

Профилактика мышечных травм

2.1 Профилактика наиболее частых мышечных травм

2.1.1 Биомеханические характеристики подколенных сухожилий

Травмы мышц различной степени тяжести на подколенных сухожилиях очень распространены в спорте, где спринт, особенно в незапланированных ситуациях (резкие изменения направления или принятие решений), проявляется в больших объемах. Это неоспоримые характеристики таких видов спорта, как футбол, регби (особенно спина) или баскетбол, поэтому неудивительно, что травмы этой группы мышц в настоящее время вызывают беспокойство в отношении здоровья наших спортсменов и вызывают больше головной боли во многих соревновательных сферах разных уровней.

Если взять в качестве примера футбол и кратко проанализировать его эпидемиологическое развитие, то повреждения мышц задней части бедра появляются в группе наиболее распространенных и более частых во многих опубликованных работах. Об этом много писали: [См. Хокинс и Фуллер (1999 год); Хокинс, Хальс, Уилкинсон, Ходсон и Гибсон (2001 год); Арнасон и др. (2004 год); Джунг, Дворак и Граф-Бауман (2004 год); Вудс и др. (2004 год), Дюпонт аль. (2010 год), Экстранд, Хагглунд и Уолден (2011 год), Стуббе и др. (2014 год)].

Этот факт ставит нас в необходимость проанализировать, что является основным механизмом, связанным с этой травмой, поскольку из этого анализа могут возникнуть наиболее показанные действия по ее профилактике.

Биомеханические характеристики подколенного сухожилия

Мы попытаемся кратко обобщить биомеханические характеристики этой группы мышц, чтобы мы могли позже лучше понять анализ механизма этой травмы.

Первое, что мы должны сказать об этой группе мышц, это то, что в принципе она двусуставная, то есть проходит через два суставных ядра: бедро и колено, выполняя противоположные функции каждому ядру. Это означает, что эта группа в своем концентрическом действии ведет себя как разгибатель бедра, помогая ягодичной мышце (эта синергия важна для развития правильной техники бега) и сгибателю колена.

Что касается его архитектуры, в принципе есть два аспекта, на которые следует обратить внимание: его архитектура как таковая и форма, то есть наказание. Что касается их



архитектуры, то можно сказать, что это мышцы с большой длиной мышечных волокон (короткая часть двуглавой мышцы бедра (BF), $85,3 \pm 5,0$ мм, длинная часть BF $139 \pm 3,5$ и полусухожильная мышца 158 ± 2 , в среднем по всей задней поверхности бедра 107 мм). Это представляет собой тенденцию к представлению большого количества саркомеров последовательно и со средним-высоким соотношением мышечных волокон к длине мышцы, что позволяет им быть мышцами с высокой скоростью укорачивания и большим влиянием на сустав. Следовательно, в этой группе мышц решающую роль в их функции будут играть последовательно расположенные саркомеры (длина волокон) (Lieber, 2002).

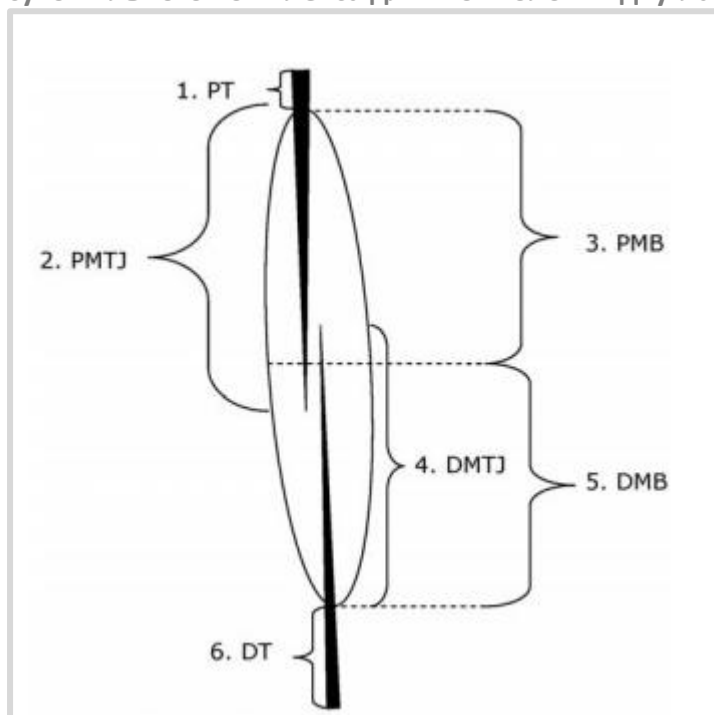
Теперь, если мы вместе проанализируем взаимосвязь длины волокна и длины мышцы. И другой определяющий механический параметр, такой как физиологическая площадь поперечного сечения (PCSA), эта группа мышц разделится: полусухожильная мышца - мышца с большой длиной волокна, но низкий PCSA (из-за малого угла наклона 5°), поэтому его архитектура благоприятствует скорости сокращения и движения мышц, но с низким уровнем силы; с другой стороны, двуглавая мышца бедра, относительно смешанная мышца с умеренной длиной волокон и умеренным PCSA (из-за угла пениции более 23°), то есть способность создавать силу (в соответствии с ее архитектурой) больше, чем у его партнера, полусухожильная мышца и ее биомеханические характеристики ставят ее в ситуацию относительного риска, поскольку именно она способна выдержать эксцентрическую силовую нагрузку, возникающую в заключительной фазе раскачивания в беге. В отличие от полусухожильной мышцы, которая может быстро активироваться и генерировать большое количество движений, но с низким уровнем силы (Lieber, 2002).

Эти данные не препятствуют размещению подколенных сухожилий в целом как мышц с функцией относительно их конструкции, стремящейся к скорости укорочения, в отличие от четырехглавой мышцы с функцией относительно конструкции (согласно их характеристикам длины фибриллярных мышц / длина мышцы и PCSA) создания силы. В любом случае, как мы увидим позже, архитектурные различия внутри группы мышц подколенного сухожилия коррелируют с эпидемиологическими данными, при этом двуглавая мышца бедра является группой, наиболее подверженной травмам в этой группе мышц (Woods et al., 2004).

Наконец, с архитектурной точки зрения, это сложные мышцы. Проще говоря, подколенные сухожилия, и особенно двуглавая мышца бедра, имеют сухожилия, которые входят и проходят в основном по длине мышцы. Другими словами, когда они изображаются в виде карательных мышц (похожих на перья птиц), они представляют собой большое количество мышечно-сухожильных и миофасциальных соединений. Точек крепления для мышечных волокон и перехода от сократительных сил к движению, распознавая эти области как поэтому высокоскоростная передача механической силы представляет собой множество потенциальных зон разрыва, если учесть, что зона перехода от сократительной ткани к соединительной, является наиболее вероятной зоной повреждения. В качестве примера того, что выражено в этом абзаце, мы схематически видим на рисунке 1 архитектуру двуглавой мышцы бедра.



Рисунок 1: Схематическое изображение фронтальной плоскости мышечно-сухожильного комплекса длинной головки двуглавой мышцы.



Источник: Askling, и др., 2007, стр. 199.

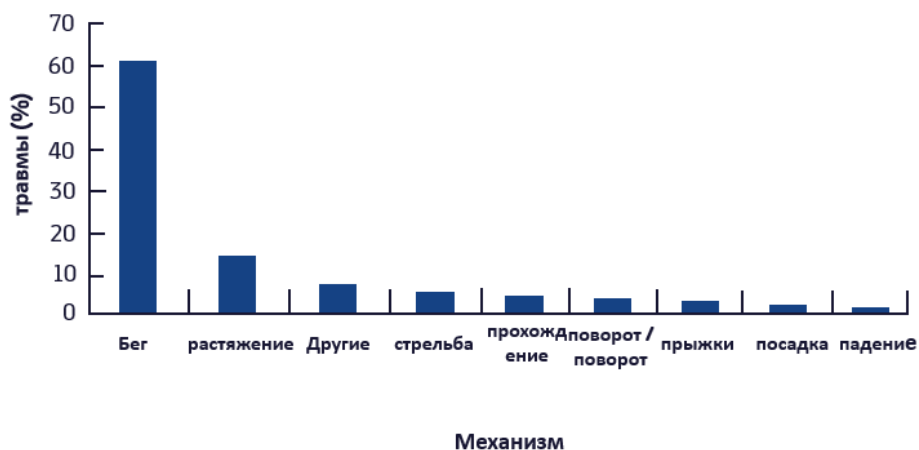
Литература: 1) проксимальное сухожилие (ПТ). 2) Проксимальное соединение мышцы и сухожилия (PMTJ). 3) Проксимальная мышца живота (ПМБ). 4) Дистальное соединение мышцы и сухожилия (DMTJ). 5) Дистальный мышечный отдел живота (DMB). 6) Дистальное сухожилие (ДТ).

2.1.2 Механизм травмы

Теперь, принимая во внимание его биомеханические и архитектурные характеристики, какой может быть основной механизм повреждения этой группы мышц, особенно в спорте, зависящем от спринтерских действий? В этом смысле Woods et al. (2004) опубликовали интересную работу, основанную на исследовании повреждения этой группы мышц, в которой установлено, что механизм повреждения составляет 91% из-за бесконтактных воздействий, и в пределах этого процента 57% произошли в ситуации спринт или бег на высоких скоростях. Подобные данные были получены Hawkins et al. (2001). (Фигура 2)

Рисунок 2. Механизмы повреждения подколенного сухожилия при бесконтактных действиях.





Источник: Woods, et al 2004

Этот факт связан с заключительной частью фазы замаха в беге, когда подколенные сухожилия должны тормозить большую угловую скорость большеберцовой кости. Чтобы позиционировать ее для следующего шага, в ситуации разгибания бедра, что приводит их в Важное эксцентрическое действие, которое станет концентрическим, как только цепь движений в гонке замкнется (Thelen et al., 2006).

