

# Спортивная травма плеча

*Под редакцией*  
Леннарда Фанка,  
Майка Уолтона,  
Адама Уоттса,  
Майкла Хэйтона,  
Чи Ю Нга

*Перевод с английского под редакцией*  
профессора С.В. Архипова



Москва  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
«ГЭОТАР-Медиа»  
2023

---

# Оглавление

Предисловие к изданию на русском языке .....	7
Участники издания .....	9
Список сокращений и условных обозначений .....	11
<b>Глава 1.</b> Клиническая анатомия и биомеханика «плеча спортсмена» ( <i>Джулио Мария Маркеджани Муччиоли, Карбоне Джузеппе, Грасси Альберто, Заффаньини Стефано и Маркаччи Маурилио</i> ).....	12
<b>Глава 2.</b> Травмы плеча, связанные с подъемом и напряжением анатомических сегментов верхней конечности спортсменов над головой ( <i>Терухиса Михата</i> ) .....	24
<b>Глава 3.</b> Травмы плеча у спортсменов в контактных видах спорта ( <i>Сонджун Лим и Леннард Фанк</i> ) .....	40
<b>Глава 4.</b> Дискинезия лопатки у спортсменов ( <i>В. Бен Киблер и Аарон Цисция</i> ) .....	53
<b>Глава 5.</b> Травмы вращательной манжеты у спортсменов ( <i>Джошуа А. Гринспун, Максимилиан Петри, Санджив Бхатия и Питер Дж. Миллетт</i> ).....	73
<b>Глава 6.</b> Травмы капсулолабрального комплекса плеча у спортсменов ( <i>Джин Ён Пак и Джэ Хён Ли</i> ) .....	85
<b>Глава 7.</b> Травматическая потеря костной ткани гленоида у спортсменов ( <i>Дипак Н. Бхатия и Джо Ф. Де Бир</i> ) .....	98
<b>Глава 8.</b> Травмы акромиально-ключичного сустава ( <i>Леннард Фанк и Мохамед А. Имам</i> ).....	106
<b>Глава 9.</b> Грудино-ключичный сустав ( <i>Грэм Титерли-Стронг, Элизабет Пиндер и Муирис Кеннеди</i> ).....	122
<b>Глава 10.</b> Переломы ключицы ( <i>Дэвид Копас и Майкл Уолтон</i> ) .....	138
<b>Глава 11.</b> Артрит плечевой кости у спортсменов ( <i>Питер А. Д'Алессандро и Эндрю Л. Уоллес</i> ) .....	152

---

<b>Глава 12.</b> Разрывы большой грудной мышцы ( <i>Усман Батт и Пунит Монга</i> ).....	167
<b>Глава 13.</b> Принципы спортивной реабилитации ( <i>Ян Хорсли</i> ) .....	172
Рекомендованная литература .....	183
Предметный указатель.....	184

---

# Клиническая анатомия и биомеханика «плеча спортсмена»

## Глава 1

Джулио Мария Маркеджани Муччиоли, Карбоне Джузеппе,  
Грасси Альберто, Заффаньини Стефано и Маркаччи Маурилио

---

### Ключевые аспекты обучения

- Плечевой сустав — самый подвижный сустав в человеческом теле, являющийся в то же время наиболее нестабильным суставом.
- Сила и стабильность сустава сильно зависят как от статических, так и от динамических факторов.
- Конституциональная уязвимость подвижности сустава способствует широкой амплитуде движений в нескольких плоскостях и может иметь важное значение при профессиональных занятиях спортом.
- Мышцы лопаточно-грудного сустава переводят потенциальную энергию туловища в кинетическую энергию плеча. Лопатка — ключевое звено в кинетической цепи между туловищем и плечом.

---

## 1.1. Вступление

Плечевой комплекс представляет собой объединение 5 суставов, 8 связок и 30 мышц, работающих вместе для достижения необходимого положения руки в пространстве. Плечевой комплекс является наиболее подвижным в человеческом теле ценой огромной нестабильности [1].

