

Профилактика травм суставов

3.1 Профилактика наиболее частых повреждений суставов (нижних конечностей) при ММИИ: травмы передней крестообразной связки.

3.1.1 Механизм травмы

Большинство травм передней крестообразной связки возникает из-за напряжения колена, когда ступня плотно стоит на земле. Бесконтактный механизм составляет 70% этих травм (Arendt, 1995). Другими словами, для получения травмы не обязательно столкнуться с другим спортсменом. Сила вращения тела, вращающегося на неподвижном суставе (из-за стопы, стоящей на полу), провоцирует моменты напряжения в этой связке (обычное движение с незапланированной сменой направления). Спортсмен скажет, что он слышал или чувствовал щелчок (или небольшой шум), что привело к воспалению сустава.

Травмы ПКС чаще всего возникают во время действий по замедлению с чрезмерной активацией четырехглавой мышцы и небольшим совместным сокращением подколенного сухожилия, почти полным разгибанием колена или при небольшом сгибании бедра и колена. Эта нагрузка на ПКС увеличивается, когда добавляется момент внутреннего и внешнего вращения плюс вальгусная сила колена (деформация). Таким образом, объединенные воздействие избыточной вальгусной силы на опорное колено с нижней конечностью в положении близкого разгибания плюс вращательные нагрузки составляют действия, которые в наибольшей степени увеличивают давление на переднюю крестообразную связку и составляет наиболее документированный механизм травмы.

В заключение, механизмом разрыва передней крестообразной связки является наружное вращение большеберцовой кости с опорой стопы на землю и сгибанием под углом от 20° до 30°, положение, в котором выполняется большинство спортивных движений.

Важно подчеркнуть, что переднезаднее напряжение или напряжение, связанное с движением большеберцовой кости, которое вызывает травму, также сопровождается наружной ротацией большеберцовой кости и вальгусным изгибом, таким образом, представляя механизм травмы в трех плоскостях движения в пространстве.



В случаях контактного разрыва, который, как мы объяснили, составляет наименьший процент, ПКС будет повреждена после приложения внешней силы к колену, и этот тип травмы может затрагивать различные структуры колена. Несчастливая триада О'Донохью (ACL, LLI и мениск) является классическим примером сочетанных травм после внешней травмы колена (Prentice, 2001).

3.1.2 Внутренние факторы риска

Анализ факторов риска, связанных с повреждением ПКС бесконтактным механизмом, важен, поскольку он позволяет нам сделать вывод, какие факторы влияют на то, что изолированное действие спортсмена при определенных обстоятельствах вызывает разрыв ПКС, показывая повреждения стабилизирующих структур, таких как связки.

Эти факторы риска можно разделить на два, как показывает Meeuwisse (1994) в своей модели: внешние и внутренние. Среди внутренних факторов мы находим пол, анатомические, нервно-мышечные и гормональные факторы, предложенные двумя большими консенсусами, в которых были собраны некоторые из основных ссылок из этой области (Griffin LY et al 2006 и Renstrom, P., Ljungqvist, A., Арендт, Э., Бейннон, Б., Фукубаяси, Т., Гаррет, В., & Энgebретсе, Л. 2008). Что касается внешних факторов риска, то некоторые из них проявляются, например, коэффициент трения поверхности раздела обуви или влияние правил, оборудования и погодных условий.

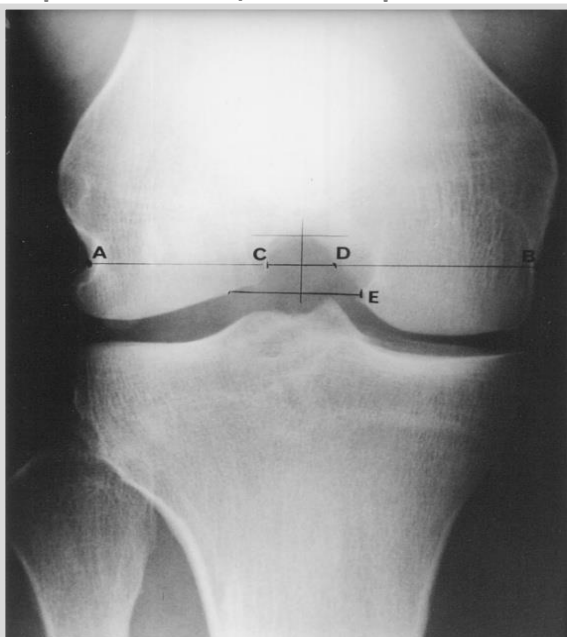
Исходя из этого, мы сосредоточим внимание на факторах риска, которые имеют самое прямое отношение к делу, то есть на тех, которые можно изменить или, по крайней мере смягчить за счет разработки моделей профилактики.

Анатомические факторы

Взаимосвязь между шириной межмыщелковой вырезки и повреждениями ПКС является одним из наиболее часто упоминаемых анатомических факторов в научной литературе. Межмыщелковая вырезка представляет собой арку между мыщелками, под блоком бедренной кости, где проходят и удерживаются крестообразные связки колена. Это привело многих авторов к предположению, что если бы на фронтальном рентгеновском снимке соотношение между шириной этой вырезки и шириной двухмыщелкового сустава было уменьшено, риск получения травмы передней крестообразной связки увеличился бы. Аргумент заключался в том, что связки меньше места для прохождения и выполнения своей стабилизирующей функции; более того, они объяснили, что выемка может привести к разрыву связок.



Рисунок 1: Фронтальная рентгенограмма, показывающая взаимосвязь между шириной бимыщелка и шириной межмыщелковой выемки



Источник: Myer Gregory и др., 2009, стр. 105.

По этой теме различные авторы, такие как Shelbourne, Davis and Klootwyk (1998); Souryal and Freeman (1993); LaPrade and Burnett (1993), цитируемые в обзоре Beynnon, Johnson, Abate, Fleming and Nichols (2005), установили, что у пациентов с узкой межмыщелковой вырезкой относительно индекса, коррелирующего межмыщелковую ширину с бимыщелковой шириной, был больший риск получения травм передней крестообразной связки (рис. 1). Этот факт был отмечен на последнем заседании Олимпийского комитета (Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynnon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W. & Engebretse, L 2008), будучи принятым в качестве основного фактора риска травматизма ПКС.

Этот факт рассматривался как имеющий одинаковое значение для женщин и мужчин, но, без сомнения, он является внутренним фактором риска (согласно модели Бахра, 2005 г., расширенной на модель Меувисса, 1994 г.), взятый в сочетании с другими факторами риска, как внутренними, так и внешними, делают спортсмена предрасположенным, а затем восприимчивым к получению этой травмы.

В этом смысле Hunt Valley Comitty (Griffin LY и др. 2006) связал несколько внутренних факторов риска, предполагая, что спортсмены школьного возраста в сочетании повышенного индекса массы тела, узкой межмыщелковой выемки и повышенной подвижностью суставов более предрасположены выдержать эту травму.

Пол



Было высказано предположение, что из-за различных анатомических, нервно-мышечных и биомеханических особенностей женщины имеют больший риск получения травм передней крестообразной связки в результате бесконтактных движений в различных спортивных ситуациях.

В этом смысле во многих работах демонстрируют эту разницу в частоте травм передней крестообразной связки и есть работы Bjordal, Arnly, Hannestad and Strand (1997); Агель, Арендт и Бершадский (2005) и Михата Л.С., Бейтлер А.И., Боден Б.П. (2006), которые обнаружили, что чаще всего эта травма появляется у футболисток-женщин, чем у их коллег-мужчин. Различные исследования также обнаружили это гендерное несоответствие в появлении травм передней крестообразной связки среди гандболистов и волейболистов.

Гормональные факторы

Что касается гендерных гормональных различий и их влияния на различные направления анализа между мужчинами и женщинами, то очевиден вопрос о том, существуют ли в этих гормональных различиях какие-либо характеристики, которые могут повлиять на более высокую частоту поражений ПКС у женщин.

В 2005 году комитет Хант-Вэлли (Griffin LY et al., 2006) пришел к нескольким выводам о гормональных факторах риска, среди которых наиболее примечательными являются:

- В научном сообществе нет единого мнения о роли половых гормонов в возникновении повреждений ПКС. Однако в этой области требуются дальнейшие исследования.
- Гормональные вмешательства для профилактики травм ПКС в настоящее время не оправданы.
- Нет никаких доказательств, чтобы рекомендовать изменить или ограничить занятия спортом женщинам на любом этапе их менструального цикла.
- Несмотря на то, что роль эстрогена или любого другого гормона в частоте травм передней крестообразной связки четко не определена, по-видимому, существует неравномерное распределение гормонов в менструальном цикле, что позволяет предположить, что гормоны играют некоторую роль в распределении повреждений передней крестообразной связки; хотя доказательства участия гормонов как фактора риска неубедительны.

