КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТРЕНИРОВОЧНОЙ НАГРУЗКИ ПО ОТНОШЕНИЮ К МАТЧЕВОЙ НАГРУЗКЕ ФУТБОЛИСТОВ МОЛОДЁЖНОЙ СБОРНОЙ

Gyorgy Szigeti, MSc,[*†‡] Gabor Schuth, MSc,[†‡] Peter Revisnyei, MSc,[§] Alija Pasic, PhD,[§] Adam Szilas, MD,[†] Tim Gabbett, PhD,[||¶] and Gabor Pavlik, DSc, MD[‡]

Общие сведения: В предыдущих исследованиях изучалась тренировочная нагрузка в сравнение с матчевой нагрузкой в условиях клуба. Цели этого исследования состояли в том, чтобы (1) количественно оценить внешнюю тренировочную нагрузку по отношению к матчевой нагрузке за несколько дней до последующей международной игры и (2) изучить совокупную тренировочную нагрузку по отношению к матчевой нагрузке игроков национальной сборной по полевому футболу U-17.

Гипотеза: Параметры нагрузки по объему и интенсивности будут варьироваться в зависимости от тренировки; наибольшая нагрузка приходится на самые дальние тренировки, постепенно снижаясь к матчу.

Структура исследования: Проспективное когортное исследование.

Уровень доказательности: Уровень 4.

Методы: Данные о внешней тренировочной нагрузке были собраны у 84 игроков молодежной национальной команды с использованием технологии глобального позиционирования в период с 2016 по 2020 год. В условиях национальной команды данные о тренировочной нагрузке были получены за 3 дня до фактического дня матча (дни MD-3, MD-2, MD-1) и проанализированы с учетом количества дней до игры. Параметры объема и интенсивности были рассчитаны в процентах от нагрузки последующего матча.

Результаты: Были обнаружены значительные различия между MD-1 и MD-2, а также между MD-1 и MD-3 по большинству параметров объема ($P < 0,01$; размеры эффекта [ES] 0,68-0,99) и дистанции высокой интенсивности ($P < 0,002$; ES 0,67 и 0,73) и максимальной скорости в качестве параметров интенсивности ($P < 0,002$; ES 0,82). Большинство кумулятивных значений достоверно отличались от общей продолжительности ($P < 0,001$, общепринятые языковые оценки 0,80-0,96).

Вывод: Объем тренировок постепенно снижался по мере приближения дня матча, при этом наибольший объем приходился на MD-3. Переменные интенсивности, такие как максимальная скорость, высокоинтенсивные ускорения и количество метров в минуту, были больше на тренировках MD-1 по сравнению с матчевой

нагрузкой. Тренировочный объём был самым низким на тренировках MD-1 и самым высоким на тренировках MD-3; интенсивность, однако, варьируется в зависимости от тренировочного дня.

Клиническая значимость: Результаты этого исследования могут помочь понять особые требования к подготовке к международным матчам, подчеркивая роль уменьшения объема тренировок и увеличения интенсивности.

Ключевые слова: европейский футбол, элита, глобальная система позиционирования (GPS), объем, интенсивность

В последние годы мониторинг нагрузки на тренировках и матчах стал популярным в современной футбольной науке. Объективные показатели данных о внутренней и внешней нагрузке позволяют тренерам и практикующим специалистам планировать стратегии тренировок и восстановления, применяемые в периоды напряженного графика.[9] Эффективные методы мониторинга также могут помочь снизить риск травм и оптимизировать производительность. Следовательно, в клубной среде мониторинг тренировочной и матчевой нагрузки обычно применяется в процессе периодизации тренировок.[12] Технология глобальной системы позиционирования (GPS) позволяет специалистам по силовым упражнениям точно отслеживать двигательную активность элитных игроков.[4,8,11,19,20,33,36] Профили активности в матчах, характеризующиеся расстоянием, пройденным с высокоинтенсивным бегом и спринтерским бегом, количеством ускорений и торможений, а также сменой направлений, в последние годы заметно увеличились.[6] Элитные игроки иногда вынуждены принимать участие в матчах с высокой нагрузкой каждые 3 дня, и в этих условиях чрезвычайно важно восстанавливаться между играми. Это особенно очевидно для национальных сборных, когда игроки должны участвовать в товарищеских или официальных матчах каждые 48-72 часа. Нагрузка в национальной команде также сопряжена с более высоким риском травм для игроков, которым необходимо участвовать в дополнительных турнирах в и без того напряженном игровом графике. В течение 5 сезонов (2009-2014) более трети игроков национальной команды получили травмы, связанные с потерей времени во время игры.[13]

В нескольких исследованиях[18,21,29,34,37] была задокументирована внешняя нагрузка элитных футболистов во время матчей. Еженедельная тренировочная нагрузка