Движение в плечевом суставе можно описать через анатомические системы координат. Внутренние и внешние вращения — это движения в поперечной плоскости, как вращение вокруг длинной оси плечевой кости; отведение и приведение — движения во фронтальной плоскости; сгибание и разгибание — движения в сагиттальной плоскости. Более того, плечевой сустав может перемещаться в переднезаднем, верхнем-нижнем и медиально-латеральном направлениях. Комбинация простейших движений

создает окружность, описываемую как сложное круговое движение, траектория которого представляет собой неправильный конус с вершиной, сосредоточенной на плечевом суставе.

Такой большой диапазон движений возможен благодаря сбалансированному и синхронизированному взаимодействию между статическими и активными стабилизаторами. К статическим стабилизаторам относятся: костные, хрящевые, капсульные и связочные структуры. К активным стабилизаторам относятся: мышцы (как плечевые, так и лопаточно-грудные) и межнейронная обратная связь между капсульной и связочной структурой и мышцами.

Между обычной подвижностью и патологической нестабильностью существует незначительное разграничение.

Подвижность, определяемая как бессимптомное перемещение головки плечевой кости по гленоиду, может иметь важное значение для достижения хороших спортивных результатов, особенно в видах спорта, требующих движения плеча в широком диапазоне. Нестабильность плеча определяется как отклонение от нормы, связанное с функциональным дефицитом и такими симптомами, как боль и стеснение в движениях.

У спортсменов нестабильность плечевого сустава может возникнуть из-за постоянной травматизации, связанной с чрезмерной нагрузкой, или после острых травм. В любом случае, нестабильность плеча как результат травмы или дефицита нормальных плечевых стабилизаторов часто компенсирована за счет нервно-мышечного аппарата. Если он не функционирует должным образом вследствие свежего или хронического повреждения, то в этом случае развивается нестабильность плечевого сустава.

---

## 1.2. Статические стабилизаторы

Статические стабилизаторы включают кости, хрящи, капсулу и вакуумный эффект. Статические стабилизаторы могут быть разделены на костные стабилизаторы (головка плечевой кости и гленоид) и стабилизаторы мягких тканей (суставная губа, плечевые связки и суставная капсула, интервал вращения, отрицательное внутрикапсульное давление, адгезионно-когезионный механизм и акромиально-ключичное сочленение). Они удерживают головку плечевой кости в суставе в состоянии покоя.

### 1.2.1. Костные стабилизаторы

Головка плечевой кости вариабельна по форме и размеру: она развернута по направлению кзади в среднем на  $19^\circ$  (диапазон от  $9^\circ$  до  $31^\circ$ ) и наклонена в среднем на  $41^\circ$  (диапазон  $34-47^\circ$ ). Радиус головки в среднем составляет 23 мм (диапазон 17–28 мм), а смещение центра головки проходит медиально и кзади, что в среднем составляет 7 мм (диапазон 4–12 мм) и 2 мм (диапазон 1–8 мм) соответственно [2], (рис. 1.1, см. цв. вклейку). Головка плечевой

кости покрыта слоем гиалинового суставного хряща; конец суставной поверхности переходит в анатомическую шейку — костное образование, служащее переходом от хряща капсулы сустава к сухожилию. Латерально от анатомической шейки большой и маленький бугорки являются точкой прикрепления сухожилий вращательной манжеты, ограничивают двуглавую борозду и помогающие удерживать двуглавую мышцу плеча на месте.

Гленоид — это мелкая впадина, удерживающая головку плечевой кости, ее средняя глубина составляет 2,5 мм в переднезаднем направлении и 9 мм в верхне-нижнем направлении. Гленоид развернут назад в среднем на  $1,2^\circ$  (в диапазоне от  $9,5^\circ$  в направлении вперед и до  $10,5^\circ$  в направлении назад) и наклонен по направлению вверх в среднем на  $5^\circ$  (в диапазоне от  $7^\circ$  в передне-нижнем направлении до  $15,8^\circ$  в направлении кверху) [3]. Фридман и соавт. представили результаты исследования [4], которые показали, что радиус самого изгиба больше, чем радиус головки плечевой кости у 93% обследованных; у остальных суставная головка и головка плечевой кости были с одинаковым радиусом изгиба.

