



*Посвящается:  
Моей жене  
Моей матери, художнику  
Моему отцу, хирургу  
Моему дедушке по материнской линии, механику*

# Содержание

Предисловие .....	9
Предисловие к шестому изданию .....	9

## **Глава 1. Бедро и тазобедренный сустав ..... 10**

Тазобедренный сустав – сустав у основания нижней конечности .....	12
Сгибание в тазобедренном суставе .....	14
Разгибание в тазобедренном суставе .....	16
Отведение в тазобедренном суставе .....	18
Приведение в тазобедренном суставе .....	20
Ротационные движения в тазобедренном суставе .....	22
Круговые движения в тазобедренном суставе .....	24
Ориентация головки бедра и вертлужной впадины .....	26
Взаимоотношения сочленяющихся суставных поверхностей .....	28
Строение бедренной кости и таза .....	30
Губа вертлужной впадины и связка головки бедра .....	34
Суставная капсула тазобедренного сустава .....	36
Связки тазобедренного сустава .....	38
Роль связок в осуществлении сгибания и разгибания .....	40
Роль связок в обеспечении наружной и внутренней ротации .....	42
Роль связок в осуществлении приведения и отведения .....	44
Физиологические функции круглой связки головки бедра .....	46
Коаптация суставных поверхностей тазобедренного сустава .....	48
Мышечные и костные факторы, определяющие стабильность тазобедренного сустава .....	50
Мышцы-сгибатели бедра .....	54
Мышцы-разгибатели бедра .....	56
Отводящие мышцы бедра .....	58
Отведение .....	60
Стабильность таза в поперечном направлении .....	62
Приводящие мышцы .....	64
Наружные ротаторы бедра .....	68
Мышцы-ротаторы бедра .....	70
Изменение действия мышц на обратное .....	72
Последовательное привлечение абдукторов .....	76

## **Глава 2. Коленный сустав ..... 78**

Оси коленного сустава .....	80
Латеральные смещения в коленном суставе .....	82
Движения сгибания и разгибания .....	84
Осевая ротация коленного сустава .....	86
Общее строение нижней конечности и ориентация суставных поверхностей .....	88
Суставные поверхности, участвующие в движениях сгибания и разгибания .....	92
Суставные поверхности при осевой ротации .....	94
Форма мыщелков бедренной и большеберцовой костей .....	96
Факторы, определяющие форму дистального конца бедренной кости .....	98
Движения мыщелков бедра по суставной поверхности большеберцовой кости во время сгибания и разгибания ..	100
Движения мыщелков бедра по суставной поверхности большеберцовой кости во время осевой ротации .....	102
Капсула коленного сустава .....	104
Жировая прокладка, складки и емкость суставной полости .....	106
Мениски коленного сустава .....	108
Движения менисков во время сгибания и разгибания .....	110

Движения менисков при осевой ротации. Повреждения менисков	114
Движения надколенника по отношению к бедренной кости	116
Взаимоотношения между бедренной костью и надколенником	118
Движения надколенника по отношению к большеберцовой кости	120
Коллатеральные связки коленного сустава	122
Стабильность коленного сустава в поперечной плоскости	124
Стабильность коленного сустава в переднезаднем направлении	128
Периферическая защитная система коленного сустава	130
Крестообразные связки коленного сустава	134
Взаимоотношения между суставной капсулой и крестообразными связками	136
Направление крестообразных связок	138
Механическая роль крестообразных связок	140
Ротационная стабильность коленного сустава во время разгибания	146
Обеспечение ротационной стабильности коленного сустава при разгибании	150
Динамическое обследование коленного сустава при внутренней ротации	152
Динамические тесты на повреждение передней крестообразной связки	154
Динамическое исследование коленного сустава при наружной ротации	156
Мышцы-разгибатели голени	158
Физиологические функции прямой мышцы бедра	160
Мышцы-сгибатели голени	162
Мышцы-ротаторы голени	164
Автоматическая ротация в коленном суставе	166
Динамическое равновесие коленного сустава	170

### **Глава 3. Голеностопный сустав ..... 174**

Суставной комплекс стопы	176
Сгибание и разгибание	178
Суставные поверхности голеностопного сустава	180
Связки голеностопного сустава	184
Переднезадняя стабильность голеностопного сустава и факторы, ограничивающие сгибание и разгибание	186
Поперечная стабильность голеностопного сустава	190
Межберцовые сочленения	192
Физиологические функции межберцового сочленения	194
Почему голень состоит из двух костей?	196