также была в центре внимания исследований, и современные исследования [2,3,15,17] выявили физическую нагрузку футболистов во время межсезонных тренировок и ее влияние на результативность в долгосрочных матчах. В большинстве исследований[23,24,30,31] изучалась абсолютная нагрузка игроков, представленная традиционными параметрами GPS, такими как общая дистанция, дистанция высокой интенсивности и дистанция спринта. Однако, этот метод не учитывает индивидуальную тренировочную нагрузку и специфику игровой позиции по отношению к фактическим требованиям матча. Чтобы улучшить специфичность нагрузки, возлагаемой на игроков, недавно была использована относительная тренировочная нагрузка, которая сравнивает тренировочную нагрузку с матчевой нагрузкой игроков элитного уровня и выявляет очень небольшие различия в стратегиях сужения по отношению к игре.[5,16,28,35] Большинство опубликованных исследований демонстрируют постепенное снижение тренировочной нагрузки с MD-4 до MD-1 (за 4 дня до матча—MD-4, за 3 дня до матча—MD-3, за 2 дня до матча—MD-2 и за 1 день до матча—MD-1) при подготовке к матчу, где только MD-1 существенно отличался от других тренировочных дней по нескольким параметрам внутренней и внешней нагрузки.[26] Хотя абсолютные значения тренировочной нагрузки полезны при планировании микроцикла, между странами и лигами существуют различия из-за их особого подхода к футбольным тренировкам. Индивидуально рассчитанная тренировочная нагрузка по отношению к нагрузке матча ранее использовалась в качестве возможного подхода при подготовке игроков к физическим нагрузкам игры.[5,16,28,35]

Хотя игровая и тренировочная нагрузка в клубных командах была тщательно исследована, очень немногие исследователи изучали тренировочную нагрузку игроков в национальных сборных. Из двух исследований, в которых изучалась еженедельная периодизация тренировочной нагрузки у юных спортсменов, оба были ограничены игроками клубного уровня.[17,39] Таким образом, первой целью этого исследования было количественное определение тренировочной нагрузки футболистов молодежной национальной сборной по отношению к матчевой нагрузке. Мы предположили, что объем тренировок будет ниже в дни тренировок ближе ко дню матча, в то время как интенсивность тренировок увеличится в дни MD-3 и MD-1, когда может происходить подготовка и активация. Вторая цель нашего исследования состояла в том, чтобы получить представление о совокупной тренировочной нагрузке игроков молодежных сборных. Физические требования к игре быстро меняются, что может проявляться в процессе подготовки

национальных сборных к международным матчам. Объем и даже большая интенсивность тренировок перед матчем могут отражать стиль и философию главного тренера команды, что приводит к различиям между командами в этом отношении. Однако, насколько нам известно, ни в одном другом исследовании не изучалась тренировочная нагрузка по сравнению с матчевой у игроков молодежных сборных, где к игрокам предъявляются высокие требования за очень короткий промежуток времени из-за плотного графика и международных соперников. Мы предположили, что тренировочная нагрузка по отношению к нагрузке матча в разные тренировочные дни будет существенно различаться, а объем будет уменьшаться по мере приближения к фактическому матчу.

МЕТОДЫ

Структура

В период с 2016 по 2019 год было зафиксировано в общей сложности 64 матча 4 национальных сборных U17 подряд (игроки 2000 года рождения: 20 матчей; 2001: 13; 2002: 20; 2003: 11). 4 команды U-17 тренировали 3 разных главных тренера, причем 1 тренер работал с 2 командами. Технология GPS использовалась для мониторинга абсолютной и относительной внешней нагрузки в день матча и тренировочной нагрузки в течение 3 дней (MD-1, MD-2, MD-3), предшествовавших международному матчу. Периодизация в футболе обычно используется таким образом, где MD указывает на день матча, MD-1 (день матча-1) - это последний тренировочный день перед последующим матчем, а MD-3 - это первый день фактического микроцикла в составе национальной команды. Продолжительность тренировок показала большие различия для тренировок MD-1, MD-2 и MD-3 (55,92 ± 15,87, 71,99 ± 31,84 и 75,62 ± 27,34 минуты соответственно), с незначительными различиями между разными возрастными группами. В 17 случаях на MD-3 были предыдущие матчи, остальные дни были тренировками.

Тренировочные сборы национальных сборных были организованы тремя различными способами. Большинство из них длились 5 дней и состояли из 2 международных матчей (рис. 1A), другие продолжались от 7 до 10 дней и включали 3 международных товарищеских матча с перерывом в 1 день (рис. 1B). Европейская квалификация и сборы на чемпионат Европы включали в себя от 3 до 5 международных соревновательных матчей с 2 днями восстановления между матчами (рис. 1C). Всего было зафиксировано 179 различных тренировочных дней

(2000 год - 55 дней; 2001 год - 32 дня; 2002 год - 60 дней; 2003 год - 32 дня). В исследование были включены только полевые игроки, принимавшие участие в полном матче. До 2018 года официальное игровое время UEFA для возрастной группы U-17 составляло 80 минут. С 2018 года это значение было изменено на 90 минут, что сделало данные об абсолютной нагрузке несравнимыми в разные сезоны. По этой причине фактические значения матча использовались в качестве ориентира для каждого тренировочного микроцикла перед игрой.