Дедрик и др. (2008) исследовали влияние половых гормонов на менструальный цикл и его связь с нервно-мышечным контролем нижних конечностей. В этой работе было обнаружено, что спортсменки используют разные модели нервно-мышечного контроля во время прыжков с падением, когда уровни эстрогена высоки (лютеиновая фаза), по сравнению с низкими (ранняя фолликулярная фаза).



Результаты, которые подтвердили эти выводы, представляют собой задержку активации ЭМГ (электромиографии) полусухожильной мышцы при контакте с землей во время лютеиновой фазы. Это показывает значительную разницу между ранней и поздней фолликулярной фазой, а также уменьшение разницы во времени активации между большой и полусухожильной мышцами в поздней фолликулярной фазе. Эти результаты, наконец, предполагают различное поведение совместного сокращения между ягодичной и полусухожильной мышцами, что приводит к изменению нервно-мышечного поведения женщин в зависимости от фазы менструального цикла. Эти авторы, наконец, подчёркивают, что женщины, похоже, используют разные нервно-мышечные структуры в тесте на прыжок, когда эстроген высокий, а не когда он низкий.

Наконец, ясно, что гормональный фактор не окончательный, хотя разные авторы выделяют наличие изменений во время менструального цикла, которые могут предрасполагать к повреждению ПКС, и настаивают на продолжении исследовательской работы в этой области для целей для дальнейшего выяснения роли гормонов в частоте травм ПКС у женщин.

Биомеханические и нервно-мышечные факторы

В последние годы растет интерес к анализу нервно-мышечных структур различных видов деятельности, которые способствуют травмам ПКС (изменение направления, амортизация при прыжке, торможение плюс изменение направления и т. Д.) у разных полов и возрастов. Эти биомеханические анализы начали обнаруживать различия и изменения в этих действиях, которые могут быть приняты во внимание как факторы риска, связанные с травмой ПКС, и взяты в качестве основного направления при разработке действий, которые могут снизить частоту травм. Хотя эти исследования были разработаны специально для женщин, нельзя игнорировать отношения у мужчин с измененными моделями.

Чтобы объяснить эту тему, мы выбрали статью Хьюетты, Форда и Майера (2005). Этот выбор основан на том, что эти авторы являются известными исследователями в области нервно-мышечных структур при приземлении женщин и их связи с высокой частотой травм передней крестообразной связки у этого пола. Это исследование пришло к выводу, что у женщин динамический вальгусный момент был выше, чем у мужчин в этом виде деятельности.

Используя данные, найденные Хьюеттом и др., Нойес, Барбер-Вестин, Флекенштейн, Уолш и Уэст (2005) разработали модель тестирования и оценки для регистрации расстояния между коленями при приземлении при падении, называемую скрининговым тестом прыжка с падением. .. Хотя ясно, что этот тип оценки с помощью видеослежения или анализа не достигает такого уровня точности, как кинетические и кинематические оценки лабораторных исследований, это все еще может быть интересным, практичным методом для определения того, кто из наших спортсменов





Источник: Noyes и др., 2005, стр. 202.

Бинг Ю и др. (2005), вслед за статьей Хьюетта и Нойеса, представили важное исследование, которое расширило спектр оценки, выявив нервно-мышечные структуры при приземлении с падением между полами и среди разных возрастных групп. Они пришли к выводу, что молодые футболистки-любители показали уменьшение бедра и углов сгибания колена при начальном контакте с землей, а также уменьшение бедра и углов сгибания колена при амортизации при приземлении по сравнению с мужчинами того же возраста. . Эти различия в формах сгибания бедра и колена между полами появляются после 12 лет и увеличиваются с возрастом до 16 лет.

Продолжая подтверждать эту тенденцию, Pappas E, Hagins M, Sheikhzadeh A, Nordin M, Rose D. (2007) сообщили, что более выраженная динамическая вальгусная деформация и более высокие силы вертикальной реакции были у женщин (измеренные на силовой платформе) в момент контакта с землей после прыжка, что говорит о том, что силы , смягчающие падение после прыжка, менее эффективны у женщин. Авторы указали на это как на важный фактор риска повреждения ПКС.

Исследование Quatman, Ford, Myer and Hewett (2006) пришло к выводу, что большинство кинематических и кинетических различий между спортсменами-любителями мужского и женского пола во время приземлений с падением в неутомительных ситуациях наблюдались во фронтальной плоскости, а не в сагиттальной плоскости. Следовательно, при усталости, женщины менее способны, уменьшать величину силы переноса переднего колена, чем мужчины, где мужчины уменьшают эту силу за счет большего угла сгибания в колене в момент толчка при прыжке.



Kernozeck, Torry e Iwasaki (2008) считают что нервно-мышечная усталость вызывает значительные изменения в приземлении после прыжка у женщин по сравнению с мужчинами. В их исследовании оценивались приземления и нервно-мышечный структуры в этом движении у женщин, а также у мужчин до и после выполнения протокола усталости с параллельными приседаниями с 60% 1 МП (максимум повторений) до утомления. Самые большие различия, обнаруженные в этом исследовании, заключаются в том, что, независимо от того, увеличилось ли сгибание бедра в обеих группах при приземлении после утомления, у мужчин увеличилось пиковое сгибание колена по сравнению с женщинами, у которых пиковое сгибание колена осталось неизменным. Кроме того, у мужчин был больший пиковый угол варусной деформации коленного сустава, независимо от степени усталости, в то время как у женщин в целом был больший вальгусный момент. Наконец, у женщин была большая переднезадняя сила движения в коленном суставе после утомления по сравнению с мужчинами.

Поскольку частота травм передней крестообразной связки (ПКС) у молодых спортсменок остается высокой, а спортсменки гораздо чаще травмируют ПКС в командных видах спорта, таких как баскетбол и гандбол, комиссия Медицинская ассоциация МОК (Международный олимпийский комитет) пригласила многопрофильную группу врачей и ученых, специализирующихся на ПКС, с целью:

- 1) проанализировать текущие данные, относительно новых скандинавских записях о травмах передней крестообразной связки;
- 2) критически оценить исследования механики травм;
- 3) рассмотреть ключевые элементы успеха профилактических программ;
- 4) включить краткое изложение клинического ведения и хирургического вмешательства, а также консервативного лечения;
- 5) определить новые направления исследований.

Эта группа определила, что факторы риска для женщин с травмами ПКС включают:

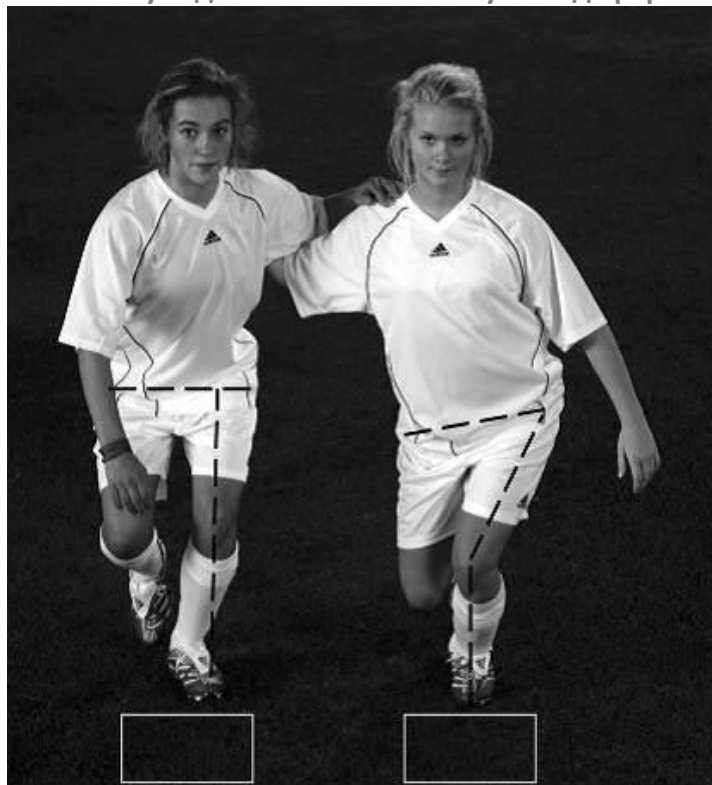
1. Нахождение в предовуляторной фазе менструального цикла (по сравнению с постовуляторной фазой);
2. Наличие суженной межмышечковой вырезки на простой рентгенограмме;
3. Наличие повышенного отводящего момента колена (вальгусный межсегментарный момент) при ударе в момент приземления после прыжка.