### **Глава 4. Суставы стопы ..... 198**

Ротационные движения стопы по продольной оси и боковые движения по поперечной оси	200
Суставные поверхности подтаранного (таранно-пяточного) сустава	202
Подтаранный сустав: конгруэнтность и дисконгруэнтность суставных поверхностей	204
Таранная кость – необычная кость	206
Связки подтаранного сустава	208
Поперечное предплюсневое сочленение и его связки	210
Движения в подтаранном суставе	212
Движения в подтаранном суставе и поперечном предплюсневом сочленении	214
Движения в поперечном предплюсневом сочленении	216
Общее функционирование суставов заднего отдела предплюсны	218
ГетерокINETический универсальный сустав заднего отдела предплюсны	220
Участие связок в инверсии и эверсии стопы	222
Клиновидно-ладьевидный, межклиновидные и предплюсно-плюсневые суставы	224
Движения в переднем отделе предплюсны и предплюсно-плюсневых суставах	226
Разгибание пальцев стопы	228
Анатомические ложа голени	230
Межкостные и червеобразные мышцы	236
Подошвенные мышцы стопы	238
Фиброзные каналы тыльной и подошвенной поверхностей стопы	242

Сгибатели стопы .....	246
Трехглавая мышца голени .....	248
Прочие разгибатели стопы .....	254
Абдукторы-пронаторы стопы: малоберцовые мышцы .....	256
Аддукторы-супинаторы стопы: большеберцовые мышцы .....	258

## **Глава 5. Свод подошвы стопы ..... 260**

Общая архитектура подошвенного свода .....	262
Внутренняя арка .....	264
Наружная арка .....	266
Передняя арка и поперечная дуга стопы .....	268
Распределение сил и статические деформации подошвенного свода .....	270
Архитектурное равновесие стопы .....	272
Динамические изменения арок стопы при ходьбе .....	274
Динамические изменения, связанные с наклоном голени по отношению к стопе при ее наклоне кнутри .....	276
Динамические изменения, связанные с наклоном голени по отношению к стопе при ее наклоне кнаружи .....	278
Адаптация подошвенного свода к плоскости опоры .....	280
Полая (вогнутая, клешнеобразная) стопа .....	282
Плоская стопа .....	286
Дисбаланс передней арки .....	288
Типы стоп .....	290

## **Глава 6. Биомеханика ходьбы ..... 292**

Переход к прямохождению .....	294
Чудо прямохождения .....	296
Начальный и последующие шаги .....	298
Колеблющийся шаг .....	300
Развитие шага .....	302
Шаг .....	304
Колебательные движения таза .....	306
Наклоны таза .....	308
Поворот туловища .....	310
Колебания верхних конечностей .....	312
Мышцы, участвующие в ходьбе .....	314
Мышечные цепи и бег .....	316
Различные виды ходьбы и прыжков .....	318
Военные марши и танцы .....	320
Ходьба... Это свобода! .....	322

## **Дополнительные материалы ..... 324**

Нервы нижней конечности .....	324
Чувствительные зоны нижней конечности .....	326
Некоторые анатомические термины .....	328
Библиография .....	330
Алфавитный указатель .....	333
Механические модели суставов .....	335
Рекомендации .....	335
Изготовление моделей .....	335
Модель 1 .....	339
Модель 2 .....	339
Модель 3 .....	340
Модель 4 .....	342

# Предисловие

«Посмотри у Капанджи, поймешь!»

Кто из моего поколения или последующих мог так просто отослать своего молодого коллегу к литературному источнику, не проводя долгих часов над книгой? Для понимания симптоматики, клинических методов исследования или операции знание анатомии и механизма работы тела человека, описанное в «Функциональной анатомии» Капанджи, является фундаментом нашей профессии.

Следуя великим анатомам, незаменимым, но иногда довольно сложным для понимания, Адальберт Капанджи в первых же своих брошюрах смог привнести новое измерение в понимание, а главное, в изучение функциональной анатомии. Все становится простым, ясным, и читателю даже кажется, что он стал немного умнее!

Спасибо, Адальберт, все может показаться простым, когда гений скрыт за осуществлением замысла!

Кто-то может возразить по поводу гениальности Капанджи, но совершенно точно Адальберт – энцикло-

педист. Эта книга вышла после томов, посвященных верхней конечности и позвоночнику. Гений – возможно, но опирающийся на совершенство жеста, будь то линия рисунка или элегантность и эффективность работы хирурга. Гений – возможно, но одаренный богатым воображением, связанным с хирургической работой или объяснением анатомии и функциональности: «почему» и «как».

В конце концов, при ближайшем рассмотрении Капанджи – гений, не покорившийся времени.

Подтверждаю, что этому новому изданию, дополненному и доработанному еще более, чем предыдущие, должно быть выделено место в библиотеке любого, кто интересуется движением: студента или практикующего врача, хирурга, ревматолога, физиотерапевта, специалиста по восстановительной медицине, так же как и терапевтов, работающих с опорно-двигательным аппаратом.

**Профессор Тьерри Жюдэ**

# Предисловие к шестому изданию

С этим шестым изданием второго тома «Функциональной анатомии» заканчивается доработка и обновление всех трех томов, вышедших по поводу данной темы у Капанджи.

