

Мониторинг утомления и тренировочные адаптации регбистов

Источник: MONITORING FATIGUE AND TRAINING ADAPTATIONS IN RUGBY PLAYERS, by Craig Twist and Jamie Highton

Реакция физической формы игроков в регби на утомление

Тренировки и игры будут приводить как к положительным адаптациям (улучшение физической подготовленности), так и к негативным последствиям (состояние утомленности), взаимодействие этих реакций будет сказываться на изменении работоспособности игрока (Bannister, 1991).

Усталость от тренировок и игр зависит от нескольких основных факторов, обычно она значительна по своей величине и короткая по продолжительности, в результате чего сразу проявляется снижение работоспособности в течение первых часов и дней после двигательной активности. Реакции физической формы не значительны по величине, но длительны по продолжительности, ведут к хроническим адаптациям физических качеств, которые улучшают работоспособность. После 6-12 недель предсезонной подготовки следует соревновательный период, который включает в себя около 30 матчей, проходящих каждые 5-9 дней (McLean et al, 2010). Между играми проводят тренировки, ориентированные на навыки, специальную выносливость и развитие силовых способностей. Игроки также вовлекаются в турниры, в которых проходят матчи на протяжении более двух недель (Кубок Мира по регби-15) или в течение 1-2 дней (Мировая серия по регби-7). Структура и содержание тренировок и игр сказывается на физической форме и усталости, и в конечном итоге на готовности игроков к выступлениям на соревнованиях.

Усталость – это комплексный феномен, который может быть рассмотрен как личные сообщения человека о симптомах бессилия и невозможности что-то делать, вытекающих из взаимозависимых характеристик – работоспособности и воспринимаемой утомленности.

Обычно проявление утомленности в регби выражено срочным снижением мышечной функции после игры или тренировки в первые часы после активности. Оно продолжается до 1-3 дней и проявляется в течение более чем 120 часов после 2-дневных элитарных турниров по регби-7, развивается более прогрессивно в периоды интенсивных соревнований и зависит от акцента или структуры конкретного тренировочного периода.

Снижение мышечной функции может также выражаться в снижении эффективности в беге во время игры. Сложно количественно посчитать, какое прямое влияние на усталость оказывает руководство игроками между играми и их поведенческие адаптации из-за высокой изменчивости активности от игры к игре. Обычно воспринимаемое состояние утомленности, которое усиливается незамедлительно в первые 24-48 часов после игры и тренировки (а восстановление проходит в течение последующих дней), фиксируется с помощью самостоятельной оценки таких параметров, как болезненность мышц, усталость, восстановление энергии и сон (McLean et al, 2010; Twist et al, 2012; Tavares et al, 2017). Сообщается об изменениях в воспринимаемых параметрах как во время обычных, так и интенсивных периодов регбийных тренировок и соревнований, эти изменения могут сохраняться на протяжении сезона.

У регбиста наряду с увеличением биохимического, иммуноэндокринного и гормонального ответов после матча и тренировки возникает повреждение тканей и низкочастотная утомленность (относительная потеря силы при низкой частоте электрической стимуляции мышц из-за метаболических и механических ухудшений, характеризующаяся медленным восстановлением в течение часов или даже дней) (Takarada, 2003; Cunniffet al, 2010; Twist et al, 2012; Oxendale et al, 2016; Roe et al, 2017; Nunes et al, 2019).

Время протекания послеигровой усталости зависит от продолжительности активности, требований к перемещению и контактной нагрузке, предъявляемой к игроку. Высокоинтенсивный бег, спринт, ускорения и торможения, так же как и повреждения в результате столкновений, являются обычными компонентами регбийных тренировок и игр, которые ассоциируются с симптомами повреждения мышц вследствие выполнения упражнений и повышения скорости метаболических

процессов в состоянии покоя в течение часов и дней после активности. Продолжительный метаболический стресс (около 60-80 минут), высокая интенсивность упражнений (около 80% от ЧСС макс.) будут вносить свой вклад в повреждение мышц и истощение запасов гликогена. В дни соревнований и тренировок физические качества игрока также могут реагировать на усталость и восстановление, более подготовленные игроки восстанавливаются быстрее. Качество сна, нерациональные привычки в питании, употребление алкоголя будут препятствовать восстановлению после интенсивной работы.

Объем матчей в сезоне, количество дней и тренировочной нагрузки между играми влияют на усталость игрока. Предполагается, что специалисты должны знать о накопительном эффекте тренировок и игр.