Только максимум 30% суставной поверхности плечевой кости соединяется с суставной поверхностью суставной впадины в любой момент времени [5]; необходимо помнить о подобных статических и динамических ограничениях мягких тканей для устойчивости плеча. Соотношение соединения поверхности плечевой кости с суставной поверхностью гленоида показывает плоскостное соотношение между головкой плечевой кости и гленоидом: это результат деления между максимальным диаметром суставной впадины и максимальным диаметром головки плечевой кости. Для разных плоскостей она разная: 0,75 в сагиттальной плоскости и 0,6 — в корональной плоскости [6].

Все костные характеристики влияют на стабильность, тем не менее изменения в анатомии костей могут приводить к нестабильности плечевого сустава. Чрезмерная ретроверсия (разворот кзади) гленоида может быть редким случаем задней нестабильности, но в большинстве случаев это всего лишь сопутствующий фактор.

Наиболее серьезные костные поражения, которые приводят к нестабильности плечевого сустава, возникают после травм и затрагивают передне-нижний край гленоида и заднебоковую часть головки плечевой кости, называемые соответственно костным поражением Банкарта и поражением Хилла—Сакса, (рис. 1.2, см. цв. вклейку).

Костные поражения Банкарта становятся значительными, когда они охватывают более 20% длины суставной впадины и могут рецидивировать, несмотря на правильное восстановление мягких тканей; если костное поражение Банкарта охватывает более 50% длины суставной впадины, устойчивость плеча снижается более чем на 30% [7]. Костные поражения Банкарта классифицируются по методу Bigliani et al. [8]: тип I — отрывной перелом со смещением с прикрепленной капсулой; тип II — медиально смещенный фрагмент, неправильно соединенный с краем гленоида; тип III — эрозия края гленоида до 25% (III A) и более 25% (III B). Если костный фрагмент

присутствует, он будет реабсорбирован в течение года [9]. Метод PICO<sup>1</sup>, предложенный Baudi et al. [10], может быть использован для расчета костного дефицита, вызванного костным повреждением Банкарта. Для этого необходима мультипланарная компьютерная томография с реконструкцией обоих плечевых суставов и их дефектов с расчетом соотношения между поверхностью поврежденного и неповрежденного суставов.

Дефект Хилла—Сакса — это импрессионный (вдавленный) перелом, возникающий после одного или нескольких травматических вывихов передней части плечевой кости и затрагивающий заднебоковую суставную поверхность головки плечевой кости (рис. 1.3, см. цв. вклейку). Небольшие дефекты Хилла—Сакса не влияют на стабильность сустава. Степень влияния на нестабильность плеча зависит от размера дефекта и его расположения. По размеру дефекты Хилла—Сакса классифицируются как легкие ( $2 \times 0,3$  см), умеренно тяжелые ( $4 \times 0,5$  см) и тяжелые ( $>4 \times 0,5$  см) [11]. Кроме того, Буркхарт и Де Бир (Burkhart and De Beer) [12] классифицировали дефекты в соответствии с их направлением как вовлекающие или не вовлекающие (импрессионные переломы, которые распространяются на область контакта между суставными поверхностями плечевого сустава во время отведения, внешней ротации и разгибания, имеют более высокий риск зацепления). Естественно, риск вовлечения выше, если суставная поверхность уменьшена.

Артроскопическая классификация поражений Хилла—Сакса автором Calandra et al. [13] может использоваться для определения 3 типов дефектов: степень I — дефект, не затрагивающий субхондральную кость; степень II — дефект, затрагивающий субхондральную кость, степень III — дефект, широко поражающий субхондральную кость. Подобные, но зеркальные поражения возникают при задней травматической нестабильности: задний край гленоида может быть сломан после острого травматического вывиха или поврежден после повторных подвывихов (обратное костное поражение Банкарта) [14], а головка плечевой кости может быть сломана на передней суставной поверхности (обратный дефект Хилла—Сакса, или дефект МакЛафлина) [15]. Обратные дефекты Хилла—Сакса могут взаимодействовать во время приведения, сгибания и вращения внутрь, если они распространяются в зону контакта между суставными поверхностями во время любого из движений [16].