Добавление цвета во все схемы представляет собой огромную работу, проведенную автором и осуществленную благодаря компьютерным технологиям. Теперь рисунки стали более выразительными и наглядными. Доработан и текст предыдущего издания.

Новое издание включает в себя множество добавлений и улучшений к уже существовавшим главам, появились и совершенно новые главы, такие как «Биомеханика ходьбы» и «Цветная схема нервов нижней конечности».

Продолжая идею «объемных схем», автор снабдил книгу приложениями, позволяющими читателю самому создать объемные модели. По сути, это настоящая работа биомеханика. Некоторые модели, слишком сложные, были удалены или упрощены, другие добавлены. Последнее нововведение заключается в том, что название «Физиология суставов» нам показалось не-

достаточно полным. Теперь мы предпочитаем называть эту серию «Функциональная анатомия», поскольку со времени первой публикации в 1965 году главы, посвященные функциональной анатомии, дополнили все книги по чистой анатомии. Таким образом, совершенно естественно, что функциональная анатомия занимает отведенное ей место и ее изучают не только мануальные врачи, но и все студенты-медики, практикующие врачи, хирурги, которые желают углубить свои знания, касающиеся функционирования опорно-двигательного аппарата.

Это новое издание представляет собой тщательно исправленную и улучшенную версию исходного текста, а также содержит восемь новых страниц, посвященных эластичности ахиллова сухожилия, центру тяжести беременной женщины, дополнительную информацию о полушаге, раскачивании верхних конечностей и различных видах походки, простой и маршированию, а также прыжках. Эта обновленная книга должна освежить интерес читателя.

## Глава 1

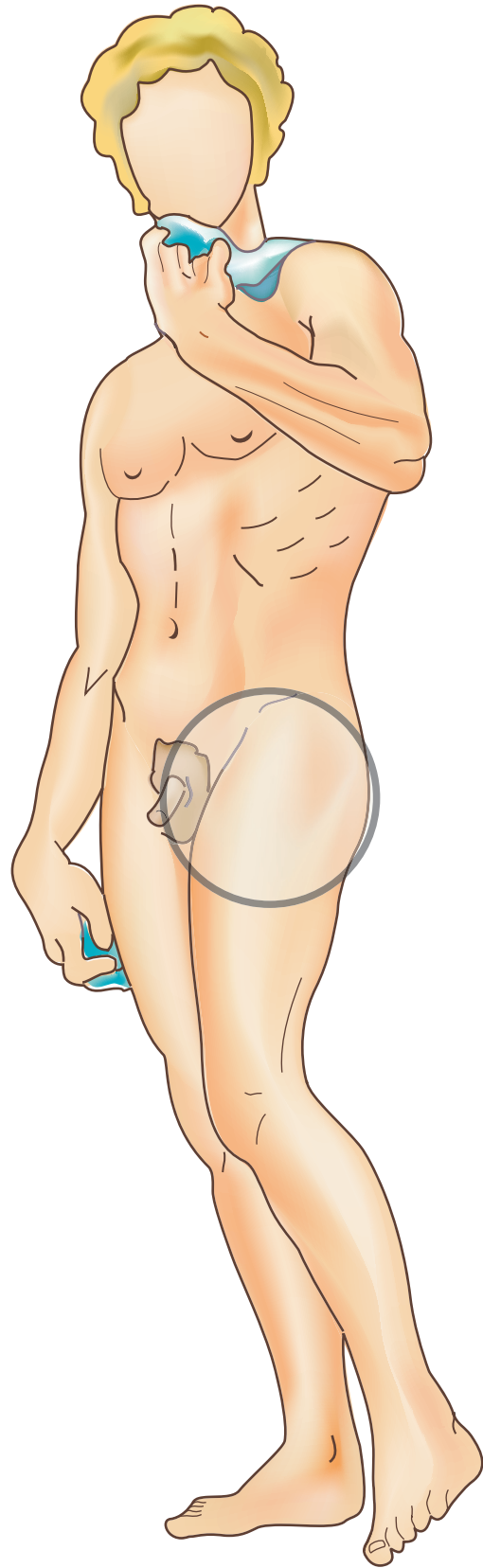
# БЕДРО. ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ

При переходе от четвероногого хождения к двуногому бедро, которое составляло проксимальный сустав задней конечности, стало основой сустава нижней конечности, а проксимальный сустав передней конечности – плечевой – стал суставом верхней конечности. **Верхняя конечность** потеряла свою функцию опоры и локомоции (совокупность согласованных движений, посредством которых живое существо перемещается в пространстве), чтобы превратиться в **подвешенную конечность**, главной задачей которой благодаря развитой кисти стало **хватание**. Так верхняя конечность стала незаменимой опорой для кисти.