Так, например, команда с небольшим количеством игроков в составе, которая не имеет возможности предоставлять отдых игрокам, или те игроки, которые вовлечены в международное регби наряду с домашними обязанностями, требуют аккуратного управления. Физиологический и психологический стресс также связан с повышенным риском инфицирования верхних дыхательных путей (ИВДП). Так, около 20-50% игроков сообщают о симптомах ИВДП во время предсезонной подготовки, что не сказывается на их доступности для тренировок и игр. Усталость и болезнь могут усугубляться климатическими условиями, смещением часового пояса (джетлаг) и утомлением от переездов.

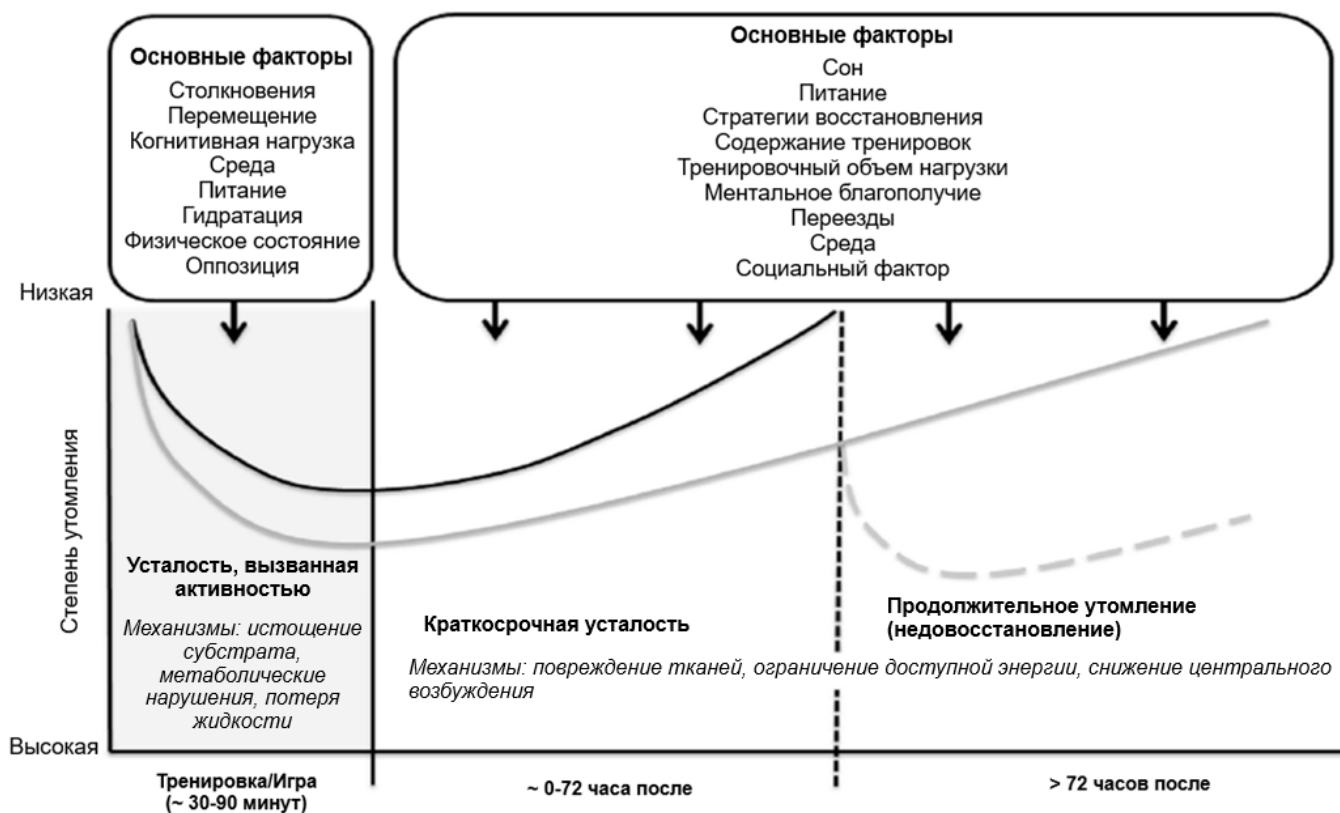


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на состояние утомленности и восстановление игроков во время и после регбийной активности

Проявление усталости является многофакторным явлением и зависит от индивидуальных характеристик, а потому требует целостного и индивидуализированного подхода к отслеживанию этого явления.

