

Министерство здравоохранения Российской Федерации
(Минздрав России)
Федеральное медико-биологическое агентство
(ФМБА России)

**МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ ТРАВМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО
АППАРАТА У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ В
РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СПОРТ**

Методические рекомендации

МР ФМБА РОССИИ _____ – 2019

Издание официальное

Москва, 2019г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Разработаны в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России), Генеральный директор - д-р мед. наук А.С. Самойлов, Первый заместитель генерального директора - д-р мед. наук, профессор А.Ю. Бушманов.

Научный руководитель - врач высшей категории, руководитель Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России, к.м.н. Терсков А.Ю.

2. Исполнители:

Величко М.Н. – врач высшей категории, дипломированный Международным олимпийским комитетом специалист по спортивной медицине, заведующий отделением спортивной травматологии и спортивной медицины Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Доможирова А.С. – врач отделения спортивной травматологии и спортивной медицины Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Белякова А.М. – врач отделения спортивной травматологии и спортивной медицины Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Разумец Е.И. – Медицинский психолог Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Волченко Д.В. – врач высшей категории травматолого-ортопедического отделения Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, кандидат медицинских наук.

Созонов О.А. - врач травматолого-ортопедического отделения Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

3. В настоящих методических рекомендациях реализованы требования Федеральных законов Российской Федерации:

- от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;

- от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»;

- от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"»;

4. Утверждены и введены в действие Федеральным медико-биологическим агентством « » _____ 2019 г.

5. Введены впервые.

Методические рекомендации по профилактике травм опорно-двигательного аппарата у высококвалифицированных спортсменов в различных видах спорта / Терсков А.Ю., Величко М.Н., Доможирова А.С., Белякова А.М., Разумец Е.И. Волченко Д.В., Созонов О.А., - Москва, 2019. – 50с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	9
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	10
3. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	11
4. ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДОКУМЕНТА.....	12
ГЛАВА 1. УЧЕТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ГЕНДЕРНЫХ РАЗЛИЧИЙ В ПРОФИЛАКТИКЕ СПОРТИВНЫХ ТРАВМ.....	12
1.1. Роль генетики в отборе и профессиональной ориентации спортсменов.....	12
1.2. Учет гендерных различий для целей профилактики спортивных травм.....	19
1.3. Учет возраста для целей профилактики спортивных травм.....	21
Выводы.....	22
ГЛАВА 2. ДОЗИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ И ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМ.....	23
2.1. Адаптация к тренировке и принцип прогрессивной перегрузки.....	23
2.2. Методики оценки тренировочной нагрузки.....	26
2.3. Роль тренерского штаба в дозировании нагрузки и профилактике травм.....	30
Выводы.....	32
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ СПОРТСМЕНА К НАГРУЗКАМ И ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМ.....	33
3.1 Оценка качества движения.....	33
3.2 Оценка готовности опорно-двигательного аппарата к нагрузкам.....	33
3.3 Тесты для оценки функционального состояния спортсмена в профилактике травм. Omegawave тест.....	35
Выводы.....	37

ГЛАВА 4. РОЛЬ ПРОГРАММ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЫ В ПРОФИЛАКТИКЕ ТРАВМ	38
4.1 Механизмы действия лечебной физкультуры	38
4.2 Программа по предотвращению травм и увеличению результативности (анг.: PEP – Prevent injury, Enhance Performance).....	45
4.3 Программа «The-11».....	48
4.4 Программа «THE-11+»	50
Выводы	52
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	53

ВВЕДЕНИЕ

Спортивные травмы представляют собой серьезную проблему, как среди профессионалов, так и любителей. Травма влечет ряд непосредственных и долгосрочных последствий, касающихся самого спортсмена или его окружения (тренеры, команда, семья, врачи и т. д.) и общества (финансовые, экономические, отсутствие на работе, СМИ, и т.д.).

В связи с этим, такое большое внимание в последнее время уделяется профилактике спортивного травматизма.

При анализе методов профилактики спортивных травм за логическую основу нами был взят комплексный подход к профилактике, предложенный Coles PA [7].

В его так называемой ”пирамиде профилактики”, автор схематически представил различные факторы в порядке возрастания их значимости для профилактики травм и возможности на них влиять (рисунок 1).



Рисунок 1. – Пирамида профилактики травм по Coles P.A.

Фундамент в основании пирамиды обозначен как “отбор спортсменов”. Этим подразумевается, что, во-первых, если физические данные спортсмена не соответствуют среднестатистическим для данного вида спорта, это само по себе

увеличивает шансы получить травму. Во-вторых, атлеты, которые ранее были серьезно травмированы, в целом, имеют более высокий риск повторных травм. В-третьих, следует учитывать генетические факторы и то, как спортсмен прошел детский и юношеский периоды занятий спортом. Ведь по мнению некоторых ученых, профилактика травматизма в спорте высоких достижений должна начинаться в детском возрасте задолго, до того, как спортсмен достигнет элитного уровня [210].

Таким образом, профилактика травм на базовом уровне условной пирамиды должна опираться на следующие методы.

- Профессиональное ориентирование спортсмена с учетом врожденных физических и психологических данных.
- Комплексную оценку ранее полученных травм и оценку их последствий для здоровья.
- Адресное генетическое тестирование на предмет выявления врожденных пороков развития опорно-двигательной системы, опасных при занятии конкретным видом спорта. Учет гендерных различий.

Вторым блоком “пирамиды профилактики травм” является управление тренировочными нагрузками и мониторинг состояния спортсмена при их изменении.

Тем самым подразумевается, во-первых, что не существует одного рецепта для тренировки, который подходил бы всем спортсменам. Нагрузка должна предписываться спортсмену индивидуально и гибко, поскольку существует значительная вариация во времени ответа на нагрузки и адаптации к ним. При этом, критическое значение имеет регулярный мониторинг состояния спортсмена с целью контроля адекватности его реакции на новую нагрузку. Во-вторых, принципиальным является постепенное увеличение нагрузки, без значительных колебаний [209]. Согласно некоторым исследованиям, при постепенном увеличении нагрузок, будет даже реализован защитный эффект тренировок со снижением количества травм.

Профилактики на данном этапе должна сводиться к следующим методам:

➤ Внедрение спорт-специфичных профилей зависимости травматизма от нагрузки для разработки плана тренировки.

➤ Регулярное психофизиологическое тестирование на предмет выявления факторов, увеличивающих риск получения травмы. Показано, что у спортсменов, переживших несчастье, риск получения травм увеличивается. В связи с этим, индивидуализация нагрузки должна опираться на результаты регулярной психологической оценки уровня стресса. Профилактика должна также заключаться в проведении тренингов для спортсменов и тренеров по борьбе со стрессом [209].

➤ Мониторинг ранних признаков неблагополучия опорно-двигательной системы. Своеобразный чек-лист должен заострять внимание на боли и функциональных ограничениях, особенно у спортсменов элитного уровня.

Два следующих блока пирамиды, можно рассматривать отдельно лишь отчасти. Разумеется, что профессиональное развитие спортсмена просто невозможно без эффективности движений с правильным спорт-специфичным паттерном. Тем не менее, здесь следует сказать о роли такого метода как видеоанализ движения. Даже обычный двухмерный анализ движения может дать достаточно валидные данные для клинических суждений при использовании 100Гц камер [179].

Следующий блок пирамиды Coles P.A. это внедрение программ по предотвращению травм. Эти программы показали свою эффективность в футболе, гандболе и многих других видах спорта.

Далее в пирамиде следует блок “оценка состояния спортсмена и реабилитация” с комплексным принятием решения о возвращении в спорт.

Все главы данного руководства изложены в перечисленном выше логическом порядке и, отражают последовательность клинических и диагностических мероприятий по профилактике спортивного травматизма на современном этапе.

Первый заместитель генерального
директора ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им.
А.И. Бурназяна ФМБА России

_____ А.Ю. Бушманов

«___»_____ 2019 г.

Система стандартизации в здравоохранении Российской Федерации Группа 12. Требования к профилактике заболеваний, защите здоровья населения от повреждающих факторов, охране репродуктивного здоровья и оказанию медико- социальной помощи

МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ ТРАВМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СПОРТ

МР ФМБА России_____2019

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Методические рекомендации предназначены для врачей спортивных сборных команд, врачей-специалистов, занятых в проведении углубленных медицинских обследований спортсменов и участвующих в мероприятиях по медико-биологическому обеспечению спортсменов сборных команд Российской Федерации.

В настоящем документе описаны способы и методы профилактики травм опорно-двигательного аппарата у спортсменов высшего класса.

Настоящий документ может использоваться иным учреждением в своих интересах только при разрешении ФМБА России и по договору с учреждением-разработчиком, в котором предусматривается получение информации о внесении в документ последующих изменений.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящий документ разработан на основании рекомендаций и требований следующих нормативных правовых актов и нормативных документов.

Закон Российской Федерации от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации».

Закон Российской Федерации от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

Закон Российской Федерации от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"».

Приказ Минздрава России от 30 мая 2018 г. № 288н «Об утверждении Порядка организации медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации»

Рекомендации «Р» ФМБА России от 25 декабря 2017 г. 15.68-2017 "Разработка, изложение, представление на согласование и утверждение нормативных и методических документов ФМБА России"

3. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

FMS – Functional Movement Screen

OSTRC – Oslo Sports Trauma Research Center

PEP – Prevent injury, Enhance Performance

RPE – Ratings of Perceived Exertion

SMSMF – Santa Monica Sports Medicine Foundation

TRIMPS – метод тренировочных импульсов

ЛФК – лечебная физическая культура

ОНП – однонуклеотидный полиморфизм

ПКС – передняя крестообразная связка

РКИ – контролируемые рандомизированные исследования

4. ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДОКУМЕНТА

ГЛАВА 1. УЧЕТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ГЕНДЕРНЫХ РАЗЛИЧИЙ В ПРОФИЛАКТИКЕ СПОРТИВНЫХ ТРАВМ

1.1. Роль генетики в отборе и профессиональной ориентации спортсменов.

Генетика может оказывать существенное влияние на уровень спортивной работоспособности атлета. Исследования с междисциплинарным подходом привели к более глубокому пониманию научных концепций, помогающих идентифицировать потенциальных элитных спортсменов с использованием генетических методик, обучать их и воспитывать из них спортсменов мирового класса [4,16,35,50,59].

Спортивная генетика и спортивная эндокринология могут внести свой вклад в определение предрасположенности человека к определенному виду спорта, в индивидуальное формирование тренировочного процесса, персональное восстановление после тренировок, предотвращение травм [97,115,122].

Кроме генетической предрасположенности к лучшей переносимости физической нагрузки, еще одной важной сущностью является генетическая склонность к травмам. Некоторые генетические исследования выявили предрасположенность к устойчивости мышц, сухожилий, костной и хрящевой ткани к нагрузкам, что снижает восприимчивость к травмам даже при участии в спортивных тренировках высокой интенсивности. Есть несколько исследований, которые показали, что существует генетическая предрасположенность к более быстрому и полному восстановлению после тренировки.

Область генетики спортивных результатов сконцентрирована на физиологических данных спортсменов [187,203]. Например, морфологические преимущества, такие как длинные тонкие ноги, могут быть выгодным фактором для бега на длинные дистанции. Это особенно заметно у некоторых кенийских и эфиопских элитных бегунов.

Генетическая предрасположенность потенциально делает, некоторых спортсменов, более склонными к высоким спортивным результатам. Например, ген ACTN3 определяет связь между скоростью и силой мышечного сокращения [59]. Этот ген был первоначально идентифицирован как «ген скорости». Некоторые исследования показали, что генотип RRACTN3 более чувствителен к силовой тренировке по сравнению с генотипом XX гена ACTN3 [42]. Причина может заключаться в более высоких уровнях биодоступности тестостерона среди генотипов RR. Эти различия также наблюдались в разных этнических группах, но не было однозначных доказательств того, что генотип XX может быть более благоприятным в плане повышения выносливости. Многие исследования также подтвердили, что генотип RRACTN3 является более благоприятным с точки зрения предотвращения травм и восстановления после травм за счет синтеза белка в мышцах. Генотип RR гена может быть ответственен за менее агрессивный износ мышечных волокон при физической нагрузке, вызывающий меньшее повреждение мышц во время тренировок высокой интенсивности. [239].

Несколько генов-кандидатов связаны с синтезом и регуляцией коллагена, основного биологического фактора и компонента для формирования сухожилий, связок, хрящей и т. д. Даже органическая часть кости состоит из значительных количеств коллагена I типа. Коллаген I типа в избытке присутствует в эластичных тканях, таких как сухожилия, [158] связки и хрящи. COL1A1 и COL1A2 - это широко изученные полиморфизмы генов синтеза коллагена I типа. Варианты генов в COL1A1 демонстрируют различное влияние на структуру и прочность коллагеновых волокон. Исследования показали, что обилие гаплотипов COL1A1 G-T в волокнах коллагена увеличивает прочность и упругость коллагена, тем самым снижая риск повреждения связок и сухожилий. Хотя в отношении вариантов генов COL2A [4,247,48] исследований не имеется, достоверно установлено, что этот ген отвечает за синтез коллагена в хрящах суставов.

Ученые-иммунологи определили, что иммунная система у спортсменов действует как контролер уровня инфекции. Среди многих механизмов иммунной системы иммуноглобулиновая система слизистой оболочки представляет собой

первичный иммунный барьер, который защищает людей от инфекции во время и после упражнений [203]. Подклассы иммуноглобулина А (IgA1 и IgA2) представляют собой два первичных иммуноглобулина. Подавление этих иммуноглобулинов может привести к снижению иммунного статуса слизистых оболочек легких и может привести к уменьшению емкости легких, что приводит к снижению спортивных результатов у элитных спортсменов.

Генетика играет огромную роль в спортивных показателях и становится все более важным фактором риска травм. Травмы лодыжек и коленного сустава являются наиболее распространенными травмами в футболе. Игроки пропускают важные тренировки и матчи. С целью снижения уровня спортивного травматизма и оптимизации питания недавние исследования геномных ассоциаций выявили генетические маркеры, связанные с риском некоторых спортивных травм и состояний, связанных с физической активностью. Считают, что эти маркеры могут использоваться отдельными спортсменами для персонализации тренировок и режимов питания. Было обнаружено более 124 однонуклеотидных полиморфизмов, связанных с разрывом передней крестообразной связки, повреждением ахиллова сухожилия, низкой минеральной плотностью кости и стрессовым переломом, остеоартритом, дефицитом витаминов/минералов и признаками серповидно-клеточной анемии. Был проведен поиск литературы по генетическим исследованиям в трех категориях здоровья, которые ранее не использовались в контексте спортивной генетики: стрессовый перелом, дефицит витаминов и минералов и остеоартроз. Было найдено большое количество полиморфизмов ДНК (113) в этих категориях наряду с 11 полиморфизмами, которые ранее были связаны со спортивными травмами (передняя крестообразная связка разрыв, повреждение ахиллова сухожилия и серповидно-клеточная анемия). В настоящее время за рубежом создана новая спортивная генетическая база данных, которая используется для индивидуализации профилактики травм и тестирования спортсменов.

Остеоартрит, является основной причиной боли и инвалидности у пожилых людей и является наиболее распространенной формой артрита во всем мире [71].

Спорт и физическая нагрузка приводят к поражению хряща, что в конечном итоге приводит к остеоартриту [18,38]. Существует несколько участков генома, связанных с остеоартритом, которые имеют обще-геномное значение [71,96,225]. Учитывая тесную связь между травмой сустава и последующим развитием остеоартрита, акцент на предотвращение травм суставов у молодых спортсменов с высоким риском может предотвратить или отсрочить начало заболевания.