В то же время **нижняя конечность** сохранила свою локомотивную функцию и таким образом оказалась единственной **несущей и передвигающей конечностью**. Бедро в одиночку обеспечивает поддержание всего туловища как в статичном положении, так и в движении. Эта несущая функция глубочайшим образом изменила строение бедра.

В то время как плечо является функциональным суставным комплексом, **бедренный, или тазобедренный, сустав** самостоятельно обеспечивает **ориентацию и поддержку** нижней конечности. В связи с этим он имеет меньшую амплитуду движения, что в некоторой степени компенсируется подвижностью пояс-

ничного отдела позвоночника. Но, с другой стороны, тазобедренный сустав является наиболее стабильным из всех суставов, вывихнуть его сложнее всего. Это объясняется его функцией поддержания всего туловища и перемещения человека (локомоции). Именно с бедренного сустава началась эра *суставных протезов*, которые изменили хирургию опорно-двигательного аппарата. Этот сустав кажется наиболее простым для моделирования, поскольку форма его суставных поверхностей очень близка к сферической. Однако до сих пор возникает множество вопросов о размерах сферы; природе материала, используемого для изготовления протеза; величине коэффициента трения, сопротивления истиранию, возможной токсичности стершейся поверхности протеза, а главное – способе крепления протеза к живой кости: надо ли *герметично фиксировать* с помощью цемента или нет? (Некоторые протезы могут вторично фиксироваться благодаря реабилитации, адаптации собственных суставных поверхностей организма (*там возможно врастание костной ткани в пористую поверхность протеза. И за счет этого вторичная фиксация.* – Прим. ред.). Поэтому наибольшее количество исследований и разработок моделей проводится именно в области разработки протеза бедренного сустава.





# Тазобедренный сустав – сустав у основания нижней конечности

Тазобедренный сустав – это **проксимальный сустав нижней конечности**. Будучи расположенным у ее основания, он позволяет конечности *занимать любое положение в пространстве*. Тазобедренный сустав имеет три оси и три степени свободы движений (рис. 1):

- **поперечную ось ХОХ'**, лежащую во *фронтальной плоскости*, вокруг которой осуществляются движения **сгибания – разгибания**;
- **сагиттальную ось УОУ'**, лежащую в *переднезадней плоскости* и проходящую через центр **О** сустава; вокруг этой оси происходят движения **приведения – отведения**;
- **вертикальную ось ОZ**, совпадающую с *продольной осью нижней конечности ОR*, когда тазобедренный сустав находится в «выпрямленном» положении. Вокруг нее происходят **вращения** нижней конечности **внутри и наружу**.

Движения бедра осуществляются с помощью одного-единственного тазобедренного сустава. Это энартроз – *шаровидный сустав* со значительной степенью замыкания. В этом отношении он существенно

отличается от плечевого сустава – настоящего суставного комплекса, в котором лопаточно-плечевой сустав также является энартрозом, но более открытым и обладающим большей амплитудой движения за счет меньшей устойчивости.

Объем движений в тазобедренном суставе более ограничен, что отчасти удается компенсировать за счет подвижности поясничного отдела позвоночника. Этот недостаток компенсируется большой стабильностью сустава.

Тазобедренный сустав работает по типу *компрессии*, поскольку должен выдержать вес всего туловища, тогда как плечевой сустав занят элонгацией – вытягиванием.

Хоть тазобедренный сустав и имеет три оси и три степени свободы движений, как плечевой, однако он не обеспечивает большой амплитуды движения, особенно в отведении (абдукции). Поэтому мы не можем наблюдать в тазобедренном суставе феномена, равного парадоксу Кодмана в плечевом суставе. Этот псевдопарадокс (см. том 1) не существует для нижней конечности.