Внутри этой группы мышц двуглавая мышца бедра подвержена наибольшему поражению (Woods et al., 2004; Thelen, Chumanov, Sherry & Heiderscheit, 2006). В исследованиях, проведенных исследовательской группой Телен, Чуманов и Шерри (2006), было показано, что электромиографическая активация полусухожильной, полуперепончатой и двуглавой мышцы бедра в этой заключительной фазе качания была аналогичной. Но величина растяжения длинной головы двуглавой мышцы бедра было значительно выше (9,5%), чем поражение полусухожильной (8,1%) и полуперепончатой (7,4%), что обеспечивало большую отрицательную работу двуглавой мышцы, что интерпретировалось как фактор риска травм специфичны для этой мышцы (Thelen и др., 2006).

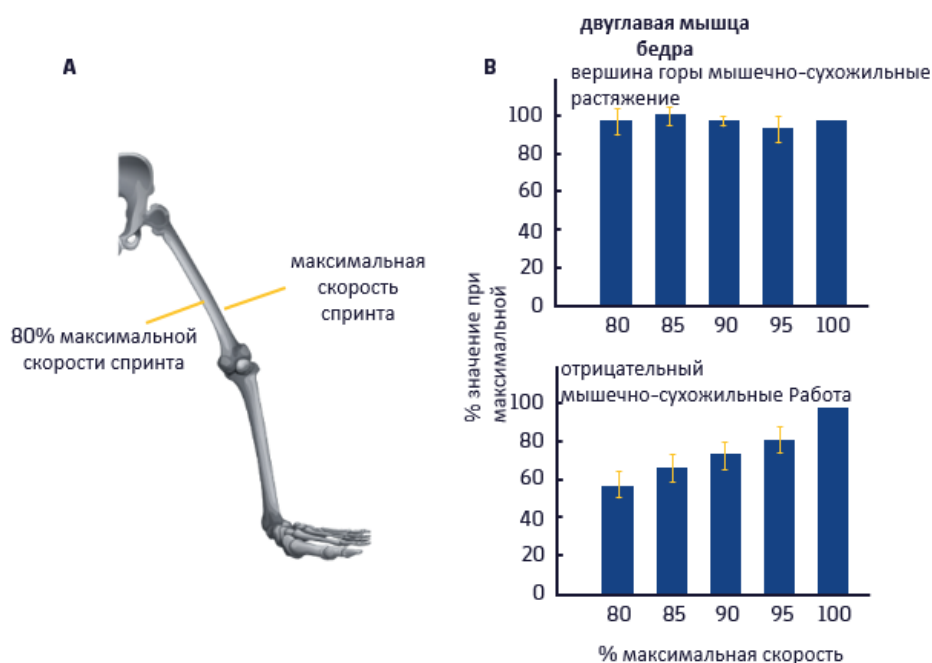
Еще один важный факт - это влияние скорости бега на работу подколенного сухожилия. В этом смысле пик растяжения мышечно-сухожильного сустава подколенного сухожилия в различных диапазонах скоростей (80%, 85%, 90%, 95% и 100%) оценивался в лабораторных условиях, при этом наблюдая, что он остается неизменным в течение всего периода времени. Однако отрицательная работа мышечного сухожилия, выполняемая подколенным сухожилием, значительно увеличивается со скоростью, поскольку инерционная энергия, которую подколенное сухожилие должно тормозить, увеличивается (Thelen et al., 2006; Chumanov, Heiderscheit, & Thelen, 2011).

Затем подколенные сухожилия имеют функцию поглощения и перераспределения кинетической энергии качающейся конечности до контакта со стопой. Поскольку кинетическая энергия увеличивается пропорционально квадрату скорости, отрицательная работа, выполняемая мышцами подколенного сухожилия,



увеличивается со скоростью, превышающей процент изменения скорости (Рисунок 2) (Thelen et al., 2006).

Рисунок 3: Пример положения ноги в механизме повреждения подколенного сухожилия



Источник: Thelen et al., 2006, с. 139.

Рис. 2. А. Показывает положение нижней конечности в момент пика растяжения сухожилия подколенного сухожилия. Б. Изменение пика растяжения сухожилия подколенного сухожилия (вверху) и отрицательной мышечной работы (внизу) в зависимости от изменения скорости бега

Таким образом, кажется очевидным, что растущие проблемы, связанные с этой травмой, в принципе связаны с двумя ключевыми моментами:

- 1) Усиление развития у наших спортсменов способности выполнять высокоинтенсивные усилия на соревнованиях и тренировках, то есть повышенная способность проводить больше и больше метров в зонах высокой интенсивности и / или спринте.
- 2) Недооцененная сложность этой группы мышц. Другими словами, минималистский и однонаправленный анализ, как анатомический, так и функциональный, наложенный на него.

Кроме того, в заключение вопроса в этом разделе, в литературе относительно согласовано, что основной механизм травмы находится в быстром эксцентрическом действии этой группы мышц в положении максимальной длины (активное растяжение) в заключительной фазе маха свободной ноги в гонке и особенно в гонках на высоких скоростях.



Этот анализ позволяет глубже понять, какие факторы риска усугубляют это состояние и повышают риск для этой группы мышц, с одной стороны, и какие варианты могут быть наилучшими для его предотвращения, с другой.

2.1.3 Внутренние факторы риска травмы подколенного сухожилия

Возраст

Возраст спортсменов анализировался в большинстве исследований, связанных с внутренними факторами риска. Травмы мышц, особенно подколенных сухожилий, не исключение.

В этом смысле большинство статей указывают на то, что с возрастом активных спортсменов увеличивается риск травм подколенного сухожилия (Arnason et al., 2004, Ekstrand, Hägglund & Walden, 2011 b). , Это увеличение обусловлено увеличением риска увеличения возраста спортсмена с 23 лет в год, независимо от того, представляют ли они предыдущие травмы этой группы мышц.

Почему возраст существенно влияет на риск получения травм, не совсем понятно. Предполагается, что уменьшение физиологического поперечного сечения и сокращение волокон типа II в этом типе мышц с преобладанием быстрых волокон может объяснить эту взаимосвязь с увеличением возраста и повышенным риском травм.

Предыдущая травма

В литературе существует единое и последовательное мнение о том, что наличие перенесенной ранее травмы является однозначным фактором риска травмы подколенного сухожилия. Некоторые авторы, такие как Oschard JW (2001), Arnarson et al. (2004), Hägglund, Waldén и Ekstrand (2013), представляют повышенный риск травмы подколенного сухожилия в 1,4–3,5 раза.

Объяснение того, как предыдущая травма подколенного сухожилия влияет на риск повторной травмы, можно найти в кривой крутящего момента или в угле, где пик крутящего момента возникает после травмы, то есть в модификации этой посттравматической биомеханической переменной травмы (Brockett, Morgan & Proske, 2004; Naclerio, Larumbe-Zabala, Monajati & Goss-Sampson, 2015).

В этом смысле Brockett и др. (2004) сообщают, что у субъектов с травмами подколенного сухожилия в анамнезе было больше закрытых пиковых углов касания, чем у таких же субъектов в неповрежденной ноге, что создавало риск рецидива. В любом случае, эти авторы ссылаются на необходимость анализа большего количества образцов, чтобы оценить безопасные угловые диапазоны, в которых должен располагаться пик касания, а также области риска, и придать больший вес этому анализу в отношении обнаружения субъектов в риск (Brockett и др., 2004).

Эксцентрическая сила подколенных сухожилий как фактор риска травм



Garret (1990) предполагает, что во время спринта замедление ноги и стопы во время заключительной фазы замаха требует большой эксцентрической активации подколенных сухожилий, чтобы компенсировать поступательный момент силы, и что эта сила, которая напрямую влияет на подколенные сухожилия (учитывая двухсуставную характеристику этой группы мышц) - вот что может вызвать травмы в мышечно-сухожильном соединении.

Принимая это во внимание, в последние годы было предложено, что уровни эксцентрической силы подколенных сухожилий являются важным прогностическим фактором риска этой травмы, а также повышение эксцентрической силы этой травмы является важным моментом, который следует принимать во внимание при организации профилактических программ для этой группы мышц (Naclerio Ayllón, 2010).

Дисбаланс сил между подколенными сухожилиями и квадрицепсами

Исходя из того, что было сказано в предыдущих параграфах, анализ уровней эксцентрической силы должен быть важной ценностью, которую необходимо учитывать, чтобы понять, какие из наших спортсменов подвержены риску травмы в этой группе мышц.

В этом смысле взаимосвязь сил между антагонистическими группами бедра изучалась в течение нескольких лет, чтобы найти соответствующую взаимосвязь, которая обеспечивает снижение фактора риска травмы для этой группы мышц (Naclerio Ayllón, 2010).

Это соотношение предпочтительно изучалось в его концентрических проявлениях в различных исследованиях. Предлагая в общих чертах соотношение около 0,60 H / Q. То есть сила подколенного сухожилия над силой квадрицепса) в изокинетическом динамометре для угловой скорости 60 ° / секунду. Устанавливая это соотношение 0,60 в качестве маркера, ниже которого подколенное сухожилие подвергается риску травмы (Orchad, Marsden, Lord & Garlick, 1997; Brockett et al., 2004).

Основная критика этого соотношения, особенно после появления работ Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen (1998), которые представили новый способ оценки этого соотношения. Учитывая эксцентрическое соотношение подколенных сухожилий от 30 ° / сек. до 60 ° / сек. С учетом того, что кривая сила-скорость для эксцентрических действий остается относительно постоянной. В отличие от резкого падения силы при более высоких скоростях при концентрических действиях, при концентрических 240 ° / сек. заключается в том, что он не учитывает физиологическую и функциональную реальность проявления силы в этих группах мышц в реальных игровых ситуациях. Следовательно, способ соотнесения уровней силы этих групп мышц-антагонистов, предложенный Aagaard et al. (1998), больше похоже на реальность, с которой они страдают в спринтерских действиях, называя это соотношение функциональным соотношением.