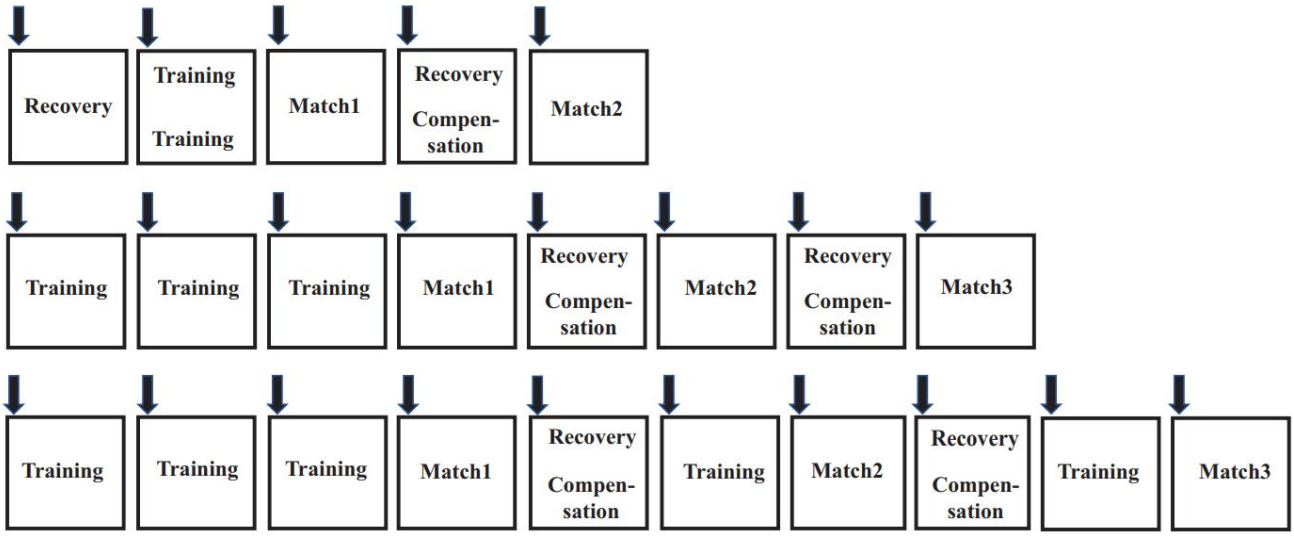

Рисунок 1. Типичное расписание молодежных сборных U-17. (A) Большинство тренировочных сборов состоят из 4 тренировок и 2 международных матчей. (B) Международные подготовительные турниры, как правило, более длительные и включают 3 международных матча. ((C) Европейские квалификационные турниры и чемпионаты Европы организованы таким образом, что команды проводят международные матчи каждые 72 часа

Испытуемые

В этом исследовании приняли участие восемьдесят четыре элитных полевых футболиста U17, родившихся в период с 2000 по 2003 год (возраст 16,8 = 0,3 года; масса 70,9 = 6,2 кг; рост 179,7 = 5,5 см). Все игроки в то время были членами национальной сборной U17 и имели как минимум 5-летний футбольный опыт. Исследование было одобрено советом по этическому надзору University of Physical Education (Будапешт) и соответствовало Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki). Игроки и их родители/опекуны предоставили письменное согласие на использование данных о тренировках и матчах.