Отслеживание усталости у регбистов

Для понимания реакции спортсмена на усталость требуются подходящие инструменты для отслеживания этого состояния, чтобы принимать обоснованное решение о статусе каждого игрока. При опросе 17 специалистов, работающих в контактных видах спорта, Cross et al (2019) сообщили о следующих параметрах измерения усталости: субъективные результаты, сообщаемые спортсменом (94%), измерение работоспособности (53%), показатели сердечного ритма (29%),

маркеры мышечного повреждения, наблюдаемые в крови (18%), оценка изометрического максимального усилия (24%) и быстроты нарастания усилия (12%). Никто из опрошенных не сообщил об использовании иммуноэндокринных маркеров в слюне, 6% сообщили о том, что не проводят измерений, и 71% сообщил о том, что они используют более чем 1 инструмент отслеживания усталости.

Субъективные результаты, сообщаемые спортсменом

Субъективные результаты, сообщаемые спортсменом, - это оценка, которая является чувствительной к изменениям тренировочного стресса, положительно коррелирует с изменением мышечной функции и может длиться дольше, чем снижение нервно-мышечной работоспособности и показателей биохимических маркеров усталости регбистов.

Сообщается, что личные оценки спортсменов являются более чувствительными, чем объективные измерения на срочные и хронические изменения тренировочного статуса спортсмена в ответ на тренировочные воздействия. Акцентируя внимание на благополучии или здоровье, обычно измеряют нарушение настроения, воспринимаемый стресс и восстановление, а также симптомы стресса.

Существует множество инструментов наблюдения за состоянием спортсмена, чтобы отслеживать психофизиологический комплекс стрессовых воздействий, связанных с утомлением в регби. Результаты, сообщаемые спортсменом, включают (но не ограничиваются) следующие варианты: Анкету профиля состояния настроения (POMS; Morgan et al, 1987), Анкету «Ежедневный анализ жизненных потребностей спортсменов» (DALDA; Rushall, 1990) и Анкету восстановления и стресса для спортсменов (RESTQ-Sport; Kellmann & Kallus, 2001).

Учитывая трудоемкость этих инструментов, которая может оказать негативное влияние на намерения игрока, в регби используют более короткие модифицированные анкеты или шкалы измерения. Использование индивидуальных шкал вместо объединения в единую оценку, возможно, дает большую чувствительность к выявлению изменений в состоянии здоровья спортсмена.

Несмотря на широкое распространение субъективной оценки, у практиков могут возникать некоторые вопросы относительно результатов, сообщаемых спортсменом.

- 1) Достоверность многих из часто используемых оценочных систем не была проверена на заинтересованной выборке людей.
- 2) Без четких и содержательных определений неясно, какая мера измерения параметра отображает предполагаемый конструкт (благополучие (wellbeing), хорошее здоровье (wellness)), или почему этот конструкт полезен для восстановления.

Вариабельность сердечного ритма

Вариабельность сердечного ритма (VCP) измеряет конкретное время между двумя ударами (R-R интервалы), обеспечивая неинвазивную оценку вегетативной (парасимпатической и симпатической) реакции. VCP оценивает активность парасимпатической и симпатической систем, используя анализ частотной области: высокочастотный диапазон (0,15-0,40 Hz) отображает контроль парасимпатической системы, а низкочастотный диапазон (0,04-0,15 Hz) отражает симпатический и парасимпатический контроль.

Соотношение низких частот к высоким указывает на симпато-вагальный баланс, измеряется вегетативный сердечно-сосудистый контроль. Отрицательная адаптация к тренировкам и нефункциональное перенапряжение ассоциируются со снижением VCP, что означает смещение от парасимпатического к симпатическому контролю частоты сердечных сокращений.

Измерение VCP у молодых игроков в регби говорит о снижении сердечной вегетативной реакции на протяжении до 4 дней после игры (Edmonds et al, 2013). Эти наблюдения – часть противоречивой картины, связанной с VCP. Hedelin et al (2000) наблюдали увеличение, Hupunen et al (2006) наблюдали снижение, Bosquet et al (2003) не наблюдали изменений, несмотря на то что

игроки при этом демонстрировали симптомы усталости и плохой работоспособности. Подобные наблюдения предполагают чрезвычайно индивидуальный ответ ВСП на усталость.

Необходим стандартизированный протокол, который отслеживал бы тренировочную нагрузку, время суток, пищеварение и любые другие стимулы, которые усиливают симпатическую активность, такую как температура, шум, употребление кофеина и алкоголя. Вследствие чего рекомендованные еженедельные и ежедневные измерения показателей ВСП затруднительны в хаотическом расписании, которое имеет место в регби.