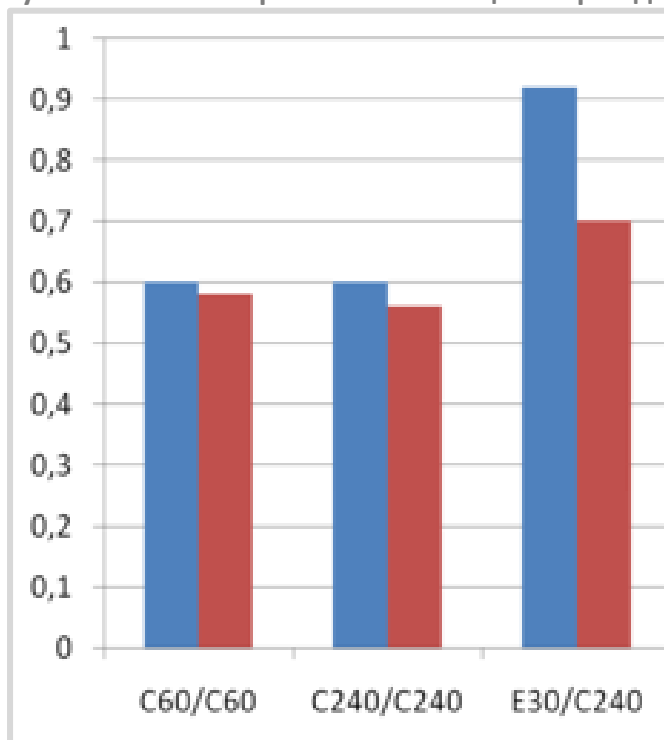


Основываясь на этих фактах, исследовательские группы Croisier, JL, Forthomme, B., Namurois, MH, & Vanderthomme, M. (2002) и Croisier, JL, Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret JM (2008) выполнили две важные работы, связанные с этим функциональным соотношением, которые мы резюмируем ниже.

В первой работе, которую мы процитируем этим автором, опубликованной в 2002 году, оценивались 26 спортсменов-мужчин (14 футболистов, 7 легкоатлетов и 5 спортсменов, занимающихся боевыми искусствами) с историей травмы подколенного сухожилия и хронического болевого синдрома группы мышц. Стандартные и функциональные соотношения оценивались на изокинетическом динамометре, и было обнаружено значительное снижение эксцентрического функционального соотношения сгибателей при $30^\circ / \text{с}$ и концентрических разгибателей при $240^\circ / \text{с}$ в ноге с предыдущим повреждением подколенного сухожилия по сравнению с не вовлеченным.

Эти данные, которые не коррелировали с обычным крутящим моментом, который был представлен в рамках обычных стандартов. Важность этой работы заключается в подтверждении этого соотношения при обнаружении функционального дефицита, который может быть недооценен обычным соотношением.

Рисунок 4: Различные соотношения, сравнивающие крутящий момент подколенного сухожилия и четырехглавой мышцы поврежденной и неповрежденной ног.



Источник: Crossier et al., 2002, стр. 201.

Справочные материалы: Синий: контралатеральное подколенное сухожилие. Красный: повреждение подколенного сухожилия.

C60 / C60 = концентрический 60° / концентрический 60° ; C240 / C240 = 240° концентрический / 240° концентрический; E30 / C240 = эксцентрический 30° / концентрический 240° .

Вторая работа этого автора (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty & Ferret, 2008), более поздняя, предусматривала обширный анализ взаимосвязи дисбаланса сил между квадрицепсами и подколенными сухожилиями, проверенных с помощью изокинетического динамометра, и факторов риска. Травма этой группы мышц при последующем осмотре после обследования.

Эта работа чрезвычайно важна, особенно из-за выборки, полученной от 687 футболистов, из которых 462 из них можно было правильно контролировать в течение сезона, которые были оценены изокинетически (в предсезонье) в поисках дисбаланса между квадрицепсы и подколенные сухожилия с разной скоростью (высокой и низкой) и действиями как концентрическими, так и эксцентрическими.

Один из наводящих на размышления результатов этого исследования заключается в том, что игроки со значительным дисбалансом в смешанном функциональном соотношении (эксцентрический 30 ° Н / концентрический 240 ° Q) имели более высокий уровень травм в предполагаемом периоде наблюдения.

Другие важные данные заключаются в том, что занятия футболом увеличивают риск в 4,66 раза по сравнению с игроками с невылеченным дисбалансом, в то время как у игроков с дефицитом, которых лечили и контролировали с помощью изокинетических устройств, относительный риск составлял всего 1,44. Другими словами, игрок с дефицитом представляет риски, которые могут быть уменьшены путем корректировки этих соотношений и точного отслеживания корректировки.

С другой стороны, в соответствии с данными его предыдущей работы, концентрические стандартные методы оценки не учитывали около 30% игроков с эксцентрическим дефицитом. Этот факт может привести к недооценке дефицита, если мы будем использовать только эти методы оценки, так что предложение автора является ясным и совпадает с Aagaard et al. (1998), что функциональное соотношение может предоставить нам более конкретную информацию при тестировании дисбаланса, чтобы уменьшить поражение этой группы мышц.

Таблица 1: Критерии описания игроков с дисбалансом силы (n = 216)

Характеристики дисбалансов	Доля игроков (% sobre n=216=100 %)
Двусторонние различия	
Conc 60°/s	85/216(39)
Conc 240°/s	69/216(32)
Есс 30°/s	130/216(60)
Есс 120°/s	126/216(58)
Соотношение Н/Q	
Conc 60/conc 60°/s	118/216(55)
Conc 240/Conc 240°/s	82/216(38)



Ссылки: конц. = Концентрический; и т. д. = эксцентричный; s = второй (;) Н / Q = подколенные сухожилия / квадрицепсы; смешанный функциональный есс. /conc.= смешанные функциональные эксцентрические подколенные сухожилия / концентрические квадрицепсы

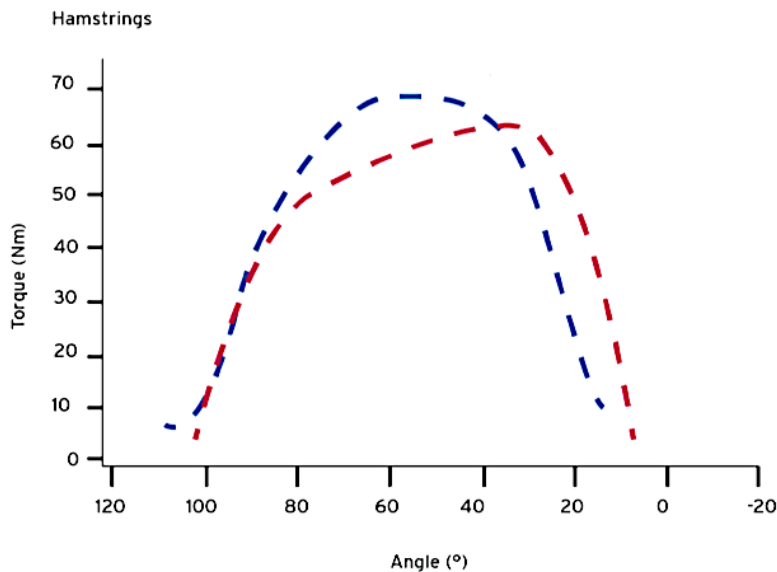
Источник: Crossier и др., 2008, стр., 1473.

Одним из результатов этого исследования является то, что игроки с функциональными коэффициентами около 1, 40 не имели травм подколенного сухожилия, что может быть названо оптимальным уровнем для снижения риска травм в этой группе мышц. Эти авторы, наконец, предлагают использовать эту методологию оценки для определения несбалансированности этих групп мышц, а затем после периодов тренировки или корректировки дефицита контролировать в соответствии с этой методологией.

Что касается оценки этой группы мышц и попытки оценить субъектов риска, то интересно также взглянуть на характеристику кривой крутящего момента или угла, где происходит пик крутящего момента, чтобы оценить, могут ли игроки с более открытыми углами пика крутящего момента иметь другое отношение к индексу травмы (Brockett и др., 2004; Naclerio Ayllón, 2010).

Как мы уже упоминали выше, в этом смысле Brockett и др. (2004) сообщают, что субъекты с историей травм подколенного сухожилия имели более закрытые углы пика прикосновения, чем те же субъекты на неповрежденной ноге, что создавало рецидив полива. Тем не менее, этот автор отмечает необходимость анализа образцов большего количества, чтобы иметь возможность оценить безопасные угловые диапазоны, где должен быть расположен пик прикосновения и зоны риска, и, таким образом, придать этому анализу большую достоверность в отношении обнаружения субъектов риска (Brockett и др., 2004).

Рисунок 5: кривые угла пика крутящего момента для перекрывающихся подколенных сухожилий.



Источник: Brockett et al., 2004, стр. 381.

Нога с травмой в анамнезе, красные полосы; нога неповрежденная, синие полосы.

В поисках другой гипотезы о повышенном риске травмы подколенного сухожилия из-за предыдущей травмы Силдер, Ридер и Телен (2010) изучали субъектов с предыдущей травмой подколенного сухожилия с помощью биомеханического метода, обнаружив, что остаточный рубец травмы Prior может отрицательно повлиять на местную механику пораженной ткани, что может способствовать увеличению риска повторного повреждения во время действий, связанных с активным растяжением мышцы.

Короче говоря, возможно, что разные факторы могут вызывать повышенный риск травмы подколенного сухожилия в связи с предыдущей травмой, что определяет важность оптимальной реабилитации первого эпизода, а также мониторинга и углубления профилактических мер в этой группе спортсменов с историей, чтобы значительно снизить этот фактор риска.

Взаимосвязь усталости и эксцентрического момента подколенных сухожилий

Установлено значение эксцентрического крутящего момента подколенных сухожилий как отношения концентрических крутящих моментов между мышцами-антагонистами бедра по отношению к фактору риска травм этой группы мышц, исследована динамика этого крутящего момента в зависимости от специфической усталости, вызываемой этими видами спорта это, по крайней мере, интересно.