Еще одна часть генома связана с недостатком витаминов и минералов. Упражнения приводят к биохимическим изменениям в мышцах, которые подвергают метаболические пути стрессу и увеличивают потребность в микроэлементах. Обычные тренировки увеличивают потерю питательных микроэлементов, что требует большего потребления питательных микроэлементов для наращивания, поддержания и восстановления мышечной массы[184]. Кроме того, надлежащие уровни кальция и витамина D важны для поддержания здоровья костей, в то время как железо, цинк и комплекс витаминов B важны для гематологической функции. Имеются данные о генах регулирующих уровни железа, циркулирующего витамина E, циркулирующего витамина D, сывороточного кальция, магния, витамина B12, витамина B6, витамина B9, фитостерола и гомоцистеина в плазме [5, 101,112,123, 129,137,144, 156,159, 241].

Доказательство генетической предрасположенности к дефициту витаминов и минералов может побудить спортсменов потреблять достаточное количество микроэлементов [26].

Существует значительный перечень генетических исследований, которые можно использовать для изучения риска спортивных травм у элитных спортсменов. Например, выявлено 124 однонуклеотидных полиморфизма (ОНП), которые были связаны с шестью различными категориями риска: разрыв ПКС, повреждение ахиллова сухожилия, низкая минеральная плотность кости, остеоартрит, дефицит витаминов и минералов, а также серповидно-клеточной анемии. 113 из этих ОНП ранее не использовались в спортивной генетике [240,136,110,178].

В 2014-2015гг. было проведено исследование, направленное на выявление генотипов, связанных с травмами лодыжки и колена у футболистов, и их влияние

на количество сыгранных матчей. Было обнаружено, что у игроков, экспрессирующих генотип ТТ гена GDF5, увеличилось количество травм голеностопного сустава, коленного сустава, в пересчете на количество сыгранных матчей. У полупрофессионалов и любителей наблюдалась аналогичная тенденция. Это согласуется с предыдущими результатами, которые показали, что аллель TGDF5 был связан с разрывом передней крестообразной связки [43] и тендинопатией ахиллова сухожилия [174]. Это, вероятно, связано со снижением уровня белка GDF5 у игроков с генотипом ТТ, что приводит к нарушению гомеостаза в ткани связок [58]. Интересно, что не было различий по травмам или количеству матчей между генотипами у профессиональных игроков. Учитывая, что профессиональные игроки испытывают большие физические нагрузки на пределе возможностей, возможно, что даже нормального гена недостаточно для защиты игрока от травм.

Обнаружено, что у игроков с генотипом СС гена AMPD1 было значительно меньше травм голеностопного и коленного суставов. При этом они сыграли значительно больше матчей без получения травм, чем те, кто экспрессирует Т-аллель. Это было также верно для профессионалов, полупрофессионалов и любителей. [47]. Важно отметить, что, хотя некоторые генотипы более восприимчивы к травмам, чем другие, генетическое тестирование не должно использоваться в качестве индикатора спортивных результатов и не должно сбрасывать со счетов потенциально ценного игрока, который предрасположен к травмам. Генетическое тестирование должно использоваться для выявления игроков, склонных к травмам, и соответствующим образом помогать в подстройке тренировки.

В течение прошедшего десятилетия, были проведены значительные исследования в области генетических вариаций и их влияния на восприимчивость к травмам, связанным с физической нагрузкой, с особым акцентом на травмы сухожилий и связок [46].

Athlome Project Consortium был создан в 2015 году для коллективного изучения ограниченных данных о генотипе и фенотипе, имеющихся у элитных

спортсменов, а также с целью адаптации к тренировкам и травмам скелетно-мышечной системы [170]. Конечной целью этого консорциума является информирование о персонализированном обучении и профилактике травм. На промежуточных этапах основной задачей данного проекта является выявление тех, кто подвержен повышенному риску травм скелетно-мышечной системы. Тех, у кого участие в соревнованиях или просто занятие физкультурой на бытовом уровне может привести к острым и хроническим травмам скелетно-мышечной системы [9].

Как уже было сказано, ранее предприняты попытки идентификации генных вариаций, которые могут привести к увеличению или уменьшению риска спортивных травм. Такая попытка была предпринята для ряда состояний, включая повреждение связок [102,139,78,173], сухожилий [78,148,172,180,198], мышц [55,217], и травм костей [232,127]. На сегодняшний день в области спортивных травм было опубликовано только одно обще-геномное ассоциативное исследование (GWAS), в котором не было выявлено каких-либо значительных вариаций генов, способствующих повреждению ахиллова сухожилия или передней крестообразной связки (ПКС) [116]. Размеры выборки в исследованиях генов-кандидатов были довольно малы (обычно от 100 до 200 случаев) [197]. В будущем существует возможность использовать генетический скрининг для оценки риска травм скелетно-мышечной системы, предоставляя возможность изменить программы тренировок, а также физиотерапевтического вмешательства для предотвращения травм. Текущий уровень доказательств, однако, не поддерживает клиническое использование генетического скрининга. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы получить более глубокое понимание диапазона вариантов генов, которые способствуют риску травмы, и эффективности персонализированных тренировочных режимов в снижении частоты травм по сравнению с обычной тренировкой. После проведения большого анализа данных литературы по эффективности лечебной физкультуры в плане профилактики травм стало ясно, что существует значительная индивидуальная вариабельность в ответах на физическую нагрузку [34]. Следствием этого является то, что некоторые люди «плохо реагируют» (улучшают свою физическую форму лишь незначительно после

определенной тренировки), в то время как другие реагируют хорошо или очень хорошо («хорошо реагирующие»). Реакция на тренировку также зависит от типа и продолжительности протокола тренировок. Например, интенсивные прерывистые упражнения или интервальные тренировки приобрели популярность в последние несколько лет и являются мощным стимулом для многих физиологических адаптаций, обычно связанных с традиционными непрерывными тренировками средней интенсивности [77].

Таким образом, выявление генов, лежащих в основе индивидуальной реакции на тренировку, имеет ведущее значение для «персонализированной медицины» и создания истинно индивидуальных тренировок и программ здорового образа жизни.

Применение генных методов для разработки индивидуального рецепта упражнений на основе типа патологии и прогнозируемой реакции пациента на физические упражнения поможет в определении цели лечения. Это и есть так называемая персонализированная медицина. Хотя для выявления генетических предикторов ответа или отсутствия реакции на конкретные режимы физических упражнений проводится большое количество исследований, в настоящее время нет действительно точных генетических тестов, которые можно было бы клинически применять для этой цели.

Синдром Марфана — это наследственное заболевание соединительной ткани, связанное с глазными, костно-мышечными и сердечно-сосудистыми проявлениями, для которого характерны высокая и худощавая фигура и непропорционально длинные конечности. Заболевание представляет потенциальную смертельную угрозу во время высокоинтенсивных занятий физкультурой и спортом [41].

Генетическое тестирование особенно показано в следующих сценариях: положительный семейный анамнез наследственного заболевания сердца (например, кардиомиопатии, аортопатии) или подозрение на этот тип заболевания (например, эпизоды обморока, аритмии, остановка сердца, внезапная смерть); или когда фенотип спортсмена четко указывает на наличие наследственного

заболевания (синдром Марфана) [176]. Спортивные организации, желающие проводить генетические исследования при состояниях, которые могут приводить к повышенному риску внезапной сердечной смерти, должны привлекать практикующего врача для обеспечения проведения соответствующего клинического обследования и консультирования до проведения генетического тестирования.

1.2. Учет гендерных различий для целей профилактики спортивных травм

Мужчины имеют более высокий риск серьезных спортивных травм [182, в то время как женщины страдают чаще от хронических перегрузочных поражений [52,89,191,246]. Распределение спортивных травм между полами, по данным литературы составляет в среднем 60% для мальчиков и 40% для девочек с учетом всех видов спорта [57,124,202,223,233]. В некоторых исследованиях сообщалось о менее заметной разнице с 51-55% травм у мальчиков [13, 114, 126, 162], в то время как в других сериях было больше различий – около 71% травм у мужчин [36, 216]. При таком подсчете, преобладание травм у мужчин логично, если принять во внимание, что, к примеру, в футболе, девочек только 6,5%. Большое количество травм у мужчин можно объяснить более активным участием мальчиков, в определенных видах спорта. Так, футбол и хоккей с шайбой в основном являются мужскими видами спорта, в то время как танцы, катание на коньках и катание на лошадях чаще практикуются девушками. Также мужчин больше в волейболе, гандболе, спортивной гимнастике, верховой езде [20,40,76,79,92,191,193,233]. В тоже время, соотношение растяжения связок у девочек (21,5-44%) против мальчиков (16-24%) [57,113].

Гормональные факторы являются одними из наиболее важных причин, объясняющих различия между полами. Многочисленные исследования оценивали факторы риска разрывов передней крестообразной связки (ПКС) у женщин и отмечали роль гормональных факторов. Известно, что в ПКС есть гормональные рецепторы, в частности рецепторы эстрогена, прогестерона, тестостерона и

релаксина. Эти рецепторы влияют на метаболизм и механические свойства ПКС. В настоящее время мы, однако, не знаем, каковы действительные эффекты половых гормонов на эти рецепторы [62, 72, 86, 130]. Обзор литературы показал, что частота травм ПКС не является постоянной в течение менструального цикла. Во время преовуляторной фазы частота разрывов значительно выше, чем в постовуляторной. Исследование, проведенное Войтисом, ясно показывает большую распространенность разрывов ПКС у спортсменок во время преовуляторной фазы менструального цикла [244]. Другие исследования приходят к тому же выводу [125,202]. Тяжелые растяжения связок во время преовуляторной фазы были значительно более частыми, чем во время постовуляторной фазы [12,76]. Существуют различия между полами и в контексте анатомического, физиологического и психологического аспектов [164]. Несмотря на то, что спортивные травмы, больше связаны с видом спорта, а не с полом [164], как уже было сказано, мужчины имеют более высокий риск серьезных спортивных травм [182], в то время как женщины страдают от травм хронического перенапряжения [52,89,191]. Исследование Yang et al. выявили, что более четверти всех травм, полученных спортсменами-студентами, были травмами хронического перенапряжения, причем у спортсменок-женщин травмы от хронического перенапряжения встречались чаще, чем у мужчин [246]. По отношению к массе тела женские конечности короче и меньше, чем у мужчин. Меньшие кости - менее мощные рычаги. Кроме того, у женщин больше угол Q, который является предрасполагающим фактором для пателлофemorального артроза [164].

У мужчин больше мышечная масса, чем у женщин [54,99,207]. У женщин соотношение силы четырехглавой мышцы и подколенными сухожилиями меньше, чем у мужчин [164,207]. Относительная мышечная слабость может быть фактором риска чрезмерного травматизма. Часто проводимые силовые тренировки для увеличения мышечной силы снижают травмы от хронического перенапряжения нижних конечностей женщин [75].

У молодых спортсменок интенсивные тренировки часто сопровождаются аменореей или замедленному менархе [226], что может привести к

гипоэстрогенизму и снижению содержания костного материала, предрасполагающему к стрессовым переломам [164,231].

1.3. Учет возраста для целей профилактики спортивных травм

Явное увеличение числа несчастных случаев можно отметить почти для всех видов спорта в раннем подростковом возрасте. Это увеличение, конечно, объясняется тем, что дети этого возраста больше занимаются спортом, а также тем, что они подвергаются большему риску, особенно мальчики. Можно отметить, что увеличение числа несчастных случаев в подростковом возрасте происходит раньше и более внезапно, особенно в школьных видах спорта (гимнастика). При сравнении полов и всех видов спорта этот пик наблюдается в 14 лет для мальчиков и 12 лет для девочек [36,124,191,171]. На это сильно влияет скачок роста, который происходит между 12 и 13 годами у девочек и примерно через год или полтора года у мальчиков. Половое созревание приводит к глубоким физическим и психологическим изменениям. Эти изменения требуют серьезной психомоторной реадаптации и приводят к нерегулярным физическим нагрузкам, которые могут включать некоторую неуклюжесть, и соответственно больший риск несчастных случаев.

Отсутствие практики двигательных навыков в период, когда организму необходимо адаптироваться к двигательным изменениям, безусловно, является препятствием для девочек и может увеличить риск несчастных случаев. У девочек увеличивается масса тела, особенно жира, а у мальчиков развиваются мышцы. Таким образом, девочки имеют неблагоприятное соотношение веса и силы, что может создать предпосылки для развития проблемы.

Выводы

1. Текущий уровень доказательств, не поддерживает клиническое использование генетического скрининга. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы получить более глубокое понимание диапазона вариантов генов, которые способствуют риску травмы, и эффективности персонализированных тренировочных режимов в снижении частоты травм по сравнению с обычной тренировкой.

2. Генетическое тестирование особенно показано в следующих сценариях: положительный семейный анамнез наследственного заболевания сердца (например, кардиомиопатии, аортопатии) или подозрение на этот тип заболевания (например, эпизоды обморока, аритмии, остановка сердца, внезапная смерть); или когда фенотип спортсмена четко указывает на наличие наследственного заболевания (синдром Марфана).

3. Существуют гендерные различия в частоте некоторых травм. Для мужчин характерны острые повреждения, а для женщин хронические перегрузочные синдромы.

4. У женщин необходимо учитывать фазу овуляторного цикла, так как большинство травм происходит в преовуляторную фазу.

5. Необходимо учитывать гендерные различия анатомического строения, например, коленного сустава. У женщин увеличенный угол Q предрасполагает к более частому повреждению передней крестообразной связки в сравнении с мужчинами.

6. Пик травматизма у детей приходится на 14 лет для мальчиков и 12 лет у девочек. Девочки находятся в менее благоприятной физиологической ситуации, в связи с неоптимальным соотношением веса и силы.

ГЛАВА 2. ДОЗИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ И ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМ

2.1. Адаптация к тренировке и принцип прогрессивной перегрузки

Для адаптации к тренировке, требуется, чтобы нагрузка превышала стандартную. Но при нагрузке, к которой суставы и сухожильно-мышечные комплексы не успевают адаптироваться, возникает перегрузка. Как только тело приспособливается к нагрузочному стимулу, для увеличения тренированности требуется более интенсивный стимул. Для того чтобы мышца наращивала силу, она должна испытывать постепенно увеличивающуюся нагрузку. Другими словами, работать против нагрузки, превышающей ту, к которой она привыкла. Прогрессивная перегрузка не только стимулирует мышечную гипертрофию, но и стимулирует развитие более крепких и плотных костей, связок, сухожилий и хрящей. Постоянное завышение планки по предлагаемой нагрузке увеличивает приток крови к областям тела, которые тренируют, и стимулирует развитие более чувствительных нервных связей между мозгом и вовлеченными в процесс мышцами. Стандартное количество упражнений поддерживает текущий уровень физической подготовки. Однако, если нагрузка слишком велика, или увеличение ее произошло недостаточно постепенно, это может приводить к травмам опорно-двигательного аппарата.

Как уже было сказано выше, адаптация является результатом стимула, который привел к нарушению гомеостаза. Основа принципа прогрессивной перегрузки заключается в том, что интенсивность стимула, инициируемого выполненным упражнением, должна быть достаточно сильной, чтобы нарушить биологический баланс анаболических и катаболических процессов в мышцах.

В связи с этим, можно выделить три типа тренировочных стимулов:

- Субпороговая нагрузка.
- Оптимальная нагрузка.
- Чрезмерная нагрузка.

