                | 174        |
| Архитектоника и механическое устройство нижнего конца локтевой кости . . . . . | 126        | Динамика лучезапястного сустава . . . . .                      | 176        |
| Эпифиз нижнего конца лучевой кости . . . . .                                   | 128        | Полулунная колонна . . . . .                                   | 176        |
| Движения в верхнем лучелоктевом суставе . . . . .                              | 130        | Ладьевидная колонна . . . . .                                  | 178        |
| Движения в нижнем лучелоктевом суставе . . . . .                               | 132        | Движения ладьевидной кости . . . . .                           | 180        |
| Ось пронации-супинации . . . . .   | 136        | Ладьевидно-полулунная пара . . . . .                           | 182        |
| Лучелоктевые суставы соконгруэнтны . . . . .                                   | 140        | Геометрически переменное запястье . . . . .                    | 184        |
| Мышцы-пронаторы и супинаторы . . . . .   | 142        | Вставочный сегмент . . . . .                                   | 188        |
| Функция супинации . . . . .  | 142        | Динамика приведения-отведения . . . . .                        | 190        |
| Функция пронации . . . . .   | 142        | Динамика сгибания-разгибания . . . . .                         | 192        |
| Почему предплечье состоит из двух костей? . . . . .                            | 144        | Механизм Хэнке . . . . .                                       | 192        |
| Механические нарушения пронации-супинации . . . . .                            | 148        | Передача движения пронации и супинации . . . . .               | 194        |
| Переломы обеих костей предплечья . . . . .                                     | 148        | Запястье можно представить в виде кардана . . . . .            | 194        |
| Вывихи в лучелоктевых суставах . . . . .                                       | 148        | Травматические повреждения . . . . .                           | 198        |
| Эффект относительного укорочения лучевой кости . . . . .                       | 148        | Двигательные мышцы лучезапястного сустава . . . . .            | 200        |
| Функциональное положение и компенсаторные движения . . . . .                   | 152        | Функция мышц лучезапястного сустава . . . . .                  | 202        |
| Функциональное положение предплечья . . . . .                                  | 152        | <b>Глава 5. Кисть . . . . .</b>                                | <b>206</b> |
| Метод официанта . . . . .  | 152        | Роль кисти . . . . .   | 206        |
| <b>Глава 4. Лучезапястный сустав . . . . .</b>                                 | <b>154</b> | Топография кисти . . . . .                                     | 208        |
| Значимость сустава . . . . .   | 154        | Архитектура кисти . . . . .                                    | 212        |
| Движения в лучезапястном суставе . . . . .                                     | 156        | Кости запястья . . . . .                                       | 216        |
| Амплитуда движений в лучезапястном суставе . . . . .                           | 158        | Формирование вогнутости ладони . . . . .                       | 218        |
|  |            | Пястно-фаланговые суставы . . . . .                            | 220        |
|  |            | Связки пястно-фаланговых суставов . . . . .                    | 224        |
|  |            | Амплитуда движений в пястно-фаланговых суставах . . . . .      | 228        |
|  |            | Межфаланговые суставы . . . . .                                | 230        |
|  |            | Каналы и синовиальные влагалища сухожилий сгибателей . . . . . | 234        |
|  |            | Сухожилия длинных сгибателей пальцев . . . . .                 | 238        |