В связи с этим Greig (2008) оценивает реакцию как концентрических, так и эксцентричных изокинетических кручений Q/N после протокола в treadmill, который реплицирует прерывистую динамику футбола (105 мин).

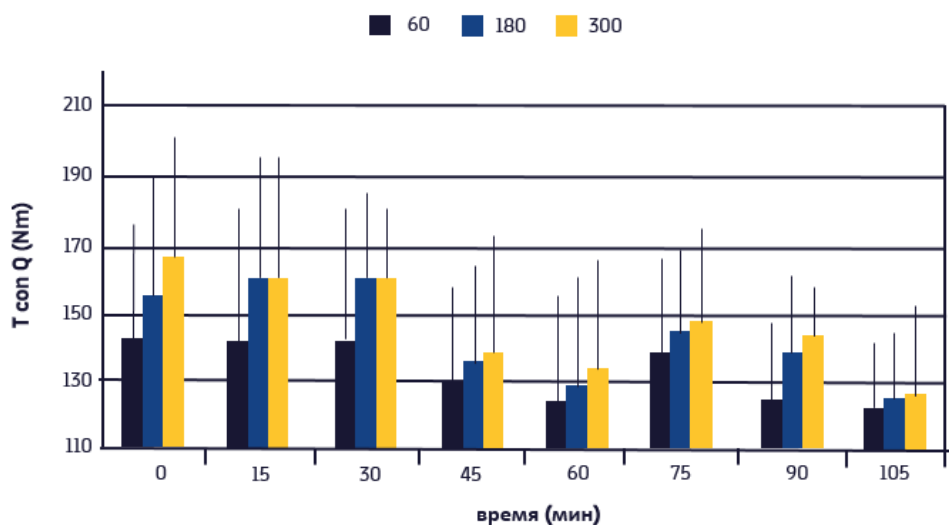
Слабое место этого исследования может быть связано с тем, что оно не учитывает изменения рулевого управления и тормозов или изменения ускорений, которые увеличивают развитие нервно-мышечной усталости игрока. Также, что приобретение функционального крутящего момента осуществляется путем сравнения равных как

эксцентрических, так и концентрических скоростей для антагонистических групп мышц с другими работами, связывающими $30 \text{ ехе. Н} / 240 \text{ С. Q}$, в основном Aagaard и др. (1998), предшественники этого соотношения.

Хотя некоторые данные могут быть выведены, эти авторы обнаружили, что эксцентричный пик крутящего момента уменьшается в соответствии с прогрессом упражнения, особенно после 15-минутного интервала времени, в то время как концентрический крутящий момент остается относительно стабильным.

С другой стороны, функциональное соотношение имеет тенденцию снижаться со скоростью 180 и 300 °/С, в то время как при 60°/С оно остаётся относительно стабильным. Соотношение при 180° / С упало с 1.05 на 0' и 1.14 на 15' до 0.81 на 105'. Соотношение при 300° / С также значительно снизилось с 1, 33 мин 0 и 1, 30 мин 15 до 1, 07 через 45 мин и 1, 03 В конце 105 мин, а также 1, 07 через 60 минут.

Рисунок 6: История изокинетического пика эксцентрического крутящего момента сгибателей коленного сустава во время специфического для футбола протокола прерывистой тренировки.

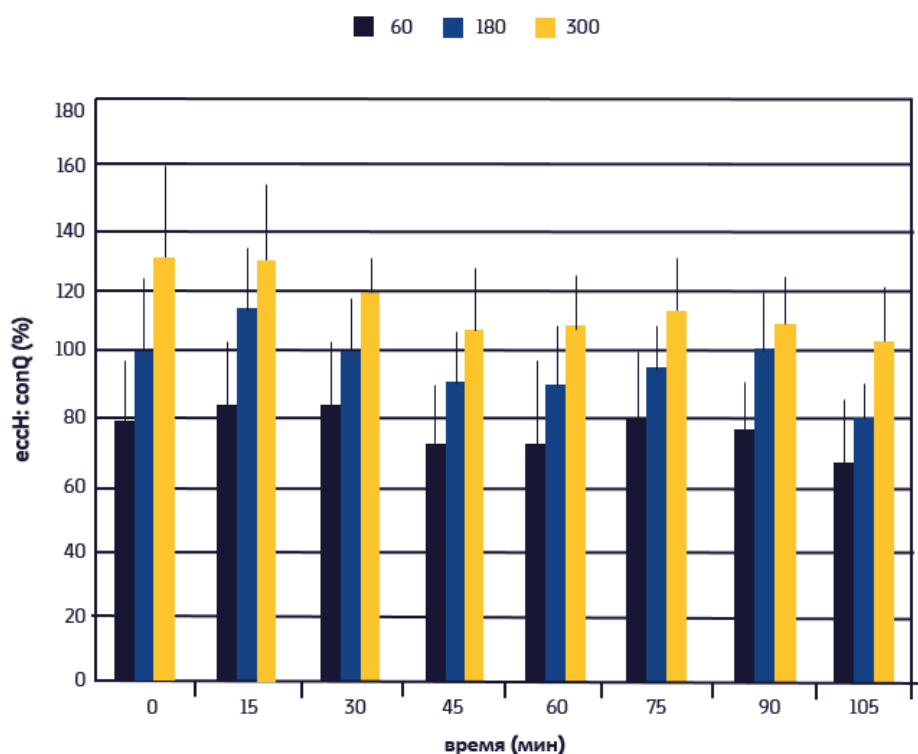


Источник: Greig, 2008, стр. 1406. Ссылка: Т есс Н = крутящий момент эксцентрика подколенного сухожилия.

Наиболее важным аспектом этого исследования является попытка соотнести реальность специфической усталости в игре и эволюцию эксцентрического крутящего момента подколенного сухожилия, где в этой группе мышц проявляется тенденция к прогрессивной потере крутящего момента в отличие от ее антагониста.



Рисунок 7: История соотношения функциональной силы во время прерывистого протокола по футболу



Источник: Greig, 2008, стр. 1406. Ссылки: ecc H: c Q = эксцентрическое подколенное сухожилие: концентрические квадрицепсы.

С другой стороны, из этого исследования было бы интересно провести новые исследования с учетом функционального соотношения, предложенного Агаардом и соавт. (1998) и с учетом других методов оценки падения производительности в футболе, таких как полевой тест с изменениями направления (например, йо-йо тест), а также эволюция этого коэффициента после выполнения нескольких наборов конкретных тренировок, таких как повторные спринты, которые могут напрямую влиять на эксцентричный крутящий момент квадрицепса.

В качестве ссылки на вышеизложенное приводится работа Эндрюса, Доусона и стюарда (2005), в которой традиционное и функциональное соотношение этих групп мышц оценивалось до и после теста на повторный спринт (RSA) (6*40 м при 30 с микропаузы), выявляя потерю обычного крутящего момента на 12% в ответ на острую усталость, вызванную тестом, но, не обнаруживая снижения функционального трока.

Из этой работы можно сделать вывод, что усталость острая, порождаемый одной серии RSA (при соблюдении протокола теста, 1*6 sprint 40 м) не хватит, чтобы изобразить реальность градиент повторение действий высокой интенсивности в игре, в которой, независимо от должности, метров, пройденных только в спринте (+ 23 км/ч) находятся



между 200 м и 460 м за матч, без учета контекста, в котором пересекаются эти действия (м итога, м высокой интенсивности + 19 км/ч, при высокой интенсивности + 23 км / ч), что может по-разному влиять на функциональный крутящий момент, поэтому требуется различная методологическая конструкция, чтобы оценить это соотношение.

Кроме того, в исследовании Rahnama and Manning (2005) была проведена оценка электромиографической реакции (ЭМГ) подколенных сухожилий в сочетании с прямой кишкой бедренной кости, передней большеберцовой костью и икрой до, во время и после протокола на беговой дорожке (treadmill), который повторял интенсивность бега, проводимого в футболе случайным образом, пытаясь воспроизвести усталость, характерную для этого вида спорта. Здесь было обнаружено, что активность ЭМГ изученных мышц выше До, чем после физической активности. Это говорит о том, что усталость снижает уровень электрической активности мышц и что это снижение уровней активации (что приводит к дефициту силы) связано с уменьшением нервной активации мышц, что приводит к потере работоспособности.

В свете этих результатов и соотнося их с тем, что мы разрабатываем, мы можем сказать, что нервная усталость вступает в игру также в эксцентричный или концентрический дефицит крутящего момента подколенных сухожилий, и это представляет собой фактор риска травмы в последние минуты встречи.

Наконец, интересно предположить, что это специфическое соотношение крутящего момента и усталости может быть изучено в большей специфичности с записями крутящего момента до и после более специфических футбольных мероприятий, например, small-sided games или интенсивных уменьшенных игр, товарищеских игр, после тренировки RSA более одной серии и разных плотностей стимула-паузы. Эти оценки могут привести к более конкретным выводам о соотношении и влиянии усталости на функциональное соотношение из-за наличия специфических для футбола компонентов, таких как изменение направления, тормоза и старты, которые непосредственно влияют на усталость и выработку силы основных мышц, участвующих в этом, и, следовательно, на последующие выводы, направленные на предотвращение травм.

Гибкость как фактор риска, связанный с травмой подколенного сухожилия

Эта тема была предложена эмпирическим образом в течение многих лет, из которых было высказано предположение, что сокращение этой группы мышц или дефицит гибкости являются важным фактором риска травмы. Тем не менее, научная литература об этом не нашла таких четких доказательств в пользу этого факта, как она обнаружила для других факторов риска, таких как возраст, предыдущая травма и эксцентричный дефицит крутящего момента.

В этой связи Arnasson, Sigurdsson, Gudmunsson and HolmeIngar (2004) с интересом определили, что уменьшение ПЗУ (оптимального диапазона движения) подколенных сухожилий не связано с повышенным риском травм этой группы мышц, в отличие от мышц аддуктора, где этот фактор можно отнести к риску травм этой группы мышц.