Специалистам, выбирающим ВСП в качестве средства отслеживания тренировочных адаптаций, следует использовать минимум три или пять случайно выбранных обоснованных опорных точек, полученных за неделю от элитных и субэлитных спортсменов. Несмотря на увеличение доступности носимых устройств, способных измерять ВСП, следует аккуратно рассматривать ограничения, связанные с этим измерением, перед тем как использовать эти средства для работы с регбистами.

Маркеры усталости в крови, слюне и моче

В регби концентрация креатинкиназы (КК) часто выступает в роли маркера повреждения тканей и связана с основными двигательными характеристиками и действиями (например, столкновениями). КК зависит от возраста, пола, расы, мышечной массы, физической подготовленности и условий среды.

Концентрация креатинкиназы не позволяет различить механизмы повреждения, определяемая величина повреждения сильно изменяется день ото дня (~26%, Roe et al, 2016). Таким образом, КК дает лишь ограниченную информацию о степени и месте повреждения и является лучшим ограниченно подтверждающим системным маркером того, что спортсмен получил повреждение тканей.

Концентрация тестостерона и кортизола в слюне и крови (включая соотношение тестостерон/кортизол) были исследованы после регбийных матчей элитарного уровня – за неделю до матча и после тренировок в середине недели, - с целью установить восстановленность игрока и готовность к игре; также исследования проводились и во время тренировочных лагерей.

Измерение длилось в течение 10 недель в игровой период (сезон). Реакция кортизола время от времени увеличивалась в ответ на увеличивающийся физиологический стресс от тренировок и игр и плохо коррелировала с тренировочной нагрузкой и субъективными маркерами восстановления.

Одновременное снижение тестостерона и более низкое соотношение тестостерона к кортизолу сигнализируют о катаболическом состоянии сразу после матча. Сообщается о снижении соотношения тестостерона к кортизолу до 36 часов после матча (McLellen et al (2011), West et al (2014), в том время как Elloumi et al (2003) сообщали о повышенных значениях в течение 5 дней.

Перед тем как выбрать измерение гормонов для отслеживания состояния спортсменов, специалистам следует иметь в виду, что тестостерон и кортизол также отражают психологические реакции на упражнения и обладают высокой изменчивостью в зависимости от условий.

Слюнный иммуноглобулин А (IgA) использовался в качестве двусмысленного предсказателя риска инфекций верхних дыхательных путей в регби и регбилиг. Исследования сообщают о снижении иммуноглобулина А в слюне и о связи с инфекцией верхних дыхательных путей.

Lindsey и коллеги изучали использование измерения содержания веществ в моче для оценки биохимических и воспалительных реакций после одной игры и накопительного эффекта от трех матчей. Неоптерин в моче исследовался в роли маркера системной активации клеточного иммунитета, окислительного стресса и противовоспалительного иммунного состояния. Этот маркер предлагался в виде неинвазивной оценки реакции на стресс в ответ на регбийную активность, которая проявляется в зависимости от индивидуального профиля активности игрока. Общий уровень неоптерина повышается сразу после игры и обеспечивает специалистов срочной информацией о статусе утомленности игрока, и дает возможность проводить необходимые процедуры.

Частое отслеживание метаболитов крови, мочи и слюны может обеспечить информацией о состоянии здоровья спортсменов и дать представление о механизмах, лежащих в основе усталости. Однако эти исследования затратны, требуют лаборатории и на практике сложно реализуемы в регбийной среде. Слабые взаимоотношения между этими параметрами с нейромышечной работоспособностью и воспринимаемой усталостью указывают на то, что биохимические, гормональные и иммунологические параметры не могут использоваться в одиночку для определения состояния утомленности игрока.

Деятельность нервно-мышечной системы

Программа выполнения прыжковых тестов позволяет оценить функцию мышц нижних конечностей с использованием цикла растяжения-сокращения мышц (прыжок с контрдвижением) и без использования этого цикла (выпрыгивание из приседа с предварительной паузой в нижнем положении), позволяет оценить мышечную усталость. Ряд исследований (McLellan et al (2011), Twist et al (2012), West et al (2014a, 2014b), Grainger et al (2020)) показал ухудшение результатов в прыжке после игры и тренировки, другие же исследования не нашли изменений (Roe et al, 2016a), либо данные изменения зависимы от тренировочных стимулов в момент измерения (Grainger et al, 2020).

Сама по себе высота прыжка не может быть достаточно чувствительной к тому, чтобы выявлять усталость после определенных типов тренировок или игр. Хотя выполненный один прыжок с контрдвижением изменялся после игры (McLean et al., 2010; McLellan et al., 2011; Twist et al., 2012; Oxendale et al., 2016), многократное выполнение прыжка (например, 5 повторных прыжков с контрдвижением) может быть более чувствительным показателем при измерении низкочастотной усталости, чем выполнение одного прыжка, и может быть полезным для понимания связанных с этой усталостью механизмов (Cormack et al., 2008a; Hills and Rogerson, 2018).