С профилактической точки зрения третий уровень интенсивности нецелесообразен. Постоянное нарушение вышеупомянутого баланса биологических процессов может привести к повреждению ткани.

Для тренера и спортсмена очень важно иметь надлежащие знания об индивидуальном уровне работоспособности и специфическом эффекте разработанной программы тренировок. Задача для тренера и/или спортсмена состоит в том, чтобы оценить индивидуальный уровень работоспособности и адаптировать тренировочный стимул к достижению оптимальной степени нагрузки. Прогрессивное повышение целевой производительности гарантируется при условии, что установлены непрерывные специфические тренировочные стимулы. В случае прерывания из-за травмы, отсутствия мотивации, болезни, нерегулярности или чрезмерных периодов отдыха прирост производительности будет уменьшаться.

Принцип индивидуальности в тренировках означает, что некий тренировочный стимул вызывает разные реакции у разных спортсменов. Эта вариабельность в ответе на тренировку зависит от многих факторов, таких как генетическая предрасположенность, психическое состояние, статус предварительной подготовки, опыт, возраст, пол и др. Многим спортсменам не удается добиться ожидаемого повышения производительности, копируя режимы тренировок других успешных спортсменов.

Режимы тренировок, предназначенные для опытного спортсмена, должны быть адаптированы с точки зрения интенсивности, объема, продолжительности периодов отдыха и выбора упражнений для начинающего. Тренировки для детей или спортсменов-подростков не могут быть просто тренировочным режимом пониженного уровня, а должны учитывать конкретные требования созревающего организма.

В соответствии с доминирующим вкладом энергии, различают два основных компонента выносливости: аэробная и анаэробная выносливость.

Оба компонента выносливости важны для организма, и оба работают одновременно. Первый шаг в спорт-специфическом анализе сфокусирован на

определении первичного источника энергии, используемого во время занятия. Продолжительность и интенсивность активности являются основными детерминантами. Чем выше интенсивность упражнений и короче продолжительность активности, тем более доминирующим становится анаэробный метаболизм. Когда, интенсивность упражнений уменьшается, а продолжительность занятий повышается, основным источником энергии будет аэробный метаболизм.

В спортивных мероприятиях скорость может быть выражена во многих различных формах. Скорость отражает способность реагировать на конкретный сигнал или выполнять заданную схему движения в кратчайший период времени. Скорость требует высокого уровня нервно-мышечной активации и качества координации движений. В отличие от большинства других двигательных навыков, скорость во многом определяется генетическими факторами, такими как состав мышечных волокон.

В английской и американской литературе скорость обычно упоминается в сочетании с ловкостью [15]. Ловкость описывает способность эффективно менять положение тела и/или выполнять спортивные элементы с максимальной скоростью, качеством и точностью. Ловкость сочетает в себе баланс, координацию, скорость и тренирует или создает рефлекс. Эти аспекты превращают ловкость в центр внимания профилактических вмешательств в самых разных видах спорта.

Профилактическая перспектива в первую очередь связана с выявлением возможного дисбаланса или нагрузки, обусловленной особенной механикой спорта. Например, теннис является несимметричным видом. Сторона доминирующей руки тела подвергается большим нагрузкам при ударе по мячу. Однако суть заключается в том, что чрезмерная или длительная тренировка вызывает дисбалансы, которые могут вызвать изменения в отдаленных частях тела спортсмена.

Опыт тренеров показывает, что многие спортсмены жалуются на боли в спине, в результате усиленной силовой тренировки мышечной системы нижней конечности.

Систематическое развитие физической работоспособности требует индивидуально настроенной программы тренировок, которая одновременно учитывает повышение работоспособности и профилактику травм [69]. Этот современный и синергетический подход создает условия для непрерывного развития спортсменов.

2.2. Методики оценки тренировочной нагрузки

2.2.1. Шкала воспринимаемого напряжения Борга

Золотой стандарт воспринимаемого напряжения был представлен доктором Боргом в 1970 году, официально опубликован 1982 году и получил название «**Шкала воспринимаемого напряжения Борга**» (**Ratings of Perceived Exertion, или RPE**). Классическая шкала оценивает интенсивность тренировки от 6 до 20, где 6 – полное отсутствие напряжения, 13 – отчасти тяжелое, 17 — очень тяжелое и 20 — максимальное напряжение. Важно понимать, что шкала оценивает, насколько тяжелым и энергозатратным для вас является упражнение, включая все ощущения и чувства физической нагрузки, усилия и усталости. Не стоит обращать внимания на такие факторы как боль в ногах или быстрое дыхание, а сконцентрироваться на оценке общего ощущения напряжения. То есть шкала оценивает не локальные эффекты или симптомы, а общее восприятие, насколько сложным является физическая активность.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что RPE коррелирует с частотой сердечных сокращений во время стационарных упражнений и тренировок с высокой интенсивностью в интервальных циклах, но не так хорошо во время коротких тренировок высокой интенсивности [32]. Поэтому RPE часто комбинируется с другими переменными, чтобы предоставить дополнительную информацию о нагрузке, испытываемой спортсменом.

2.2.2. Метод тренировочных импульсов

Метод тренировочных импульсов (TRIMPS) разработан группой зарубежных спортивных физиологов под руководством E.W. Banister (Banister and Hamilton, 1985; Fitz-Clarke et al., 1991; Morton et al., 1990).

Тренировочный импульс (TRIMP) — это термин, для описания тренировочной дозы единым числом, учитывающим время и интенсивность упражнения [14]. Средняя частота сердечных сокращений взвешивается по соотношению частоты сердечных сокращений и уровнем лактата в крови, наблюдаемым во время упражнений, а затем умножается на продолжительность сеанса. Использование метода подходит для оценки тренировок на выносливость и ограничено в таких видах спорта, как футбол, главным образом потому, что использование средней частоты сердечных сокращений может не отражать колебаний, возникающих во время прерывистых упражнений.

Использование этого метода ограничено необходимостью постоянно использовать в тренировках кардиомониторы.

Кроме того, данная методика не может быть использована для квантификации силовых тренировок или субмаксимальных беговых нагрузок.

2.2.3. Метод обобщенных тренировочных зон

Рядом исследователей (Borresen and Lambert, 2008; Edwards, 1993) были использованы традиционные пять зон тренировочной интенсивности (см. таблица 1), основанные на различных значениях частоты сердечных сокращений. Каждой из зон присвоен свой коэффициент, а TRIMP 6 рассчитывается путем перемножения времени, проведенного в каждой из тренировочных зон на соответствующий коэффициент из таблицы.

Таблица 1. Баллы, используемые в методе обобщенных тренировочных зон (Lambert, 2012).

Диапазон значений ЧСС, в % от ЧСС максимального.	Коэффициент.
50-60	1
60-70	2
70-80	3
80-90	4
90-100	5

Как было показано (Borresen and Lambert, 2008) использование данного метода по сравнению с субъективными оценками физической нагрузки в тренировочной практике большого объема низкоинтенсивных нагрузок недооценивает уровень физиологического стресса методом обобщенных зон по сравнению с субъективными оценками RPE. Сравнение же спортсменов, проводящих много времени в высокоинтенсивных тренировочных режимах, приводит к переоценке уровня тренировочной нагрузки методами с использованием ЧСС по сравнению с методами квантификации, основанными на использовании субъективных самооценок (Borresen and Lambert, 2008).

К ограничениям данного метода следует отнести тот факт, что у разных субъектов анаэробный порог характерен для разных уровней ЧСС. Например, у одного спортсмена анаэробный порог наступает при ЧСС в 76% от максимального, а у другого ЧСС анаэробного порога равен 83%.

По мнению известного спортивного специалиста из Норвегии Stephen Seiler с точки зрения физиологических реакций имеют значения лишь 3 зоны интенсивности (2012):

1) До аэробного порога (у среднестатистического спортсмена концентрация лактата 2 мэкв/л).

2) Смешанная зона (между аэробным порогом и анаэробным порогом, лактат 2–4).

3) После анаэробного порога (лактат >4).

Каждой зоне присваивается коэффициент (1,2,3, например). Время, проведенное в каждой зоне (информация доступна в современных спортивных кардиомониторах – Polar, Garmin, Ciclosport и др.) умножается на коэффициент и складывается. Это и есть тренировочная нагрузка по модифицированному методу обобщенных тренировочных зон. Другое название численных оценок тренировочной нагрузки, полученных на основе трех зон, получило название Lucia's TRIMP (Earnest et al., 2004; Foster et al., 2001a; Impellizzeri et al., 2004; Lucia et al., 2003).

Альтернативный подход к измерению времени, проведенного в разных зонах интенсивности, получил название «метод тренировочной цели» (session-goal method) и был предложен в работе се того же норвежского специалиста Stephan Seiler (Seiler and Kjerland, 2006). В отличие от подхода, основанного на импорте тренировочных данных со спортивных кардиомониторов, в методе тренировочной цели каждому тренировочному занятию (или части занятия, например, интервальной работе, разминке-заминке) присваивается соответствующий номер, исходя не из фактически накопленного времени в зоне, а исходя из цели, поставленной тренером по проведению тренировочного занятия или его части в целевой зоне интенсивности. Сравнительный анализ, произведенный в данной работе, показал, что два данных метода дают различные оценки времени, проведенного спортсменом в зонах интенсивности. Это связано, во-первых, с реакцией сердечно-сосудистой системы на возрастание интенсивности. Во-вторых, на субмаксимальных скоростях небольшой продолжительности, ЧСС уже перестает быть валидным измерителем степени тренировочного стресса, испытываемого спортсменом. Ограничением данного метода тренировочных зон является использование линейной зависимости коэффициентов от ЧСС, что не

совсем верно отражает физиологические реакции на скоростях выше, чем анаэробный порог (Stagno et al., 2007). Кроме того, подбор коэффициентов носит субъективный характер. Наконец, коэффициенты характеризуют некоторый диапазон интенсивностей, описываемых ЧСС. Между тем нагрузка в начале зоны и в конце зоны, очевидно, сопряжена с несколько разными уровнями физиологического стресса (Borresen and Lambert, 2008), однако величина измеренной тренировочной нагрузки будет одинаковой. В тоже время рост среднего ЧСС за тренировку на один удар в минуту может перевести всю тренировку из одной зоны в другую, более высокую (и время тренировки получит больший весовой коэффициент). Однако с физиологической точки зрения данные тренировочные нагрузки практически идентичны.

Общим недостатком всех подходов, использующих методику тренировочных импульсов, также является сведение тренировочной нагрузки к одному числу, безотносительно к энергетической системе, задействованной в выполнении тренировочной или соревновательной работы. Скажем, бег на 3 км с невысокой интенсивностью может дать 15 TRIMPS, такое же количество, что и соревновательный бег на 1500 м (Taha and Thomas, 2003). Данный метод не учитывает специфические тренировочные эффекты, связанные с энергетическими системами. Тем не менее, данная группа методов получила широкое распространение как основной метод измерения тренировочной и соревновательной нагрузки.

2.3. Роль тренерского штаба в дозировании нагрузки и профилактике травм

Ошибки в построении тренировки, такие как нехватка достаточного времени, для восстановления, усталость являются одними из наиболее распространенных причин травматического перенапряжения [183]. Если у спортсмена в прошлом были травмы, его/ее следует проверить на предмет неуместного подхода к тренировкам, ошибкам в тренировочном процессе или неадекватной технике

выполнения [164]. Стресс-переломы костей являются типичной травмой от перенапряжения вследствие ошибок тренировки в 22-75% случаев [164]. Быстрые изменения в качественных и количественных аспектах тренировок являются ошибками, которые могут привести к хроническому перенапряжению [164]. Другая ошибка тренировки, которая приводит к травме от чрезмерного использования, особенно распространена в беговых дисциплинах, характеризуется чрезмерно большим пробегом или «манией пробега» [161, 164, 183].

Hreljac сообщил, что более 60% травм при беге могут быть связаны с ошибками в тренировках, и предполагает, что в том или ином смысле все травмы при беге являются результатом ошибок в тренировках. Автор утверждает, что каждый бегун мог бы избежать этих травм, тренируясь по-разному в зависимости от индивидуальных ограничений или, в некоторых случаях, вообще не тренируясь [94]. Игнорируя первые признаки травмы от чрезмерного использования, вызванные плохой техникой исполнения или неправильным методом обучения, спортсмен чаще всего усугубляет травму. Однако неправильные методы тренировок не только ответственны за травмы, вызванные хроническим перенапряжением, но также могут привести к острым травмам, которые часто встречаются при неправильном использовании тренажеров или использовании избыточного веса при тренировках со штангой.

Разнообразие тренировочных процедур, обучение правильной технике с самого начала и обучение под наблюдением подготовленных специалистов - все это необходимые факторы профилактики хронического перенапряжения и острых травм.

Выводы

1. Основа принципа прогрессивной перегрузки заключается в том, что интенсивность стимула, инициируемого выполненным упражнением, должна быть достаточно сильной, чтобы нарушить биологический баланс анаболических и катаболических процессов в мышцах, но не привести к травме.

2. Золотым стандартом оценки субъективного восприятия физической нагрузки является “шкала восприятия напряжения Борга”.

3. Общим недостатком всех подходов, использующих методику тренировочных импульсов является сведение тренировочной нагрузки к одному числу, безотносительно к энергетической системе, задействованной в выполнении тренировочной или соревновательной работы. Тем не менее, данная группа методов получила широкое распространение как основной метод измерения тренировочной и соревновательной нагрузки.

4. Большинство перегрузочных повреждений является следствием неправильного построения тренировочной программы.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ СПОРТСМЕНА К НАГРУЗКАМ И ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМ

3.1 Оценка качества движения

Современный анализ движений человека - это интерпретация компьютеризированных данных, которые документируют движения верхних и нижних конечностей, движения таза и туловища в динамике[155].

Развитие технологий и развитие медицины дало доступ к отслеживанию и оценке движений человека. Дополнительное оборудование, такое как динамические силовые пластины EMG, педобарографические платформы, и др. сделали анализ человеческого движения более полным. Спортивные результаты напрямую связаны с качественным движением человека и производительностью.

Сегодня во многих видах спорта ученые используют анализ движений как инструмент для совершенствования техники, исправления ошибок движений, оценки метаболических затрат, помощи в реабилитации и профилактике.

3.2 Оценка готовности опорно-двигательного аппарата к нагрузкам

Наиболее распространенными факторами риска получения травмы являются: наличие травм в анамнезе, низкий или высокий индекс массы тела, дефекты гибкости, дефектную биомеханику нижних конечностей, дисфункциональные паттерны движений и основные нарушения контроля моторики (Dahle et al.). al., 1991; Krivickas & Feinberg, 1996 Cholewicki et al., 2005; Zazulak et al., 2007; Chorba et al., 2010).

Нереально провести индивидуальный тест для каждого из известных факторов риска. Поэтому может быть полезной тактике, которая подразумевает использование полевых тестов, включающих в себя несколько потенциальных факторов риска. В последнее время исследователи определили два надежных теста, которые могут выявить спортсменов с повышенным риском травмы.