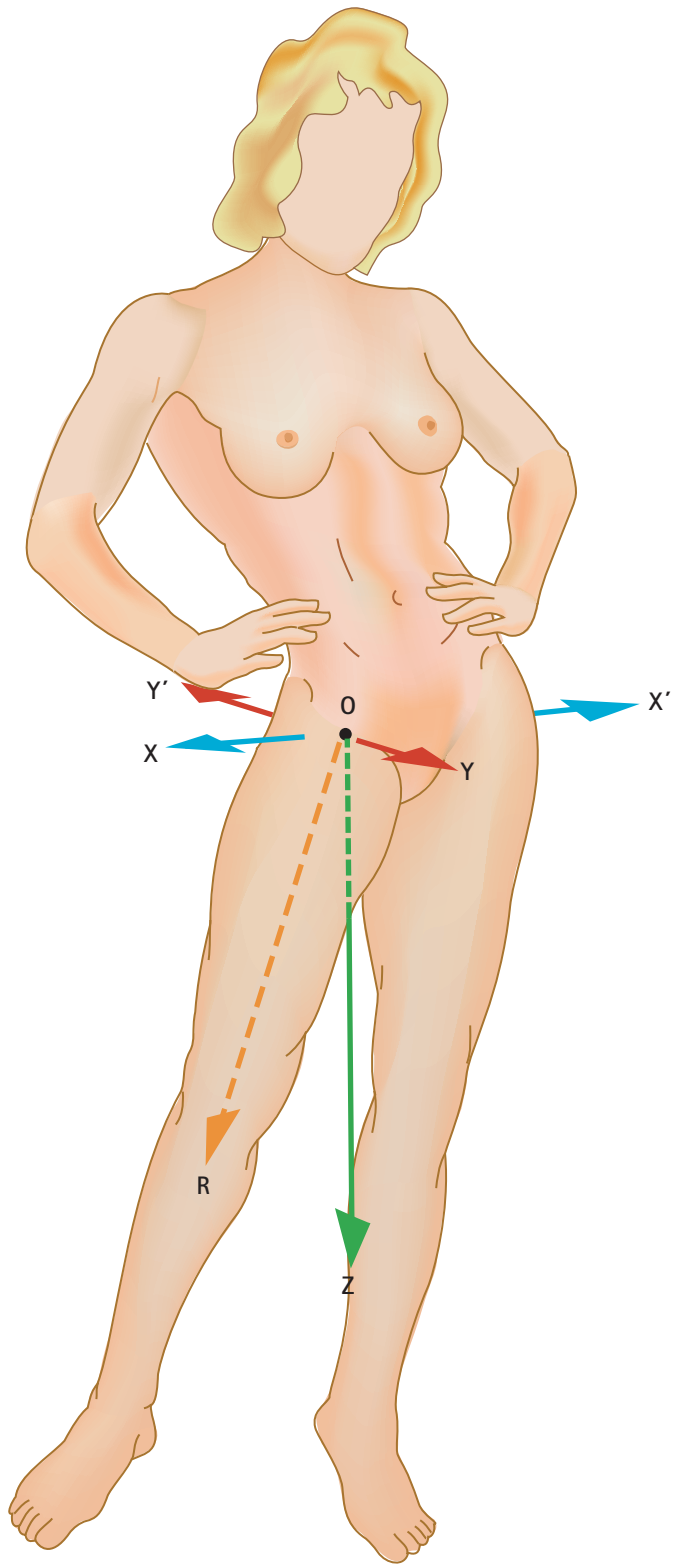


Рис. 1

# Сгибание в тазобедренном суставе

Сгибание в тазобедренном суставе – это движение, при котором передняя поверхность бедра приближается к туловищу и вся нижняя конечность оказывается расположенной впереди от фронтальной плоскости, проходящей через сустав.

**Амплитуда сгибания** зависит от следующих условий.

- В целом амплитуда **активного сгибания** бедра меньше пассивного. *Положение коленного сустава* также влияет на амплитуду сгибания: при *разогнутом* коленном суставе (рис. 2) сгибание в тазобедренном суставе достигает только 90°, а при *согнутом* (рис. 3) может доходить до 120° и даже более.
- Амплитуда **пассивного сгибания** в тазобедренном суставе всегда превышает 120°, но она также зависит от положения коленного сустава. При *разогнутом* коленном суставе (рис. 4) амплитуда пассивного сгибания в тазобедренном суставе отчетливо меньше, чем при *согнутом* (рис. 5). В последнем случае амплитуда превышает 140°, и бедро почти касается грудной клетки. Далее будет показано (см. стр. 163), как сгибание колена при расслаблении сгибателей голени обеспечивает увеличение амплитуды сгибания в тазобедренном суставе.
- При осуществлении пассивного сгибания в **обоих тазобедренных суставах** при согнутых коленных (рис. 6) передние поверхности бедер приходят в контакт с грудной клеткой. Это оказывается возможным потому, что сгибание бедер сочетается с *наклоном таза кзади* вследствие уплощения поясничного лордоза (показано стрелкой).