Другие параметры измерения, взятые из программы выполнения прыжковых тестов и отражающие иные мышечные характеристики, могут лучше отражать механизмы усталости, связанные с дозой нагрузки, полученной в игре или на тренировке. Располагая доступом к подходящим измерительным приборам, таким как силовая платформа (a force plate), открывается доступ к измерению мышечной силы, мощности, скорости нарастания усилия, мышечной жесткости, к оценке времени нахождения в бесконтактном состоянии (время полета), измерению соотношения времени полета ко времени сокращения мышц и отталкивания.

Несколько этих параметров чувствительны к изменениям, происходящим после регбийной активности. Надежность измерений прыжка с контрдвижением при использовании силовой платформы является допустимой, коэффициент вариативности внутри дня и между днями находится в диапазоне между 1% и 6% (Cormack et al., 2008b). Тем, у кого нет доступа к силовой платформе, можно использовать контактный мат или схожие системы, которые дешевле, но обеспечивают измерение времени нахождения в бесконтактном состоянии (время полета), предполагаемая высота прыжка основывается на вертикальном перемещении и времени контакта с опорой.

Если сравнивать с силовой платформой, то этот подход не в полной мере оценивает высоту прыжка у регбиста (Dobbin et al., 2017), но обладает хорошей надежностью между днями (CV = 5,2-6,8%, Dobbin et al., 2018b).

Необходимо измерять функции плечевого пояса регбиста, чтобы определять усталость, вызванную толкающими, тянущими движениями и борьбой во время физических контактов.

Измерение плиометрических отжиманий на портативной силовой платформе или инфракрасной тайминговой системе использовалось для определения снижения функции мышц плечевого пояса регбиста после игры (Oxendale et al., 2016) и после тренировки (Johnston et al., 2014; Roe et al., 2017b; Brustio et al., 2020). Roe et al (2016a) сообщили о лучшей надежности показателей пиковой силы при измерении плиометрических отжиманий (CV = 4,9-5,9%), средних значений силы (CV = 2,0-2,6%) и времени нахождения в безопорной фазе (время полета) (4,2-4,4%), которые были взяты из тестов, содержащих в себе два или три повторения.

Изометрическая динамометрия использовалась для того, чтобы оценить усталость у регбистов, так как она дает большее понимание о механизмах, лежащих в основе усталости, чтобы провести безопасное исследование многосуставных упражнений (например, изометрического приседания), чтобы зафиксировать особые мышечные группы и чтобы снизить риск травматизации (например, силы мышц паховой области).

Более низкие показатели изометрической силы ($\Delta 8-12\%$) сразу и до 2-х часов после игры взаимосвязаны со средними значениями скорости бега и общего игрового времени, проведенного игроком. Вместе с тем снижение в параметрах изометрической силы связано с периферическими нарушениями (Duffield et al., 2012). Выполнение более объемного бега может повышать вклад в центральные механизмы усталости, измеряемые после матча или тренировки (до 2-х часов). На данный момент центральные и периферические изменения в проявлениях силы в последующие дни остаются неизвестными. Длительность восстановления изометрической силы может отличаться от большинства динамических тестов на мышечные функции, отражая тем самым специфический механизм усталости. Так, например, Kennedy & Drake (2018) сообщили о большем или схожем снижении в показателях изометрической силы у регбистов после тренировки с отягощениями, во время изометрических приседаний (9,7%), в сравнении с выбранными переменными от прыжка с контрдвижением (4,2-10,3%); кроме того, изометрические приседания восстанавливались до 48 часов, в то время как большинство параметров прыжка с контрдвижением оставались сниженными.

Сообщалось о том, что измерение силы сжатия приводящими мышцами показывало снижение после игры. Игроки, преодолевшие большую дистанцию на максимальной скорости, демонстрировали большее снижение силы (Roe et al., 2016c). Изменение силы сжатия в предсезонной подготовке показывает взаимосвязь между тренировочной нагрузкой, мышечным воспалением и воспринимаемой усталостью (Tiernan et al., 2019), хотя результаты статистического анализа позволяют предположить, что этот тест является составной частью более комплексной батареи тестов, используемой для оценки усталости игрока.