1. Тест Y-Balance по нижним квадрантам (YBT-LQ) — это надежная производная от Баланс-теста (Plisky et al., 2006; Plisky et al., 2009a). YBT-LQ требует поддержания динамического равновесия одной конечности, в то время как контралатеральная конечность выполняет движение в открытой кинетической цепи в переднем, заднемедиальном и заднелатеральном направлениях. Исследователи сообщают, что плохие показатели теста YBT-LQ могут идентифицировать лиц с существующей хронической нестабильностью голеностопного сустава и недостаточностью ПКС (Herrington et al., 2009; Sefton et al., 2009).
2. Другим надежным тестом является Functional Movement Screen (FMS) – скрининг на двигательные дисфункции (Minick et al., 2010; Butler et al., 2012a; Schneiders et al., 2011; Teyhen et al., 2012). FMS ранжирует семь основных моделей движения и включает в себя три проверочных теста. Он предназначен для выявления основных ограничений движения и асимметрии (Cook et al., 2006a, b). FMS представляет собой серию из семи фундаментальных ранжированных движений, которые требуют гибкости, мобильности и стабильности (Кук и др., 2006a, b). Семь основных моделей движений FMS: глубокий присед, шаг с препятствиями, выпад на линии, подвижность плеч, активный подъем прямой ноги, отжимание и позиционирование. Каждое фундаментальное движение оценивается индивидуально (0, 1, 2, 3) с использованием критериев оценки с общей возможной суммарной оценкой 21 балл (Кук и др., 2006a, b).

Было показано, что более низкий балл по FMS является предиктором травмы у профессиональных футболистов (Kiesel et al., 2007), спортсменок (Chorba et al., 2010), бойцов (Butler et al., 2013) и военнослужащих (O'Conner et al., 2011; Lisman et al., 2012).

В дополнение к полевым тестам, легко собрать анамнестические факторы риска (например, предыдущие травмы, возраст, пол и спорт). Синтез нескольких факторов для прогнозирования травмы, может повысить точность. Компьютерный алгоритм, который объединяет результаты этих полевых испытаний и других

факторов, может помочь специалисту в области спортивной медицины в выявлении спортсменов с повышенным риском травмы.

3.3 Тесты для оценки функционального состояния спортсмена в профилактике травм. Omegawave тест

Система Omegawave всего за 2 минуты измеряет функциональное состояние сердечно-сосудистой, центральной нервной системы спортсмена и показатели обмена веществ в состоянии покоя. Omegawave тест дает возможность моментально получить рекомендации об объеме, интенсивности и видах тренировок, которые больше подходят конкретному спортсмену. Система формирует картину уровня утомления, стресса и готовности спортсмена, а также предоставляет измеримые данные с возможностью оценить реакцию спортсмена на тренировки, выбранный режим занятий и восстановления, а также эмоциональный стресс.

Осуществляется сбор следующих данных:

- ЭКГ
- Постоянный потенциал мозга
- нервно-мышечные реакции и их скорость.

Измерения и их результаты могут быть проведены для всей команды и просмотрены тренером на месте или удаленно. Измерения обрабатываются запатентованной облачной системой Omegawave. Далее система дает рекомендации касающиеся готовности сердечно-сосудистой системы, метаболической готовности, готовности центральной нервной системы, готовности к газовому обмену, уровню детоксикации и готовности гормональной системы.

Технология Omegawave была разработана в США. Запатентованная технология первоначально была основана на физиологических данных 10000 высококвалифицированных спортсменов. Эффективность ее была подтверждена в многочисленных исследованиях по всему миру.

Omegawave — это единственная существующая технология, которая позволяет быстро и без стресса провести не инвазивный анализ функционального состояния нескольких биологических систем, которые отвечают за спортивные результаты:

- Сердечно-сосудистой системы
- Центральной нервной системы
- Автономной нервной системы
- Энергетического баланса
- Нервно-мышечной системы
- Регуляторных механизмов гипофизарно-надпочечниковой системы
- Регуляторных механизмов газообмена, кардио-респираторной и выделительной систем.

Полноценный анализ физического состояния спортсмена с помощью Omegawave позволяет оптимизировать его готовность к игре. Система Omegawave позволяет тренерам и командам разработать комплексный анализ динамической оценки готовности спортсмена и отслеживать каждую индивидуальную характеристику.

Готовность спортсмена может быть отслежена в течение временного промежутка, например двух сезонов, позволяя провести детальный анализ тренировочных нагрузок и техники восстановления, применяемых в различные периоды. Этот метод позволяет убедиться в эффективности методов тренировок и улучшить результаты спортсмена.

Компоненты системы Omegawave Pro:

- Панель тренера для сбора информации и комплексных отчётов
- Мобильное приложение для спортсмена (смартфон не входит в комплект)
- Сенсорный пояс ECG с поддержкой Bluetooth
- Сенсор Omega с поддержкой Bluetooth
- Электроды и кабели Omega

В отличие от традиционного стресс-теста, известного как V02Max или тест беговой дорожки, система Omegawave считывает показания спортсменов во время отдыха или расслабления. Идея состоит в том, чтобы измерить, насколько быстро спортсмены восстанавливаются после тренировок, соревнований и других нагрузок [98].

Основываясь на регулярных исследованиях, тренеры и врачи по спортивной медицине могут корректировать режимы тренировок, регулируя цикл тренировочных нагрузок, с восстановлением спортсменов.

Тест начинается с того, что спортсмен сидит или лежит, электроды идут от тела к устройству, которое подключается к ноутбуку. В течение 5 минут устройство считывает сердечную деятельность и обмен веществ. Тест, еще считывает данные для центральной нервной, гормональной и детоксикационной систем, и занимает это еще 10 минут.

Система измеряет активность мозговых волн, чтобы определить, как спортсмен адаптируется к всевозможным нагрузкам.

Выводы

1. Для оценки готовности опорно-двигательного аппарата к нагрузкам и связанного с этим риска получения травмы можно использовать несложные функциональные тесты, такие как YBT-LQ и FMS.

2. Комплексная оценка готовности организма спортсмена к нагрузкам может быть осуществлена при помощи систем типа Omegawave.

ГЛАВА 4. РОЛЬ ПРОГРАММ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЫ В ПРОФИЛАКТИКЕ ТРАВМ

4.1 Механизмы действия лечебной физкультуры

Три исследования программ, направленных на увеличение силы задней группы мышц бедра, показали прямой положительный эффект силовых тренировок на профилактику травм сухожилий этой локализации. Waldén с соавт. добились снижения частоты травм ПКС на 64% с помощью, казалось бы, косвенного механизма, сосредоточив внимание на улучшении стабильности корпуса, контроле положения таза и координации конечностей.

Предполагается, что эффект предотвращения острых травм работает опосредованно через воздействие силовых тренировок на улучшение координации, техники отработки тренировочных и матчевых ситуаций, а также через укрепление окружающих тканей, снижая критические нагрузки на суставы и улучшая психологическое восприятие тренировок и матчей.

Что касается перегрузочных повреждений, Corrack et al., кроме снижения боли в переднем отделе коленного сустава на 75%, показали в целом смешанные и статистически не однозначные результаты. Стоит отметить, что постепенное увеличение нагрузок, учет способности к ремоделированию и васкуляризации считаются важными факторами в тканевом балансе, анаболизме/катаболизме и, следовательно, в риске получения перегрузочной травмы.

Эти результаты указывают, к примеру, на теоретическую пользу упражнений, направленных на правильный треккинг надколенника. Данные упражнения гипотетически могут быть эффективны как для данного состояния, так и для всех перегрузочных синдромов.

Хотя полностью индивидуализированные программы под наблюдением тренера могут быть недостижимы в большинстве крупномасштабных исследований, такие параметры, как ознакомление, индивидуальное обучение рабочей нагрузке спортсмена/тренера, целевые параметры фаз реабилитационного

процесса, соответствующие вариации и меры восстановления должны быть, прежде всего, реалистичными. Большинство исследований подтверждают мнение о том, что травмы от перегрузок возникают, когда ткани хронически перенапряжены. Поэтому предполагается, что профилактические меры, помимо простого избегания боли или уменьшения количества тренировок/соревнований, могут включать предварительное кондиционирование, вариации в упражнениях и улучшение координации, а также техники из программы силовых тренировок.

Несмотря на постоянное совершенствование программ силовых тренировок, имеющиеся в нашем распоряжении уже сейчас принципы и рекомендации важны для спортсменов и направления будущих исследований.

Например, в данный момент рекомендуют наличие фазы ознакомления с техникой тренировки перед фазой постепенного увеличения объема и интенсивности нагрузок. Этот подход остается целесообразным для профилактики острых и перегрузочных травм при самостоятельном использовании силовых тренировок и профилактическом воздействии в соревновательный период.

В настоящее время доказана эффективность упражнений в плане увеличения порога повреждения тканей, улучшения психологической подготовленности, совершенствования технической составляющей в контексте предотвращения острых травм и кондиционирования тканей для предотвращения перегрузочных повреждений. Спортсмены и тренеры, однако, часто пренебрегают ранними этапами профилактики, которые должны быть проведены в межсезонный период и на других этапах подготовки вне соревнования. Однако начало профилактических занятий по ЛФК должно начинаться как можно раньше, так как такого рода тренировки улучшают, в том числе и спортивную результативность. А это, собственно, и есть задача спорт-подготовки в широком смысле.

При этом большое внимание должно быть уделено объему и интенсивности программ профилактической лечебной физкультуры. Четкая зависимость эффективности программ от количества тренировок, обнаруженная в исследованиях о влиянии лечебной физкультуры подтверждает гипотезу о том, что профилактика травматизма реализуется через увеличение силовых характеристик

спортсменов. При этом, не качественный, ни количественный анализ не свидетельствуют о том, что ситуация складывается по-другому, в случае с детьми или подростками-спортсменами. В этих группах, тем не менее, рекомендуется избегать взрывного увеличения нагрузок, сохраняя акцент на квалифицированном инструктаже, компетентном контроле, соответствии объема и интенсивности тренировок индивидуальным параметрам атлета. Наиболее рационально использование таких методик как наблюдение, кратковременная периодизация, вариация занятий в долгосрочной перспективе, индивидуализация нагрузок в сочетании с адекватными периодами отдыха. Использование на разминке тяжелых физических нагрузок не может быть рекомендовано, так как возникающая усталость может оказать отрицательное воздействие на спортивную результативность и увеличить риск травм.

Рекомендуемый период отдыха между максимальными нагрузками должен для начинающих спортсменов составлять примерно 72 часа. Опытные, физиологически адаптированные спортсмены, вероятно, нуждаются в более коротком периоде восстановления.

Этиологическими факторами возникновения спортивных травм, на которые можно воздействовать, считают: мышечный дисбаланс (например, низкое соотношение силы мышц задней поверхности бедер к силе квадрицепсов), мышечную усталость, мышечное напряжение, недостаточную разминку и наличие предыдущих травм. Эти факторы обладают аддитивным эффектом и при превышении определенного порога теоретически могут привести к травме. Перечисленные этиологические факторы были предложены для объяснения причин травм области голеностопного сустава, и, вероятно, могут оказаться полезными при других локализациях в опорно-двигательном аппарате у спортсменов. Недостаточная сила так называемых «мышц корпуса» была предложена в качестве важного фактора риска повреждений паховой области и, возможно, других повреждений, связанных с плохой биомеханической передачей нагрузки, что иллюстрирует сложность генеза спортивных травм.

Будущие исследования по профилактике спортивных травм должны учитывать силу мышц корпуса при разработке индивидуальных и групповых программ ЛФК. В генезе острых повреждений имеют большое значение индивидуальные когнитивные способности, возможности пространственной ориентации, постуральный баланс и навыки координации, а также оценка таких новых сфер как функционирование мышечных цепей и когерентных мышечных фасций в контексте целостного понимания тела.

В соревновательном спорте наиболее частыми травмами являются повреждения связок [56,90,93,171,61] и перенапряжения мышц [67,171]. Недавние исследования показывают, что травмы возникают в основном в течение первых и последних 15 минут игры, что подчеркивает возможную важность разминки и влияние усталости на игроков [66]. Большая часть травм (60–90%) относится к нижним конечностям, в особенности к голеностопному суставу и коленному суставам (передняя крестообразная связка) и области бедра (четырёхглавая мышца и подколенные сухожилия). Чаще всего механизм получения травм бесконтактный [245, 44], и включает растяжения и ушибы, в основном затрагивающие, как уже было сказано, мышцы бедра и голени, а также голеностопный и коленный суставы [44, 143]. Учитывая всю очевидность этих проблем, становятся все более необходимым понимание механизмов и управление риском получения данных травм [194]. Проблему пытаются решить при помощи профилактических программ ЛФК, направленных на профилактику травматизма (в англоязычной литературе для этого используется термин: “Injury Prevention Programs” - программы предотвращения травм, сокр. “IPP”).

По данной проблеме было проведено большое количество исследований. В большинстве из них, целью было оценить эффективность лечебной физкультуры в плане снижения количества спортивных травм, отдельно проанализировав имеющиеся силовые тренировки, растяжки, упражнения на проприоцепцию и их сочетания, а также дать отдельную оценку программы в плане воздействия на частоту хронических и острых травм. Общая оценка влияния ЛФК на профилактику травматизма неоднозначна. Анализ научных работ не показал

положительного эффекта от растяжки, тогда как комплексные тренировки, упражнения на проприоцепцию и силовые тренировки показали тенденцию к увеличению общей физической подготовленности и через это к снижению травматизма. Силовые тренировки показали тенденцию к лучшему профилактическому эффекту, в сравнении с проприоцептивными. Именно, в связи с этим, есть необходимость в дальнейшем исследовании профилактического эффекта силовых тренировок на более широкий спектр травм, так как анализ показывает большой потенциал предотвращения спортивных травм посредством использования данного типа вмешательства. Так, например, Parkkari и соавт. описали 16 контролируемых исследований. Были обобщены основные концепции по возможной профилактике спортивных травм, такие как внешние факторы (в том числе ЛФК, окружающая среда, оборудование) и внутренние (в том числе физические характеристики, годность к занятиям, возраст, пол, психологические моменты) факторы риска[229]. При этом, для оценки эффективности программы предлагалась четырехступенчатая модель Van Mechelen's [230]. Эта модель для разработки программ профилактики травматизма предполагает, что механизм травматизации должен быть известен заранее. После имплементации программы рекомендуется провести повторную оценку травматизма в исследуемой группе, чтобы оценить эффективность профилактики травм. По результатам исследований, стало ясно, что спортивные организации не хотят осуществлять политику, направленную на безопасное занятие спортом до тех пор, пока она не будет принята тренерами и спортсменами [74]. Предоставление доказательств эффективности отдельных программ часто не может само по себе положительно повлиять на степень приверженности выполнению программы [74]. Тренеры больше заботятся о сохранении устоявшейся для данного вида спорта практики [74]. Cumps et al. (2007) обнаружили, что использование привычных для спортсменов спортивных снарядов имеет решающее значение для соблюдения приверженности программе ЛФК, к примеру, у баскетболистов [53]. Примеры программ ЛФК, которые включают в себя как общие, так и специфические для спорта упражнения, показали,

что они эффективно снижают частоту травм голеностопного и коленного суставов [53,207,3, 163,95,238].

При поиске статей по теме в электронных базах данных PubMed и Webza период с января 2006 года по декабрь 2017 года было обнаружено следующее. Программы, разработанные Центром медицинской оценки и исследований ФИФА (F-MARC), например, FIFA 11+ широко известны как специфичные для футбола [85], тем не менее, доказали свою эффективность за пределами футбола, например, в баскетболе [134]. Скандинавские упражнения для сухожилий мышц задней группы бедра эффективно снижали количество травм подколенных сухожилий у спортсменов [10, 167, 149, 196,147,220], и, следовательно, они могут быть примером самостоятельного упражнения для предотвращения растяжения мышц задней поверхности бедер, которое работает изолированно само по себе в широком диапазоне спортивных применений.

Вышеупомянутый отсутствующий консенсус по поводу разработки программ ЛФК для конкретных видов спорта может быть одной из возможных причин отсутствия реализации этих программ. Тем не менее, предполагалось, что правильное выполнение уже имеющихся, работающих упражнения важнее для эффекта предотвращения повреждений, чем выбор упражнения, которое можно считать специфическим для какого либо вида спорта [108].