|  |     |  |     |
|--|-----|--|-----|
| Сухожилия разгибателей пальцев . . . . .     | 242 | Мышцы, приводящие в движение                 |     |
| Межкостные мышцы и червеобразные             |     | большой палец . . . . .                      | 298 |
| мышцы . . . . .                              | 246 | Работа внешних мышц большого                 |     |
| Разгибание II–V пальцев . . . . .            | 250 | пальца . . . . .                             | 302 |
| Общий разгибатель пальцев . . . . .          | 250 | Работа внутренней группы тенарных            |     |
| Межкостные мышцы . . . . .                   | 250 | мышц или внутренних сезамовидных             |     |
| Червеобразные мышцы . . . . .                | 252 | мышц . . . . .                               | 304 |
| Деформации кисти и пальцев . . . . .         | 256 | Работа внешней группы тенарных               |     |
| Мышцы возвышения V пальца . . . . .          | 258 | мышц . . . . .                               | 306 |
| Физиологические функции мышц . . . . .       | 258 | Противопоставление большого пальца . . . . . | 308 |
| Большой палец . . . . .                      | 260 | Составляющая пронации . . . . .              | 312 |
| Противопоставление большого пальца . . . . . | 262 | Оппозиция и контрпозиция . . . . .           | 314 |
| Геометрия противопоставления большого        |     | Способы захвата . . . . .                    | 318 |
| пальца . . . . .                             | 266 | Захват . . . . .                             | 318 |
| Трапезие-пястный, или запястно-пястный       |     | Захваты с помощью силы тяжести . . . . .     | 332 |
| сустав . . . . .                             | 268 | Захваты-плюс-действие . . . . .              | 334 |
| Топография суставных поверхностей . . . . .  | 268 | Удары – прикосновение – жест . . . . .       | 336 |
| Коаптация . . . . .                          | 270 | Функциональное положение руки                |     |
| Роль связок . . . . .                        | 272 | и ее иммобилизация . . . . .                 | 338 |
| Геометрия поверхностей . . . . .             | 274 | Ампутированные и воображаемые                |     |
| Вращение вокруг продольной оси . . . . .     | 276 | («фантастические») руки . . . . .            | 342 |
| Движения первой пястной кости . . . . .      | 278 | Моторика и чувствительность верхней          |     |
| Оценка движений первой пястной               |     | конечности . . . . .                         | 344 |
| кости . . . . .                              | 282 | Двигательные тесты и сенсорные области       |     |
| Рентгенография запястно-пястного сустава     |     | верхней конечности . . . . .                 | 346 |
| и система оценки по многоугольной            |     | Пульпа (подушечки) пальцев . . . . .         | 346 |
| (трапезиевидной) кости . . . . .             | 284 | Верхние конечности после перехода            |     |
| Морфологические и функциональные             |     | к прямохождению . . . . .                    | 350 |
| характеристики запястно-пястного             |     | Автоматическое раскачивание верхних          |     |
| сустава . . . . .                            | 286 | конечностей . . . . .                        | 352 |
| Пястно-фаланговый сустав большого            |     | Расширение образа тела благодаря             |     |
| пальца . . . . .                             | 288 | руке . . . . .                               | 354 |
| Движения в пястно-фаланговом суставе         |     | Способность к захвату в эволюции . . . . .   | 356 |
| большого пальца . . . . .                    | 292 | Три двигательных теста руки . . . . .        | 348 |
| Движения наклон/вращение                     |     | Рука человека . . . . .                      | 350 |
| пястно-фалангового сустава . . . . .         | 294 | Алфавитный указатель . . . . .               | 358 |
| Межфаланговый сустав большого                |     | Библиография . . . . .                       | 362 |
| пальца . . . . .                             | 296 | Механическая модель руки . . . . .           | 365 |