В конце концов они пришли к выводу, что хорошо разработанные программы профилактики травм могут снизить риск ACL у спортсменов, особенно женщин. Эти программы пытаются изменить динамическую нагрузку на бедренно-большеберцовый сустав за счет формирования оптимальных нервно-мышечных и проприоцептивных паттернов или, по крайней мере, коррекции дефектов.



Эти авторы подчеркивают, что правильное приземление и демпфирование после прыжка, а также приемы смены направления являются ключевыми аспектами в разработке этих профилактических программ. Это включает мягкое приземление на переднюю часть стопы и задней частью стопы назад, с участием сгибания колена и бедра, когда приземление на две ноги. (Renstrom et al., 2008).

Рисунок 4: Пример динамического изменения нижней конечности, которое способствует динамической вальгусной деформации колена.



Источник: [Изображение с названием dynamic alteration]. (s. f.). Взяты из <http://goo.gl/xPf9kV>

Givoni, Pham, Allen и Proske (2007) сделали отчет о влиянии упражнений на положение колена и его стабильность. Эта работа определила, что у мужчин была лучшая способность к произвольному сокращению мышц, что увеличивало жесткость в сагиттальной плоскости или способность мышц ограничивать силу переднего большеберцового смещения, по сравнению с женщинами. При этом они определили, что у женщин меньше мышечных возможностей для защиты связок колена, чем у мужчин.

Смена направления как фактор риска травм ПКС

Анализируя изменения направления как факторов риска, основное внимание уделяется их биомеханическим характеристикам, особенно нагрузкам или моментам на

колени, в соответствии с различными изменениями направления, такими как боковой шаг (где движение направлено из стороны в сторону, которая движется, посредством поворота на противоположной ноге; см. рисунок 5) или перекрестный бег (перекрестный бег, где выполняется изменение направления поворотом на той же опоре со стороны направления движения, см. рисунок 6).

На этом этапе Lloyd (2001) в интересной работе установил, что маневр, который больше всего привел к нагрузке на ПКС, - это изменение направления путем поворота в противоположную сторону от направления изменения.

Рисунок 5: Пример изменения направления бокового выреза



Источник: [Изображение под названием Марио Болатти]. (S.f). Получено с <https://goo.gl/iic5z1>.

В этом маневре, чтобы противодействовать силам сгибания, четырехглавые мышцы должны направлять свое внимание на моменты разгибания, которые приводят к возникновению передней силы на большеберцовой кости, примерно 45 ° сгибания до полного разгибания. В этом движении с момента принятия веса на себя до момента раскрытия ноги, сила движения вперед, создаваемая моментами четырехглавой мышцы, добавляется к большому внутреннему вращению вальгусной деформации и большеберцовой кости, оказывая значительные силы разгибания на передней крестообразной связке.

К этому следует добавить тот факт, что когда запланированные изменения направления оценивались против внезапных или активных изменений направления, вальгусные или



варусные силы, то есть латеральные и вращательный моменты в колене, увеличивались при незапрограммированных маневрах.

Таким образом, в этой статье предлагается, чтобы обучение и прогресс в способностях к изменению направления движения были направлены на снижение частоты бесконтактных травм передней крестообразной связки. Этого можно достичь за счет улучшения положения колена во время смены направления, как в незапланированных, так и в заранее запланированных ситуациях, а также время реакции подколенных сухожилий с целью минимизации передних сил переноса, создаваемых четырехглавой мышцей.

Рисунок 6: пример изменения направления crosscut



Источник: адаптировано из [изменение адреса]. (S.F.). Получено с <http://goo.gl/IXX0kI>

Sell (2006) предполагает, что направление прыжка, а также запланированные и реактивные навыки (непредвиденные или не запрограммированные заранее) существенно влияют на углы суставов, силы вертикальной реакции, моменты колена и передние поступательные силы большеберцовой кости. В этих занятиях женщины демонстрировали разные кинематические, кинетические и электромиографические характеристики. Направленные прыжки значительно повлияли на биомеханику колена, предполагая, что боковые прыжки являются наиболее опасными для колена в стоп-прыжках. Реактивные или незапрограммированные прыжки также были значительно более опасными в этих типах прыжков. Результаты этого исследования свидетельствуют о том, что направление и реактивность прыжков должны быть включены в методики исследований и в профилактические программы.

В работе Landry, McKean, Hubley-Kozey, Stanish и Deluzio (2007) была предпринята попытка оценить гендерные различия в кинематике и кинетике, а также нервно-мышечные структуры нижних конечностей у футболистов-подростков во время



выполнения действий изменения направления . Это исследование проводилось в лаборатории, анализируя действия изменение направления посредством трехмерного анализа характеристик, упомянутых ранее . Наиболее важным открытием этого исследования является то, что женщины демонстрируют большую активацию икроножных мышц по сравнению с мужчинами, у которых этот дисбаланс в активации икроножных мышц отсутствует. Кроме того, он также показал большую активацию прямой мышцы бедра в течение всей фазы опоры и наблюдал, что женщины выполняли это действие с меньшим сгибанием бедра.

Клиническая значимость этого исследования заключается в том, что у женщин наблюдается увеличение активности икроножных мышц в сочетании с большей активностью прямой мышцы бедра и меньшим сгибанием бедра, чем у мужчин. Эти факторы играют важную роль в повышении частоты травм передней крестообразной связки у женщин по сравнению с мужчинами.

3.1.3 Внешние факторы риска

В литературе о травмах передней крестообразной связки наиболее часто задокументированными и цитируемыми внешними факторами риска являются отношения между обувью и игровой поверхностью или поверхностью, которая выступает в качестве опоры для спортсмена, занимающегося спортом.

На этом этапе были предложены некоторые исследования, в которых эпидемиология травм передней крестообразной связки анализировалась на разных игровых покрытиях, и не было обнаружено значительных различий в риске травм между будь то натуральное поле или искусственное. . С другой стороны, только в одном исследовании изучались характеристики шипов в футболе и частота травм ПКС, и было заявлено, что при использовании более длинных шипов частота травматизма была выше (Villwock, Meyer, Powell, Fouty, & Haut, 2009).

Короче говоря, по-видимому, существует взаимосвязь между коэффициентом трения между обувью и игровой поверхностью и частотой травм ПКС. Следовательно, логично, что все условия и элементы, повышающие этот коэффициент трения, станут внешним фактором риска, который при воздействии на спортсменов с внутренними факторами риска повысит риск получения травм передней крестообразной связки. В принципе, при данной травме эти два момента являются наиболее изученными внешними факторами риска.

3.1.4 Модели превентивного подхода к травмам ПКС



Chappell и Limpisvasti (2008), основываясь на том факте, что измененные стратегии управления движениями у женщин увеличивают риск неконтактного повреждения ПКС, изучали влияние и эффективность профилактической программы, основанной на нейромышечных и плиометрических тренировках, в попытке скорректировать эти шаблоны управления движения. В этом исследовании все испытуемые выполняли нейромышечную и стабилизирующую тренировку; позже биомеханика колена была проанализирована с помощью трехмерного анализа движения, выявив кинетику и кинематику техники прыжка до и после тренировки. В этом исследовании было обнаружено, что 6 недель тренировок этого типа приводили к выборочному улучшению показателей спортсменов в технике прыжков, и был сделан вывод, что этот тип предохраняющих стратегий может быть полезен для снижения травм ПКС

Во-вторых, анализируя внимание к силовым тренировкам для мышц, влияющих на динамику колена, в качестве средства профилактики травм передней крестообразной связки, Herman et al. (2008) опубликовали статью, в которой установили, что отдельных силовых тренировок недостаточно для снижения частоты травм передней крестообразной связки. В исследовании 9 недель силовых тренировок не привели к значительным различиям в кинетических и кинематических действиях в тесте стоп-прыжок по сравнению с испытуемыми, которые не выполняли эту тренировку.