Определение нужных упражнений может быть более важным, чем сосредоточение внимания на аспекте специфики. Также возможно следует учитывать такой аспект как специфика движения. Например, командные виды спорта, такие как футбол, баскетбол, гандбол и регби, имеют одинаковую базовую модель движения, типичную для определенных травматических ситуаций. Для них характерны маневры с многократным ускорением и замедлением, большое значение веса тела спортсмена, а также большое количество прыжковых нагрузок [120,157]. Тренировки каждого спортсмена должны в определенном смысле имитировать соревнования, чтобы соревноваться эффективно и результативно. Харре (1982) описал это как «принцип специфичности» [88]. Таким образом, можно разумно предположить, что акцент программ должен быть направлен на

более специфичные компоненты движений, поскольку это обеспечит оптимальную производительность на фоне снижения частоты травм в критичных ситуациях. Смешанные программы по предотвращению травм были в целом успешными. Было показано, что использование широкого спектра упражнений, относящихся как к конкретным видам спорта, так и к общим движениям во время ОФП, эффективно снижало общий уровень травматизма в спорте. Другим аспектом является время внедрения профилактических программ ЛФК, так как показатели травматизма выше в первые четыре недели сезона [214]. Можно предположить, что поддержание определенного уровня подготовки во время межсезонья является неотъемлемой частью программы профилактики травматизма в широком смысле. И вторая сторона медали – эффект перегрузки, вызванный повторяющимися спортивными специфическими движениями, представляет собой еще одну потенциальную проблему, как показано в одном исследовании [134]. Чрезмерно интенсивное применение программы FIFA 11+ приводило к увеличению количества травм в сравнении с контрольной группой.

Результаты систематического литературного поиска показывают, что комплексные и общие программы профилактики ЛФК имеют большой потенциал в плане снижения риска спортивных травм. Это согласуется с другими систематическими обзорами, ранее опубликованными [1,188,68]. Кроме того, программы могут быть легко внедрены в обычную тренировочную практику. Было показано, что одной из эффективных стратегий реализации программ ЛФК является использование их в качестве разминки (10–20 минут) во время каждой тренировки [68]. Кроме того, профилактическая ЛФК должна применяться последовательно в течение всего года [1] и акцентировать внимание на правильной технике, а не на сложности упражнений [108].

Тем не менее, нет единого мнения о «золотом стандарте» упражнений или комбинации упражнений для предотвращения спортивных травм у спортсменов, из чего можно сделать вывод, что соотношение общих и спортивных компонентов в плане влияния на эффективность профилактических программ ЛФК до сих пор неизвестно. Может ли тренер использовать одну и ту же программу

профилактической лечебной физкультуры для футболистов и волейболистов с одинаковым успехом, или предпочтительна реализация спорт-специфичной программы?

В целом во всех исследованиях было показано, что просто физическая активность эффективно снижает спортивные травмы. Растяжка в меньшей степени дает положительный эффект, в то время как программы с многократными повторениями и тренировки на проприоцепцию, силовые тренировки оказывают положительное влияние. Главной задачей является включение в программы хорошо зарекомендованных комплексов упражнений.

4.2 Программа по предотвращению травм и увеличению результативности (анг.: PEP – Prevent injury, Enhance Performance)

Более ранние программы профилактики травм были в основном направлены на снижение и предотвращение травм передней крестообразной связки (ПКС) у спортсменов, из-за высокой частоты травм в этой конкретной когорте [91,109,138,151,208]. Большинство из этих нервно-мышечных тренировочных программ включали в себя различные упражнения на укрепление мышц, плиометрические задания, упражнения на ловкость, которые были направлены на устранение основных дефектов движений у спортсменов, перенесших травму ПКС [82,84].

Несколько программ были разработаны для динамической разминки с целью повышения точности и увеличения количества реализаций, а также для использования преимуществ, связанных с улучшенным ощущением положения суставов, которое является компонентом хорошо продуманной разминки и нервно-мышечной тренировки [138,208,190].

Недавние исследования у футболистов мужского и женского пола, после анализа видеозаписей установили, что определенные положения ноги в момент травмы связаны с высокой степенью риска, а именно это касается положения с полным разгибанием бедра и колена [237].

В 2000 году Фонд спортивной медицины Санта-Моники создал программу “PEP” (предотвращение травм и увеличение результативности). Это программа профилактики травм, изначально разработанная для борьбы с высокой частотой травм передней крестообразной связкой коленного сустава. Она представляет собой 20-минутный динамический тренинг, заменяющий традиционную разминку. Она выполняется на поле и не требует дополнительного оборудования. Она направлена на то, чтобы инструктировать спортсменов о том, как стабилизировать тазобедренный и коленный суставы и впоследствии уменьшить возможность возникновения травмы ПКС.

Подобно предыдущим профилактическим программам, PEP фокусируется на правильной технике позиционирования, начала движения и замедления. Она подчеркивает необходимость мягкого приземления на ногу, сгибание колена и бедра при приземлении, избегание чрезмерного сгибания коленного сустава в начале движения и адекватного замедления, а также важность увеличения силы активации мышц бедра.

Программа PEP была первоначально реализована с использованием двух возрастных групп: 14-18-летних и 18-ти 23-летних женщин-футболисток.

Программа PEP: предотвращение травм и повышение производительности:

1. Разминка:
 - Бег трусцой.
 - Челночный бег.
 - Бег спиной вперед.
2. Упражнения на укрепление мышечного корсета:
 - Выпады вперед.
 - Выпады вбок
 - Подъемы на носки.
3. Плиометрические упражнения.
 - Боковые прыжки через препятствие.
 - Прыжки вперед/назад через препятствие.
 - Прыжки на одной ноге через препятствие.

- Прыжки вверх с утяжелителем за головой.
- Прыжки вперед с выпрямленными ногами.
- 4. Бег с резким замедлением и ускорением:
 - Челночный бег вперед лицом/назад спиной.
 - Бег в стороны (3 прохода).
 - Бег с утяжелителями.
- 5. Тренировка тренерского штаба - примерно 1-1,5 часа
- 6. Растяжка: (Эта часть программы должна быть концовкой обычной тренировки).
 - Растяжка мышц голени.
 - Растяжка четырехглавой мышцы бедра.
 - Растяжка хамстринг-группы.
 - Растяжка внутренней части бедра
 - Растяжка сгибателей бедра.

Каждой команде было отправлено учебное видео с программой разминки и дополнительным пакетом литературы. Кроме того, каждый тренер присутствовал на обязательном собрании лиги, на котором была представлена программа PEP и были описаны ее параметры. В обучающем видео рассказывалось о трех основных упражнениях на разминку, пяти методах растяжки для туловища и нижней конечности, трех упражнениях на укрепление, пяти плиометрических упражнениях и трех тренировочных упражнениях на ловкость. В нем была проведена демонстрация того, как выполнять эти упражнения с правильной биомеханической техникой [138].

Результаты этого исследования показали, что программа нейромышечной тренировки, такая как PEP, может значительно снизить частоту серьезных травм, например, ПКС у спортсменов. Можно утверждать, что программа профилактических тренировок, направленная на развитие нервно-мышечного контроля нижней конечности посредством укрепляющих упражнений и плиометрии, может решить проблемы проприоцептивного и биомеханического дефицита. Это первоначальное исследование заложило основу для следующих

шагов: изучения биомеханических последствий внедрения программ нейро-мышечной тренировки с помощью кинетического анализа, выявление механизма повреждения ПКС и, наконец, определения точной программы нейро-мышечной подготовки.

4.3 Программа «The-11»

«The-11» включает в себя десять упражнений на стабильность, равновесие, динамическую стабилизацию и эксцентрическую силу нижних конечностей. Программа была разработана, для снижения количества наиболее распространенных футбольных травм (растяжения связок голеностопного и коленного суставов, растяжения подколенного сухожилия и сухожилий паха). Этот комплекс упражнений может быть выполнен за 10-15 минут и не требует никакого оборудования, кроме мяча. Программа «The-11» была реализована на двух общенациональных командах (Швейцарии и Новой Зеландии) в сотрудничестве с национальными страховыми компаниями и национальной футбольной ассоциацией [22].

В Швейцарии внедрение «The-11» и его влияние на уровень травматизма были оценены независимым исследовательским институтом. Через четыре года после запуска программы команды, которые включили в разминку программу «The-11», имели на 11,5% меньше травм на соревнованиях и на 25,3% меньше тренировочных травм, чем команды, которые разогревались как обычно [106]. В Новой Зеландии реализация «The-11» привела к возмещению инвестиций в размере 8,2 долл. США, национальной страховой компании от несчастных случаев, через 7 лет [22]. В Бельгии введение «The-11+» (с помощью тренинговых курсов Национальной федерации футбола) вместе с другими превентивными мерами, привело к общему снижению травм, связанных с футболом [80].

Научно-исследовательский центр спортивной травмы в Осло был создан в Норвежской школе спортивных наук в мае 2000 года в качестве исследовательского сотрудничества между отделением ортопедической хирургии Университетской

клиники Осло, Уллеваал и кафедрой спортивной медицины Норвежской школы спортивных наук. Основная цель общей работы заключалась в разработке долгосрочной исследовательской программы по профилактике спортивных травм, включая исследования по эпидемиологии, факторам риска, механизмам травм и вмешательствам. Программа сосредоточена в основном на трех видах спорта: футбол, командный гандбол и горнолыжный спорт (кайтинг / сноуборд), поскольку на них приходится более 50% травм всех видов спорта.

Исследовательский центр спортивной травмы стремился использовать новую методологию для выявления и тщательного тестирования новых методов предотвращения травм, уделяя особое внимание детскому и юношескому спорту. В 2009 году Исследовательский центр спортивной травмы в Осло был открыт как Медицинский центр передового опыта ФИФА, а также был выбран в качестве одного из четырех исследовательских центров МОК по профилактике травм и защите здоровья спортсменов.

Затем OSTRC (англ.: Oslo Sports Trauma Research Center) и FIFA решили улучшить содержание «FIFA-11» для достижения, как лучшего профилактического эффекта, так и лучшего соблюдения программы, и, разработали «The 11+». Эта пересмотренная программа была сфокусирована на координации движений, нервно-мышечном контроле, равновесии, контроле бедра и колена, избегании вальгуса коленного сустава во время статических и динамических движений [208]. Сюда дополнительно входили силовые упражнения [11, 146].

Кроме того, были включены новые беговые упражнения, чтобы «The 11+» подходили в качестве программы разминки, как для тренировок, так и для матчей. Недавний систематический обзор Thorborg et al. [219] выявил, что «FIFA 11» не оказала существенного влияния на риск травмы. Тем не менее, «The 11+» снизил риск травмы на 39% при объединении результатов четырех разных РКИ в разных когортах.

В группе проводившей «The 11+», был снижен общий риск травм и тяжелых травм на 32% и 45% соответственно [160,208,87].

Осенью 2010 года Футбольная ассоциация Норвегии (NFF) и Норвежская ассоциация профессиональных лиг (NTF) встретились с проектной группой из Исследовательского центра спортивной травмы в Осло (OSTRC) и членами Медицинского комитета ФИФА, чтобы обсудить внедрение более строгого соблюдения правил в норвежской мужской профессиональной лиге (Tippeligaen) в 2011 году. Никаких существенных различий в общем числе инцидентов с высоким риском травматизма не было обнаружено после внедрения более строгих правил. Но было обнаружено снижение частоты инцидентов, связанных с контактом рук с головой, после внедрения более строгих правил [25].

В двух контролируемых рандомизированных исследованиях «The-11» не было обнаружено статистически значимых эффектов с точки зрения предотвращения травм у игроков мужского и женского пола. Основным вопросом было соблюдение и дозировка упражнений «The-11».

4.4 Программа «THE-11+»

Чтобы улучшить превентивное воздействие «The-11», OSTRC, F-MARC и SMSMF (анг.: Santa Monica Sports Medicine Foundation) повторно собрались и разработали новую программу: FIFA 11+ в 2006 году. Эта программа была основана на ключевых упражнениях из программы PEP (Prevent injury, Enhance Performance) и «The-11», которые, как было показано, оказали статистически значимое влияние в предыдущих исследованиях [138, 80]. «FIFA 11+» — это комплексная программа, включающая в себя сердечно-сосудистые и профилактические упражнения, в которых основное внимание уделяется силе, равновесию и ловкости, и она состоит из трех уровней с возрастающей сложностью.

«FIFA 11+» - это программа профилактики травм, разработанная в качестве альтернативной программы разминки для профилактики травм нижних конечностей [23,208]. Она состоит из 15 упражнений, разделенных на три отдельных компонента: беговые упражнения (8 минут), которые включают в себя

начало движения, смену направления, замедление и правильные методы приземления; силовых, плиометрических и проприоцептивных упражнений (10 минут), в которых основное внимание уделяется силе, эксцентрическому контролю и проприоцепции; и, беговых упражнений (2 минуты), чтобы завершить разминку и подготовить спортсмена к участию в спортивных соревнованиях. Есть три уровня для каждого конкретного упражнения (уровень 1, уровень 2, уровень 3), которые увеличивают трудности для каждого соответствующего упражнения. Недавние результаты показали, что последовательное использование нейромышечной тренировочной программы, такой как FIFA 11+, может обладать защитными свойствами путем достижения оптимального состояния физиологической готовности к соревнованию и достаточной биомеханической тренировки, чтобы компенсировать риск травм, связанных с участием.

Программа профилактики «The-11+» уменьшает четыре наиболее распространенных футбольных травмы: хамстринг-синдром на 60%, травмы бедра на 41%, коленного сустава на 48% и голеностопного сустава на 32% (информация сформирована из последних систематических обзоров и метаанализов) [218].

В ходе рандомизированной клинической оценки, оценивающей различные методы эффективности «The-11+», было установлено, что предсезонный тренинг был наиболее эффективным, с точки зрения соблюдения и снижения риска травм в командах, выполняющих профилактику при помощи ЛФК [211]. Стратегии программ должны быть дополнительно адаптированы к тренерам, так как другие факторы (знания, убеждения, опыт) также могут влиять на поведение спортсменов.

Начиная с 2007 года, различные исследовательские группы по всему миру оценивали профилактику и эффективность этой базовой программы профилактики [80]. Значительное снижение травматизма (до 50%) было обнаружено у молодых женщин-игроков в крупных РКИ, когда разминка выполнялась не реже двух раз в неделю [208, 211].

Недавние аналогичные данные «The-11+» были зарегистрированы в двух РКИ с участием игроков мужского пола [160, 201]. Owoseye et al. [160] обнаружили значительно меньшую (около 40%) частоту травматизма среди молодых

нигерийских игроков мужского пола, а Silvers-Granelli et al. сообщили о похожих результатах у американских мужчин-игроков NCAA (англ.: National Collegiate Athletic Association) I-II дивизиона - при регулярном выполнении программы (2-3 раза в неделю). Вышеперечисленные контролируемые рандомизированные исследования (РКИ) наглядно показали, что базовая программа по предотвращению травм при надлежащем соблюдении требований, значительно снижает травматизм спортсменов.

Два недавних систематических обзора программ структурированной нервно-мышечной разминки подчеркивают доказательства профилактических эффектов «The-11+» в юношеском любительском футболе [218]. Недавний систематический обзор и метаанализ позволил сделать вывод, что «The-11+» снижает количество травм в футболе на 39% [218].