---

<sup>1</sup> PICO (англ.) — аббревиатура, расшифровываемая как Patient Problem — Проблема пациента, Intervention — Вмешательство, Comparison Control — Контроль, Outcome — Исход. Таким образом, данную аббревиатуру можно перевести как ПВКИ. По сути, это инструмент (своего рода шкала), широко применяющийся в доказательной медицине, позволяющий пошагово идентифицировать и спланировать процесс помощи по какой-либо медицинской проблеме. Широко применяется в различных отраслях медицины, направлен на систематизацию анамнестических данных и систематизацию процесса помощи пациентам, контроля данной помощи и определению итогов или ожиданий от помощи. В контексте данной книги PICO — метод обследования, предложенный Бауди и направленный на оценку костных дефицитов при передней нестабильности плеча. Здесь и далее примечания переводчика. (Примеч. ред.).

Говоря о костных стабилизаторах, важно подчеркнуть, что концепция суставного следа — это определяемая область контакта между гленоидом и головкой плечевой кости, созданная смещением суставной впадины от инферомедиальной к заднебоковой части задней суставной поверхности головки плечевой кости, когда рука движется с максимальной внешней ротацией, происходит разгибание и отведение. Ширина этой области составляет 84% от ширины суставной впадины, поэтому любая потеря суставной поверхности сустава (как при костных поражениях Банкарта) сильно влияет на ширину суставной дорожки. Суставной след (суставная дорожка) влияет на риск возникновения дефекта Хилла–Сакса: если потеря костной ткани в головке плечевой кости остается в пределах суставной дорожки, нет никаких опасений, что дефект Хилла–Сакса перекрывает край гленоида. Напротив, если поражение Хилла–Сакса простирается за медиальный край суставной дорожки, риск вовлечения возрастает в соответствии с расположением дефекта [17, 18].

### 1.2.2. Статические стабилизаторы — мягкие ткани

Мягкие ткани как статические стабилизаторы включают суставную губу, плечевую капсулу, плечевые связки, ротаторный промежуток, отрицательное внутрикапсульное давление и адгезивно-когезивный механизм.

Суставная губа представляет собой кольцо треугольного сечения вокруг краев суставной впадины, с которой она соединена волокнистым хрящом и фиброзной костью. Верхняя половина суставной губы более подвижна, чем нижняя половина, прочно соединенная с краем гленоида. Ее верхняя граница сходится с началом длинных головок бицепсов. Работа суставной губы заключается в том, чтобы сделать суставную впадину глубже, увеличить площадь контакта и конгруэнтность, создать эффект всасывания, функционировать как область прикрепления капсульно-связочных структур и помогать мышцам сжимать головку плечевой кости внутри суставной впадины. Суставная губа действует на головку плечевой кости как поршень: потеря суставной губы уменьшает глубину суставной впадины более чем на 50%, снижая стабильность [19].

Существуют различные виды дефектов верхней губы, и очень важно не путать разрывы с анатомическими вариантами, не требующими хирургического вмешательства, такими как сублабральное отверстие, связанное со средней плечевой связкой в виде шнура или менисковидной губой [20] (рис. 1.4 см. цв. вклейку).

Наиболее частым повреждением верхней части суставной губы, обнаруживаемым более чем в 90% случаев травматической передней нестабильности [21], является дефект Банкарта. Он определяется как отслойка передне-нижнего отдела верхней части губы и прикрепленной к ней части нижней плечевой связки. Несмотря на частоту этого явления, его нельзя рассматривать как отдельную причину нестабильности, поскольку сопутствующая пластическая деформация должна вызывать определенную нестабильность [22]. Грин и Кристенсен (Green and Christensen) [23] классифицировали поражения Банкарта на 5 артроскопических типов: тип 1 относится ко всей



губе; тип 2 — простая отслойка губы без других значительных повреждений; тип 3 — внутрисуставной разрыв верхней губы; типы 4 и 5 — сложные разрывы со значительной или полной дегенерацией нижней плечевой связки. Данная классификация имеет прогностическое значение: типы 4 и 5 имеют все шансы (87%) нормализации нестабильности после артроскопической процедуры Банкарта.

Еще один дефект, который вовлекает передненижний аспект губы, — передний отрыв губосвязочной надкостничной манжеты (ALPSA, англ. Anterior Labroligamentous Periosteal Sleeve Avulsion): передний губосвязочный комплекс сворачивается в виде манжеты и смещается медиально и ниже шейки гленоида [24]. Дефекты типа ALPSA, вероятно, несут более высокий риск повторного вывиха, чем несмещенные разрывы Банкарта, поскольку нормальный амортизатор и капсула, которые стабилизируют переднюю часть плеча, смещены, а передняя часть гленоида лишена капсулы и верхней губы.