Это говорит о том, что в этом отношении могут быть полезны комбинированные вмешательства по координации или нервно-мышечной тренировке с силовой тренировкой антагонистических групп мышц, защищающих колена и стабилизирующие мышцы таза. По нашим оценкам, силовые тренировки слабых групп мышц следует интегрировать в синергетические упражнения, которые также обеспечивают нервно-мышечную адаптацию для улучшения, как уровней силы, так и кинетических и кинематических действий, способствующих повреждению ПКС.

Руководством по исправлению измененных кинетических и кинематических действий может служить эта простая таблица, предложенная ниже, подготовленная Комитетом Хант-Вэлли в 2005 г., которая показывает, на что следует нацелить технические исправления, чтобы снизить выявляемый риск.



Таблица 1: Компоненты профилактики

Риск	Стратегия	КАК
Растянутые колени	Сгибать колени	Амортизация при приземлении
Растянутые бедра	Сгибать колени	Амортизация при приземлении
Вальгус колена	Минимизировать вальгус	Контроль падения
Потеря баланса	Улучшить баланса	Тренировка для развития баланса
Плохие двигательные навыки	Повысить быстроту и ловкости	Упражнения на развитие навыков

Источнику: Griffin и др., 2006.

В качестве расширения профилактических учебных курсов для ПКС мы могли бы процитировать Zazulack, Hewett, Reeves, Goldberg &Cholewicki(2007). В этом исследовании сообщалось, что тренировка проприоцепции кора, оцениваемая при активном изменении положения туловища, предсказывает риск травм передней крестообразной связки у спортсменок-женщин, но не спортсменов-мужчин. Это говорит о том, что этот тип тренировки кора позволяет лучше стабилизировать центр тела, так что передача усилий от стабильного кора к конечностям может осуществляться более скоординированно, способствуя нервно-мышечной тренировке, которая корректирует технические недостатки.

В заключение этого раздела важно выделить работу Mandelbaum et al. (2005), в которой изучалась эффективность нервно-мышечной и проприоцептивной тренировки для снижения частоты травм ПКС у футболисток. В этом неслучайном контролируемом исследовании с важной выборкой (1041 футболистка в экспериментальной группе и 1905 женщин в контрольной группе) отслеживалось выполнение этой программы в течение двух лет, и было достигнуто сокращение на 88% в первый год и 74% во второй год, как показано в таблице. Эти авторы пришли к выводу, что использование нервно-мышечной и проприоцептивной тренировки имеет прямое влияние на снижение частоты травм ПКС у футболисток (таблицы 2 и 3).

Таблица 2: Заболеваемость и относительный риск травм ПКС в зависимости от общего воздействия

	Количество общего воздействия	Количество травм ПКС	Уровень заболеваемости	Относительный риск
1 год				
тренированные	37,476	2	0.05	0.114
без тренировок	68,580	32	0.47	
Общее количество	106056	34		
2 год				
тренированные	30,384	4	0.13	0.259
без тренировок	68,868	35	0.51	
Общее количество	99,252	39		
Год 1 и 2 вместе взятые				
тренированные	67,860	6	0.09	0.181
Общее количество	137,448	67	0.49	
Общее количество	205,308	73		
Показатель, основанный на травмах за 1000 часов воздействия				

Источник: собственная адаптация Mandelbaum и др., 2005.



Таблица 3

	Кол-во объектов	Количество травм ПКС	Итоговый показатель на игрока	Относительный риск
1 год				
тренированные	1,041	2	1.9	0.114
без тренировок	1,905	32	16.8	
Общее количество	2,943	34		
2 год				
обученный	844	4	4.74	0.259
Не обучен	1,913	35	18.3	
Общее количество	2,757	39		
Год 1 и 2 вместе взятые				
обученный	1,885	6	3.18	0.1814
Не обучен	3,818	67	17.6	
Общее количество	5,703	73		
Общее снижение травм ПКС за год 1 $(16,8-1,9) / 16,8 * 100 = 88\%$				
Общее снижение травм ПКС за год 2 $(18,3-4,74) / 18,3 * 100 = 74\%$				
Показатель основан на травмах на 1000 игроков				

Источник: собственная разработка Mandelbaum, 2005.



Эта работа имеет слабые стороны в ее разработке, такие как, например, использование неслучайного проектирования с добровольным набором участников, что может привести к систематической ошибке из-за мотивации, вызванной не объективностью при выборе выборки. С другой стороны, тот факт, что спортсмены не проходили нервно-мышечную оценку до и после тренировки, мог изменить некоторые факторы, сделав неясной реальную эффективность этой программы снижения риска бесконтактных травм передней крестообразной связки. Если оставить в стороне эту критику, эта многообещающая программа заслуживает, по крайней мере, более подробного изучения.

Вопреки тому, что было обнаружено Mandelbaum et al. (2005) и программа Hewett et al. (2005), Пфайффер, Ши, Робертс, Грандстранд и Бонд (2006) разработали перспективное когортное исследование с участием спортсменок средней школы (футбол, волейбол и баскетболист) из 15 школ (112 команд; 1439 игроков) в течение двух сезонов последовательно, разделив их на контрольную группу (862 игрока) и тренировочную группу (577 игроков). Тренировочная группа участвовала в плиометрической тренировочной программе, разработанной для корректировки стратегии прыжкового приземления, которую они выполняли 2 раза в неделю в течение всего сезона, в то время как частота травм ПКС в обеих группах была исследована эпидемиологически в течение этого времени. В этом исследовании было обнаружено, что этот тип тренировки, сфокусированный на технике падения после прыжка и торможении, без предварительной смены направления не была эффективной в снижении частоты травм ACL у девочек-подростков.

Что касается этой работы, то критика заключается в том, что, вероятно, выбранная программа была применена неправильно, либо с недостаточным количеством повторений, либо не соответствовала предписанной программе. В этом смысле программы, которые сообщили об успехе, были сосредоточены на переподготовке стратегий контроля нижних конечностей, туловища и верхних конечностей. Цели заключаются в использовании этой тренировки для переобучения подколенных сухожилий, мышц бедра и основных областей, с конечной целью достижения скоординированной активации в выравнивании тела во время реализации этих стратегий движения; используя относительно более высокие дозировки (примерно 3 раза в неделю по 60 мин) и, наконец, использовать сертифицированных тренеров.

В заключение этого раздела, хотя данные не совсем убедительны относительно того, могут ли эти стратегии предотвратить частоту травм ACL, конкретные тренировочные программы, которые были задокументированы как относительно успешные, - это те, которые направлены на правильное выравнивание тела в целом и нижних конечностей в частности, особенно в тех движениях, которые создают риск для коленного сустава. Основное внимание уделяется попыткам исправить координацию движений и общую устойчивость тела при определенных действиях, которые способствуют травмам.



Профилактические действия по снижению частоты травматизма передней крестообразной связкой (ПКС)

Этот раздел, оказался самым запутанным и сложным в попытке установить точные инструкции для снижения частоты травм ПКС.

Текущий объем знаний способствует получению достаточной информации о внутренних и внешних факторах риска, которые увеличивают риск травм ПКС, и, следовательно, для целенаправленных профилактических вмешательств. Однако не хватает дополнительных исследований, которые выявили бы организованные и эффективные стратегии в этом отношении.

Есть некоторые моменты, которые кажутся менее ясными. Например, мы можем сделать вывод, что методы видеоскрининга, используемые для обнаружения недостатков в движениях с высоким риском, такие как скрининговый тест с падением и прыжком, предложенный Noyes et al. (2005) и недавно утвержденная LESS (система оценки ошибок при посадке) (Padua et al., 2009) полезны для выявления субъектов, подверженных риску, и, по крайней мере, в качестве практических инструментов для оценки и наблюдения за ходом корректирующих нервно-мышечных техник, которые мы используем с нашими спортсменами.

Рисунок 7: Прыжок с приземлением с использованием системы LESS



Источник: [изображение с надписью dropjump]. (С. Ф.). Взятой из <https://goo.gl/xsz6Tt>

- Следует признать, что, хотя мы знаем, что при изменении направления могут быть ошибки или биомеханические дефекты, которые действуют как внутренние факторы риска, их можно выявить с помощью этих инструментов скрининга(обследования) . Следовательно, можно сказать, что эти инструменты

предназначены специально для оценки биомеханических аспектов прыжков, особенно в фазе приземления или амортизации.