Этот подход обеспечивает надежное измерение изолированной мышечной функции ($ICC = >90\%$; $CV = <8\%$), но имеет ограничения, поскольку оценивается только один сустав или изолированные движения, и имеет технические ограничения для использования на поле.

Введение вращательного аналогово-цифрового преобразователя в силовые тренировки для измерения скорости перемещения грифа может быть использовано для отслеживания нервно-мышечной функции плечевого пояса (жим лежа, тяга) и нижних конечностей (приседания) под нагрузкой. Вращательный аналогово-цифровой преобразователь демонстрирует приемлемую ошибку измерения в оценке многосуставных упражнений под нагрузкой более 70% от 1ПМ ($CV\% <8\%$, Fernandes et al., 2016), может быть включен в тренировки с сопротивлением в рамках тренировочной недели и может быть чувствительным к определению послематчевой усталости (Callaghan et al., 2021).

Учитывая трудности в проведении максимальных тестов в состоянии усталости и потенциальные ограничения в чувствительности к некоторым тестам нервно-мышечных функций, было опробовано измерение постурального контроля у игроков в регби. Тест на постуральный контроль отражает общее состояние нервно-мышечной утомленности, снижение мышечной активации, снижение проприоцепции, что вносит свой вклад в изменение мышечной жесткости и стабильности в суставах (Troester & Duffield, 2019a).

Кажется, что большинство параметров постурального контроля остаются неизменными после интенсивных тренировок и игр; причём изменения от небольших до умеренных наблюдаются при замере импульса при приземлении и в статическом балансе у тех игроков, кто подвергался высоким нагрузкам. Необходимо больше работ, чтобы лучше понять потенциал постурального контроля как параметра, измеряющего нервно-мышечное утомление у регбистов.

Тесты на работоспособность

Предполагается, что измерение спринтерского бега на расстояние 30-40 метров, 6-секундного спринта на велосипеде или повторных спринтерских рывков на велоэргометре является

чувствительным к утомлению, вызванному тренировками. Совместно с другими общими параметрами измерения усталости наблюдалось увеличение времени в беге на 40 метров во время предсезонной подготовки у регбистов-юниоров (Roe et al., 2016b); в то же время Marrier et al. (2017), замечая снижение скорости вместо силовых характеристик, предполагал большую чувствительность к спринту на 30 метров, чем к тесту «прыжок с контрдвижением».

Использование велоэргометра для оценки таких параметров, как мощности и работы, выполненной до отказа, может быть привлекательным средством, когда требуется снизить нагрузку на игрока в дни после тренировок и игр. Однако по сравнению с выпрыгиванием с контрдвижением, спринт на велоэргометре демонстрирует более низкую чувствительность к тому, чтобы определить увеличение тренировочной нагрузки (Roe et al., 2017). Этот подход может служить индикатором оценки только для разгибателей коленного сустава, так как во время работы на велоэргометре снижена активация цикла растяжения-сокращения и более низкая нервно-мышечная нагрузка.

После 6 недель интенсивной тренировочной деятельности, у регбистов во время челночного бега были отмечены снижение времени работы до истощения и более низкая пиковая скорость (~5-10%). Вероятно, это связано с изменениями в восприятии утомленности и с нежеланием выполнять задачу, а не с каким-либо периферическим механизмом.

Несмотря на это следует аккуратно обдумывать использование тестов с проявлением максимальных усилий, учитывая их потенциальную роль в усилении утомления и несильное желание тренеров и игроков выполнять их.

Этот подход предлагает простой метод оценки того, как игроки реагируют на предлагаемую нагрузку, который может регулярно использоваться во время тренировок без включения дополнительных тестов. Этот «скрытый» мониторинг готовности игроков, включенный в обычную тренировочную рутину, является эффективным с точки зрения времени и специфичным к выполняемой работе, но требует продолжительного сбора данных по каждому игроку при соответствующем контроле тренировочных упражнений, а также требует специалистов с высокими стандартами и навыками анализа данных.

Отслеживание физического состояния регбистов

Отслеживание реакции физического состояния регбиста в ответ на тренировочные стимулы дает понимание о физических качествах, которые совершенствуют спортивный результат.

Физические характеристики регбистов включают в себя композицию тела, проявление максимальной силы верхних и нижних конечностей, мощности, способности к ускорению (включая спринтерский бег), бег с максимальной скоростью и способность выполнять высокоинтенсивный интервальный бег. Некоторые самые подходящие и часто используемые тесты для определения этих характеристик представлены в таблице 1.

Подготовка батареи стандартизированных тестов и сравнительных данных представляется непростой задачей, учитывая то, что обычно специалисты выбирают тесты, полагаясь на свои личные предпочтения и опыт.