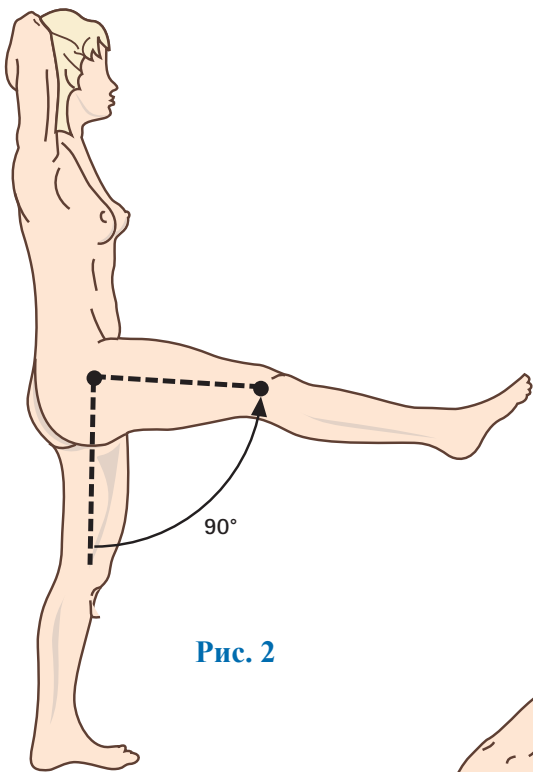


Рис. 2

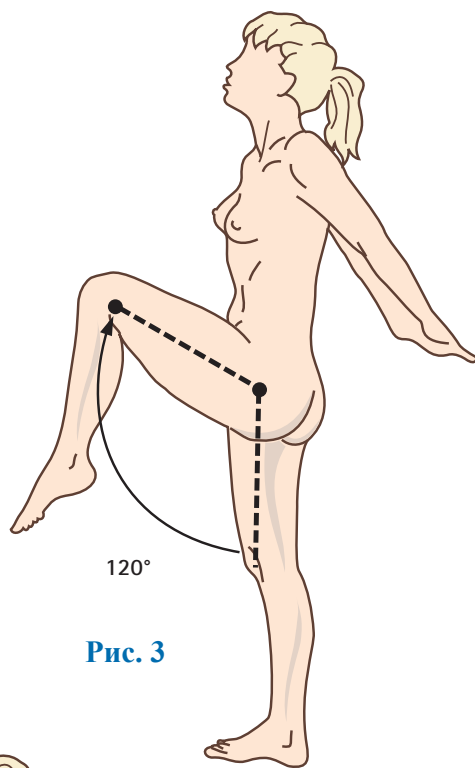


Рис. 3

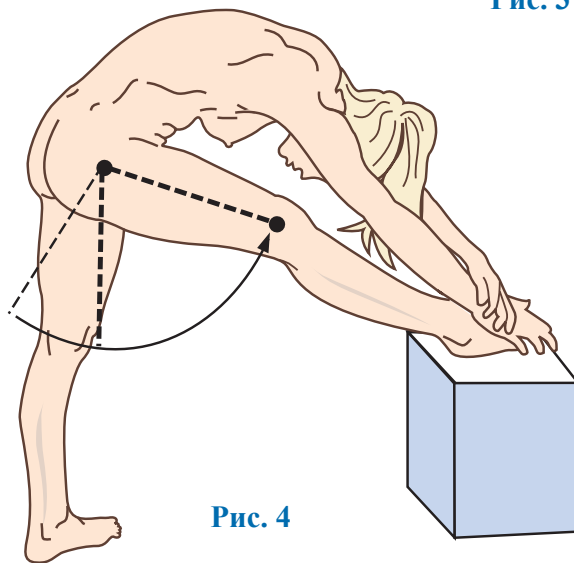


Рис. 4

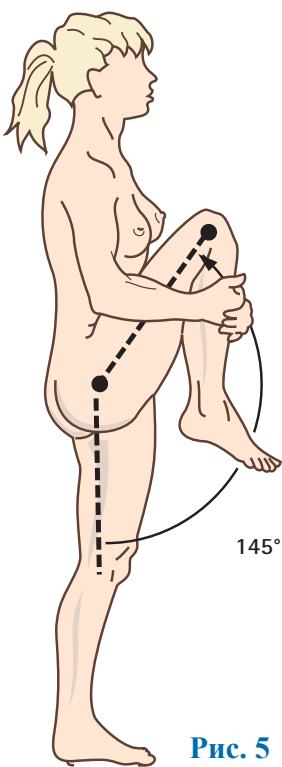


Рис. 5

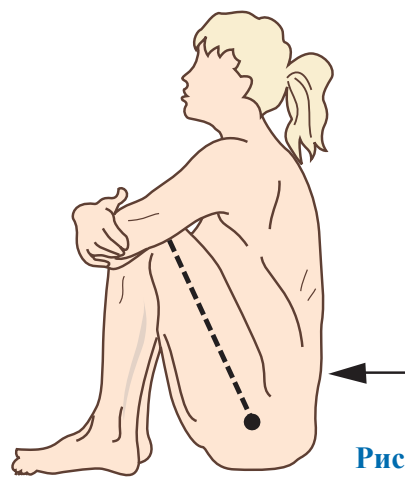


Рис. 6

# Разгибание в тазобедренном суставе

При разгибании в тазобедренном суставе нижняя конечность отведена кзади от фронтальной плоскости. Амплитуда разгибания бедра намного меньше амплитуды сгибания и ограничена натяжением подвздошно-бедренной связки (см. стр. 38).

**Активное разгибание** осуществляется в меньшем объеме, чем пассивное. При разогнутом коленном суставе (рис. 7) оно возможно в большем объеме ( $20^\circ$ ), чем при согнутом (рис. 8). Это происходит потому, что сгибатели голени менее эффективны в качестве разгибателей бедра, поскольку их сокращение в основном ориентировано на сгибание коленного сустава (см. стр. 163). **Пассивное разгибание** достигает  $20^\circ$  при наклоне кпереди (рис. 9) и доходит до  $30^\circ$  при тяге рукой той же стороны за стопу по направлению к спине (рис. 10).