Зеркальные поражения могут быть определены для задней части верхней губы следующим образом: дефект, обратный дефекту Банкарта, включает заднюю губу и заднюю группу нижней плечевой связки [25]; а (POLPSA, англ. Posterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion) — это задний отрыв периостальной суставной губы с плечелопаточной связкой вращательной манжеты, который в хроническом случае может перерасти в дефект Беннета (внесуставной кальцификат вдоль задней нижней части шейки гленоида рядом с задней связкой плечевой связки) [26]. Дефект, обратный дефекту Банкарта, довольно часто встречается у спортсменов, в частности, занимающихся контактными видами спорта, например регби, и его частота составляет 20% по результатам артроскопических исследований у 142 элитных игроков-регбистов [27]. Механизм травмы может быть связан с прямым ударом по передней и боковой сторонам плеча при приведении руки. Редкий механизм травмы — удар сзади по руке во время удержания спортивных предметов [28].

В случае, когда в травме задействована верхняя часть губы, очень распространенным поражением у спортсменов, выполняющих метание над головой, является разрыв передней и задневерхней частей суставной губы (SLAP, англ. Superior Labrum Anterior and Posterior), описанный впервые Snyder et al. [29]. Повреждения SLAP возникают во время конечной фазы замедления броска из-за силы тяги, которая создается во время прилегания головки бицепса к суставной губе. Снайдер (Snyder) разделил разрывы SLAP на 4 различных типа: типы II и IV являются наиболее важными для определения нестабильности, поскольку они затрагивают как верхнюю часть суставной губы, так и длинную головку двуглавой мышцы, что приводит к увеличению общего диапазона движений, особенно при переднезаднем, верхнем и нижнем перемещении конечности. Более того, поражения SLAP часто встречаются у спортсменов, занимающихся контактными видами спорта. Фанк и Сноу [30] сообщали о 35% случаев разрывов SLAP, диагностированных при артроскопии плеча у 51 игрока в регби.

Капсульно-связочные аппараты включают суставную капсулу, средняя толщина которой составляет 5 мм, и плечелопаточные связки (верхняя,

средняя и нижняя), расположенные в области утолщения капсулы (рис. 1.5, см. цв. вклейку). Эти структуры привлекли большое внимание, и многие посмертные анатомические и препаратные кадаверные и клинические исследования делали попытку прояснить их анатомические и биомеханические характеристики, а также их связь с динамическими стабилизаторами.

Конституциональная особенность подвижности способствует широкоамплитудным движениям во многих плоскостях и может иметь важное значение для достижения хороших спортивных результатов. С другой стороны, растяжение капсулы сустава отмечается совместно с дефектом Банкарта, и оно присутствует у 28% пациентов с рецидивирующей передней нестабильностью [31].

Плечелопаточные связки работают при максимальных диапазонах движений, когда они участвуют в напряжении, а также при средних степенях вращений. Когда они расслаблены, стабильность зависит от активности вращательной манжеты и длинных головок двуглавой мышцы (бицепсов), которые сжимают головку плечевой кости внутри суставной впадины.

Верхняя и средняя плечелопаточные связки вместе с клювовидно-плечевой связкой, длинной головкой двуглавой мышцы и тонким слоем капсулы помогают сформировать ротаторный промежуток, и о них будет подробно рассказано ниже.

Нижняя плечелопаточная связка, которую правильно называть комплексом нижней плечевой связки, состоит из 3 частей: двух более толстых пластин на передней и задней частях и более тонкой подмышечной впадины, имеющей канатоподобную структуру. Во время отведения, внешней ротации и разгибания комплекс нижней плечевой связки перемещается кпереди, ограничивая перемещение головки плечевой кости кпереди (рис. 1.6, см. цв. вклейку).