- Таким образом, можно сказать, что не существует полевого метода, устанавливающего биомеханические нарушения при смене направления, которые сами по себе являются самыми рискованными движениями в футболе из-за их частого и разнообразного появления в ходе футбольного матча.
- Мы также должны учитывать, что самые убедительные данные, которые у нас есть на сегодняшний день об эффективности этих профилактических программ, относятся к женщинам-футболистам (среди других видов спорта с аналогичными кинематическими и кинетическими действиями), а не к их коллегам-мужчинам.
- Что касается профилактических мер, то плиометрическая тренировка, по-видимому, является наиболее распространенным методом, с основным акцентом на биомеханические модификации в технике и стратегии приземления и изменения направления.
- Первые работы по этой теме принадлежат исследовательской группе Hewett et al. (1996) и Mandelbaum et al. (2005). Последнее исследование, в частности, сосредоточено на эффективности нервно-мышечных тренировок и тренировок на ловкость для снижения частоты травм передней крестообразной связки у футболисток.
- в настоящее время существует относительный консенсус относительно следующего:
 - Осуществлять стратегии специально для развития и улучшения биомеханических аспектов прыжков и изменения направления.
 - Нейромышечные (NM), плиометрические (PLYO) тренировки и тренировки на ловкость (AGY) являются наиболее эффективным инструментом в этом отношении, если они проводятся с контролем и коррекцией со стороны тех, кто отвечает за программу (коррекция техники).
 - Стремиться к большей амортизации и понижению центра тяжести в этих техниках, чтобы способствовать защите подколенных сухожилий над передней крестообразной связки ACL (сагиттальная плоскость) и коррекции моментов отведения колена (динамическая вальгусность) (коррекция во фронтальной плоскости).



- Выполняйте эти программы более одного раза в неделю, чтобы они были эффективными, и в течение как минимум шести недель, как рекомендовано Hewett и др. (2006).
- Стратегии должны включать одноногие действия NM и PLYO, чтобы быть эффективными и применимыми к коррективкам, связанные с механизмом травмы (Brown, Palmieri-Smith and McLean, 2010).
- Влияние динамической нестабильности или плохого контроля корпуса, особенно при динамических действиях, на изменение биомеханических структур нижних конечностей (MMII) также очевидно, с особым влиянием на коленный и вальгусный коллапс, как первоначально было установлено в статье Zazulack и др. (2007). Вот почему стратегии профилактики должны включать базовую подготовку (Zazulack и др., 2007).
- Вмешательства значительно более эффективны для женщин, чем для мужчин; но для мужчин с нервно-мышечным дефицитом или выявленными факторами риска они также полезны.
- Предложения Бара (2009) направлены на то, чтобы вмешательства в отношении игроков с факторами риска, особенно выявляемыми с помощью простых проверенных инструментов скрининга (скрининговый тест на прыжок с падением LEES и DJST), более эффективны и действенны, чем те, которые применяются в отношении всего населения. Поэтому было бы интересно сформировать подгруппу вмешательства, например, на основе применения LEES.
- Упомянутые вмешательства следует включать с 12-летнего возраста (LaBella и др., 2011) и уделять особое внимание этим чувствительным этапам развития форм и навыков, связанных с техникой прыжков и сменой направления, где модификации будут более эффективными и детерминантами.

В заключение, мы могли бы организовать эту подгруппу вмешательства на основе результатов LEES в начале сезона, которая определит игроков с биомеханическими факторами риска травмы ПКС. Впоследствии эта подгруппа должна выполнять плиометрические упражнения и упражнения на ловкость иначе, чем в общей группе, не реже двух раз в неделю в течение не менее шести недель под наблюдением и обучением двигательным стратегиям, связанным с техникой приземления в прыжках и изменения направления. Наконец, следует установить мониторинг изменений, достигнутых в течение остальной части сезона.

Вмешательства NM, PLYO и AGY должны включать в себя прыжки и приземления на обе ноги и на одной ноге в разных направлениях. Движения со сменой направления под разными углами и в разных направлениях (поперечная подсечка и подсечка в



сторону) , тренировку динамической устойчивости и развитие с более низким центром тяжести , а также вмешательства также должны включать основную тренировку , особенно работу над достижением прогресса в упражнениях с весовой нагрузкой и динамикой.

Рисунок 8: Последовательность из 4 кадров, извлеченных из 30 аналитических кадров для тренировки челночного бега при 100% максимального VO2max



Источник: Собственный архив, неопубликованный [из захвата или обработки].



3.2 Профилактика наиболее частых повреждений суставов по MMSS (травмы плеча)

3.2.1 Эпидемиология травм плеча в спорте и наиболее частый механизм травм

Травмы плеча в спорте могут быть вызваны травмой или чрезмерной нагрузкой, а боль в плече часто встречается в спорте, особенно при большом количестве движений верхних конечностей над головой.

Несмотря на обширную библиографию по реабилитации плечевого сустава, существует мало методологически точных научных работ (в отличие от других травм), посвященных эпидемиологии и профилактике травм у спортсменов. Поэтому должно быть больше литературы по этому вопросу.

В общих чертах, к командным видам спорта, которые имеют наибольшую частоту возникновения боли в плече, которая предполагает некоторое повреждение этого суставного комплекса, относятся: бейсбол, волейбол и гандбол; в то время как индивидуальные виды спорта с наибольшей частотой болей в плече - это теннис или другие виды спорта с ракеткой, а также плавание.

В исследовании Bonza, Fields, Yard и Comstock (2009) травмы плеча были проанализированы у спортсменов средней школы, которые занимались разными видами спорта в течение двух сезонов. Было установлено, что наиболее частые травмы - контактные (вывихи, тупые травмы, акромиально-ключичные вывихи в результате падений), и только 10% были вызваны диагнозами чрезмерного использования. В любом случае ограничением этого типа исследования является недооценка травм, вызванных перенапряжением, из-за того, что многие участвуют в играх или тренировках, несмотря на боль в плече.

Наиболее вероятные травмы, которые необходимо предотвратить в этом виде спорта, - это травмы чрезмерного использования, в основном из-за объема жестов сильной механической нагрузки на плечо, которые, как правило, являются жестами над головой или теми, которые воспроизводят двигательную модель, связанную с метанием.

3.2.2 Внутренние и внешние факторы риска

Внутренние и внешние факторы риска способствуют возникновению чрезмерных травм плечевого сустава. Взаимодействие этих факторов предполагает, что спортсмен,



который их представляет, подвержен травмам, связанным с перенапряжением, особенно у спортсменов работающих верхом, над головой.

Внутренние факторы риска

Возраст

Проблемы чрезмерного употребления увеличиваются с возрастом спортсменов. Например, у питчеров частота травм выше у ветеранов, чем у молодых спортсменов. Вероятно, что время занятий спортом и, следовательно, накопление микротравм плеча в течение карьеры спортсмена могут быть элементами, которые следует учитывать в этом факторе риска.

Анатомические факторы

Анатомические варианты акромиона могут привести к внутреннему фактору риска, когда субакромиальное пространство сокращено в любом из них, особенно в тех, где акромион имеет форму крючка. Уменьшение субакромиального пространства из-за анатомических факторов может быть особенно опасным для теннисистов, пловцов или питчеров.

Дефицит внутренней ротации плечевого сустава (GIRD) и растяжение задней капсулы

Растяжение задней капсулы - частая причина боли в плече. Обычно это проявляется как ограничение внутреннего вращения и болью.

У спортсменов, выполняющих броски из-за головы, в задней нижней капсуле может развиться деформация, которая может привести к потере внутреннего вращения. Дефицит внутренней ротации плечевой кости (GRIG) - это потеря внутренней ротации плечевой кости, выполняющих броски (по сравнению с теми, кто не выполняет броски) (Burkhart, Morgan, Kibler, 2003).

Впервые связь между GRID и дисфункцией плеча была обнаружена у спортсменов-метателей в 1991 году (Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WBB, 2003). В этом исследовании 39 профессиональных бейсбольных питчеров, которые тренировались с общим внутренним вращением менее 25 градусов (GRID) и с потерей внутреннего вращения более 35 градусов, оценивались в течение спортивного сезона. У 60% питчеров возникли проблемы с плечом, из-за которых они перестали подавать в течение периода исследования (Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WBB, 2003).

Ретракция (сокращение) капсулы в плечевом суставе плеча вызывает вращение головки плечевой кости, что вызывает напряжение в тканях, когда капсула втягивается в



результате предыдущих хирургических вмешательств. Это заставляет головку двигаться в направлении, противоположном направлению втянутой ткани.

Втягивание препятствует нагрузке и смещению головки плечевой кости, а также ее движению, благодаря чему головка перемещается в суставную впадину, смещая ее из своего обычного положения. Это явление называется капсулярный ограничительный механизм .