Глава 1

# ПЛЕЧЕВОЙ ПОЯС

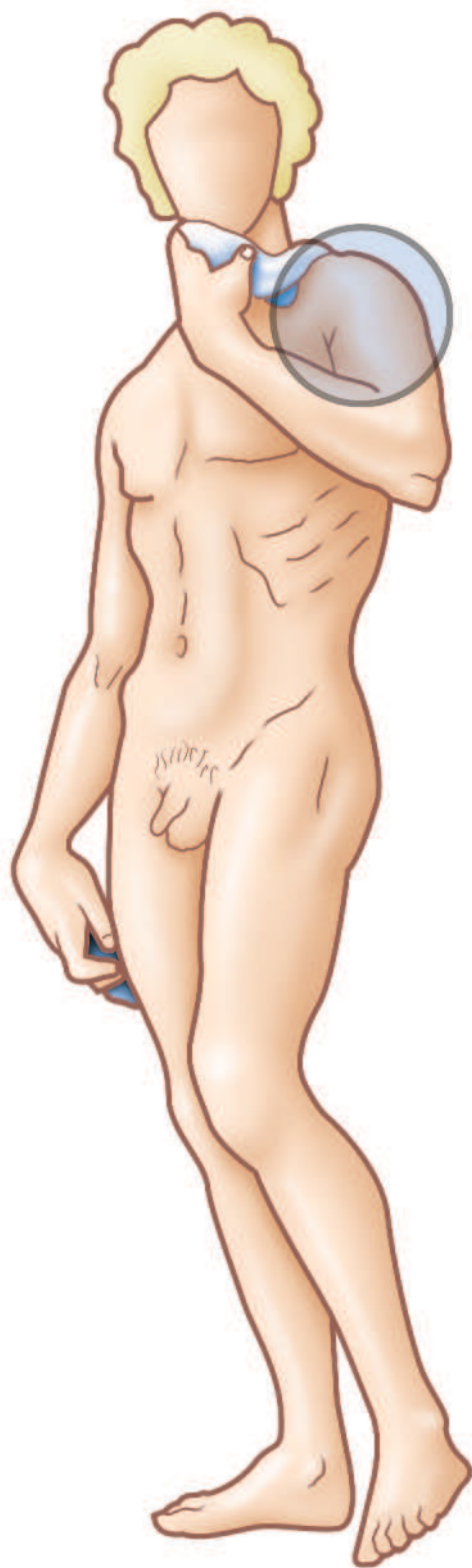


Рис. 1



# Физиология плечевого сустава

Плечевой сустав, или **проксимальный сустав** верхней конечности, — **самый мобильный** из всех суставов человеческого тела (рис. 1).

Он обладает **тремя** степенями свободы, что позволяет верхней конечности совершать движения *в трех плоскостях в пространстве и по отношению к трем основным осям* (рис. 2).

- 1) **Поперечная ось**, лежащая во фронтальной плоскости, контролирует движения сгибания и разгибания, *осуществляемые в сагиттальной плоскости* (рис. 3 и плоскость (А) на рис. 20).
- 2) **Переднезадняя ось**, лежащая в сагиттальной плоскости, контролирует движения отведения (движение верхней конечности по направлению от туловища) и приведения (движение верхней конечности по направлению к туловищу), которые *реализуются во фронтальной плоскости* (рис. 7, 8, 9, 10, а также плоскость (В) на рис. 20).
- 3) **Вертикальная ось**, проходящая через пересечение сагиттальной и фронтальной плоскостей и соответствующая третьей пространственной оси, контролирует движения сгибания и разгибания, *происходящие в горизонтальной плоскости*, когда плечо отведено на 90°, называемой также горизонтальной флексией — экстензией (см. рис. 17, 18, 19 и плоскость (С) на рис. 20).

По отношению к продольной оси **4** (рис. 2) осуществляется наружная и внутренняя ротация плеча и всей верхней конечности:

- *произвольная ротация*, или заместительная ротация МакКоннелла, которая зависит от наличия *третьей степени* свободы движений и может осуществляться только *в шаровидных суставах* с тремя осями (рис. 11, 12, 13); это движение обеспечивается сокращением мышц-ротаторов;
- *автоматическая ротация*, или сочетанная ротация МакКоннелла, которая происходит безо всякого произвольного действия в суставах с двумя и даже тремя осями движения, если в последних используются только две оси. Мы еще вернемся к этому, когда будем рассматривать парадокс Кодмана (стр. 24).

**В нейтральном положении** верхняя конечность свободно свисает вдоль туловища, так что продольная ось плеча **4** совпадает с вертикальной осью **3** верхней конечности. Продольная ось плеча **4** совпадает с поперечной осью **1** при отведении на 90° и с переднезадней осью **2** при сгибании на 90° (рис. 2).

Таким образом, плечевой сустав имеет *три основных оси* и три степени свободы движения. Продольная ось плеча может совпадать с любой из этих осей или занимать любое промежуточное положение, позволяя тем самым наружную или внутреннюю ротацию.