С другой стороны, во время приведения, сгибания и внутреннего вращения комплекс нижней плечевой связки смещается назад, образуя ограничение для заднего перемещения. Комплекс нижней плечевой связки претерпевает первичную пластическую деформацию во время начала дислокации, но повреждение, как правило, становится более серьезным после нескольких эпизодов [32]. Он (комплекс нижней плечевой связки) может быть поврежден чаще в месте прикрепления гленоида (передненижний край гленоида), а также в средней части или в месте прикрепления плечевой кости [33]. Сообщается о частоте отрыва нижней плечелопаточной связки от анатомической шейки плечевой кости (HAGL<sup>1</sup>, англ. Humeral Avulsion Glenohumeral Ligament) до 10%, но они часто остаются незамеченными во время диагностики [34].

---

<sup>1</sup> **HAGL (Humeral Avulsion Glenohumeral Ligament).** Наиболее распространенный перевод данного типа повреждения на русский язык: отрыв нижней плечелопаточной связки от анатомической шейки плечевой кости [источник на русском языке: «Магнитно-резонансная томография в диагностике нестабильности плечевого сустава (лекция)», А.В. Брюханов, ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет». Акронима от самого определения на русском языке найдено не было, поэтому для удобства оставлен акроним на английском языке. (Примеч. ред.).

Обычно растяжение суставной капсулы отмечается вместе с дефектом Банкарта, и оно присутствует у 28% пациентов с рецидивирующей передней нестабильностью [31]. Задний отдел суставной капсулы также может быть поврежден, поскольку рецидивирующие задние подвывихи или вывихи вызывают сокращение капсулы и увеличивают объем сустава, что приводит к задней нестабильности. Сокращение суставной капсулы, как по передней поверхности, так и по нижней и задней, является очень частой находкой при атравматической разнонаправленной нестабильности.

Ротаторный интервал представляет собой треугольное пространство с медиальным основанием и латеральной вершиной, границами которого являются каракоидный отросток лопатки медиально, длинная головка двуглавой мышцы и ее бороздка латерально, верхние волокна подлопаточной мышцы снизу и передние волокна надостной мышцы сверху. Ротаторный интервал состоит из клювовидно-плечевой связки, а также более глубоких верхних и средних плечевых связок, даже если вклад средней плечевой связки относительно variabelен (в различных исследованиях сообщалось о ее отсутствии, в 10–40% случаев). Обычно он больше у мужчин, чем у женщин, и становится меньше при внутреннем вращении. Это важный нижний стабилизатор, и его недостаточность может быть клинически оценена при выявлении симптома борозды. Дефект ротаторного интервала может быть небольшим каналом или может достигать большего размера, что значительно влияет на нижнюю стабильность [35].

Отрицательное внутрикапсульное давление играет значительную роль в стабилизации плечевого сустава. Внутрикапсульное давление составляет около 42 мм рт. ст., и оно действует особенно тогда, когда мышцы вращательной манжеты не сокращены, а плечелопаточные связки и структура суставной капсулы не находятся в напряжении. Снижение внутрикапсульного отрицательного давления проявляется в виде дополнительного переднего приведения; этот фактор может быть незначительным, когда мышцы сокращаются и капсульно-связочные структуры находятся в напряжении, особенно у спортсменов [36].

Кроме того, синовиальная жидкость генерирует механизм адгезии-когезии: когда две влажные поверхности суставного хряща, такие, как головка плечевой кости и гленоид, входят в контакт друг с другом, это создает адгезионно-когезионную связь, которая обеспечивает стабильность плечевого сустава [37]. Присасывающий эффект суставной губы, отрицательное внутрикапсульное давление и механизм адгезии-когезии — это три механизма, обеспечивающие эффект вакуума.

Акромиально-ключичное сочленение (АКС) образовано комплексом связок (коническая, трапециевидная и акромиально-ключичная капсульная связка), которые стабилизируют акромиально-ключичный сустав (рис. 1.7, см. цв. вклейку). Коническая и трапециевидная связки прикрепляются от дистального отдела ключицы к каракоидному отростку лопатки. АКС помогает предотвратить чрезмерное перемещение плеча вверх. Акромиально-ключичный вывих до 3-го типа по Роквуду (Rockwood) может потребовать хирургического

вмешательства с хорошими результатами даже у спортсменов [39], поскольку он вызывает боль и функциональные ограничения [38].