Несмотря на это, такие авторы, как Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have & Cambier (2003) и Bradley and Portas (2007), придерживаются противоположного мнения. Основная критика, сделанная в этих работах заключается в использовании статических тестов для наблюдения за ПЗУ подколенного сухожилия, ситуация, которая отходит от специфичности, в которой подколенное сухожилие востребовано в беге.

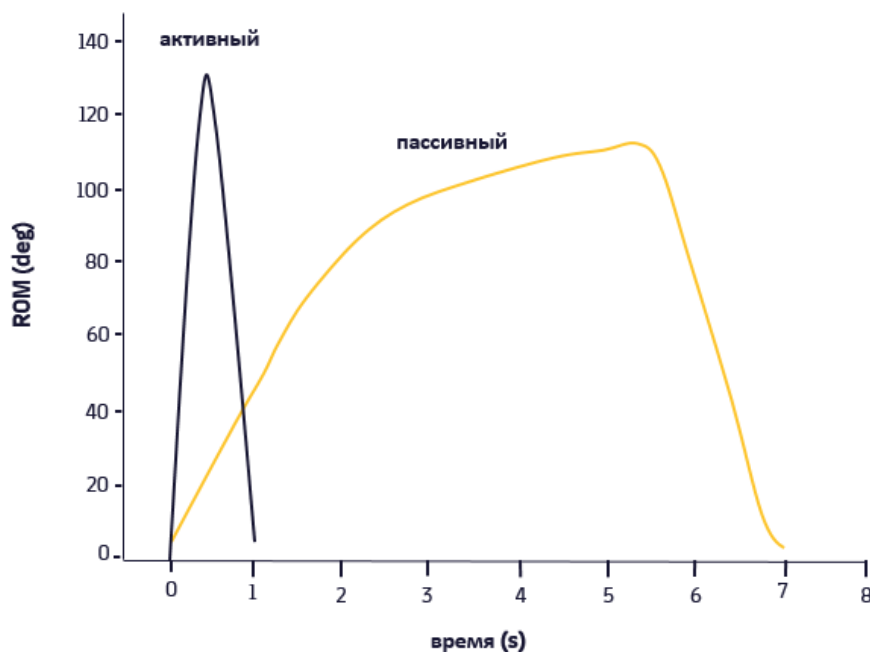
Рисунок 8: пример статического теста на гибкость подколенного сухожилия



Источник: Askling, и др., 2010, стр. 1800.

В этой связи представляется очевидным, что было бы ошибкой пытаться соотнести пассивную жесткость этой группы мышц с тестами статического преобладания (H test, PKE (пассивное разгибание колена) и АКЕ (активное разгибание колена)) для определения индекса травмы этой группы мышц, поскольку поведение динамической жесткости, которое больше напоминает реальность этой группы мышц в беге, значительно отличается.

Рисунок 9: Активное и пассивное поведение подколенных сухожилий в ROM



Источник: Askling и др., 2010, стр. 1801.

С другой стороны, Арнассон провел интересную интервенционную работу в 2008 году, где он оценил снижение количества травм в этой группе мышц, применив только тренировку на гибкость и эксцентрическую тренировку в сочетании с гибкостью в разминке. Результаты показали, что группа, выполнявшая эксцентрическую тренировку, значительно уменьшила количество травм по сравнению с группой, в которой этот тип тренировки не использовалась, и была ограничена только тренировкой гибкости, приписывая этот факт положительному эффекту эксцентрической тренировки для этой группы мышц. Эти данные подтверждаются систематическими обзорами, такими как Thacker, SB, Gilchrist, DF Stroup, CD, & Kimsey, Jr. (2004), которые затем предполагают, что нет постоянной взаимосвязи между гибкостью этой группы мышц и снижением заболеваемости.

Хотя есть и другие исследования, которые показывают, что тренировка гибкости для этой группы мышц может быть важной частью профилактических программ (Dadebo, White & George, 2004), текущая тенденция показывает, что эксцентрические тренировки для этой группы мышц более эффективны когда дело доходит до предотвращения травм (Arnasson et al., 2006; Naclerio Ayllón, 2010; Lieber, 2002).

В любом случае, убедительные данные в этом разделе заключаются в том, что нет убедительных доказательств (или, по крайней мере, они противоречивы), подтверждающих тот факт, что дефицит гибкости этой группы мышц является важным фактором риска травм.

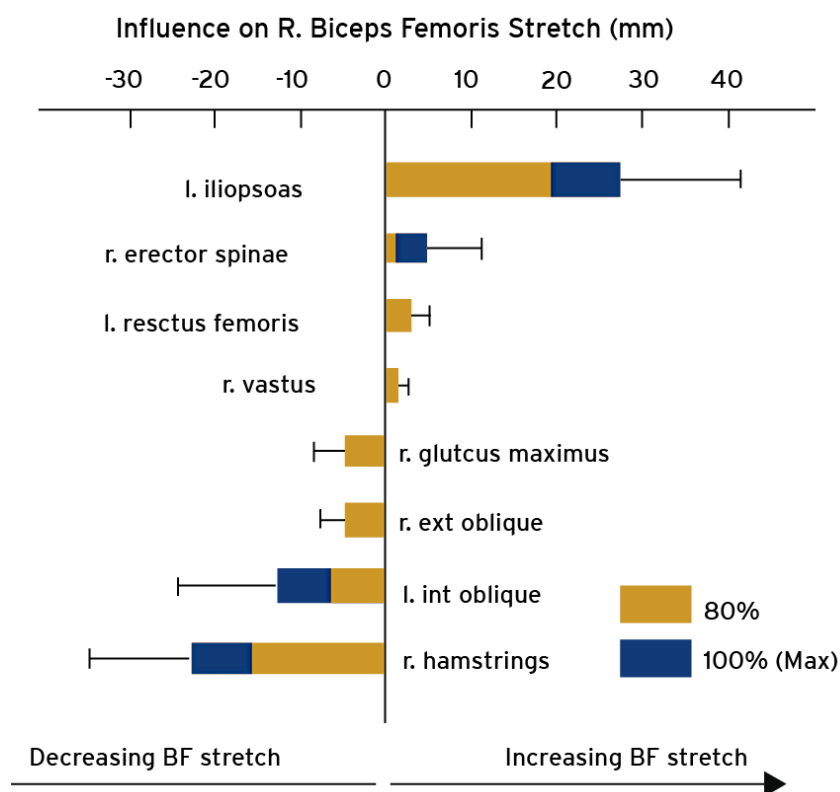
В заключение, мы могли бы оценить, что изолированные тренировки на гибкость, не дополняющие их восстановлением эксцентрических уровней силы этой группы мышц, являются неполными, когда речь идет о снижении частоты травм подколенного сухожилия.

Гибкость сгибателей бедра как фактор риска травмы подколенного сухожилия

В последние годы на основе анализа механизма повреждения этой группы мышц и влияния биомеханики таза при беге на активное растяжение подколенного сухожилия в заключительной фазе махов при беге и особенно в при высокоскоростном беге было высказано предположение, что гибкость сгибателей бедра может влиять на риск травмы подколенных сухожилий. Как описано Chumanov, Heiderscheit и Thelen (2007), и Schache, Blanch, Rath, Wrigley и Bennell (2005), контралатеральные сгибатели бедра имеют большое влияние на напряжение подколенного сухожилия, которое увеличивается с увеличением давления скорости бега.



Рисунок 10: Индивидуальное влияние различных групп мышц на растяжение подколенных сухожилий при беге с разным процентом скорости



Источник: Chumanov и др., 2007, стр. 3560.

Как и в случае с подколенными сухожилиями, по этой теме возникает тот же вопрос; Другими словами, хотя были обнаружены положительные корреляции между пассивными тестами ROM для сгибателей бедра (тест Томаса) и повышенным риском травмы подколенных сухожилий, выводы, полученные при статических оценках, нельзя было перенести на динамические и высокоскоростные ситуации. (Габби, Финч, Беннелл и Вайсвелнер, 2005 г.). В этом смысле соотношение сил сгибателей бедра / эксцентрических подколенных сухожилий, вероятно, может дать лучшие выводы.

2.1.4 Внешние факторы риска травмы подколенного сухожилия

Уровень компетентности

В некоторых работах, таких как работа Verrall, Slavotinek y Barnes (2005) в австралийском футболе, говорится, что уровень компетентности увеличивает риск травмы подколенного сухожилия; то есть чем выше уровень компетентности спортсмена, тем выше риск травмы подколенного сухожилия. Причина этого факта не совсем ясна. В любом случае, это может быть связано с повышением уровня подготовки и спроса на подколенные сухожилия в соревнованиях высокого уровня.

Конкуренция и повышение квалификации

Доказано, что риск получения травмы бедра больше в конкурсах и тренингах. В десять раз выше, чем в видах спорта высокого риска для этой группы мышц, таких, как футбол или австралийский футбол (Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., & Barnes, P. G., 2005). Кажется, что высокий спрос и усилия в матчах в течение более длительного времени может негативно влиять на эту группу мышц, в связи с утомлением, и, следовательно, риск травмы.

Положение игрока на поле

В регби, существует существенная разница в положении на игровом поле и риске травмы подколенного сухожилия, причем спины страдают от более высоких травм в этой группе мышц. (Brooks J H M, Fuller C W, Kemp S P T, Reddin D B. (2005). В футболе полузащитники больше всего подвержены риску травмы подколенного сухожилия (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson, HolmeIngar, Engebretsen, & Bahr, 2004). Объяснение этому в использовании более быстрых игроков на таких должностях и, следовательно, игроков с наибольшим преобладанием видов деятельности, тесно связанных со спринтом.

Недостаточный разогрев

Плохая разминка как фактор риска подколенного сухожилия является почти единодушным утверждением. Вероятно, это связано с тем, что неправильная предконкурентная подготовка приводит к мышцам подколенного сухожилия с более низким уровнем готовности, чтобы рассеять эксцентричный стресс, который возникает во время игры. Тем не менее, нет единого мнения о том, как лучше всего подготовить эту группу мышц к снижению травматического риска, но очевидна необходимость надлежащей разминки, чтобы уменьшить этот фактор риска.