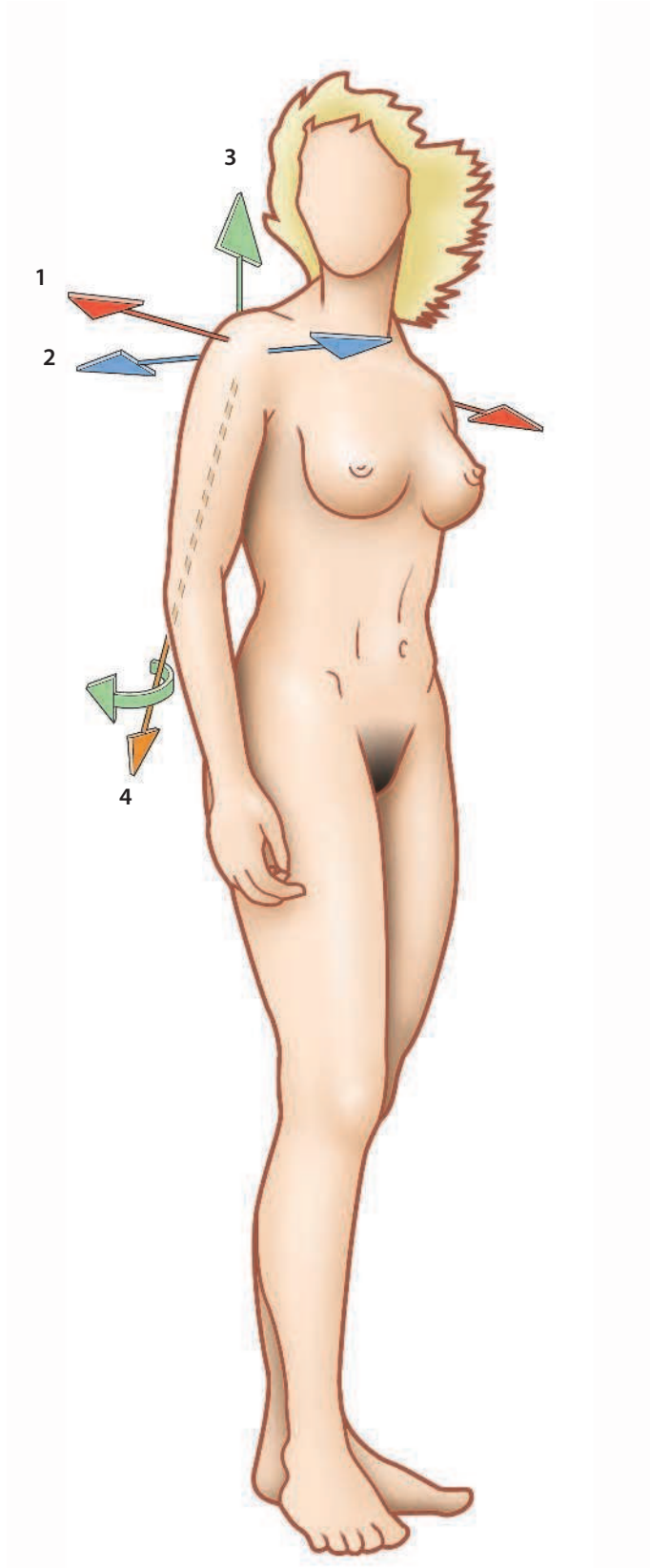


Рис. 2

# Сгибание, разгибание, приведение

Движения сгибания и разгибания (рис. 3, 4, 5, 6) выполняются в сагиттальной плоскости (плоскость А на рис. 20) по отношению к поперечной оси (ось 1, рис. 2):

- **разгибание:** движение с небольшой амплитудой, равной 45–50°;
- **сгибание:** движение с большей амплитудой до 180°; обратите внимание на то, что положение сгибания под углом 180° можно также считать положением отведения на 180°, сочетанным с осевой ротацией (см. парадокс Кодмана).