Методика провидения

Условия тренировок национальной команды сильно отличаются от клубных, поскольку у игроков не так много возможностей провести полноценные матчи. Поэтому в нашем исследовании каждое значений игровой нагрузки у U-17 в международной игре было использовано в качестве ориентира для тренировочной нагрузки за предыдущие 3 дня. Физическая активность игроков в период сбора данных отслеживалась во время каждого товарищеского и официального матча и тренировки с использованием портативного устройства GPS с частотой 10 Гц и акселерометра с частотой 100 Гц (Catapult S5 в период с июня 2016 по июнь 2019 года и Catapult S7 в период с июня 2019 по март 2020 года, Catapult Sports). Каждое устройство размещалась между лопатками в специально сшитых жилетах, что позволяло неограниченно двигать верхними конечностями и туловищем. Каждый игрок использовал одно и то же устройство в течение периода исследования.[14] Средняя разница скоростей устройств S5 (https://football-technology.fifa.com/media/172169/catapultgps-s5-epts-report- nov2018.pdf) и S7 (https://football-technology.fifa.com / media/172128/oct-2019-catapult-vectorgps-fifa-epts-report.pdf) были проверены на соответствие системе золотого стандарта Vicon для нескольких скоростных зон во время нескольких тренировок, специфичных для футбола. Внешние переменные нагрузки, такие как общая продолжительность (минуты), общая дистанция (м), количество метров в минуту (м/мин), общая нагрузка игрока (произвольные единицы измерения, AU),[38] дистанций бега высокой интенсивности (м > 19,8 км/ч), спринтерская дистанция (м > 25,2 км/ч), дистанция с максимальной скоростью спринта (м > 30 км/ч), дистанция взрывной активности (м > 2 м/с^2) и количество ускорений высокой интенсивности (число > 3 м/с^2) и торможений (число < -3 м/с^2) были использованы в этом исследовании. Вышеупомянутые пороговые значения скорости[1,32] и интенсивности[22] были установлены на основе предыдущих исследований. Помимо обычно используемых переменных GPS, также использовались данные анализа инерциального движения (IMA).[27] Общее количество событий IMA включало сумму ускорений, торможений и изменений направлений.[25] Параметры интенсивности рассчитывались путем нормализации параметров нагрузки по продолжительности матча или тренировки. Среднее значение каждой тренировки было выражено относительно средней внешней нагрузки, зарегистрированной во время матча для игроков, которые полностью участвовали как в контрольном матче, так и во всех тренировках (MD-1,

MD-2, MD-3) перед самой игрой. Относительная нагрузка в дни тренировок была рассчитана как процент от игровой нагрузки игроков в каждой последующей игре. Следуя этой аналогии, в качестве примера, 30%-ная тренировочная нагрузка на MD-1 в общей дистанции бега будет означать 3600 м, если в предстоящем матче игрок преодолеет 12 000 м. Для дней, когда команды проводили по 2 тренировки (2 раза в день), параметры объема рассматривались как сумма, а параметры интенсивности - как среднее значение. В ходе статистического анализа мы сравнили средние значения для каждого тренировочного дня тех игроков, которые полностью участвовали в последующем международном матче.

Статистический анализ

Статистический анализ проводился с использованием SPSS для Windows 16.0 (IBM Corp.). Данные были проверены на нормальность с помощью теста Shapiro-Wilk. Когда данные распределялись нормально, зависимые t-тесты использовались для количественной оценки возможных различий между выборками одинакового размера. В противном случае выполнялся непараметрический тест Wilcoxon. Выборки считались связанными, учитывая, что данные были собраны за несколько дней с участием одних и тех же игроков. Для количественной оценки величины результатов теста использовались два типа размера эффекта (ES): значение d Cohen для результатов зависимого t-теста и размер эффекта общего языка (CLES - common language effect size) для результатов теста Wilcoxon и теста зависимого t (dependent t-test). Таким образом, при использовании значений CLES достоверность результатов между двумя тестами стала сопоставимой. Значения d Cohen были классифицированы как незначительные (<0,2), малые (>0,2-0,6), умеренные (>0,61-1,2), большие (>1,21-2,0) и очень большие (>2,0).[7] Для дальнейшего анализа были рассмотрены только умеренно-большие ES. Описательные значения представлены в виде средних значений ± стандартных отклонений. После применения поправки по методу Бонферрони (Bonferroni correction) уровень значимости был установлен на уровне $P < 0,002$ для переменных объема и интенсивности и $P < 0,001$ для кумулятивных значений.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Переменные относительного объема тренировочной нагрузки

На рисунке 2 представлены объемные параметры относительной внешней нагрузки, полученные на тренировках MD-1, MD-2 и MD3 перед международными матчами. Статистический анализ выявил существенные различия при умеренных ES между MD-1 и MD-2, а также тренировочными днями MD-1 и MD-3 в общем объеме дистанции высокой интенсивности, общей нагрузке на игрока, взрывной дистанции, общей дистанции, общей продолжительности, спринтерской дистанции, общее количество событий IMA, и количество интенсивных торможений ($P < 0,01$; ES 0,68-0,99).