### 1.3. Динамические стабилизаторы

К динамическим стабилизаторам относятся мышцы и проприоцепция. Мышцы вращательной манжеты прижимают головку плечевой кости к поверхности гленоида и стягивают капсульно-связочные структуры, которые непосредственно прикрепляются к сухожилиям вращательной манжеты. Вращатели лопатки позволяют суставу изменять свою ориентацию таким образом, чтобы следовать за головкой плечевой кости во время движения. Длинная головка двуглавой мышцы и плечелопаточный ритм усиливают этот механизм.

#### 1.3.1. Проприоцепция

Было продемонстрировано, что капсула плечевого сустава имеет множество механорецепторов, особенно в переднем и нижнем отделах. При отведении и внешнем вращении эти механорецепторы активируются, когда головка плечевой кости входит в контакт с капсулой, посылая сигнал стабилизирующим мышцам плеча, обеспечивая удержание и устойчивость головки плечевой кости [40]. Более того, существует тесная взаимосвязь между плечевой связкой и мышцами вращательной манжеты, так как сокращение мышц действует как предварительное или дополнительное напряжение для капсульной связки. Фактически нестабильность также может быть результатом несогласованного сокращения вращательной манжеты, особенно у атлетов, занимающихся видами спорта с необходимостью напрягать руки за головой, поскольку манжета действует как важный замедлитель смещения кпереди [41].

#### 1.3.2. Мышцы вращательной манжеты

Вращательная манжета состоит из четырех мышц (подлопаточной, надостной, подостной и малой круглой), которые берут начало от лопатки и прикрепляются к головке плечевой кости.

Подлопаточная мышца начинается на передней поверхности лопатки и прикрепляется к внутреннему отделу малой бугристости; надостная мышца берет начало от ямки до лопаточной ости и входит на переднюю грань большей бугристости; подостная мышца берет начало в ямке под позвоночником и вставляется в среднюю фасетку большого бугорка; малая круглая мышца начинается от латерального края лопатки и прикрепляется к задней грани большей бугристости.

Мышцы вращательной манжеты обеспечивают значительную стабильность плечевого сустава, почти прижимая головку плечевой кости к гленоиду (рис. 1.8, см. цв. вклейку). Wuelker et al. [42] показали, что уменьшение силы мышц вращательной манжеты на 50% привело к увеличению переднего

смещения головки плечевой кости почти на 50% в ответ на внешнюю нагрузку во всех положениях плечевого сустава. Подлопаточная мышца обеспечивает переднюю стабильность, когда рука находится в нейтральном положении, но в меньшей степени, когда рука отводится [43]. Подостная мышца и малая круглая мышца действуют вместе, чтобы уменьшить нагрузку на передненижнюю плечевую связку при отведении и внешнем вращении [44].

Повреждения вращательной манжеты могут произойти после единичного травматического события или на фоне дегенерации из-за чрезмерного напряжения, когда происходит подъем головки плечевой кости во время отведения и, в случае массивных поражений, чрезмерное смещение кпереди. Дегенерация вращательной манжеты может происходить из-за внешнего или внутреннего удара. Внешний удар возникает из-за нетипичного контакта между корako-акромиальной дугой и верхней поверхностью вращательной манжеты. Внутренний удар, определяемый как нетипичный контакт между суставной поверхностью вращательной манжеты и задневерхним краем гленоида, часто встречается у спортсменов тех дисциплин, при которых идет напряжение на плечевые суставы во время поднятия рук за голову. Это может привести к разрыву вращательной манжеты и верхней губы. Происхождение внутреннего удара широко обсуждается, и его связывают с передней микронеустойчивостью и плотностью задней капсулы; другие исследователи подчеркивают, что задненижняя капсулярная контрактура приводит к задневерхней неустойчивости и отслаиванию верхнего отдела суставной губы и разрыву вращательной манжеты [45].

### **1.3.3. Длинная головка бицепса**

Длинная головка бицепса является вторичным стабилизатором, ее роль преобладает, если сосуществуют вращательная манжета или капсульно-связочная недостаточность. Это сухожилие, отходящее от супрагленоидного бугорка и проходящее через двуглавую борозду, действует как передний стабилизатор при внутреннем вращении и задний стабилизатор при внешнем вращении; во время поздней фазы нагрузки при броске длинной головкой бицепса снижается смещение кпереди, помогая предотвратить чрезмерное перекручивание плечевого сустава при вращении со сгибанием локтя. Эти концепции могут объяснить, почему поражения типа II или IV очень распространены у спортсменов, занимающихся метанием, и почему гипертрофические сухожилия обнаруживаются у пациентов с недостаточной вращательной манжетой [46].