Обратите внимание на то, что амплитуда разгибания в тазобедренном суставе существенно увеличивается при наклоне таза вперед благодаря *поясничному лордозу*. Участие поясничного отдела позвоночника

в разгибании тазобедренного сустава можно измерить (рис. 7 и 8) как угол между вертикальным (показано тонким пунктиром) и «прямым» положением бедра (показано толстым пунктиром). «Прямое» положение легко определить, поскольку угол между таким положением бедра и линией, соединяющей центр тазобедренного сустава и передневерхнюю ость подвздошной кости, постоянен (но имеет индивидуальные различия, поскольку *зависит от формы таза*, т.е. от его наклона кпереди или кзади). Приводимые амплитуды характеризуют движения «обычного» нетренированного человека. При *тренировке* они существенно возрастают. Балерины, например, делают *упагат* (рис. 11) в воздухе, что оказывается возможным благодаря повышенной эластичности подвздошно-бедренной связки. Однако здесь стоит отметить, что они компенсируют недостаточное разгибание находящейся сзади конечности весьма значительным наклоном таза кпереди.

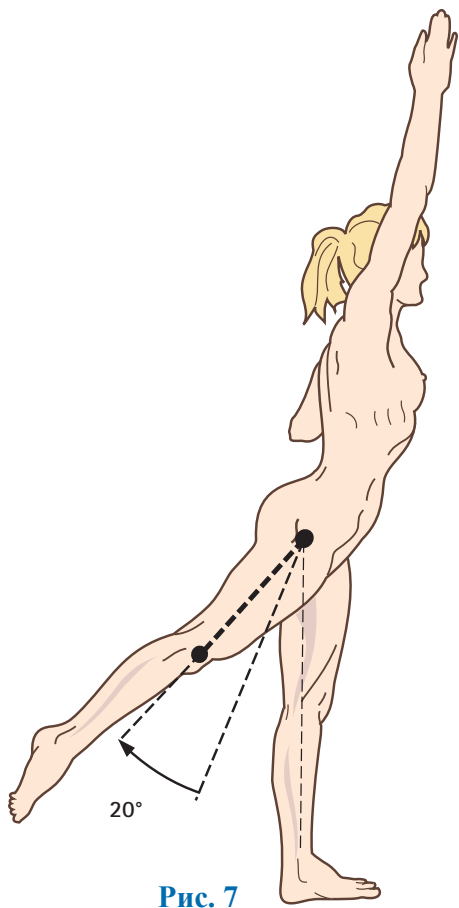


Рис. 7

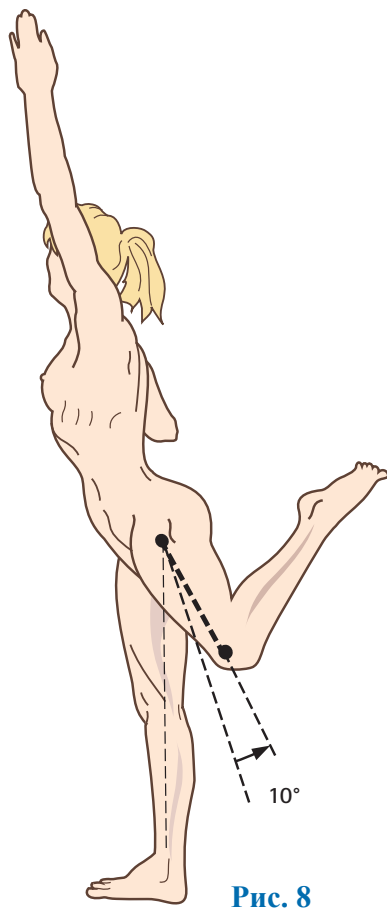


Рис. 8

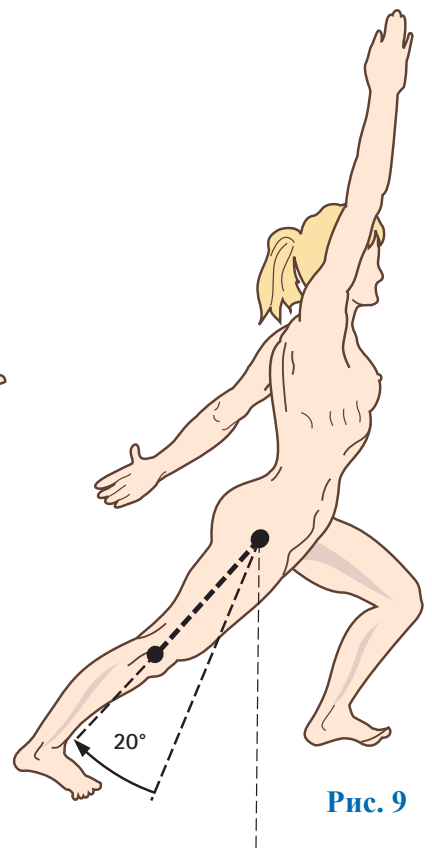


Рис. 9

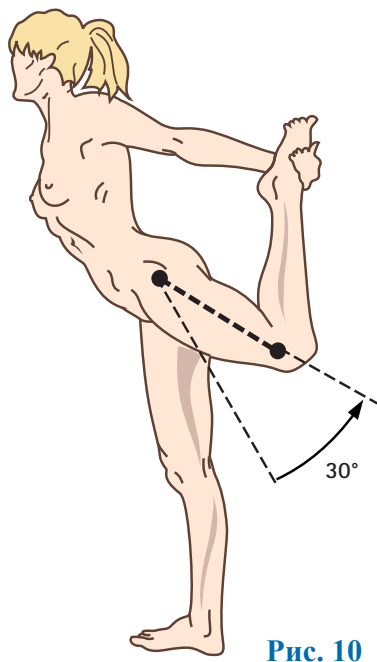


Рис. 10

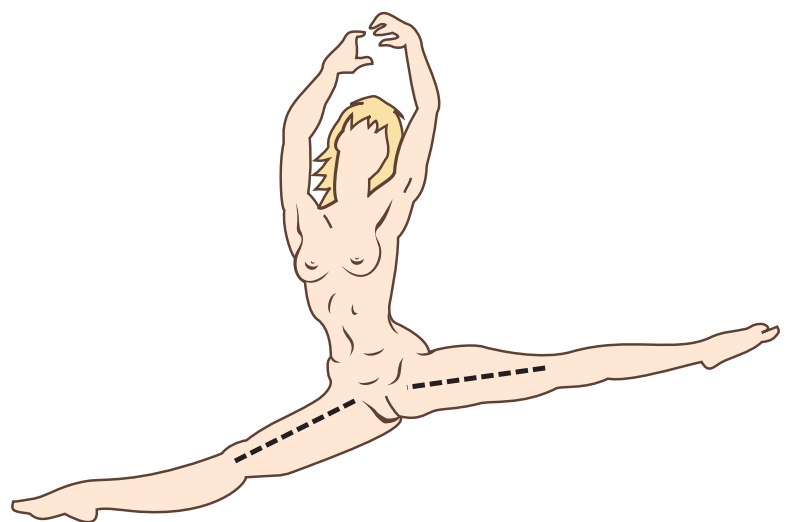


Рис. 11

## Отведение в тазобедренном суставе

Отведение – движение нижней конечности *кнаружи* и удаление ее *от оси симметрии* тела.

Теоретически возможно выполнить **отведение в одном тазобедренном суставе**, но на практике за отведением конечности в одном тазобедренном суставе автоматически следует такое же отведение в другом. Это становится очевидным при превышении  $30^\circ$  отведения (рис. 