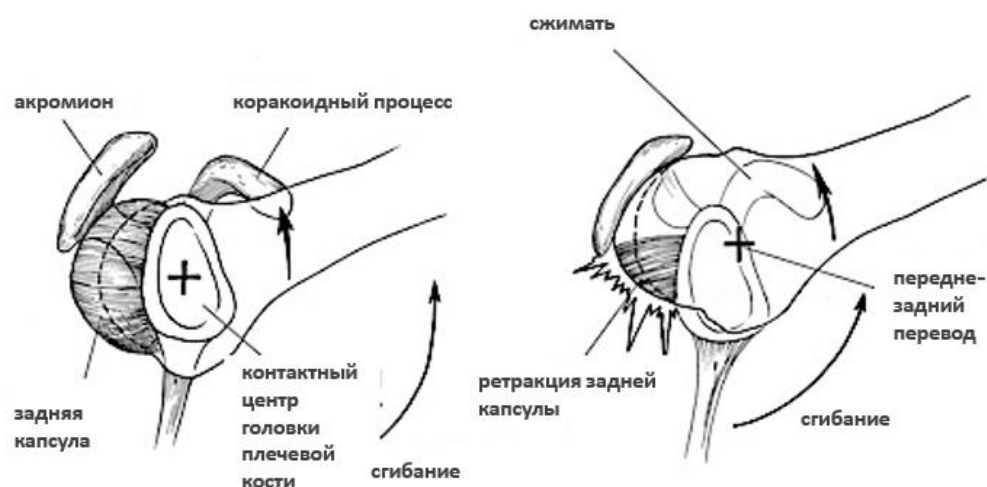
Аналогичным образом, в серии симптоматических травм верхней губы спереди и сзади (LSAP) II типа у спортсменов-метателей значительный GRID наблюдался во всех пораженных плечах (среднее значение 33 градуса, потеря диапазона внутренней ротации от 26 до 58. градусов) (Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WBB, 2003).

В другом исследовании за теннисистами высокого уровня наблюдали в течение 2 лет; одна группа выполняла ежедневные растяжки задне-нижней капсулы, чтобы минимизировать GRID , в то время как контрольная группа не выполняла эти растяжки. В течение 2-летнего периода исследования спортсмены, которые занимались растяжкой, увеличили свое внутреннее вращение и общее вращение по сравнению с контрольной группой. Кроме того, группа, занимавшаяся растяжкой, показала 38% - ное снижение проблем с плечом (Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WBB, 2003).

Наконец, из 22 питчеров первой лиги, которые выполняли ежедневные упражнения на растяжку вручную в течение сезонов 1997, 1998 и 1999 годов, ни один из них не страдал внутрисуставной болезнью плеча и не прекращал игру в любое время. Им также не потребовалось хирургического вмешательства.



Рисунок 9: Последствия деформации задней капсулы



Источник: адаптировано из Matsen, Lippitt, Sidles and Harryman, 1994, стр. 40. А. Нормальная капсулярная слабость позволяет головке плечевой кости находиться в центре во время подъема руки. В. Задняя капсулярная ретракция может производить передне-верхнее перемещение при сгибании плеча.

Дискинезия лопатки как фактор способствующий субакромиального импинджмента

Дискинезия лопатки (ДЛ) представляет собой нарушение нормального движения лопатки, возникающее во время парных плечелопаточных движений, известное как лопаточный ритм. Это происходит при различных травмах плеча и часто возникает в результате торможения или дезорганизации структур активации в стабилизирующих мышцах лопатки. ДЛ может увеличить функциональный дефицит, связанный с травмой плеча, нарушая роль лопатки в синхронном и гармоничном движении плечелопаточного ритма в целом (Kibler & McMullen, 2003).

Дискинезия лопатки или отсутствие контроля над нормальным функционированием лопатки при занятиях видов спорта вверху над головой могут быть важной причиной боли в плече, поскольку они вызывают сокращение субакромиального пространства, нарушают силы амортизации, необходимые в заключительных фазах метания, вызывают защемление нервов различных частей вращательной манжеты плеча, плохое центрирование головки плечевой кости и т. д.

Внешние факторы риска

Воздействие нагрузки на плечо



Основным внешним фактором риска комплексных травм плечевого сустава оказывается, является повышенная нагрузка рутинных действий, связанных со стрессовыми движениями.

Было показано, что у спортсменов, выполняющих метание или жесты над головой (волейбол, гандбол, метатели и т. д.), по ходу сезона и накапливаются большие объемы жестов головой, начинают появляться изменения в движении плеча, особенно при внутреннем или внешнем вращении или при дискинезии лопатки. Этот факт вызывает у этих спортсменов боль в плече (Thomas, Swanik, Swanik & Huxel, 2009).

Также у теннисистов, пловцов или питчеров резкое увеличение объема жестов на плече в разное время сезона или из-за определенных ситуаций может быть связано с повышенным риском боли в плече.

3.2.3 Выявление спортсменов группы риска

В начале сезона в видах спорта, предъявляющих постоянную нагрузку на плечо, необходимо провести оценку функционального состояния этого сустава, чтобы выявить возможные факторы риска, которые в течение сезона могут привести к травмам этого сустава.

Эту оценку следует, по возможности, повторять во время постоянных циклов в течение одного сезона.

При оценке этих спортсменов следует учитывать:

- Проверка подвижности грудного отдела: следует проверить подвижность грудного отдела позвоночника и туловища. Отсутствие подвижности в этой области связано с нарушением функции плечевого комплекса лопатки.
- Оценка положения плеча в состоянии покоя: наблюдение за положением плеча в состоянии покоя может предоставить информацию о структурах, которые склонны втягиваться или втягиваться. Антепульсия плеча, например, может означать ретракцию передних мышц плеча и нарушение центрирования головки плечевой кости во время ротационных и отводящих движений.
- Оценка задней капсулы: оценка состояния задней капсулы плеча в состоянии покоя, между доминирующей и недоминантной конечностью, может предоставить информацию о состоянии задней капсулы плеча, которая, как указывалось в предыдущих пунктах, является сильным фактор риска для этого сложного сустава.



- Оценка дискинезии суставов: так же, как и при оценке задней капсулы плеча, проверка ритма лопатки и положения лопатки в покое дает нам информацию о возможных факторах риска, связанных с плохим нервно-мышечным контролем лопатки.
- Оценка ROM плеча: оценка ROM, объема движений, а также стабильность плечевого сустава может сообщить нам о нестабильности плечевого сустава, которая становится фактором риска для этого сустава.

3.2.4 Модель профилактики травм плеча

Принимая во внимание все, что раскрывается в этом блоке, модель подхода к снижению риска травм плеча, особенно у спортсменов с большим количеством моделей бросков, должна включать наиболее важные аспекты выявленных факторов риска.

В видах спорта с высоким воздействием на комплекс плечевого сустава использование программы упражнений, ориентированной на факторы риска, должно включать все элементы хорошо сбалансированной программы (гибкость, сила, стабильность, координация и стабильность корпуса).

Традиционные программы упражнений для профилактики травм плеча включают:

- Тренировка устойчивости плечевого сустава: упражнения с замкнутой кинетической цепью, которые увеличивают коактивацию мышц-антагонистов.