Выводы

1. Этиологическими факторами возникновения спортивных травм, на которые можно воздействовать, считают: мышечный дисбаланс (например, низкое соотношение силы мышц задней поверхности бедер к силе квадрицепсов), мышечную усталость, мышечное напряжение, недостаточную разминку и наличие предыдущих травм.

2. Профилактика травматизма реализуется, вероятнее всего, через увеличение силовых характеристик спортсменов. Растяжка в меньшей степени дает положительный эффект, в то время как программы с многократными повторениями и тренировки на проприоцепцию, силовые тренировки оказывают положительное влияние.

3. Перспективным направлением является внедрение в повседневную практику тренировок профилактических программ типа «The11+».

4. Предсезонный тренинг наиболее эффективен, с точки зрения снижения риска травм в командах, выполняющих профилактику при помощи ЛФК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abernethy L, Bleakley C. Strategies to preventing injury in adolescent sport: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007; 41: 627–638. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.035691> PMID: 17496070
2. Abrahams, Y.; Laguette, M.-J.; Prince, S.; Collins, M. Polymorphisms within the COL5A1 30-UTR That Alters mRNA Structure and the MIR608 Gene are Associated with Achilles Tendinopathy. *Ann. Hum. Genet.* 2013, 77, 204–214. [CrossRef] [PubMed]
3. Aerts I, Cumps E, Verhagen E, Mathieu N, Van Schuerbeeck S, Meeusen R. A 3-Month Jump-Landing Training Program: A Feasibility Study Using the RE-AIM Framework. *Journal of Athletic Training.* 2013; 48: 296–305. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.3.18> PMID: 23675788
4. Ahmetov I, Donnikov AE, Trofimov DY. ACTN3 genotype is associated with testosterone levels of athletes. *Biol Sport.* 2014;31(1): 105–108.
5. Ahn J, Yu K, Stolzenberg-Solomon R, Simon KC, McCullough ML, Gallicchio L, et al. Genome-wide association study of circulating vitamin D levels. *Hum Mol Genet.* 2010; 19: 2739–2745. doi: 10.1093/hmg/ddq155 PMID: 20418485
6. Allen MA, Pareek A, Krych AJ, Hewett T, Levy BA, Stuart MJ, Dahm DL (2016) Are female soccer players at an increased risk of second anterior cruciate ligament injury compared with their athletic peers? *Am J Sports Med* 44:2492-2498
7. An injury prevention pyramid for elite sports teams *Br J Sports Med* Published Online First: 25 March 2017.
8. Andreff W, Szymansky S (2005) Physical activity, sport and health. In: Elgar E (ed) *Handbook on the economics of sport.* Edward Elgar Publishing, p. 143
9. Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2014;48(22):1613–9.

10. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*. 2007; 18: 40–48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x> PMID: 17355322
11. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R (2008) Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 18(1)40-48
12. Atay E, Hekim M (2013) The effect of physical activity on health in adults individuals. *SSBT Int Ref Acad J Sports* 7:113-122
13. Backx FJ, Erich WB, Kemper AB, Verbeek AL (1989) Sports injuries in school-aged children, an epidemiologic study. *Am J Sports Med* 17:234-240
14. Banister EW (1991) Modeling elite athletic performance. In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ (eds) *Physiological testing of elite athletes*. Human Kinetics, Champaign, IL
15. Barnett A (2006) Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Med* 36(9):781-796
16. Belli T, Crisp AH, Verlengia R. Greater muscle damage in athletes with ACTN3 R577X (RS1815739) gene polymorphism after an ultra-endurance race: a pilot study. *Biol Sport*. 2017;34(2):105–110.
17. Beneke R, Leithauser RM, Ochentel O (2011) Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *Int J Sports Physiol Perform* 6:8-24
18. Bennell K, Hunter DJ, Vicenzino B. Long-term effects of sport: preventing and managing OA in the athlete. *Nat Rev Rheumatol*. 2012; 8: 747–752. doi: 10.1038/nrrheum.2012.119 PMID: 22847471
19. Bishop DJ, Granata C, Eynon N. Can we optimize the exercise training prescription to maximize improvements in mitochondria function and content? *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*. 2014; 1840(4):1266–75.
20. Bixby-Hammett D (1992) Pediatric equestrian injuries. *Pediatrics* 89:1173-1176

21. Bizzini M, Dvorak J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. *Br J Sports Med*. 2015 May;49(9):577–9.
22. Bizzini M, Junge A, Dvorak J (2013) Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *Br J Sports Med* 47(12):803-806
23. Bizzini M, Junge A, Dvorak J (2013) Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *Br J Sports Med* 47:803-806
24. Bjorneboe J, Bahr R, Andersen TE (2014) Gradual increase in risk of match injury in Norwegian male professional football - a six-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports* 24(1): 189-196
25. Bjorneboe J, Bahr R, Dvorak J, Andersen TE (2013) Lower incidence of arm-to-head contact incidents with stricter interpretation of the Laws of the Game in Norwegian male professional football. *Br J Sports Med* 47(8):508-514
26. Bohl CH, Volpe SL. Magnesium and exercise. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2002; 42: 533–563. PMID:12487419
27. Bohu Y, Julia M, Bagate C, Peyrin JC, Colonna JP, Thoreux P et al (2009) Declining incidence of catastrophic cervical spine injuries in French rugby: 1996-2006. *Am J Sports Med* 37:319-323
28. Bohu Y, Klouche S, Lefevre N, Peyrin JC, Dusfour B, Hager JP et al (2014) The epidemiology of 1345 shoulder dislocations and subluxations in French Rugby Union players: a five-season prospective study from 2008 to 2013. *Br J Sports Med*. doi: 10.1136/bjsports-2014-093718
29. Bohu Y, Lefevre N, Bauer T, Laffenetre O, Herman S, Thaunat M et al (2009) Surgical treatment of Achilles tendinopathies in athletes. Multicenter retrospective series of open surgery and endoscopic techniques. *Orthop Traumatol Surg Res* 95: S72-S77

30. Bollars P, Claes S, Vanlommel L, Van Crombrugge K, Corten K, Bellemans J (2014) The effectiveness of preventive programs in decreasing the risk of soccer injuries in Belgium: national trends over a decade. *Am J Sports Med* 42:577-582
31. Booth FW, Thomason DB (1991) Molecular and cellular adaptation of muscle in response to exercise: perspectives of various models. *Physiol Rev* 71:541-585
32. Borresen J, Lambert MI (2009) The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med* 39:779-795 1
33. Bouchard C, Antunes-Correa LM, Ashley EA, Franklin N, Hwang PM, Mattsson CM, Negrao CE, Phillips SA, Sarzynski MA, Wang P-Y. personalized preventive medicine: genetics and the response to regular exercise in preventive interventions. *Prog Cardiovasc Dis.* 2015;57(4):337–46.
34. Bouchard C, Rankinen T: Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and science in sports and exercise* 2001, 33(6 Suppl): S446–451; discussion S452–443.
35. Bouchard C, Sarzynski MA, Rice T, et al. Genomic predictors of trainability. *Exp Physiol.* 2012;97(3):347–352.
36. Boyce SH, Quigley MA (2003) An audit of sports injuries in children attending an Accident & Emergency department. *Scott Med J* 48:88-90
37. Bull FC, Armstrong TP, Dixon T, Ham S, Neiman A, Pratt M (2004) Physical inactivity. In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL (eds) *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors.* World Health Organization, Geneva, p 729-881
38. Caine DJ, Golightly YM. Osteoarthritis as an outcome of paediatric sport: an epidemiological perspective. *Br J Sports Med.* 2011; 45: 298–303. doi: 10.1136/bjsm.2010.081984 PMID: 21330645
39. Caine DJ, Maffulli N (2005) Epidemiology of children's individual sports injuries. An important area of medicine and sport science research. *Med Sport Sci* 48:1-7
40. Campbell-Hewson GL, Robinson SM, Egleston CV (1999) Equestrian injuries in the paediatric age group: a two centre study. *Eur J Emerg Med* 6:37-40

41. Cañadas V, Vilacosta I, Bruna I, Fuster V. Marfan syndrome. Part 1: pathophysiology and diagnosis. *Nature reviews Cardiology*. 2010;7(5):256.
42. Candice Colbey, Amanda J Cox, David B Pyne, et al. Upper respiratory symptoms, gut health and mucosal immunity in athletes. *Sports Med*. 2018;48(1):65–77.
43. Chen, B.; Li, B.; Qi, Y.J.; Tie, K.; Chen, L.B. Association study between growth differentiation factor 5 polymorphism and non-contact anterior cruciate ligament rupture in Chinese Han population. *Int. J. Clin. Exp. Med*. 2015, 8, 22484–22490. [PubMed]
44. Chomiak J, Junge A, Peterson L, Dvorak J. Severe injuries in football players. Influencing factors. *Am J Sports Med*. 2000;28(5 Suppl):S58–68.
45. Čoh M, Širok B (2007) Use of the ther movision method in sport training. *Facta Univ-Ser Phys Educ Sport* 5:85–94
46. Collins M, September AV, Posthumus M. Biological variation in musculoskeletal injuries: current knowledge, future research and practical implications. *Br J Sports Med*. 2015;49(23):1497–503.
47. Collins, C. Resistance Training, Recovery and Genetics: AMPD1 the Gene for Recovery. *J. Athl. Enhanc*. 2017, 6. [CrossRef]
48. Cox AJ, Gleeson M, Pyne DB, et al. Cytokine gene polymorphisms and risk for upper respiratory symptoms in highly trained athletes. *Exerc Immunol Rev*. 2010; 16:8–21.
49. Cox M, Shephard RJ, Corey RJ (1981) Influence of an employee fitness programme upon fitness, productivity and absenteeism. *Ergonomics* 24:795-806
50. Craig Pickering, John Kiely. ACTN3: More than just a gene for speed, *Frontiers in Physiology*, 18th December. 2017.
51. Creighton DW, Shrier I, Shultz R, Meeuwisse WH, Matheson GO (2010) Return-to-play in sport: a decision-based model. *Clin J Sport Med* 20:379-385
52. Cuff S, Loud K, O’Riordan MA (2010) Overuse injuries in high school athletes. *Clin Pediatr* 49:731-736

53. Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2007; 212–219. PMID: 24149331
54. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM (1988) Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc* 20:338-344
55. da Rocha Motta G, Amaral MV, Rezende E, Pitta R, Dos Santos Vieira TC, Duarte MEL, Vieira AR, Casado PL: evidence of genetic variations associated with rotator cuff disease. *J Shoulder Elb Surg*. 2014;23(2):227–35.
56. Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KAPM. Which Screening Tools Can Predict Injury to the Lower Extremities in Team Sports? A Systematic Review. *Sports Medicine*. 2012; 42: 791–815.
57. Damore DT, Metzl JD, Ramundo M, Pan S, Van Amerongen R (2003) Patterns in childhood sports injury. *Pediatr Emerg Care* 19:65-67
58. Date, H.; Furumatsu, T.; Sakoma, Y.; Yoshida, A.; Hayashi, Y.; Abe, N.; Ozaki, T. GDF-5/7 and bFGF activate integrin α_2 -mediated cellular migration in rabbit ligament fibroblasts. *J. Orthop. Res*. 2009, 28. [CrossRef] [PubMed]
59. Del Coso j, Salinero JJ, Lara B, et al. ACTN3 X-allele carriers had greater levels of muscle damage during the half ironman. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(1):151–158.
60. Deo R, Albert CM. Epidemiology and genetics of sudden cardiac death. *Circulation*. 2012;125(4):620–37.
61. Dick R, Putuklan M, Agel J, Evans TA, Marshall SW. Descriptive Epidemiology of Collegiate Women’s Soccer Injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 Through 2002–2003. *Journal of Athletic Training*. 2007; 42: 278–285. PMID: 17710177
62. Dragoo JL, Lee RS, Benhaim P, Finerman GA, Hame SL (2003) Relaxin receptors in the human female anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 31:577-584
63. Dvorak J, Junge A, Chomiak J, Graf-Baumann T, Peterson L, Rösch D, et al. Risk factor analysis for injuries in football players. Possibilities for a prevention program. *Am J Sports Med*. 2000;28(5 Suppl):S69–74.

64. Eder K, Hoffmann H, Schlumberger A, Schwarz S (2016) Verletzungen im Fussball: vermeiden - behandeln - therapieren, 2nd edn. Munich, Germany, Urban&Fischer Verlag. Elsevier GmbH
65. Eirale C, Tol J, Farooq A, Smiley F, Chalabi H. Low injury rate strongly correlates with team success in Qatari professional football. *Br J Sports Med.* 2013;47(12):807–8.
66. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011 Jun;45(7):553–8.
67. Ekstrand J, Haeggund M, Waldern M. Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *Am J Sports Med.* 2011; 39: 1226–1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879> PMID: 21335353
68. Elm EV, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ. British Medical Journal Publishing Group;* 2007; 335: 806–808. <https://doi.org/10.1136/bmj.39335.541782.AD> PMID: 17947786
69. Emery CA, Meeuwisse WH, Hartmann SE. Evaluation of risk factors for injury in adolescent soccer: implementation and validation of an injury surveillance system. *Am J Sports Med.* 2005 Dec;33(12):1882–91.
70. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, Dvorak J, Jegathesan M, Meeuwisse WH, Mountjoy M. Sports injuries and illnesses during the London summer Olympic Games 2012. *Br J Sports Med.* 2013; 47(7):407–14.
71. Evangelou E, Valdes AM, Kerkhof HJ, Styrkarsdottir U, Zhu Y, Meulenbelt I, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies confirms a susceptibility locus for knee osteoarthritis on chromosome7q22. *Ann Rheum Dis.* 2011; 70: 349–355. doi: 10.1136/ard.2010.132787 PMID: 21068099
72. Faryniarz DA, Bhargave AM, Lajam C, Attia ET, Hannafin JA (2006) Quantitation of estrogen receptors and relaxin binding in human anterior cruciate ligament fibroblasts. *In Vitro Cell Dev Biol Anim* 42:176-181

73. Fernández Cuevas I, Gómez Carmon PM, Sillero Quintana M, et al (2010) Economic costs estimation of soccer injuries in first and second spanish division professional teams. In: 15th annual congress of the European college of sport sciences ECSS
74. Finch C. A new framework for research leading to sports injury prevention. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2006; 9: 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.02.009> PMID: 16616614
75. Friedenreich CM, Neilson HK, Lynch BM (2010) State of the epidemiological evidence on physical activity and cancer prevention. *Eur J Cancer* 46:2593-2604
76. Fuller CW, Dick RW, Corlette J, Schmalz R (2007) Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players. Part 2: training injuries. *Br J Sports Med* 41: i27-i32
77. Gibala MJ, Hawley JA. Sprinting toward fitness. *Cell Metab.* 2017;25(5):988–90.
78. Gibbon A, Hobbs H, Van der Merwe W, Raleigh SM, Cook J, Handley C, Posthumus M, Collins M, September A. The MMP3 gene in musculoskeletal soft tissue injury risk profiling: a study in two independent sample groups. *J Sports Sci.* 2017;35(7):655–62.
79. Giebel G, Braun K, Mittelmeier W (1993) Pferdesportunfalle bei Kindern. *Chirurg* 64:938-947
80. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY et al (2008) A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med* 36:1476-1483
81. Giza E, Mithofer K, Farrell L, Zarins B, Gill T (2005) Injuries in women’s professional soccer. *Br J Sports Med* 39:212-216
82. Giza E, Silvers HJ, Mandelbaum BR (2005) Anterior cruciate ligament tear prevention in the female athlete. *Curr Sports Med Rep* 4:109-111