2.2 Профилактический подход в профилактике мышечных травм

Травма подколенного сухожилия имеет многофакторный характер. Хотя очевидно, что основным механизмом травмы является эксцентрическое напряжение в заключительной фазе раскочки в гонке и, особенно в скоростных гонках или спринте в спорте с прерывистой динамикой (без дискредитации других, менее частых механизмов травм), факторы Внутренние факторы риска, которые превращают спортсмена в подверженного этой травме, разнообразны и разнообразны (см. Chumanov и др., 2007; Schache et al., 2005; Woods et al., 2004; Schache, Kim, Morgan, & Pandy, 2010).

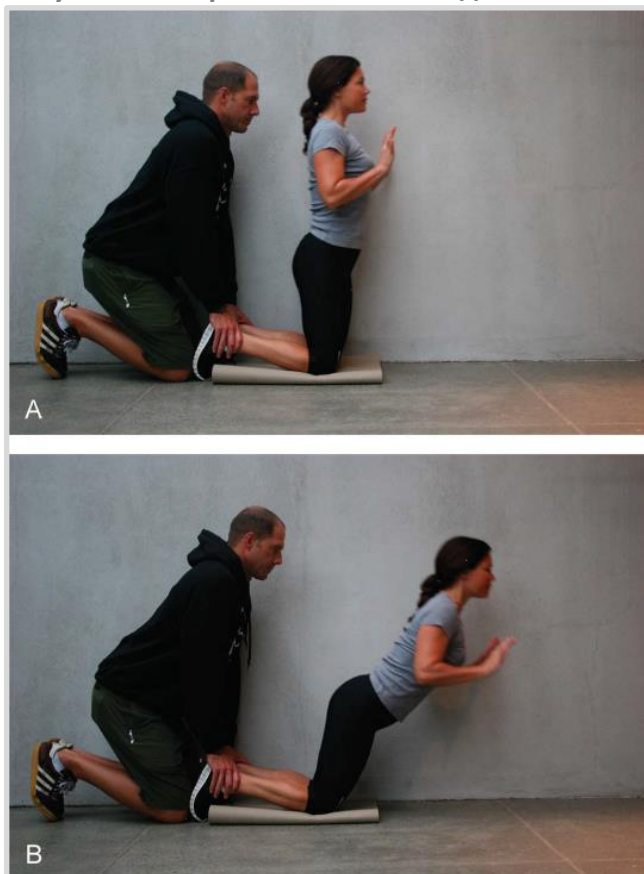
2.2.1 Эксцентрическая тренировка для предотвращения мышечных травм

Как мы обсуждали в предыдущих разделах, в литературе существует большое количество материалов, анализирующих факторы риска, связанные с повреждением подколенного сухожилия (см. Арнанссон и др., 2004; Круазье) и др., 2002; Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 2008; Gabbe и др., 2005; Mendiguchia, Alentorn-Geli, & Brughelli, 2012; Brughelli, Кронин, Mendiguchia, Kinsella & Nosaka, 2010; Hägglund, Waldén, & Ekstrand, 2006), в которой подчеркивается, в частности, дефицит в отношениях силы концентрические и эксцентрические среди антагонистов (бедр/бедро) и дефицит силы эксцентрика от бедра, а также влияние усталости на прочность эксцентрично всех бедра и его связь с повышенным риском.

Одной из первых профилактических мер, предложенных для этой группы мышц, является применение эксцентричной тренировки таким образом, чтобы создать защитный эффект на нее для тех же действий, которые признаны потенциально рискованными. Первой работой, которая определила применение эксцентричных тренировок с низкой нагрузкой и объемом в качестве эффективной профилактической стратегии, была работа Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen and Bahr (2008), которые использовали скандинавские сгибания рук в качестве эффективного профилактического упражнения, а не стратегии гибкости в снижении частоты травм подколенного сухожилия.



Рисунок 11: Упражнения на скандинавские сгибания рук



Источник: [Изображение с названием Nordic curl]. (s. f.). Получено с <http://goo.gl/uo41RK>

В этой работе Arnason и др. (2008), один из наиболее цитируемых в литературе, прогрессивная постепенная тренировка была поднята с этим упражнением в течение десяти недель, начиная только с еженедельного стимула 2*5 повторений в первую неделю и переходя к трем еженедельным стимулам 3*12-10-8 повторений с пяти недель и далее. В результате было достигнуто 57% - ное снижение травм подколенного сухожилия по сравнению с командами, которые не использовали это упражнение.

Согласно анализу разных авторов, применение эксцентричной тренировки, вероятно, приведет к повреждению мышц от стресса, и мышца будет реагировать на это повреждение, вызванное эксцентричными действиями с низкой нагрузкой и высокой скоростью под более открытыми углами, изменяя АРТ (угол пика крутящего момента) в сторону более открытых углов. Предполагается, что эта адаптация обусловлена увеличением числа саркомеров в рядах без изменения длины волокна (см Butterfield, Leonard, & Herzog, 2005; Lynn, Talbot, & Morgan, 1998; Brockett и др., 2004; Proske & Allen, 2005.). Таким образом, после этой адаптации будет достигнуто снижение индивидуального растяжения и стресса каждого саркомера при одинаковой степени удлинения (Proske & Allen, 2005). Таким образом, этот эффект связан с лучшей толерантностью к высокоскоростному активному растяжению подколенными сухожилиями (Брокетт и соавт., 2001; Брокетт и др., 2004).

Совсем недавно Brughelli and Cronin (2008) предложили прогресс в применении эксцентричных тренировок в профилактических целях на подколенных сухожилиях с различными упражнениями, пытаясь более глобально влиять на различные мышцы, которые составляют подколенные сухожилия, а также в зависимости от сезона.

Таблица 2: Программирование эксцентрической тренировки в профилактических целях

Transición	Pretemporada	Temporada Competitiva
4/5 series de 8 a 12 rep 2 veces a la semana Total series por semana: 8/10	3 series de 5/10 rep 2 veces a la semana Total series por semana: 6	2/3 series de 6/10 rep 1 vez a la semana Total series por semana: 2/3
Ejercicios diferentes al curl nordico. Como el PM 1/p, Eccentrics foward pulls, caídas alternas, caídas laterales, Buen día alterno.		
La progresión en carga puede realizarse en incremento de carga o velocidad de ejecución.		
Con el objetivo preventivo: la carga es de baja a moderada La velocidad del estiramiento de bajo a alto. Amplitud del estiramiento lo máximo posible.		

Источник: Взято из Brughelli y Cronin, 2008.

Хотя в последние годы, по-видимому, существует консенсус в отношении включения эксцентричной подготовки для защиты и снижения травматизма этой группы мышц, эта стратегия в изоляции не решает проблему и должна быть охвачена комплексным подходом, учитывающим другие факторы риска, упомянутые в этом модуле. Следует также отметить, что эта, как и другие профилактические меры, имеет большую или меньшую чувствительность в зависимости от приверженности или соответствия программе вмешательства и частоты ее применения (Good и др., 2015). С другой стороны, одним из аспектов, который следует учитывать и пересматривать, может быть время сессии, где наиболее уместно разместить это вмешательство. По словам Según Small, McNaughton, Greig y Lovell (2009), это окажется более эффективным с точки зрения адаптации, вызванной, когда она помещается в конце тренировки.

2.2.2. Важность устойчивости корпуса для предотвращения мышечных травм

Еще один аспект, который следует учитывать, - это отношения стабильности лумбо-таза в беге и травмы подколенного сухожилия. Было высказано предположение, что предыдущая травма, усталость и некоторые несоответствия длины (например, в поясничной мышце) или дефицит активации (например, в ягодичной мышце) могут привести к увеличению эксцентричной командировки подколенного сухожилия в беге (Chumanov и др., 2007; Silder, Reeder, & Thelen, 2010; Brughelli и др., 2010).

Казалось бы, плохая пояснично-тазовая стабильность может повлиять на биомеханику подколенного сухожилия и поставить его в стрессовую ситуацию, предрасполагая к травме. По мнению таких авторов, как Хайдершайт, Sherry, M. & Thelen (2010), и Sherry, Best, Silder, Thelen и Heidersheit (2011), следует предложить в профилактическом подходе интеграцию активации подколенного сухожилия к стабильности ядра в



комплексных и функциональных упражнениях, которые требуют как активации (если возможно эксцентричная активация или активное растяжение подколенного сухожилия) к пояснично-тазовой стабильности. Кроме того, следует учитывать правильную нормализацию длины сгибательных цепей бедра, которые могут порождать как торможения, так и негативные влияния на эксцентричную потребность подколенного сухожилия (Chumanov и др., 2007).

Рисунок 12: Комплексные упражнения, требующие стабилизации корпуса



Источник: [Изображение с названием комплексных упражнений]. (s. f.). Взяты из <http://goo.gl/uo41RK>

2.2.3 Гибкость как профилактический элемент

Не существует слишком большого консенсуса в применении гибкой тренировки как таковой в снижении частоты травм этой группы мышц, вероятно, из-за отсутствия сильной ассоциации в отношении этого аспекта как фактора риска (McHugh & Cosgrave, 2010).

В любом случае, тренировка гибкости других групп мышц, таких как сгибатели бедра, которые влияют на кинематику бега и увеличивают эксцентричный стресс подколенного сухожилия, вероятно, будет уместной, если мы предложим комплексный профилактический подход.