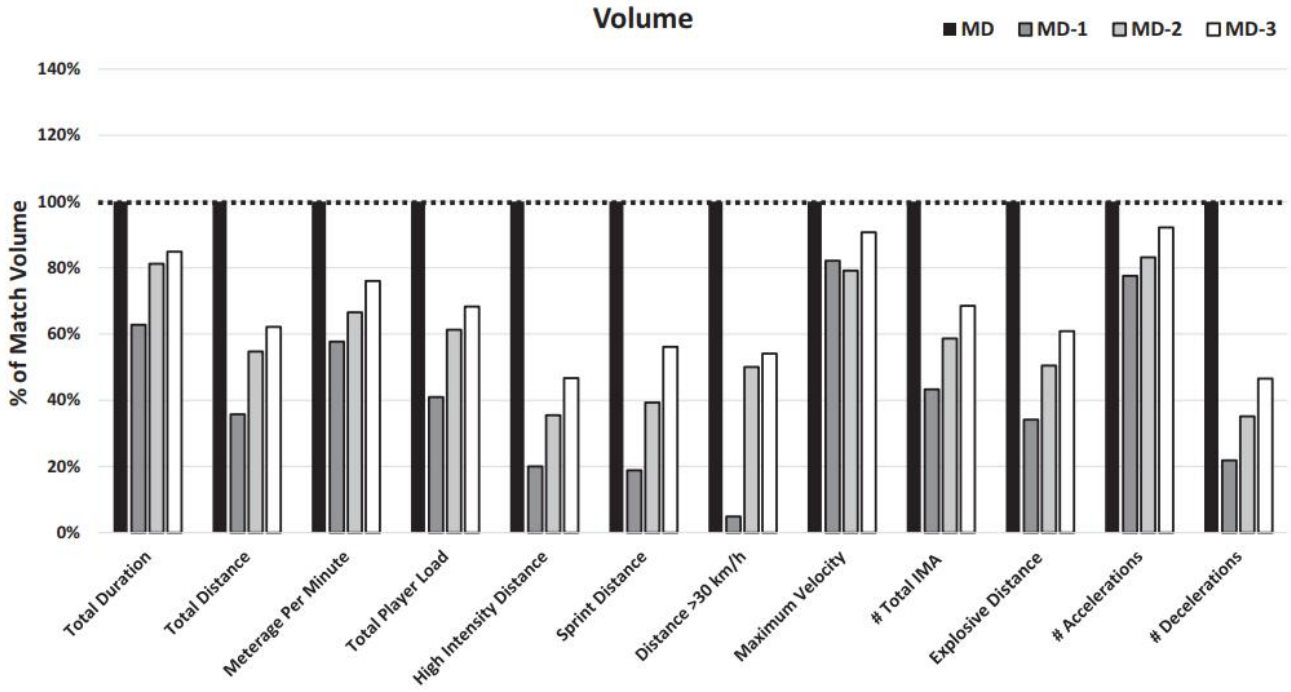

Рисунок 2. Переменные объема тренировок за дни до матчей, выраженные в процентах от значений матчей. Черная пунктирная линия представляет полную нагрузку на матч как 100% от каждой переменной. Полоски разного цвета обозначают день матча (MD) и дни тренировок (MD-1, MD-2, MD-3), как показано в обозначении. Общая продолжительность была записана в минутах, общая нагрузка игрока - в AU (произвольные единицы измерения), количество метров в минуту - в метрах в минуту, общая дистанция, дистанция высокой интенсивности (>19,8 км/ч), дистанция спринта (>25,1 км/ч), дистанция >30 км/ч и взрывная дистанция (>2,0 м/с2) в качестве счетчика и количества событий IMA, количества ускорений (>3,0 м/с2) и количества торможений (>-3,0 м/с2) в качестве подсчета. IMA, анализ инерционного движения.

Переменные тренировочной нагрузки относительной интенсивности

На рисунке 3 представлены значения параметров интенсивности для относительной внешней нагрузки, полученные на тренировках MD-1, MD-2 и MD3 перед международными матчами. Что касается интенсивной нагрузки на тренировках, мы обнаружили аналогичную тенденцию к снижению, как и в случае переменных объема нагрузки, однако в меньшей степени. Наблюдались умеренные, но существенные различия между MD-1 и MD-2/MD-3 днями в показателях расстоянии высокой интенсивности (P < 0,002; ES 0,67 и 0,73). Аналогичные снижения наблюдались в максимальной скорости между MD-1 и MD-2 (P < 0,002; ES 0,82).