Выбирая тесты, тренеру, чтобы установить взаимосвязь между параметрами тестирования, следует руководствоваться следующими принципами:

1. Специфичность – устанавливайте физические качества, соответствующие стандартам игры, как на индивидуальном, так и командном уровне, с учетом требований позиций, тактических требований и предупреждения травм.
2. Восприимчивость – тестирование физических качеств должно позволять (1) определить индивидуальные физиологические адаптации к применяемым тренировочным стимулам; (2) должно различаться между уровнями игры.
3. Надежность – специалисты должны быть осведомлены о типичных отклонениях или «шумах» в рамках тестирования перед тем, как выбрать тест для использования на игроках. Действительно, если надёжность данных невысокая – простое наблюдение за изменениями любых параметров должно интерпретироваться с осторожностью.

4. Практичность – тестирование должно давать возможность оценивать множество игроков за одно время с минимальным нарушением тренировочного расписания. Сформированные данные должны легко распространяться и интерпретироваться среди заинтересованных лиц (тренеры, медицинский штаб, игроки). Информация должна быть содержательной и давать информацию о значимых аспектах тренировочной программы и работоспособности игрока.

5. Частота воспроизведения – после того как будет определена серия тестов, их следует запланировать в определенные моменты времени в рамках сезона, чтобы можно было оценить программу тренировок (т.е. до и после определенных тренировочных блоков) и функциональные возможности игрока.

Таблица 1 – Типичные тесты для оценки физических качеств регбистов

Физические качества	Типичные тесты, адаптированные под регби	Значимость	Сложности в применении	Полезные ссылки
Антропометрия	Масса тела (кг) Рост (см) Жировая ткань по 7-9 точкам (мм)	Высококвалифицированные спортсмены обычно выше, тяжелее и «суше», чем низкоквалифицированные. Коррелирует с другими важными спортивными параметрами.	Непрямое измерение композиции тела, жировой и безжировой массы. Требуются обученные специалисты для проведения измерений.	Geeson-Brown et al. (2020)
Максимальная сила и мощность верхних и нижних конечностей	3-5 ПМ: Приседания с постоянным сопротивлением 1-3 ПМ: Жим лежа с постоянным сопротивлением Изометрическая тяга от середины бедра Вертикальный прыжок	Отражает функциональную силу. Способность проявлять силу и мощность под тяжелой нагрузкой. Формирование рекомендаций по предстоящим нагрузкам.	Опыт и навыки для эффективного выполнения теста. Требуется специальное оборудование, например, силовая платформа, вращательный энкодер Занимает много времени, если большая команда	Argus et al. (2012a) Dobbin et al. (2017) Dobbin et al. (2018a)
Быстрота	Рывок на 2-10 метра 40 метров спринт	Связь с основными индикаторами эффективности в игре	Требуется специальное оборудование, система хронометража (ворота скорости), датчики GPS	Cross et al. (2015)
Высокоинтенсивный интервальный бег (специальная выносливость)	1,2 км челночный бег (Бронко тест) 30-15 интервальный фитнес-тест Yo-Yo: старт из положения лежа на животе	Имеет отношение к беговым характеристикам, восстановлению и снижению риска травматизации	Чувствителен к тренировкам Связан с работоспособностью, контактами	Daniels et al. (2019) Brew & Kelly (2014) Scott et al. (2017) Dobbin et al. (2018b)

Интерпретация данных контроля за игроками

Процедура принятия обоснованного решения об изменении результатов тестирования игрока может быть непростой задачей.

Определив в начале, что для тренерского штаба является ценным, практикам следует пытаться строить свои суждения о любых показателях восстановления и работоспособности, полагаясь на надежность (изменчивость) этих измеряемых параметров (Starling & Lambert, 2018).

Например, не рекомендуется использовать произвольные точки отсчета (например, изменение на 10%) в различных параметрах для выявления состояния усталости, поскольку это может быть больше, чем типичное отклонение в измеряемых параметрах (например, измерение прыжков ~1-6%) (Cogmask et al., 2008a), или меньше (например, креатинкиназа ~26%) (Roe et al., 2016a).

Формирование суждений, основываясь исключительно на увеличении или снижении любых параметров, может быть привлекательным способом, но следует делать это с осторожностью, если надежность данных не высока и нормативные значения не известны. Специалистам следует установить надежные параметры измерения перед тем, как начать отслеживать спортсменов с их помощью. Надежность (стандартная ошибка среднего) определяется с помощью двух повторных измерений, выполненных спортсменом в идентичных условиях, с последующим расчетом стандартного отклонения в повторяемых параметрах и делением стандартного отклонения на корень из двух.