Часто ошибочно для обозначения сгибания применяется термин антепульсия (приведение органа кпереди во фронтальной плоскости) и термин ретропульсия (отведение органа кзади во фронтальной плоскости) для обозначения разгибания. Эти понятия применимы для определения движения плечевого пояса в горизонтальной

плоскости (рис. 14, 15, 16) и не следует применять эти термины для описания движений верхней конечности в целом.

**Приведение** (рис. 5, 6) во фронтальной плоскости из нейтрального положения (т.е. полного приведения) механически невозможно, так как этому препятствует туловище.

Из нейтрального положения приведение возможно лишь в сочетании

- с разгибанием (рис. 5), при этом приведение крайне незначительно;
- со сгибанием (рис. 6), при этом приведение может достигать 30–45°.

Из положения отведения на любую величину возможно приведение (его также называют «относительным приведением») во фронтальной плоскости до достижения нейтрального положения.

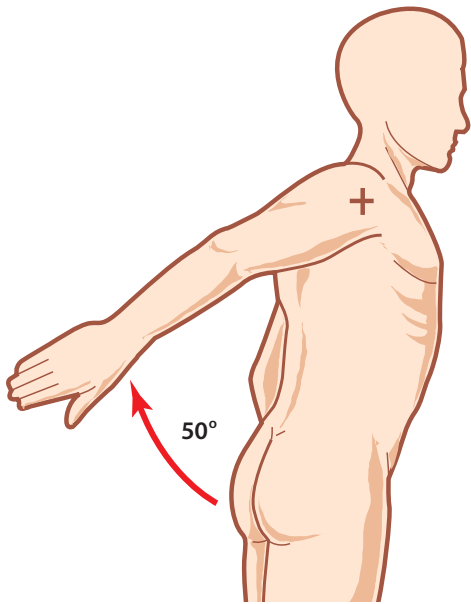


Рис. 3

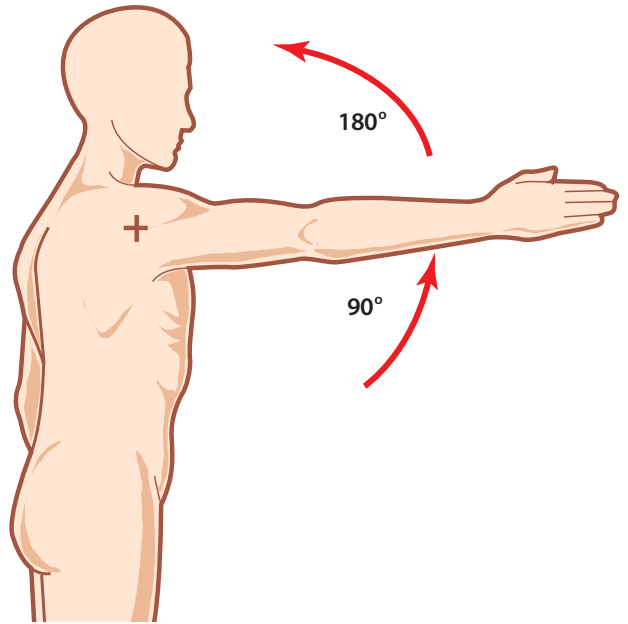


Рис. 4

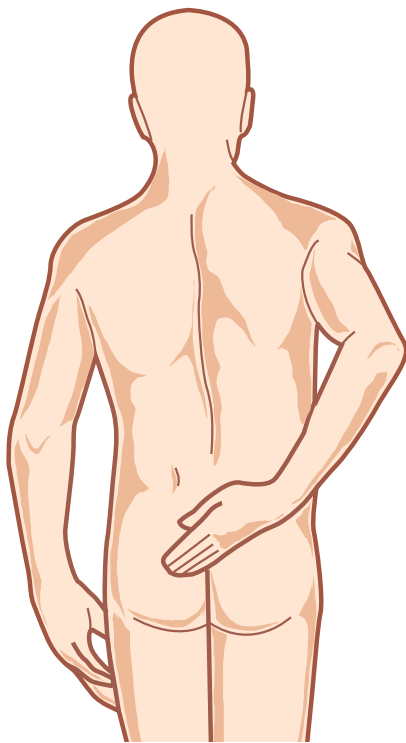


Рис. 5

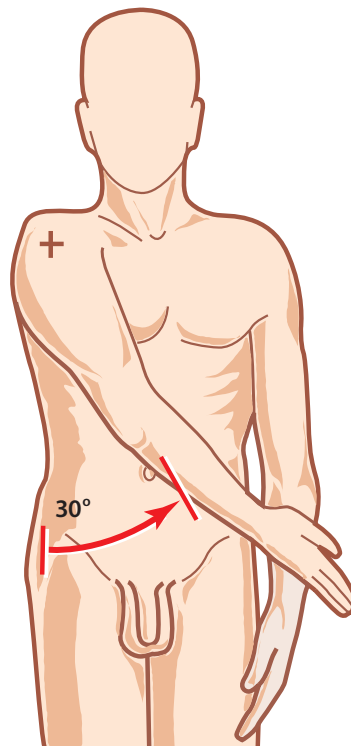


Рис. 6

# Отведение

Отведение (рис. 7, 8, 9, 10), движение верхней конечности по направлению от туловища, происходит **во фронтальной плоскости (плоскость (В) на рис. 20) вокруг переднезадней оси (ось 2, рис. 2)**. При отведении в полном объеме до  $180^\circ$  верхняя конечность принимает вертикальное положение по отношению к корпусу (рис. 10).