83. Gleeson M (2002) Biochemical and Immunological markers of overtraining. *J Sports Sci Med* 1:31-41
84. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, Demaio M et al (2006) Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med* 34:1512-1532
85. Grooms DR, Palmer T, Onate JA, Myer GD, Grindstaff T. Soccer-Specific Warm-Up and Lower Extremity Injury Rates in Collegiate Male Soccer Players. *Journal of Athletic Training*. 2013; 48: 782–789. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.4.08> PMID: 23848519
86. Hamlet WP, Liu SH, Panossian V, Finerman GA (1997) Primary immunolocalization of androgen target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res* 15:657-663
87. Hammes D, Aus Der FK, Kaiser S, Frisen E, Bizzini football players - a randomised controlled trial using “FIFA 11+”. *J Sports Sci* 33(9):873—881
88. Harre D. *Principles of Sports Training: Introduction to the Theory and Methods of Training* (English). Berlin: Sportverlag; 1982.
89. Hart DA, Archambault JM, Kydd A, Reno C, Frank CB, Herzog W (1998) Gender and neurogenic variables in tendon biology and repetitive motion disorders. *Clin Orthop Relat Res* 351:44-56
90. Henke T, Luig P, Schulz D. Sports injuries in German club sports Aspects of epidemiology and prevention. *Bundesgesundheitsbl*. 2014; 57: 628–637. PMID: 24863705
91. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR (1999) The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 27:699-706
92. Holland AJ, Roy GT, Goh V, Ross FI, Keneally JP, Cass DT (2001) Horse-related injuries in children. *Med JAust* 175:609-612
93. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*. 2007; 42: 311–319. PMID: 17710181

94. Hreljac A (2004) Impact and overuse injuries in runners. *Med Sci Sports Exerc* 36:845-849
95. Hupperets MDW, Verhagen EALM, Mechelen WV. Effect of unsupervised home-based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. *BMJ*. 2009; 339: b2684–b2684. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2684> PMID: 19589822
96. Identification of new susceptibility loci for osteoarthritis (arcOGEN): a genome-wide association study. *Lancet*. 2012; 380: 815–823. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60681-3 PMID: 22763110
97. Ildus I, Ahmetov, Emiliya S Egorova, et al. Genes and athletic performance: an update. *Med Sport Sci*. 2016; 61:41–54.
98. Iliukhina VA, Tkachev VV, Fedorov BM, Reushkina GD, Sebekina TV (1989) Omega-potential measurement in studying the functional status of healthy subjects with normal and hypertensive types of reaction to graded physical exertion. *Fiziol Cheloveka* 15:60-65
99. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R (2000) Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol* 89:81-88
100. Jeppe Bo Lauersen, Ditte Marie Bertelsen, Lars Bo Andersen The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries. A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials.
101. Johansen CT, Wang J, Lanktree MB, Cao H, McIntyre AD, Ban MR, et al. Excess of rare variants in genes identified by genome-wide association study of hypertriglyceridemia. *Nat Genet*. 2010; 42: 684–687. doi: 10.1038/ng.628 PMID: 20657596
102. John R, Dhillon MS, Sharma S, Prabhakar S, Bhandari M. Is there a genetic predisposition to anterior cruciate ligament tear? A systematic review. *Am J Sports Med*. 2016;44(12):3262–9.
103. Junge A, Cheung K, Edwards T, Dvorak J. Injuries in youth amateur soccer and rugby players—comparison of incidence and characteristics. *Br J Sports Med*. 2004 Apr;38(2):168–72.

104. Junge A, Dvořák J. Football injuries during the 2014 FIFA world cup. *Br J Sports Med.* 2015;49(9):599–602.
105. Junge A, Dvorak J: Injury surveillance in the world football tournaments 1998–2012. *British journal of sports medicine* 2013: bjsports-2013-092205.
106. Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M, Tschopp M et al (2011) Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players *Am J Sports Med* 39(1):57-63
107. Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M, Tschopp M, et al. Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players. *Am J Sports Med.* 2011 Jan; 39(1):57–63.
108. Junge A, Lamprecht M, Stamm H, Hasler H, Bizzini M, Tschopp M, et al. Countrywide Campaign to Prevent Soccer Injuries in Swiss Amateur Players. *Am J Sports Med.* 2011; 39: 57–63. <https://doi.org/10.1177/0363546510377424> PMID: 20956263
109. Junge A, Rosch D, Peterson L, Graf-Baumann T, Dvorak J (2002) Prevention of soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *Am J Sports Med* 30:652-659
110. Kambouris M, Ntalouka F, Ziogas G, Maffulli N. Predictive genomics DNA profiling for athletic performance. *Recent Pat DNA Gene Seq.* 2012; 6: 229–239. PMID: 22827597
111. Kamitani T et al (2013) Catastrophic head and neck injuries in judo players in Japan from 2003 to 2010. *Am J Sports Med* 41 (8): 1915-1921
112. Kapur K, Johnson T, Beckmann ND, Sehmi J, Tanaka T, Kutalik Z, et al. Genome-wide meta-analysis for serum calcium identifies significantly associated SNPs near the calcium-sensing receptor (CASR) gene. *PLoS Genet.* 2010; 6: e1001035. doi: 10.1371/journal.pgen.1001035 PMID: 20661308
113. Kelm J, Ahlhelm F, Anagnostakos K, Pitsch W, Schmitt E, Regitz T et al (2004) Gender-specific differences in school sports injuries. *Sportverletz Sportschaden* 18:179-184

114. Kelm J, Ahlhelm F, Pape D, Pitsch W, Engel C (2001) School sports accidents: analysis of causes, modes, and frequencies. *J Pediatr Orthop* 21:165—168
115. Kim JH, Jung ES, Kim CH, et al. Genetic associations of body composition, flexibility and injury risk with ACE, ACTN3 and COL5A1 polymorphisms in Korean ballerinos. *J Exerc Nutrition Biochem.* 2014;18(2):205–214.
116. Kim SK, Roos TR, Roos AK, Kleimeyer JP, Ahmed MA, Goodlin GT, Fredericson M, Ioannidis JP, Avins AL, Dragoo JL. Genome-wide association screens for Achilles tendon and ACL tears and tendinopathy. *PLoS One.*2017;12(3): e0170422.
117. Kliigl M, Shrier I, McBain K, Shultz R, Meeuwisse WH, Garza D, Matheson GO (2010) The prevention of sport injury: an analysis of 12,000 published manuscripts. *Clin J Sport Med* 20:407-412
118. Knobloch K, Yoon U, Vogt PM (2008) Acute and overuse injuries correlated to hours of training in master running athletes. *Foot Ankle Int* 29:671-676
119. Knobloch K (2014) Laufsportverletzungen. Dominanz von Oberlastungsschaden. *Med Sports Netw* 3: 16-19
120. Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Mechanisms for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries Knee Joint Kinematics in 10 Injury Situations from Female Team Handball and Basketball. *Am J Sports Med.* 2010; 38: 2218–2225. <https://doi.org/10.1177/0363546510373570> PMID: 20595545
121. Kristenson K, Bjrneboe J, Walden M, Andersen TE, Ekstrand J, Hagglund M (2013) The Nordic Football Injury Audit: higher injury rates for professional football clubs with third-generation artificial turf at their home venue. *Br J Sports Med* 47:775-781
122. Krzysztof Ficek, Pawel Cieszczyk, Mariusz Kaczmarczyk, et al. Gene Variants within the COL1A1 gene are associated with reduced anterior cruciate ligament injury in professional soccer players. *Journal of science and Medicine in sport.* 2013;16(5):396–400.
123. Kullo IJ, Ding K, Jouni H, Smith CY, Chute CG. A genome-wide association study of red blood cell traits using the electronic medical record. *PLoS One.* 2010; 5: e13011. doi: 10.1371/journal.pone.0013011 PMID: 20927387

124. Kvist M, Kujala UM, Heinonen OJ, Vuori IV, Aho AJ, Pajulo O et al (1989) Sports-related injuries in children. *Int J Sports Med* 10:81-86
125. Lefevre N, Bohu Y, Klouche S, Lecocq J, Herman S (2013) Anterior cruciate ligament tear during the menstrual cycle in female recreational skiers. *Orthop Traumatol Surg Res* 99:571-575
126. Lefevre N, Rousseau D, Bohu Y, Klouche S, Herman S (2013) Return to judo after joint replacement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:2889-2894
127. Levinger I, Yan X, Bishop D, Houweling PJ, Papadimitriou I, Munson F, Byrnes E, Vicari D, Brennan-Speranza TC, Eynon N. The influence of α -actinin-3 deficiency on bone remodelling markers in young men. *Bone*. 2017; 98:26–30.
128. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Med*. 2009 Jul 21;6(7):e1000100.
129. Lin X, Lu D, Gao Y, Tao S, Yang X, Feng J, et al. Genome-wide association study identifies novel loci associated with serum level of vitamin B12 in Chinese men. *Hum Mol Genet*. 2012; 21: 2610–2617. doi: 10.1093/hmg/dds062 PMID: 22367966
130. Liu SH, Al-Shaikh RA, Panossian V, Yang RS, Nelson SD, Soleiman N et al (1996) Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res* 14:526-533
131. Ljungqvist A (2008) Sports injury prevention: a key mandate for the IOC. *Br J Sports Med* 42(6):391
132. Ljungqvist A et al (2009) The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on periodic health evaluation of elite athletes March 2009. *Br J Sports Med* 43(9):631-643
133. Lollgen H, Lollgen D (2004) Physical activity and prevention of disease. *Dtsch Med Wochenschr* 129:1055-1056
134. Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA 11+ Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players.

A Cluster Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2012; 40: 996–1005.
<https://doi.org/10.1177/0363546512438761> PMID: 22415208

135. Maffulli N, Longo UG, Gougoulas N, Caine D, Denaro V (2011) Sport injuries: a review of outcomes. *Br Med Bull* 97:47-80

136. Maffulli N, Margiotti K, Longo UG, Loppini M, Fazio VM, Denaro V. The genetics of sports injuries and athletic performance. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013; 3: 173–189. PMID: 24367777

137. Major JM, Yu K, Wheeler W, Zhang H, Cornelis MC, Wright ME, et al. Genome-wide association study identifies common variants associated with circulating vitamin E levels. *Hum Mol Genet.* 2011; 20:3876–3883. doi: 10.1093/hmg/ddr296
PMID: 21729881

138. Mandelbaum B, Silvers H, Watanabe D, Knarr J, Thomas S, Griffin L et al (2005) Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes - 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 33:1003-1010

139. Mannion S, Mtintsilana A, Posthumus M, van der Merwe W, Hobbs H, Collins M, September AV: Genes encoding proteoglycans are associated with the risk of anterior cruciate ligament ruptures. *British journal of sports medicine* 2014: bjsports-2013-093201.

140. Mayr HO, Reinhold M, Bernstein A, Suedkamp NP, Stoehr A (2015) Sports activity following total knee arthroplasty in patients older than 60 years. *J Arthroplasty* 30(1):46-49

141. Mayr HO, Zaffagnini S (2016) Prevention of injuries and overuse in sports. *Directory for physicians, physiotherapists, sport scientists and coaches.* Springer, Heidelberg

142. McHugh MP. Injury prevention in professional sports: protecting your investments. *Scand J Med Sci Sports.* 2009 Dec;19(6):751–2.

143. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):81–5.

144. Meyer TE, Verwoert GC, Hwang SJ, Glazer NL, Smith AV, van Rooij FJ, et al. Genome-wide association studies of serum magnesium, potassium, and sodium concentrations identify six Loci influencing serum magnesium levels. *PLoS Genet.* 2010; 6: e1001045. doi: 10.1371/journal.pgen.1001045 PMID:20700443
145. Mills PR, Kessler RC, Cooper J, Sullivan S (2007) Impact of a health promotion program on employee health risks and work productivity. *Am J Health Promot* 22(1):45-53
146. Mjolsnes R, Arnason A, Østhaugen T, Raastad T, Bahr R (2004) A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 14(5):311-317
147. Mjøl̄snes R, Arnason A, Østhaugen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 2004; 14: 311–317. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.367.x> PMID: 15387805
148. Mokone G, Schwellnus M, Noakes T, Collins M. The COL5A1 gene and Achilles tendon pathology. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16(1):19–26.
149. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio F. The Effectiveness of Injury Prevention Programs to Modify Risk Factors for Non-Contact Anterior Cruciate Ligament and Hamstring Injuries in Uninjured Team Sports Athletes: A Systematic Review. Cavarretta E, editor. *PLoS Med.* 2016; 11: e0155272–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155272> PMID: 27171282
150. Mountjoy M, Junge A (2013) The role of International Sport Federations in the protection of the athlete’s health and promotion of sport for health of the general population. *Br J Sports Med* 47(16): 1023-1027
151. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R (2003) Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med* 13:71-78
152. National Federation of State High School Associations (2002) 2002 High School Participation Survey. National Federation of State High School Associations, Indianapolis. <http://www.nfhs.org/>. Accessed 30 Nov 2019

153. Nedelec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G (2012) Recovery in soccer: Part I - Post match fatigue and time course of recovery. *Sports Med* 42:997-1015
154. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39:1435–45.
155. Nigg BM (1985) Biomechanics, load analysis and sports injuries in the lower extremities. *Sports Med* 2(5):367-379
156. Oexle K, Ried JS, Hicks AA, Tanaka T, Hayward C, Bruegel M, et al. Novel association to the proproteinconvertase PCSK7 gene locus revealed by analysing soluble transferrin receptor (sTfR) levels. *HumMol Genet.* 2011; 20: 1042–1047. doi: 10.1093/hmg/ddq538 PMID: 21149283
157. Olsen O-E, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball A Systematic Video Analysis. *Am J Sports Med.* 2004; 32: 1002–1012. <https://doi.org/10.1177/0363546503261724> PMID: 15150050
158. Orysiak J, Malczewska Lenczowska J, Bik-Multanowski M. Expression of SCGB1C1 gene as a potential marker of susceptibility to upper respiratory tract infections in elite athletes – a pilot study. *Biol Sport.* 2016;33(2):107–110.
159. O'Seaghda CM, Yang Q, Glazer NL, Leak TS, Dehghan A, Smith AV, et al. Common variants in the calcium-sensing receptor gene are associated with total serum calcium levels. *Hum Mol Genet.* 2010;19: 4296–4303. doi: 10.1093/hmg/ddq342 PMID: 20705733
160. Owoeye OB, Akinbo SR, Telia BA, Olawale OA (2014) Efficacy of the FIFA 11+ warm-up programme in male youth football: a cluster randomised controlled trial. *J Sports Sci Med* 13(2):321-328
161. Paluska S (2005) An overview of hip injuries in running. *Sports Med* 35:991-1014
162. Parkkari J, Pasanen K, Mattila KV, Kannus P, Rimpela A (2008) The risk for a cruciate ligament injury of the knee in adolescents and young adults: a population-

based cohort study of 46 500 people with a nine year follow-up. *Br J Sports Med* 42(6):422-426

163. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Hiilloskorpi H, Mäkinen T, Jarvinen M, et al. Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *Br J Sports Med.* 2008; 42: 502–505. <https://doi.org/10.1136/bmj.a295> PMID: 18595903

164. Pecina M, Bojanic I (2004) *Overuse injuries of the musculoskeletal system*, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton/London/New York/Washington, DC

165. Pecina M, Bojanic I (2004) *Overuse injuries of the musculoskeletal system*, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton/London/New York/Washington, DC

166. Pelletier B, Boles M, Lynch W (2004) Change in health risks and work productivity over time. *J Occup Environ Med* 46(7):746-754

167. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men’s Soccer. A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2011; 39: 2296–2303. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277> PMID: 21825112

168. Piñonosa Cano S (2016) Use of infrared thermography as a tool to monitor skin temperature along the recovery process of an anterior cruciate ligament surgery. Universidad Politécnica de Madrid

169. Piñonosa Cano S, Sillero Quintana M, Milanovic L et al (2013) Thermal evolution of lower limbs during a rehabilitation process after anterior cruciate ligament surgery. *Kinesiol Zagreb Croat* 45:121–129

170. Pitsiladis YP, Tanaka M, Eynon N, Bouchard C, North KN, Williams AG, Collins M, Moran CN, Britton SL, Fuku N. Athlome project consortium: a concerted effort to discover genomic and other “omic” markers of athletic performance. *Physiol Genomics.* 2016;48(3):183–90.