Специалисты могут быть более уверенными в справедливости произошедших изменений, если эти изменения больше, чем стандартная ошибка среднего для данного параметра: если при выполнении вертикального прыжка время в полете снизилось на 0,04 с., а стандартная ошибка среднего в этом тесте 0,01 с., мы можем вполне уверенно полагать (но не точно), что это достоверное снижение.

Далее следующий шаг. Специалисты могут установить 95%-ный доверительный интервал, используя следующее уравнение: *стандартная ошибка * (умножить) 1,96 * (умножить) $\sqrt{2}$* . Используя вышеприведенный пример со временем полета, стандартная ошибка приводит к доверительному интервалу $\pm 0,03$ с. (также обозначается, как минимальное определяемое изменение). Если наблюдаемое изменение больше, чем результат (0,04 с.), то мы можем быть более уверенными в том, что изменение является истинным.

Следует также учитывать, важен ли размер наблюдаемых изменений. Например, наблюдаемые изменения являются важными и будут оказывать влияние на восстановление. Общим подходом является использование величины эффекта (*standardized effects*), базирующегося на стандартном отклонении результата спортсмена, умноженного на 0,2.

Такой подход может быть полезным в отсутствие доступных данных, что является значимым для практики, но этот подход может приводить к маловероятным и несоответствующим оценкам.

Поэтому предпочтительно определить то, что имеет смысл для специалиста, либо на основе исследований. Например, сообщалось о том, что во время интенсивных регбийных соревнований, где было снижено количество матчей, при выполнении прыжка с контрдвижением происходило снижение времени полета на 0,02 с. Это может рассматриваться как практически значимое изменение.

Для того чтобы определить статус утомленности регбиста, специалистам также следует рассмотреть использование комбинации параметров, относящихся к нервно-мышечной функции или работоспособности в сочетании с воспринимаемой информацией. Например, после матча в регбилиг в течение 48 часов наблюдались типичные изменения в ощущениях мышечного воспаления, равные 1-2 (по шкале от 1 до 5), усталости и желании тренироваться.

Величина этого изменения в дополнение к значимым изменениям в нервно-мышечной функции или работоспособности может указывать на усталость, требование отдыха или включения восстановительных программ.

Взаимодействие тренера и игрока в процессе мониторинга состояния усталости

Несмотря на избыток исследований в области мониторинга, тема того, как этот процесс реализуется на земле и как распространяется на игроков и тренеров, работающих с рекомендациями, остается областью для обсуждения.

Специалистам нужно выбрать то, что является для них наиболее экономным из предложенных инструментов мониторинга. Т.е. те методы, которые предлагают наиболее актуальную информацию, минимизируют большие затраты ресурсов, максимизируют участие спортсменов и тренеров в процессе поддержания здоровья и работоспособности, а также соответствуют основным научным принципам надежности и обоснованности.

Таблица 2 – Обзор инструментов для измерения усталости и состояния восстановления у игроков в регби

<i>Tool</i>	<i>Measures</i>	<i>Change after match</i>	<i>Reliability</i>	<i>Advantages</i>	<i>Disadvantages</i>	<i>Minimum recommendation</i>
Questionnaires	Muscle soreness	↑ peak 1–2d	Unknown	Easy to use and sensitive to changes in performance.	Subjective means players can easily manipulate responses.	Record weekly, within 2–3d post-match (depending on training schedule).
	Fatigue	↑ peak 1–2d				
	Mood	?				
Neuromuscular function	Sleep quality	?	Good	Indirect marker of fatigue.	Difficult to identify match-specific fatigue.	Record weekly, 2–3d post-match (depending on training schedule).
	CMJ flight time	↓ peak 1d				
	Force	↓				
Performance tests	Power	↓	Good	Identifies performance capability.	Time-consuming and potential to increase fatigue.	Use when other markers suggest fatigue or when returning from injury.
	Running velocity	↓				
	RPE	↑				
Blood-borne markers	Heart rate	↔	Varied	Underlying mechanisms of fatigue and health status.	Costly. Poor temporal relationship with performance and perceptual changes.	Only use when other markers suggest investigation of health status.
	Creatine kinase	↑ peak 1d				
	Cytokines (e.g., IL-6)	↑ peak 1d				
	Testosterone:Cortisol	↓ 0 h, ↑or↓				
	Glutamate:Glutamine	↓				

h = hour(s); d = day(s); CMJ = countermovement jump; ↓ = decrease; ↑ = increase; ↔ = unchanged.