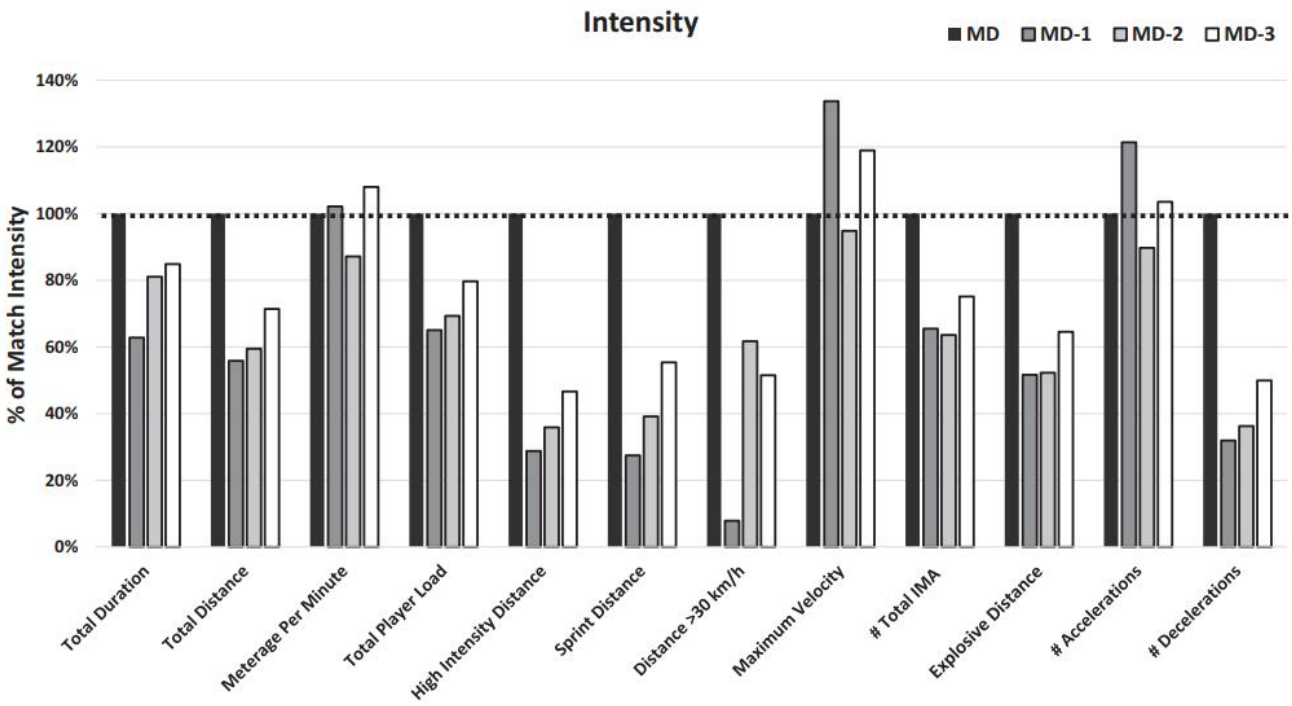

Рисунок 3. Переменные интенсивности тренировок за дни до матчей, выраженные в процентах от значений матчей. Черная пунктирная линия представляет полную нагрузку на матч как 100% от каждой переменной. Полоски разного цвета обозначают день матча (MD) и дни тренировок (MD-1, MD-2, MD-3), как показано в обозначении. Максимальная скорость была записана как максимальная скорость, достигнутая во время тренировки в км/ч, количество метров в минуту, см/мин, общая нагрузка игрока в произвольных единицах в минуту (AU/мин), общая дистанция, дистанция высокой интенсивности (>(>19,8 км/ч), спринтерская дистанция (>25,1 км/ч), расстояние >30 км/ч и дистанция взрыва (>2,0 м/с2) в м/мин и количество событий ИЗОБРАЖЕНИЯ, количество ускорений

(>3,0 м/с2) и количество торможений (>-3,0 м/с2) в кол-вах/мин. IMA, анализ инерционного движения.

Относительная совокупная тренировочная нагрузка

На рисунке 4 показана совокупная тренировочная нагрузка за 3 дня перед международной игрой для выбранных переменных. Суммарная нагрузка общей продолжительности (2,10 ± 0,25 матчей) и количество ускорений высокой интенсивности (2,84 ± 0,77 матчей) были выше значений 2 матчей. И наоборот, дистанция бега с высокой интенсивностью была ниже значения за 1 матч (0,95 ± 0,03 матча). Если суммировать данные за 3 дня до матча, все остальные анализируемые переменные находились в диапазоне нагрузки между 1 и 2 матчами. В совокупных данных были обнаружены различия между общей продолжительностью и другими параметрами, такими как общая дистанция, взрывная дистанция, дистанция спринта, торможения и дистанция высокой интенсивности ($P < 0,001$, CLES 0,80-0,96). Аналогичные различия были выявлены между общей нагрузкой игрока и взрывной дистанцией, торможениями ($P < 0,001$, CLES 0,82-0,87) и, что еще более интересно, между ускорениями и торможениями ($P < 0,001$, CLES 0,83).

ОБСУЖДЕНИЕ

Цели этого исследования состояли в том, чтобы сравнить внешнюю тренировочную нагрузку футболистов национальной сборной U-17 по отношению к международным матчам и дать представление о совокупной тренировочной нагрузке в дни предматчевых тренировок. В сочетании с предыдущими исследованиями[28,35] мы обнаружили, что в целом тренировочная нагрузка снижалась ближе ко дню матча. Как и ожидалось, средняя внешняя тренировочная нагрузка была самой высокой в MD-3, как самый дальний тренировочный день от предстоящей игры. Это может быть связано с тем, что (1) на международных квалификационных турнирах матчи проводятся каждые 72 часа, что означает, что MD-3 является предыдущим матчем, и (2), потому что этот тренировочный день предоставляет тренерам последнюю возможность применить высокую тренировочную нагрузку в тактических ситуациях перед игрой. Это контрастирует с другими исследованиями, проведенными в клубных условиях, где наибольшая тренировочная нагрузка наблюдалась на MD-4.[28] Однако, в среде национальной

команды MD-4 не входит в строго рассматриваемый микроцикл. Хотя для планирования периодизации клубных команд в основном используются 1-недельные микроциклы, в сборах национальных команд и турнирах ожидается, что игроки будут играть каждые 48 или 72 часа. В результате большая часть тренировочных дней MD-3, это либо матчи, либо компенсационные тренировки (если игроки не отыграли необходимое количество игровых минут для удовлетворения физиологических потребностей).