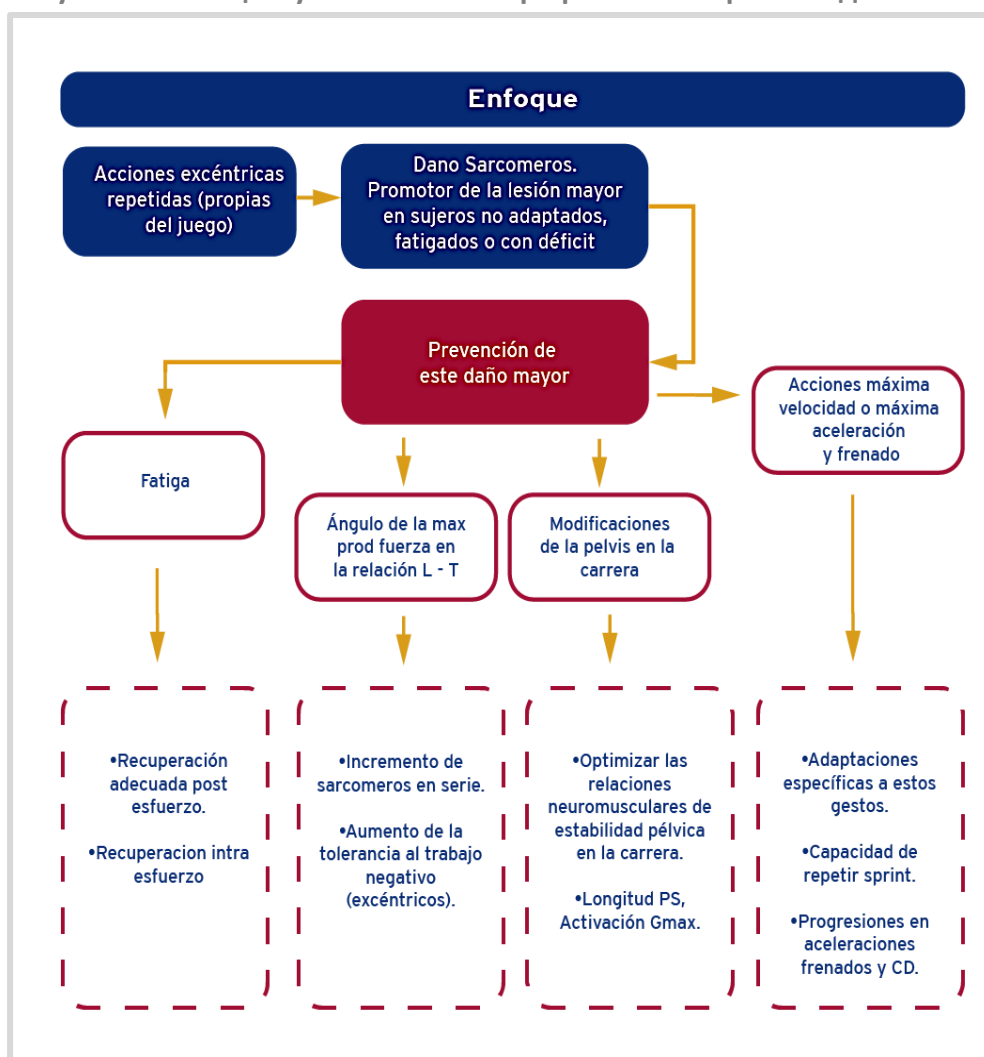
На данный момент уместно углубиться в другие методы обучения гибкости, которые могут способствовать комплексному подходу к профилактике травм, таким как самоуправляемое миофасциальное ингибирование или растяжение подколенного сухожилия путем отмены нервного напряжения (Orishimo & McHugh, 2015).

2.2.4 Комплексный подход к профилактике травм подколенных мышц

Учитывая это разнообразие факторов риска и различные взаимосвязи, которые между ними были установлены, назначение одного упражнения (например, Скандинавского разгибания рук) решение проблемы, оказывается минимально нелогичным. Хотя это упражнение продемонстрировало определённые уровни эффективности в снижении частоты повреждения подколенного сухожилия (Arnansson и др., 2008), это оставалось в последние годы на относительно высокой скорости, будучи наиболее инцидентной травмой в чрезмерных травмах в таких видах спорта, как футбол (Ekstrand и др., 2011 б).

В этом смысле, с нашей точки зрения, важно исходить из анализа факторов риска, от которых страдают наши спортсмены, чтобы определив их слабые места, разработать профилактическую программу.

Рисунок 13: Концептуальная схема профилактики травм подколенного сухожилия



Источник: собственная разработка

На рисунке 12 можно увидеть линию мышления, которая может в общих чертах направлять вмешательства. Учитывая этот график, мы можем сделать вывод, что повторные эксцентричные действия (как это происходит в действиях спринта), действующие на субъектов, не приспособленных должным образом к этим действиям,



утомленных, с дефицитом налогов или в результате предыдущих травм, могут быть причиной повреждения или серьезной травмы мышц (этот момент относится к травме с анатомическими изменениями-растяжениями, разрывами). Поэтому, чтобы снизить риск травм подколенного сухожилия, мы должны положительно влиять на усталость, эксцентричную силу подколенного сухожилия и отношение длины к напряжению подколенного сухожилия; также на модификаторы кинематики таза в беге, а также на тренировки и адаптацию к спринтовым и связанным с ними действиям.

В этом смысле, зная, что усталость превращается в усилитель других факторов риска, таких как предыдущая травма, действия, которые пытаются противостоять ей, также будут выступать в качестве стимула профилактики. Использование всех тех мер, которые обеспечивают правильное восстановление после усилий, будет сотрудничать с профилактикой. Одной из мер, которые мы можем упомянуть, являются погружения в холодную воду (IAF) после активности, способствующей адаптивному повреждению мышц.

Что касается более конкретных аспектов биомеханики подколенного сухожилия, кажется очевидным, что эксцентричные тренировочные приложения с низкой нагрузкой и высокой скоростью бега под открытыми углами ПЗУ могут положительно сотрудничать в защите этой группы мышц. Они не должны сводиться к простому использованию упражнения для этой цели, но к разработке упражнений, которые функционально и всесторонне подчеркивают эту группу мышц, что приведет к большим преимуществам (Cowell и др., 2012). Например: тяга к одной ноге, выпады с ножничным прыжком, эксцентричные замедления в положении мостика и т. д.

Что касается пояснично-тазовой стабильности в беге и травмы подколенного сухожилия, как мы уже говорили в предыдущих параграфах, это должно быть учтено и решено комплексно, чтобы не только стимулировать подколенное сухожилие, но и интегрировать его цепочку движения и стабилизирующую синергию в ядре.

Наконец, специфическая тренировка переменных, которые задействованы, как с местной усталостью, так и с позитивными адаптациями к этой мускулатуре, также будет способствовать предотвращению травм. То есть, если наши спортсмены приспособлены к множеству жестов, которые эксцентрично влияют на подколенное сухожилие во время игры, он, безусловно, будет более подготовлен и уменьшит влияние этих непредвиденных действий на него.



Библиография

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). Новая концепция изокинетического подколенного сухожилия: соотношение силы четырехглавой мышцы. Собственный перевод. *Am. J. Sports Med.*, 26; 231

Andrews, W., Dawson, B., & Steward, G. (2005). Влияние повторной пружины на соотношение крутящего момента четырехглавой мышцы бедра. Наука и футбол V. Местоположение: Рутледж. Собственный перевод.

Arnason A., Andersen, T., Holme, I., Engebretsen L., & Bahr R. (2008). Профилактика растяжения подколенного сухожилия в элитном футболе: интервенционное исследование. *Scand J Med Sci Sports*, 18 (1): 40-8

Arnason, A., Sigurdsson S., Gudmundsson A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Факторы риска травм в футболе (Собственный перевод). *Am J Sports Med*, 32 (1 приложение), 5S-16S.

Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2007). Острое первое напряжение подколенного сухожилия во время высокоскоростного бега: продольное исследование, включающее результаты клинической и магнитно-резонансной томографии (собственный перевод). *Am. J. Sports Med.*, 35 (2), 197-206.

Bradley, P. S., & Portas, M. D. (2007). Взаимосвязь между предсезонным диапазоном движений и травмой мышечного напряжения у элитных футболистов (собственный перевод). *J Strength Cond Res.*, Ноябрь, 21 (4), 1155-1159.

Brockett, C. L., Morgan, D. L. & Proske, U. (2001). Мышцы подколенного сухожилия человека адаптируются к эксцентрическим упражнениям, изменяя оптимальную длину (Собственный перевод). *Медико-спортивные упражнения* 33 (V), 783-790.

Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2004). Прогнозирование травм подколенного сухожилия у профессиональных спортсменов (собственный перевод). *Медицина и наука в спорте и физических упражнениях*, 36 (3), 379-387.

Brooks J H M, Fuller C W, Kemp S P T, Reddin D B. (2005). Эпидемиология травм в английском профессиональном союзе регби: часть 2 Тренинг травм. *Br J Sports Med*; 39: 757-766

Brughelli, M., & Cronin, J. (2008). Профилактика травм подколенного сухожилия в спорте (собственный перевод). *Журнал «Сила и кондиционирование»*, 30 (1), 55-64.

Brughelli, M., Cronin, J., Mendiguchia, J., Kinsella, D., & Nosaka, K. (2010). Контралатеральные дефициты ног в кинетических и кинематических переменных во время бега Australian Rules футболисты с предыдущими травмами подколенного сухожилия (Собственный перевод). *J Strength Cond Res.* 24(9) сентября:2539-44.



Butterfield, T. A., Leonard, T. R., & Herzog, W. J. (2005). Адаптация дифференциального серийного числа саркомеров в мышцах-разгибателях колена крыс зависит от типа сокращения (собственный перевод). *Appl Physiol*, 99 (4), 1352-1358.

Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2007). Влияние скорости и влияния отдельных мышц на механику подколенных сухожилий во время качания фазы спринта (Собственный перевод). *Журнал биомеханики*, 40 (16), 3555-3562.

Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2011). Динамика сухожилий и мускулов подколенного сухожилия в фазах стойки и маха при быстром беге (собственный перевод). *MedSciSportsExerc*, 43 (3), 525–532. DOI: 10.1249 / MSS.