**Здесь заслуживают внимания два момента:**

- За пределами  $90^\circ$  движение отведения вновь приближает верхнюю конечность к сагиттальной плоскости тела и становится, строго говоря, приведением.
- Полное отведение на  $180^\circ$  может быть также достигнуто посредством сгибания на  $180^\circ$ .

Что касается мышц и соответствующих движений в суставе, то **отведение**, начинаясь из нейтрального положения (рис. 7), проходит через **три фазы:**

- 1) отведение от  $0$  до  $60^\circ$  (рис. 8), происходящее только в плечевом суставе;
- 2) отведение от  $60$  до  $120^\circ$  (рис. 9), требующее подключения лопаточно-грудного «сустава»;
- 3) отведение от  $120$  до  $180^\circ$  (рис. 10), требующее участия плечевого сустава, лопаточно-грудного «сустава» и наклона туловища в противоположную сторону.

Обратите внимание на то, что чистое отведение, реализуемое исключительно во фронтальной плоскости, параллельной плоскости опоры спины, встречается редко. В противовес этому отведение в сочетании со сгибанием, т.е. поднимание конечности *в плоскости* лопатки под углом  $30^\circ$  кпереди от фронтальной плоскости, выполняется очень часто, например, чтобы поднести кисть ко рту или положить ее на заднюю поверхность шеи. Это положение соответствует положению равновесия мышц плеча (рис. 22).