Соответственно, продолжительность микроциклов составляет 4 дня, включая MD, MD-1, MD-2 и MD3, в отличие от широко распространенного 1-недельного цикла, используемого в клубной футбольной среде.

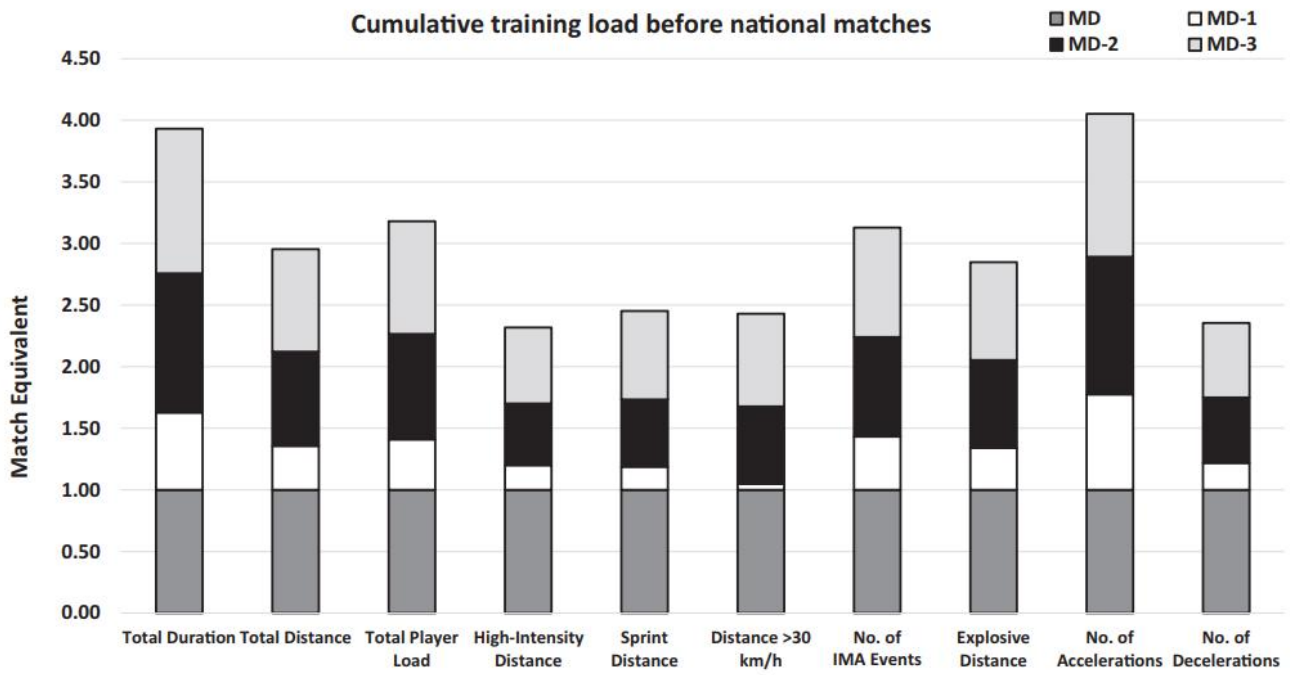

Рисунок 4. Совокупная средняя внешняя тренировочная нагрузка различных возрастных групп, выраженная как отношение значений тренировочной нагрузки к значениям нагрузки на матч за 3 тренировочных дня перед международным матчем. Столбики черного цвета демонстрируют значения матчей, в то время как другие цветные столбики представляют совокупный объем за 3 тренировочных дня для каждой переменной. Общая продолжительность была записана в минутах, общая нагрузка игрока - в AU (произвольные единицы измерения), общая дистанция, дистанция высокой интенсивности (>19,8 км/ч), дистанция спринта (>25,1 км/ч), дистанция >30 км/ч и дистанция действий взрывного характера (>2,0 м/с2) - в метрах и количество событий IMA, количество ускорений (>3,0 м/с2) и количество торможений (>-3,0 м/с2) в качестве подсчета. IMA, анализ инерционного движения.