12), когда становится заметным *наклон таза* благодаря наклону линии, соединяющей крестцово-поясничные ямки (которые соответствуют проекции на кожу задних и верхних подвздошных остей). Если мысленно провести продольные оси нижних конечностей, они пересекутся на линии симметрии таза. Это показывает, что в данном положении каждая нижняя конечность отведена на  $15^\circ$ .

Когда **отведение достигает максимума** (рис. 13), угол между нижними конечностями становится прямым. Здесь опять происходит симметричное отведение в обоих тазобедренных суставах – до  $45^\circ$  в каждом. Заметьте, что в этом случае таз наклонен на  $45^\circ$  к горизонтальной плоскости и «смотрит» в сторону опорной конечности. Позвоночник в целом

компенсирует этот наклон таза, наклоняясь к опорной стороне. Таким образом, и здесь *позвоночник принимает участие* в движениях тазобедренного сустава.

Степень отведения бедра контролируется контактом его шейки с краем вертлужной впадины (см. стр. 37); но еще раньше данное движение обычно ограничивается натяжением приводящих мышц, а также подвздошно-бедренной и лобково-бедренной связок (см. стр. 44).

*Тренировка* может существенно увеличить максимальный объем отведения бедра. Например, у балерин амплитуда *активного* отведения в воздухе достигает  $120^\circ$  (рис. 14) –  $130^\circ$  (рис. 15). *Пассивное* отведение при шпагате в стороны у тренированных людей (рис. 16) может достигать  $180^\circ$ . Но, по существу, это уже не чистое отведение, поскольку для того чтобы расслабить подвздошно-бедренные связки, таз наклоняется кпереди (рис. 17), а поясничный отдел позвоночника приходит в положение гиперлордоза (*показано стрелкой*), что позволяет отведение и сгибание в тазобедренном суставе.