### **1.3.4. Мышцы лопаточно-грудного сустава**

К мышцам-вращателям лопатки относятся трапецевидные, ромбовидные, широчайшие мышцы спины, передняя зубчатая мышца и мышца, поднимающая лопатку. Лопаточно-грудной сустав образован скользящей поверхностью между передней поверхностью лопатки и грудной клеткой. Скоординированное движение между лопаточно-грудным суставом и плечевым

суставом было определено Кодманом (Codman) как «лопаточный ритм» [5]. Соотношение между движением плечевого и лопаточно-грудного суставов составляет примерно 2:1, но оно выше при меньших градусах и более низкое при экстремально низких градусах вращения [47, 48]. Мышцы лопаточно-грудного сустава передают потенциальную энергию туловища кинетической энергии плеча. Кинетический поезд — это концепция, описывающая передачу энергии от туловища к плечу и руке. Лопатка — ключевое звено в кинетической цепи между туловищем и плечом [49] (рис. 1.9, см. цв. вклейку).

Любое изменение плечелопаточного ритма может предрасполагать к патологии плечевого сустава. В частности, у подающих игроков в бейсболе слабость передней зубчатой мышцы предрасполагает к развитию тендинита вращательной манжеты из-за атипичного контакта с корачо-акромиальной дугой или атравматической нестабильности плеча [50]. Восстановление плечелопаточного ритма путем соответствующей реабилитации ротатора лопатки необходимо у более молодых пациентов с тендинитом вращательной манжеты плеча или атравматической нестабильностью.

При прогрессирующей нестабильности в связи с растяжением капсулы потеря проприоцепции будет нарастать. Эта проприоцептивная дезорганизация приводит к проблемам с формированием мышечного паттерна (повторяющимся вывихам и подвывихам), может провоцировать прогрессирующий износ (дегенерацию) гленоида, влиять на ключевые факторы стабильности и на всю цепь передачи кинетической энергии. Следовательно, можно сделать вывод, что раннее лечение и стабилизация были бы полезными на основе вышеизложенных принципов.

---

## 1.4. Заключение

Плечевой сустав представляет собой сложный комплекс с высокой возможностью и амплитудой движений, но с высоким риском нестабильности. Многие структуры обеспечивают поддержание стабильности, сбалансированное и синхронизированное взаимодействие между пассивными и динамическими ограничителями, чтобы противодействовать силам, способным вызывать дестабилизацию плечевого сустава.

Повреждение одной анатомической структуры чаще всего оказывает влияние на другие, и лечение должно быть целенаправленным. Интересно отметить, как разные травмы могут появляться при схожей клинической картине, и граница между нормальными анатомическими и патологическими вариантами порой бывает очень размытой. Только глубокое знание анатомии и биомеханических принципов поможет хирургу распознать патологию, выбрать лучшее лечение и адаптировать его в соответствии с патологией пациента и его особенностями.

## Вопросы и ответы

1. Почему плечевой сустав является наиболее нестабильным суставом?  
Головка плечевой кости больше, чем суставная впадина, таким образом, это естественно. Стабильность плечевого сустава зависит от мягких тканей и мышц.
2. Какова роль мышц вращательной манжеты?  
Мышцы вращательной манжеты обеспечивают динамическую стабильность плечевому суставу и помогают при движениях, обеспечивая центральное положение головки плечевой кости на гленоиде.
3. Почему плечо по своей природе гипермобильное, с широким диапазоном движений в нескольких областях?  
Избыточная подвижность плеча позволяет совершать движения из-за головы, в частности метание. Изначально эти функции были нужны для охоты и выживания, сейчас они применяются главным образом в спорте.
4. Какие функции выполняют мышцы лопаточно-грудного сустава?  
Мышцы лопаточно-грудного сустава переводят потенциальную энергию туловища в кинетическую энергию плеча. Лопатка — это ключевое звено в кинетической цепочке между туловищем и плечом.

## Рекомендованная литература