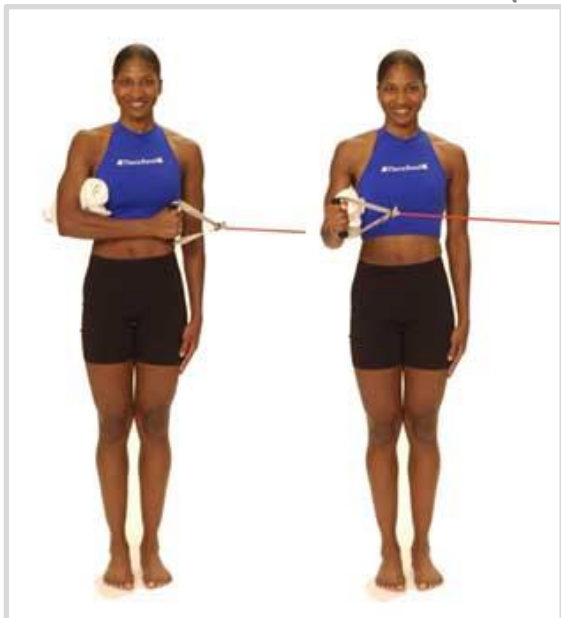
Рисунок 10: Пример упражнений на активацию лопатки в CCC (Closed Kinematic Chain)



Источник: [Изображение с названием упражнения на активацию лопатки] (s.f).
Восстановлено с <http://goo.gl/0Ib1Sn>

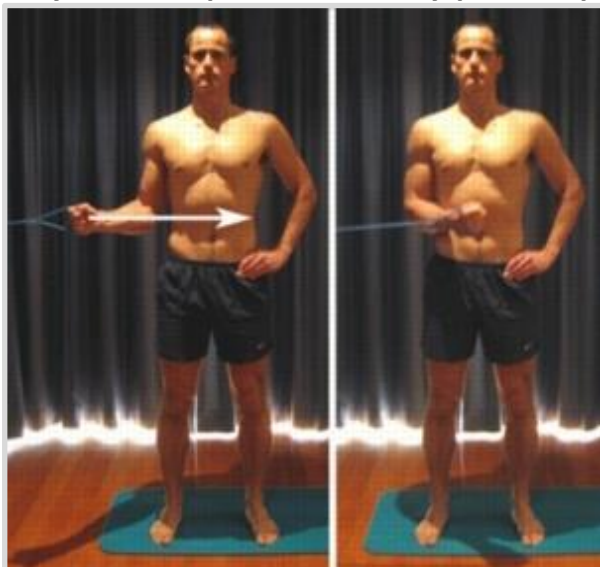
- Силовая тренировка вращающей манжеты.

Рисунок 11: Примеры упражнений на внешний ротатор плеча в нейтральном положении или положении 0 ° ABD (отведение).



Источник: [Изображение с примерами упражнений на внешнее вращение плеча в нейтральном положении или при 0 ° ABD (отведение) (S. F.). Извлечено из <http://goo.gl/kClb3s>.

Рисунок 12: Упражнение на внутреннее вращение



[Изображение с названием Упражнение на внутреннее вращение]. (s. f.). Получено с <https://goo.gl/WHqjHR>.

- Тренировка устойчивости лопатки: упражнения для активации передней зубчатой мышцы и трапециевидной мышц .

Рисунок 13: Пример аналитических и комплексных упражнений для передней зубчатой мышцы и нижних волокон трапециевидной мышцы .



Источник: Kibler и др., 2008, стр. 1792.

- Тренировка подвижности грудного отдела, особенно разгибания и вращения.

Рисунок 14: Пример упражнений на подвижность грудного разгибания



Источник: [Изображение, озаглавленное на примере упражнений на подвижность при расширении грудной клетки]. (с. f.). Взято из <http://goo.gl/jC91gL>

- Тренировка стабильности корпуса и остальной кинематической цепи.

- Предотвращение ригидности в:
 задняя капсула;
ромбоиды;
широчайшая мышца спины;
малая грудная мышца.

Рисунок 15: Пример вытягивания задней капсулы



Источник: Wilk Kevin и др., 2013, стр. 892.

Рисунок 16: Растяжение малой грудной мышцы



Источник: [Изображение с названием stretch]. (s. f.). Получено с <http://goo.gl/S7zpkv>



Рисунок 17: Растяжение широчайшей мышцы спины



Источник: [Изображение с названием stretch]. (s. f.). Извлечено из <https://goo.gl/v2k93q>

В заключение, важно провести правильную оценку атлетов занимающихся видами спорта над головой и спланировать программу для поддержания функции суставного комплекса плеча, особенно в моменты большего увеличения объема или подверженности стрессовым движениям на этот сустав. Очень важно проводить постоянные тренировки по наиболее важным аспектам нервно-мышечной функции плечевого сустава.

Ссылки:

Agel, J., Arendt, E. A., & Bershadsky, B. (2005). Предыдущая Травма крестообразной связки в Национальной студенческой спортивной ассоциации по баскетболу и футболу 13-летний обзор (переводчик). *Am. J. Sports Med.*, 33 (4): 524-30.

Arendt, E., & Dick, R. (1995). Модели травм колена у мужчин и женщин в студенческом баскетболе и футболе: данные NCAA и обзор литературы (переводчик). *Am J Sports Med*, 23 (6), 694–701.

Bahr, R. (2009). Никаких травм, но много боли? О методике регистрации симптомов чрезмерного употребления в спорте (Переводчик). *Br J Sports Med*, 43 (13), 966-972.

Bahr, R. & Krosshaug, T. (2005). Понимание механизмов травм: ключевой компонент предотвращения травм в спорте (Переводчик). *Br J Sports Med*, 39 39 (6): 324-9.



Beynnon, B. D., Johnson, R. J., Abate, J. A., Fleming, B. C. & Nichols, C. E. (2005a). Лечение повреждений передней крестообразной связки, часть 1 (Переводчик). *Am J Sports Med*, 33 (10), 1579-1602.

Beynnon, B. D., Johnson, R. J., Abate, J. A., Fleming, B. C. & Nichols, C. E. (2005b). Лечение повреждений передней крестообразной связки, часть 2 (Переводчик). *Am J Sports Med*, 33 (11), 1751-67.

Yu, B., McClure, S. B., Onate, J. A., Guskiewicz, K. M., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (2005). Влияние возраста и пола на кинематику нижних конечностей юных футболистов в задаче с остановкой-прыжком (переводчик). *Am. J. Sports Med.*, 33 (9): 1356-64.

Bjordal, J. M., Arnly, F., Hannestad, B., & Strand, T. (1997). Эпидемиология повреждений передней крестообразной связки в футболе (Переводчик). *Am J Sports Med*, 25 (3), 341-345.

Bonza, J. E., Fields, S. K., Yard, E. E., & Comstock, R. D. (2009). Травмы плеча у спортсменов средней школы США в 2005–2006 и 2006–2007 школьных годах (переводчик). *Журнал спортивной подготовки*, 44 (1), 76-83.

Brown, T. N., Palmieri-Smith, R. M., & McLean, S. G. (2010). Кинематика колена при приземлении на одной и двух ногах после шести недель нервно-мышечной тренировки (переводчик). *Журнал спортивной подготовки*, 45 (5), 522-541.

Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2000). Травмы плеча у спортсменов с надголовником: еще раз о «мертвой руке» (переводчик). *Clin Sports Med*, 19 (1), 125-158.

Burkhart, S. S., Morgan, C. D. & Kibler, W. B. (2003). Травмированное плечо: спектр патологии. I: Патологоанатомия и биомеханика (Переводчик). *Артроскопия*, 19 (4), 404-420.

Chandrashekar N, Slauterbeck J, Hashemi J. (2005) Половые различия в антропометрических характеристиках передней крестообразной связки и ее связь с геометрией межмышцелковой выемки: трупное исследование. *Am J Sports Med*. 33 (10): 1492–1498.

Chappell, J. D., & Limpisvasti, O. (2008). Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks (Traductor). *Am J SportsMed*, 36(6), 1081-1086.

Dedrick, G. S., Sizer, P. S., Merkle, J. N., Hounshell, T. R., Robert-McComb, J. J., Sawyer, S. F., ... & Roger James, C. (2008). Влияние половых гормонов на паттерны нервно-мышечного контроля во время приземления (переводчик). *J Electromyogr Kinesiol*, 18 (1), 68-78.



Givoni, N. J., Pham, T., Allen, T. J., & Proske, U. (2007). Влияние усталости четырехглавой мышцы на подбор положения в колене (переводчик). *J. Physiol*, 584 (Pt 1), 111-119.

Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, Demaio M, Dick RW, Engebretsen L, Garrett WE Jr, Hannafin JA, Hewett TE, Huston LJ, Ireland ML, Johnson RJ, Lephart S, Mandelbaum BR, Mann BJ, Marks PH, Marshall SW, Myklebust G, Noyes FR, Powers C, Shields C Jr, Shultz SJ, Silvers H, Slaughterbeck J, Taylor DC, Teitz CC, Wojtys EM, Yu B. (2006) Понимание и предотвращение неконтактных травм передней крестообразной связки: обзор встречи Hunt Valley II, январь 2005 г. *Am J Sports Med.*, Сентябрь 34 (9): 1512-32.

Herman DC, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WE, Yu B, Padua DA. (2008). Влияние силовых тренировок на биомеханику нижних конечностей спортсменок-любителей во время выполнения задачи стоп-прыжок. *Am J Sports Med.* Апрель; 36 (4): 733-40.