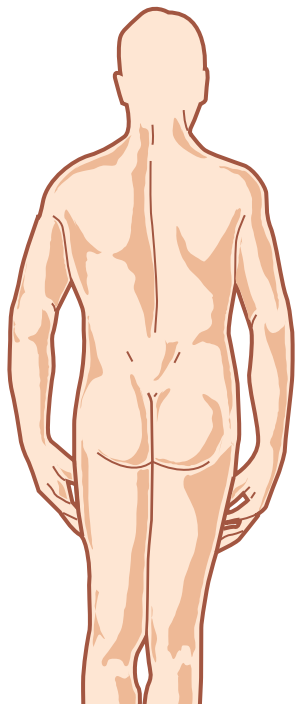


Рис. 7

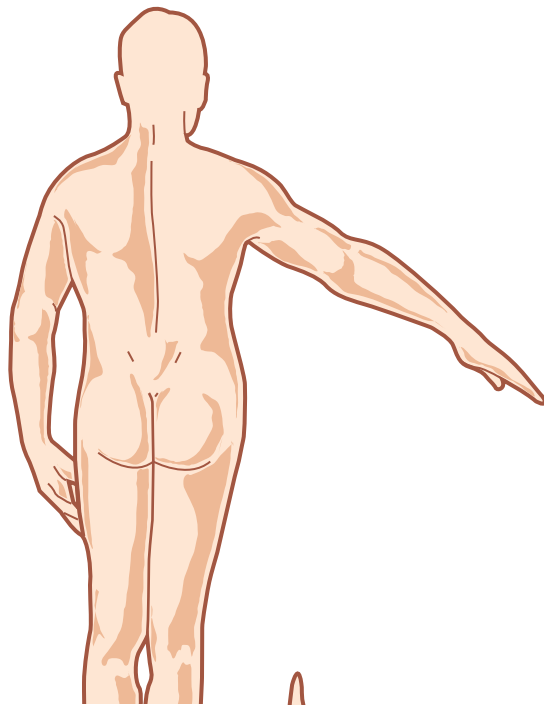


Рис. 8

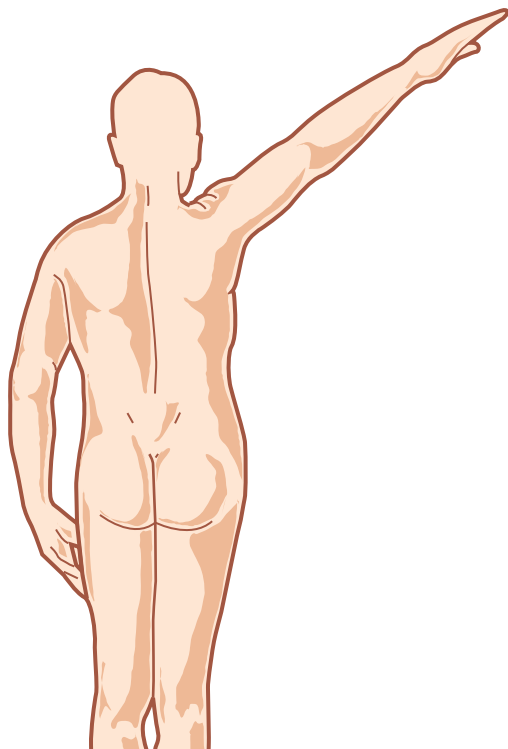


Рис. 9

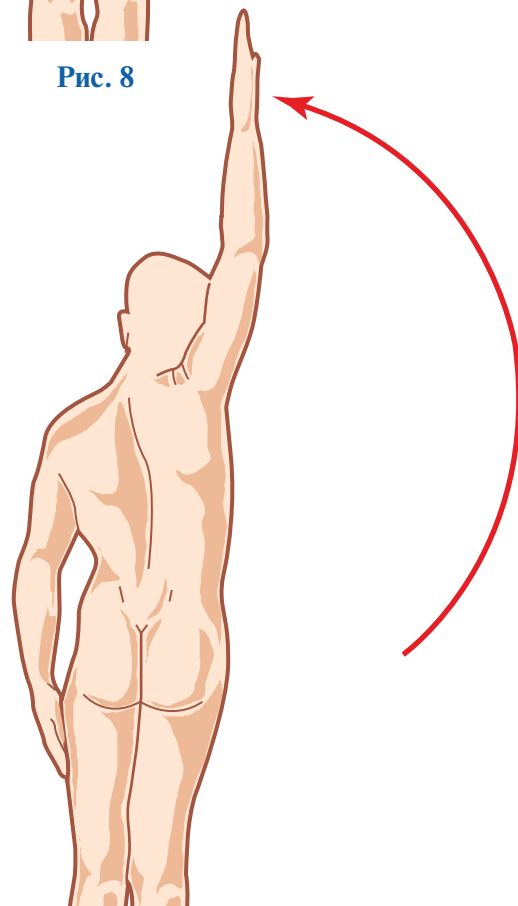


Рис. 10