Cowell, J. F., Cronin, J., & Brughelli, M. (2012). Эксцентрические мышечные действия и то, как специалист по силовой и кондиционной подготовке может использовать их для различных целей (собственный перевод). *Журнал «Сила и кондиционирование»*, 34 (3), 35-44.

Croisier, J. L., Forthomme, B., Namurois, M. H., & Vanderthomme, M. (2002). Рецидивы растяжения мышц подколенного сухожилия и нарушения силовых показателей. (Собственный перевод). *Am. J. Sports Med.*, 30 (2), 199-203.

Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret J. M. (2008). Дисбаланс силы и профилактика травм подколенного сухожилия у профессиональных футболистов: перспективное исследование (собственный перевод). *Am J Sports Med*, 36 (8), 1469-1475.

Dadebo, B., White, J., & George, K. P. (2004). Обзор протоколов тренировки гибкости и напряжения подколенного сухожилия в профессиональных футбольных клубах Англии (собственный перевод). *Br J SportsMed*, 38 (4): 388-94.

Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin S., & Wisløff, U. D. (2010). Влияние 2 футбольных матчей в неделю на физическую работоспособность и уровень травм (собственный перевод). *Am J Sports Med*, 38 (9), 1752-1758. DOI: 10.1177 / 0363546510361236.

Ekstrand, J., Hägglund, M., Walden. M. (2011a). Частота и характер травм в профессиональном футболе - исследование УЕФА. *Br J Sports Med*, 45 (7), 553-558.

Ekstrand, J., Hägglund, M., Walden, M. (2011b). Эпидемиология мышечных травм в профессиональном футболе (футболе) (Собственный перевод). *Am J SportsMed*, 39 (6), 1226-b 1232.

Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr. R. (2010). Внутренние факторы риска травм подколенного сухожилия у мужчин-футболистов: проспективное когортное исследование. *Am J SportsMed*, 38 (6), 1147-1153.



Gabbe, B. J., Finch, C. F., Bennell, K. L., & Wajswelner, H. (2005). Факторы риска травм подколенного сухожилия в австралийском футболе на местном уровне (собственный перевод). *Br J Sports Med*, 39, 106-10.

Greig, M. (2008). Влияние специфической футбольной усталости на выработку пикового изокINETического момента сгибателей и разгибателей коленного сустава (собственный перевод). *Am. J. Sports Med.*, 36 (7), 1403-1409.

Goode AP, Reiman MP, Harris L, DeLisa L, Kauffman A, Beltramo D, Poole C, Ledbetter L, Taylor AB. (2015). ЭКсцентрическая тренировка для предотвращения травм подколенного сухожилия может зависеть от соблюдения режима вмешательства: систематический обзор и метаанализ. *Br J Sports Med*. Mar; 49 (6): 349-56.

Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2006). Предыдущая травма как фактор риска травмы в элитном футболе: проспективное исследование в течение двух сезонов подряд (собственный перевод). *Br J SportsMed*, 40 (Выпуск 9), 767-772.

Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2013). Предыдущая травма как фактор риска травмы в элитном футболе: проспективное исследование в течение двух сезонов подряд (собственный перевод). *Br J SportsMed*, 40 (Выпуск 9), 767-772.

Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1999). Проспективное эпидемиологическое исследование травм в четырех английских профессиональных футбольных клубах (собственный перевод). *Br J Sports Med*, 33 (3), 196-203.

Hawkins, R., Hulse, M., Wilkinson, C., Hodson, A., & Gibson, M. (2001). Программа медицинских исследований футбольной ассоциации: аудит травм в профессиональном футболе (собственный перевод). *Br J Sports Med*, 35 (1), 43-47.

Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S., & Thelen, D. G. (2010). Травмы подколенного сухожилия: рекомендации по диагностике, реабилитации и профилактике травм (собственный перевод). *Журнал ортопедической и спортивной физиотерапии*, 40 (2), 67-81

[Изображение с названием Nordic curl]. (s. f.). Взято из <http://goo.gl/dE4Hx6>

[Изображение с названием комплексных упражнений]. (s. f.). Получено с <http://goo.gl/XD1miM>

Junge, A., Dvorak, J., & Graf-Baumann, T. (2004). Футбольные травмы во время чемпионата мира 2002 года (собственный перевод). *Am J Sports Med*, 32 (1 приложение), S23-S27.

Lieber, R. (2002). *Структура, функция и пластичность скелетных мышц (2-е изд.)*. Lippincott Williams & Wilkins.



Lynn, R., Talbot, J. A., & Morgan, D. L. (1985/1998). Различия в скелетных мышцах крыс после бега по наклонной и наклонной (Собственный перевод). *J ApplPhysiol*, 85 (1), 98-104.

McHugh, M. P., & Cosgrave, C. (2010). Растягиваться или не растягиваться: роль растяжки в профилактике травм и производительности (Собственный перевод). *Скандинавский журнал медицины и науки в спорте*, 20 (2), 169-181.

Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., & Brughelli, M. (2012) . Травмы подколенного сухожилия: идем ли мы в правильном направлении? (Собственный перевод). *Br J Sports Med*, 46 (2), 81-85. DOI: 10.1136 / bjsm.2010.081695.

Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhaugen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). 10-недельное рандомизированное испытание, сравнивающее эксцентрические и Концентрическая силовая тренировка подколенного сухожилия у хорошо подготовленных футболистов (Собственный перевод). *Scand J Med Sci Sports*, 14 (5), 311-317.

Naclerio, F., Larumbe-Zabala, E., Monajati, A., & Goss-Sampson, M. (2015). Влияние двух различных протоколов упражнений с отягощениями по профилактике травм на соотношение крутящего момента и угла подколенного сухожилия: рандомизированное контролируемое исследование (собственный перевод). *Res SportsMed*, 23 (4), 379-93. DOI: 10.1080 / 15438627.2015.1076418.

Naclerio Ayllón, F. (2010). Спортивная подготовка: основы и приложения в разных видах спорта. *Панамериканский*.

Orchard, J. W. (2001). Внутренние и внешние факторы риска растяжения мышц в австралийском футболе (собственный перевод). *Am J SportsMed*, 29(3), 300-303.

Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., & Garlick, D. (1997). Предсезонная слабость подколенного сухожилия, связанная с травмой подколенного сухожилия у австралийских футболистов (собственный перевод). *Am J SportsMed*, 25 (1), 81-85.

Orishimo, K. F., & McHugh, M. P. (2015). Влияние эксцентрично смещенной домашней программы по укреплению подколенного сухожилия на силу сгибателей колена и соотношение длины и напряжения (собственный перевод). *J. Strength Cond Res*, 29 (3), 772-778.

Proske, U., & Allen, T. J. (2005). Повреждение скелетных мышц от эксцентрических упражнений (собственный перевод). *Sport Sci. Rev.*, 33 (2), 98-104.

Rahnama, N., & Manning, L. K. (2005). Механизмы и характеристика травм в юношеском футболе. *Наука и футбол V. Местоположение: .Routledge*.

Schache, A. G., Blanch, P. D., Rath, D. A, Wrigley, T. V., & Bennell, K. L. (2005). Связаны ли антропометрические и кинематические параметры пояснично-тазобедренного комплекса с беговыми травмами? (Собственный перевод). *Res Sports Med*, 13 (2), 127-147.



Schache, A. G., Kim, H. J., Morgan, D. L., & Pandy, M. G. (2010). Силы мышц подколенного сухожилия до и сразу после острого мышечного растяжения, связанного со спринтом (собственный перевод). *Gait Posture*, 32 (1), 136-40.

Sherry, M. A., Best, T. M., Silder, A., Thelen, D. G., & Heiderscheit, B. C. (2011). Растяжения подколенного сухожилия: фундаментальные научные и клинические исследования для предотвращения рецидивов травм. (Собственный перевод). Журнал «Сила и кондиционирование», 33 (3), 56-71.

Silder, A., Reeder, S. B., & Thelen, D. G. (2010). Влияние предшествующей травмы подколенного сухожилия на механику удлинения мышечной ткани (собственный перевод). Журнал Биомех, 43 (12), 2254–2260. *J Biomech*, 43(12), 2254–2260.

Small, K., McNaughton, L., Greig, M., & Lovell, R. (2009). Влияние времени выполнения эксцентрических упражнений на укрепление подколенного сухожилия во время тренировки по футболу: влияние на утомляемость мышц (собственный перевод). *J Strength Cond Res*, 23(4), 1077–1083.

Stubbe, J., van Beijsterveldt, A. M., van der Knaap, S., Stege, J., Verhagen, E., van Mechelen, W., & Backx, F. (2014). Травмы у профессиональных футболистов мужского пола в Нидерландах: перспективное когортное исследование (собственный перевод). *Journal of Athletic Training*, 49(3), 211-216.

Thacker, S. B., Gilchrist, D. F. Stroup, C. D., & Kimsey, Jr. (2004). Влияние растяжки на риск спортивной травмы: систематический обзор литературы (собственный перевод). Мед. Наук. Спорт. Упражнение, 36(3), 371-378.

Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Sherry, M. A., & Heiderscheit, B. (2006). Нейромышечно-скелетные модели дают представление о механизмах и восстановлении амстринга (собственный перевод). Обзоры упражнений и спортивных наук, 34 (3), 135-141.

Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., & Barnes, P. G. (2005). Влияние специальной спортивной тренировки на снижение частоты травм подколенного сухожилия у профессиональных футболистов по Австралийским правилам (собственный перевод). *Br J Sports Med*, 39 (6), 363–368.

Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2002). Программа медицинских исследований Футбольной ассоциации: аудит травм в профессиональном футболе - анализ предсезонных травм (собственный перевод). *Br J Sports Med*, 36 (6): 436-41.

Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., & Hodson A. (2004). Программа медицинских исследований Футбольной ассоциации: аудит травм в профессиональном футболе - анализ травм подколенного сухожилия (собственный перевод). *Br J Sports Med*, 38 (1), 36-41.



Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003) Гибкость мышц как фактор риска развития мышечных травм у профессиональных футболистов-мужчин. Перспективное исследование (собственный перевод). *AJSM*, 31 (1): 41-6