Hewett, T. E., Ford, K. R., & Myer, G. D. (2005). Предыдущие травмы крестообразных связок у спортсменок, часть 2, Мета-анализ нейромышечных вмешательств, направленных на предотвращение травм (переводчик). *Am. J. Sports Med.*, 34 (3), 490-498.

Renstrom, P. и др. (2008). Бесконтактные травмы ПКС у спортсменок: заявление о текущих концепциях Международного олимпийского комитета.

[Изображение с названием dropjump test]. (s. f.). Получено с http://4.bp.blogspot.com/-4b5kap718Fk/VJ_px4ONV2I/AAAAAAAAATg/axO79xD2Xas/s1600/ugr%C3%A1s.jpg.

[Изображение с названием stretch]. (s. f.). Взято из https://lauralovesfitness.files.wordpress.com/2012/02/dsc_37551.jpg

[Изображение с названием Пример упражнений на активацию лопатки в CCC (Closed Kinematic Chain). (S. F.). Получено с: <http://shoulder-pain-case-report.blogspot.com.ar/>

[Изображение с названием Примеры упражнений для внешних ротаторов плеча в нейтральном положении или 0 ° ABD (отведение) (S. F.). Извлечено из <http://goo.gl/kClb3s>

[Изображение с названием Упражнение на внутреннее вращение]. (s. f.). Получено с <https://goo.gl/WHqjHR>.



[Изображение с названием Пример упражнений на подвижность грудного разгибания]. (s. f.). Получено с <http://goo.gl/iC91gL>

[Изображение с названием малой грудной мышцы]. (s. f.). Извлечено из <https://http://goo.gl/S7zpkv>

Sampietro, M. (2005). Изображение с названием Пример изменения направления бокового выреза. Собственный архив, не публиковалось.

Sampietro, M. (2008). Изображение с названием Пример изменения направления поперечного распила. Собственный архив, не публиковалось.

Kernozek, T. W., Torry, M. R., & Iwasaki, M. (2008). Гендерные различия в механике приземления нижних конечностей, вызванные нервно-мышечным утомлением (Переводчик). *Am J Sports Med*, 36 (3), 554-565.

Kibler, B. W., & McMullen, J. (2003). Дискинезия лопатки и ее связь с болью в плече (Переводчик). *J Am AcadOrthopSurg*, 11 (2), 142-151.

Kibler Ben W., Sciascia Aaron D. Uhl Timothy L. Tambay Nishin, and Cunningham, Thomas. (2008) Электромиографический анализ специальных упражнений для контроля лопатки на ранних этапах реабилитации плеча. *Американский журнал спортивной медицины*, 36 (9) 1789-1798 гг.

LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim KY, Peng J, Christoffel KK. (2011) Влияние нервно-мышечной разминки на травмы у спортсменов-футболистов и баскетболисток в городских государственных средних школах: кластерное рандомизированное контролируемое исследование. *Arch Pediatr Adolesc Med*. Ноябрь; 165 (11): 1033-40. DOI: 10.1001 / archpediatrics.2011.168.

Landry, S. C., McKean, K. A., Hubley-Kozey, C. L., Stanish, W. D., & Deluzio, K. J. (2007). Нервно-мышечные и биомеханические различия нижних конечностей существуют между элитными футболистами-подростками мужского и женского пола во время непредвиденного бокового маневра (переводчик). *Am J SportsMed*, 35 (11): 1888-900.

Lloyd DG, Buchanan TS, Besier TF (2005). Нервно-мышечная биомеханика моделирование, чтобы понять нагрузку на связки колена. *Медико-спортивные упражнения* .; 37 (11): 1939-1947

Lloyd DG. Обоснование программ тренировок по уменьшению передней крестообразной связки травмы связок в австралийском футболе. *J Orthop Sports Phys Ther*.



2001; 31 (11): 645-654.

Mandelbaum B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y. & Garrett W. Jr. (2005). Эффективность программы нервно-мышечной и проприоцептивной тренировки в предотвращении травм передней крестообразной связки у спортсменок (переводчик). *Am J Sports Med*, 33 (7): 1003-10.

Myer Gregory D, Ford Kevin R, Divine Jon G, Wall Eric J, Kahanov Leamor, and Hewett Timothy E. (2009) Продольная оценка факторов риска неконтактной травмы передней крестообразной связки во время созревания у спортсменки: отчет о болезни. *J Athl Train*; 44 (1): 101–109

Meeuwisse W. (1994) Оценка причинно-следственной связи спортивной травмы: многофакторная модель. *Clin J Sport Med*. 4 (3): 166–70

Murata, M. (1996). Кривая скорости роста в детстве и юности (Переводчик). *Акушерско-гинекологическая терапия*, 72 (4), 401-406.

Mihata LC, Beutler AI, Boden BP. (2006). Сравнение частоты предшествующих травм крестообразных связок у игроков студенческого лакросса, футбола и баскетбола: последствия для предыдущего механизма крестообразных связок и профилактики. *Am J Sports Med*. Июнь; 34 (6): 899-904.

Noyes, F. R., Barber-Westin, S. D., Fleckenstein, C., Walsh, C. & West, J. (2005). Скрининговый тест с падением-прыжком: разница в контроле нижних конечностей в зависимости от пола и влияние нервно-мышечной тренировки у спортсменок (переводчик). *Am J Sports Med*, 33 (2), 197-207.

Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E. Jr, & Beutler, A. (2009). Система оценки ошибок при приземлении (LESS) является достоверным и надежным инструментом клинической оценки биомеханики прыжкового приземления. Исследование JUMP-ACL (переводчик). *Am J Sports Med*, 37 (10), 1996-2002.

Pfeiffer, R.P., Shea, K. H., Roberts, D., Grandstrand, S., & Bond, L. (2006). Недостаточное влияние программы профилактики травм связок колена на частоту бесконтактных повреждений передней крестообразной связки (переводчик). *J Bone Joint Surgery*, 88 (8), 1769-1774.

Pappas E, Hagins M, Sheikhzadeh A, Nordin M, Rose D. (2007) Биомеханические различия между односторонними и двусторонними приземлениями с прыжка: гендерные различия. *Clin J Sport Med*. 17 (4): 263-268.



Prentice, W. E. (2001). *Методы реабилитации в спортивной медицине (2-е издание)*. Барселона: Пайдотрибо.

Quatman, C. E., Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2006). Половое созревание приводит к различиям в силе приземления и выполнении вертикальных прыжков: продольное исследование (переводчик). *Am J Sports Med*, 34 (5), 806-813.

Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynnon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., & Engebretse, L. (2008). Бесконтактные травмы ПКС у спортсменок: заявление о текущих концепциях Международного олимпийского комитета (переводчик). *Br J Sports Med*, 42 (6), 394-412.

Sell, T. C. (2011). Изучение, сопоставление и сравнение статических и динамических показателей устойчивости позы у здорового, физически активного взрослого человека (Переводчик). *Физическая терапия в спорте*, 13 (2), 80-86.

Sell TC, Ferris CM, Abt JP, Tsai YS, Myers JB, Fu FH, Lephart SM. (2006) Влияние направления и реакции на нервно-мышечные и биомеханические характеристики колена при выполнении задач, имитирующих механизм бесконтактного повреждения передней крестообразной связки. *Am J Sports Med*; 34 (1): 43-54.

Shimokochi, Y., & Shultz, S. J. (2008). Механизмы бесконтактного повреждения передней крестообразной связки (Переводчик). *Дж. Атл Трейн*, 43 (4), 396-408. DOI: 10.4085 / 1062-6050-43.4.396

Thomas, S. J., Swanik, K. A., Swanik, C., & Huxel, K. C. (2009). Вращение плечевого сустава и адаптация положения лопатки после одиночного женского спортивного сезона в старшей школе (переводчик). *Журнал спортивной подготовки*, 44 (3), 230-237.

Villwock, M. R., Meyer, E. G., Powell, J. W., Fouty, A. J., & Haut, R. C. (2009). Поверхность футбольного поля и дизайн обуви влияют на тягу при вращении (переводчик). *Am J Sports Med*, 37 (3), 518-525.

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Влияние основной проприоцепции на травму колена: проспективное биомеханико-эпидемиологическое исследование (переводчик). *Am J Sports Med*, 35 (3), 368-73.

Wilk Kevin E, Hooks Todd R., Macrina Leonard C. (2013) Модифицированная растяжка спящего и модифицированная растяжка через плечо для увеличения диапазона движений внутреннего вращения плеча у спортсмена, выполняющего метание над головой. *Журнал ортопедии и спортивной физиотерапии*. 43 (12) 891-894