171. Posner M, Cameron KL, Wolf JM, Belmont PJ Jr, Owens BD. Epidemiology of Major League Baseball Injuries. *Am J Sports Med.* 2011; 39: 1675–1691. <https://doi.org/10.1177/0363546511411700> PMID: 21709023

172. Posthumus M, Collins M, Cook J, Handley CJ, Ribbans WJ, Smith RK, Schwellnus MP, Raleigh SM. Components of the transforming growth factor- β family and the pathogenesis of human Achilles tendon pathology—a genetic association study. *Rheumatology*. 2010;49(11):2090–7.
173. Posthumus M, September AV, Keegan M, O’Cuinneagain D, Van der Merwe W, Schwellnus MP, Collins M. Genetic risk factors for anterior cruciate ligament ruptures: COL1A1 gene variant. *Br J Sports Med*. 2009;43(5):352–6.
174. Posthumus, M.; Collins, M.; Cook, J.; Handley, C.J.; Ribbans, W.J.; Smith, R.K.; Schwellnus, M.P.; Raleigh, S.M. Components of the transforming growth factor-family and the pathogenesis of human Achilles tendon pathology—A genetic association study. *Rheumatology* 2010, 49, 2090–2097. [CrossRef] [PubMed]
175. Price RJ, Hawkins RD, Hulse MA, Hodson A. The Football Association medical research programme: an audit of injuries in academy youth football. *Br J Sports Med*. 2004 Aug;38(4):466–71.
176. Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A, Blom N, Borggrefe M, Camm J, Elliott PM, Fitzsimons D, Hatala R, Hindricks G: 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Europace* 2015: euv319.
177. Proper K, Van Mechelen W (2004) Costs, benefits and effectiveness of worksite physical activity counseling from the employer’s perspective. *Scand J Work Environ Health* 30(1):36-46. doi:10.5271/sjweh.763
178. Pruna R, Artells R, Ribas J, Montoro B, Cos F, Muñoz C, et al. Single nucleotide polymorphisms associated with non-contact soft tissue injuries in elite professional soccer players: influence on degree of injury and recovery time. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013; 14: 221. doi: 10.1186/1471-2474-14-221 PMID: 23890452
179. R. Ferber, K. Sheerin and Kendall, *International SportMed Journal*, 10(3): 152-162, 2009.
180. Raleigh SM, Collins M. Gene variants that predispose to Achilles tendon injuries: an update on recent advances. *Achilles tendon*. 2012:25–40.

181. Raysmith BP, Drew MK. Performance success or failure is influenced by weeks lost to injury and illness in elite Australian track and field athletes: a 5-year prospective study. *J Sci Med Sport*. 2016;19(10):778–83.
182. Ristolainen L, Heinonen A, Waller B, Kujala UM, Kettunen JA (2009) Gender differences in sport injury risk and types of injuries: a retrospective twelve-month study on cross-country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. *J Sports Sci Med* 8:443-451
183. Ristolainen L, Kettunen JAJ, Waller B, Heinonen A, Kujala UM (2014) Training-related risk factors in the etiology of overuse injuries in endurance sports. *J Sports Med Phys Fitness* 54:78-87
184. Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41: 709–731. doi: 10.1249/MSS.0b013e31890eb86 PMID: 19225360
185. Rogge J (2009) An ounce of prevention? *Br J Sports Med* 43(9):627
186. Ronning R, Ronning I, Gerner T, Engebretsen L (2001) The efficacy of wrist protectors in preventing snowboarding injuries. *Am J Sports Med* 29(5):581-585
187. Rosetti L, Kuntz A, Kunold E. The microstructure and micromechanics of the tendon-bone insertion, *Nature materials*. 2017.
188. Roessler R, Donath L, Verhagen E, Junge A, Schweizer T, Faude O. Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2014; 44: 1733– 1748. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0234-2> PMID: 25129698
189. Sahlin Y (1990) Sport accidents in childhood. *Br J Sports Med* 24:40-44
190. Salgado E, Ribeiro F, Oliveira J (2015) Joint-position sense is altered by football pre-participation warm-up exercise and match induced fatigue. *Knee* 22:243-248
191. Sallis RE, Jones K, Sunshine S, Smith G, Simon L (2001) Comparing sports injuries in men and women. *Int J Sports Med* 22:420-423
192. Sandon A, Werner S, Forssblad M (2015) Factors associated with returning to football after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23:2514-2521

193. Schmidt B, Hollwarth ME (1989) Sportunfall im Kindes- und Jugendalter. *Z Kinderchir* 44:37-362
194. Schneider S, Weidmann C, Seither B. Epidemiology and Risk Factors of Sports Injuries—Multivariate Analyses Using German National Data. *Int J Sports Med.* 2007; 28: 247–252. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924293> PMID: 17024644
195. Schultz AB, Eddington DW (2007) Employee health and presenteeism; A systematic review. *J Occup Rehabil* 17(3):547-579. doi:10.1007/s10926-007-9096-x
196. Seagrave RA III, Perez L, McQueeney S, Toby EB, Key V, Nelson JD. Preventive Effects of Eccentric Training on Acute Hamstring Muscle Injury in Professional Baseball. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2014; 2: 232596711453535–7. <https://doi.org/10.1177/2325967114535351> PMID: 26535336
197. September A, Posthumus M, Collins M. Application of genomics in the prevention, treatment and management of Achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures. Recent patents on DNA & gene sequences. 2012;6(3):216–23.
198. September AV, Cook J, Handley CJ, van der Merwe L, Schwellnus MP, Collins M. Variants within the COL5A1 gene are associated with Achilles tendinopathy in two populations. *Br J Sports Med.* 2009;43(5):357–65.
199. Shephard RJ (1986) Economic benefits of enhanced fitness. Human Kinetics Publishers, Inc., Champaign, x + 120 p
200. Shephard RJ (1992) A critical analysis of work-site fitness programs and their postulated economic benefits. *Med Sci Sports Exerc* 24(3):354-370
201. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R et al (2015) Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *Am J Sports Med* 43(11)-.2628-2637
202. Slauterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP, Clark RJ. Xu K, Starch DW et al (2002) The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train* 37:275-278
203. Smidt N, De Vet HC, Bouter LM, et al. Effectiveness of exercise therapy: a best-evidence summary of systematic reviews. *Aust J Physiother* 2005;51:71–85.

204. Smith FW, Smith PA (2002) Musculoskeletal differences between males and females. *Sports Med Arthrosc Rev* 10:98-100
205. Snoeker BA, Bakker EW, Kegel CA, Lucas C. Risk factors for meniscal tears: a systematic review including meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(6):352–67.
206. Söderman K, Adolphson J, Lorentzon R, Alfredson H. Injuries in adolescent female players in European football: a prospective study over one outdoor soccer season. *Scand J Med Sci Sports.* 2001 Oct;11(5):299–304.
207. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2008; 337: a2469–a2469. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2469> PMID: 19066253
208. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M et al (2008) Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 337:a2469
209. Soligard T1, Schweltnus M2, Alonso JM3, Bahr R4, Clarsen B5, Dijkstra HP3, Gabbett T6, Gleeson M7, Hägglund M8, Hutchinson MR9, Janse van Rensburg C2, Khan KM10, Meeusen R11, Orchard JW12, Pluim BM13, Raftery M14, Budgett R1, Engebretsen L15. *Br J Sports Med.* 2016 Sep;50(17):1030-41.
210. *Sports Health.* 2017 Mar-Apr; 9(2): 106–107. Published online 2017 Mar 1.
211. Steffen K, Emery CA, Romiti M, Kang J, Bizzini M, Dvorak J et al (2013) High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. *Br J Sports Med* 47(12):794-802
212. Steffen K, Engebretsen L. Injury and illness surveillance among Olympic athletes: summary of the 2010 winter, and the 2008 and 2012 summer Olympic Games. In: *Sports Injuries and Prevention.* Springer; 2015. p. 39–50.
213. Stein R, Trujillo JP, Silveira ADd, Lamounier Júnior A, Iglesias LM: Genetic Evaluation, Familial Screening and Exercise. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2017(AHEAD):0–0.

214. Stevenson MR. Sport, age, and sex specific incidence of sports injuries in Western Australia. *Br J Sports Med. British Association of Sport and Exercise Medicine*; 2000; 34: 188–194. <https://doi.org/10.1136/bjism.34.3.188> PMID: 10854018
215. Taunton JE, Ryan MB, Clement D, McKenzie DC, Lloyd-Smith D, Zumbo B. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36(2):95–101.
216. Taylor BL, Attia MW (2000) Sports-related injuries in children. *Acad Emerg Med* 7:1376-1382
217. Teerlink CC, Cannon-Albright LA, Tashjian RZ. Significant association of fullthickness rotator cuff tears and estrogen-related receptor- β (ESRRB). *J ShoulderElb Surg.* 2015;24(2):e31–5.
218. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MB, Bartels EM, Rathleff MS (2017) Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. *Br J Sports Med* 51(7):562-571. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097066>
219. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MB, Bartels EM, Rathleff MS (2017) Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. *Br J Sports Med.* <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097066>
220. Thorborg K. Why hamstring eccentrics are hamstring essentials. *Br J Sports Med. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine*; 2012; 46: 463–465. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090962> PMID: 22661695
221. Toussaint J.-F. (coord.) (2008) Plan national de prevention par l'activite physique ou sportive (PNAPS)
222. Turner M et al (2012) European consensus on epidemiological studies of injuries in the thoroughbred horse racing industry. *Br J Sports Med* 46(10): 704-708
223. Tursz A, Crost M (1986) Sports-related injuries in children. A study of their characteristics, frequency, and severity, with comparison to other types of accidental injuries. *Am J Sports Med* 14:294-299

224. use. *Med Sci Sports Exerc* 21:126-129
225. Valdes AM, Evangelou E, Kerkhof HJ, Tamm A, Doherty SA, Kisand K, et al. The GDF5 rs143383 polymorphism is associated with osteoarthritis of the knee with genome-wide statistical significance. *Ann Rheum Dis*. 2011; 70: 873–875. doi: 10.1136/ard.2010.134155 PMID: 20870806
226. Van de Loo DA, Johnson MD (1995) The young female athlete. *Clin Sports Med* 14:687-707
227. Van den Bossche F (1991) L'impact positif de la generalisation d'une pratique sportive sur les couts de la securite sociale. Paper presented at the conference on Sport, Economy and Politics, Universite libre de Bruxelles, 14 Nov 1991
228. Van Mechelen W (1997) The severity of sports injuries. *Sports Med* 24:176-180
229. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med* 1992;14:82–99.
230. Van Mechelen W. Sports Injury Surveillance Systems "One Size Fits All?." *Sports Medicine*. Springer International Publishing; 1997; 24: 164–168. <https://doi.org/10.2165/00007256-199724030-00003>
231. Van Wilgen CP, Verhagen EALM (2012) A qualitative study on overuse injuries: the beliefs of athletes and coaches. *J Sci Med Sport* 15:116-121
232. Varley I, Hughes DC, Greeves JP, Stellingwerff T, Ranson C, Fraser WD, Sale C. RANK/RANKL/OPG pathway: genetic associations with stress fracture period prevalence in elite athletes. *Bone*. 2015;71:131–6.
233. Velin P, Four R, Matta T, Dupont D (1994) Évaluation des traumatismes sportifs de l'enfant et de l'adolescent. *Arch Pediatr* 1:202-207
234. Viru A, Viru M (2000) Nature of training effects. In: Garrett W, Kirkendall D (eds) *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Williams, Philadelphia, PA, pp 67-95
235. Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R (2005) No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial. *Clin J Sport Med* 15(4):227-234

236. Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA, Tippet S, Canner GC (1996) The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *J Orthop Sports Phys Ther* 23(6):348-352
237. Walden M, Krosshaug T, Bjerneboe J, Andersen TE, Faul O, Hagglund M (2015) Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med* 49:1452-1460
238. Waldern M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, HaEgglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2012; 344: e3042–e3042. [https:// doi.org/10.1136/bmj.e3042](https://doi.org/10.1136/bmj.e3042) PMID: 22556050
239. Walsh NP. Recommendations to maintain immune health in athletes. *Eur J Sport Sci*. 2018;18(6):820–831.
240. Wang G, Padmanabhan S, Wolfarth B, Fuku N, Lucia A, Ahmetov II, et al. Genomics of elite sporting performance: what little we know and necessary advances. *Adv Genet*. 2013; 84: 123–149. doi: 10.1016/B978-0-12-407703-4.00004-9 PMID: 24262098
241. Wang TJ, Zhang F, Richards JB, Kestenbaum B, van Meurs JB, Berry D, et al. Common genetic determinant of vitamin D insufficiency: a genome-wide association study. *Lancet*. 2010; 376: 180–188. doi:10.1016/S0140-6736(10)60588-0 PMID: 20541252
242. Weiss K, Whatman C. Biomechanics associated with patellofemoral pain and ACL injuries in sports. *Sports Med*. 2015;45(9):1325–37.
243. Williams S, Hume PA, Kara S (2011) A review of football injuries on third and fourth generation artificial turfs compared with natural turf. *Sports Med* 41(11):903—923
244. Wojtys EM, Huston L, Boynton MD, Spindler KP, Lindenfeld TN (2002) The effect of menstrual cycle on anterior cruciate ligament in women as determined by hormone levels. *Am J Sports Med* 30:182-188

245. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002 Dec;36(6):436–41; discussion 441.
246. Yang J, Tibbetts AS, Covassin T, Cheng G, Nayar S, Heiden E (2012) Epidemiology of overuse and acute injuries among competitive collegiate athletes. *J Athl Train* 47:198-204
247. Zehsaz F, Farhangi N, Monfaredan A, et al. IL-10 G-1082A gene polymorphism and susceptibility to upper respiratory tract infection among endurance athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2015;55(1- 2):128–134.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель:

Врач высшей категории, руководитель
Центра спортивной травматологии и
реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им.
А.И.Бурназяна ФМБА России, к.м.н

_____ А.Ю. Терсков

Ответственный исполнитель:

Врач высшей категории, заведующий
отделением спортивной травматологии и
спортивной медицины Центра спортивной
травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ
ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

_____ М.Н. Величко

Исполнители:

Врач отделения спортивной травматологии и
спортивной медицины Центра спортивной
травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ
ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

_____ А.С. Доможирова

Врач отделения спортивной травматологии и
спортивной медицины Центра спортивной
травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ
ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

_____ А.М. Белякова

Медицинский психолог Центра спортивной
травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ
ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

_____ Е.И. Разумец

Врач высшей категории травматолого-ортопедического отделения Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, кандидат медицинских наук

Д.В. Волченко

Врач травматолого-ортопедического отделения Центра спортивной травматологии и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

О.А. Созонов

Нормоконтролер:

Заведующий Научно-организационным отделом - Ученый секретар ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н.

Е.В. Голобородько