В стандартных условиях национальной команды день MD-1 аналогичен клубным тренировкам перед игрой и включает в себя физическую активацию, тактические отработки и стандартные ситуационные практики.[28] В большинстве исследований, в которых изучалась еженедельная тренировочная нагрузка, исследователи обнаружили, что тренировочная нагрузка была самой низкой за день до матча в абсолютных значениях[2,3,26] и относительных величинах.[35] В условиях национальной команды дни MD-2 могут варьироваться, это либо дни восстановления с низкой отдачей при подготовке к отборочному турниру, позволяющие восстановиться после предыдущего матча, либо могут также включать в себя еще один матч в случае специального подготовительного сбора (рис. 1). С физиологической и физической точки зрения дни MD-3 предоставляют единственную возможность для нагрузки. Иногда эти дни могут включать в себя 2 тренировки, но в официальных турнирах MD-3 часто представляет собой еще один игровой день. По этой причине дни MD-3 имеют большие различия в отношении тренировочной нагрузки. Хотя мы хотели бы сравнить дни MD-3, когда были сыграны матчи или проведены двойные тренировки, ограниченный набор данных помешал этому дальнейшему анализу.

На сегодняшний день большинство практикующих специалистов использовали средние или максимальные значения объема из известного числа матчей клуба, чтобы создать эталон матча, с которым можно сравнить значения тренировочной нагрузки.[28,35] Для этого, игрокам необходимо иметь большое количество полного или почти полного участия в матчах, поскольку частичное участие делает оценку неточной, как с точки зрения объема, так и интенсивности нагрузки на матч, отчасти из-за стратегий расстановки игроков относительно времени, проведенного на поле.[10] Игроки национальной сборной не имеют возможности сыграть столько матчей, сколько они проводят в своих клубах. В настоящем исследовании игроки национальной сборной U-17 полностью приняли участие от 1 до 14 матчей (4,04 ± 3,28) за весь свой сезон международных игр. В соответствии с предыдущими исследованиями[15,35], чтобы точно количественно оценить тренировочную нагрузку по отношению к нагрузке матча, мы использовали значение каждой игры в качестве эталона для предыдущих тренировок. Несмотря на ретроспективный характер, этот подход обеспечивает более свежие и точные результаты в качестве ориентира для дальнейшего изучения тренировочной нагрузки, в отличие от сбора данных за длительный период, которые затем используются в течение всего сезона.

В нашем исследовании мы представили совокупную нагрузку за 3 тренировочных дня для переменных объема в соотношении с матчевой нагрузкой. Поскольку матчи проводятся каждые 72 часа в условиях национальной команды, микроциклы хорошо подходят для 3-дневных тренировок. Однако, чтобы можно было сравнить с предыдущими исследованиями, матчевая нагрузка была включена в суммарную нагрузку микроцикла. Все включенные переменные, за исключением дистанции бега высокой интенсивности, достигли средних значений 1 матча за 3-х дневный период тренировок. Мы обнаружили, что для определенных возрастных групп совокупная нагрузка ускорений по отношению к нагрузке матча намного выше, чем показано в предыдущих исследованиях[15,35], хотя количество торможений едва достигало значения 1 матч. Это также показывает расхождение в механических переменных нагрузки в выборочных командах. Все остальные зарегистрированные переменные остались между значениями нагрузки 1 и 2 матчей. Несмотря на проведение в основном восстановительных и активационных тренировок между матчами, накопленные значения могут быть выше из-за того факта, что MD-3, а иногда даже MD-2 являются предыдущими матчами, которые в случае данного исследования будут включены в совокупную нагрузку выбранной переменной.

Хотя в большинстве исследований[15,28,35] по этому вопросу использовались переменные объема, при оценке еженедельной тренировочной нагрузки относительно матчевой нагрузки, интенсивность упражнений и тренировок важна, особенно когда для подготовки к игре доступно очень короткое количество времени, как в случае с международными соревновательными матчами. Аналогичный подход был применен, когда пиковые 5-минутные периоды использовались для представления интенсивности тренировки по отношению к соответствующей нагрузке.[5] В нашем исследовании, при нормализации времени тренировки, интенсивность тренировки показала те же закономерности, что и объем тренировки, за исключением количества метров в минуту и количества высокоинтенсивных ускорений, которые были даже выше интенсивности матча в дни MD-1 и MD-3. Более высокая интенсивность за 3 дня до матча может быть объяснена нагрузкой предыдущего матча или высокой нагрузкой, предусмотренной главным тренером. С другой стороны, в MD-1 упражнения высокой интенсивности использовались в течение коротких периодов времени, чтобы подготовить игроков к матчу на следующий день. Мы обнаружили большую разницу в интенсивности переменных механических нагрузок, таких как ускорения и торможения, в соответствии с результатами объемной нагрузки. Однако,

механическая интенсивность, представленная количеством ускорений и торможений, была аналогична или даже превышала значения матча в дни, предшествовавшие двигательной интенсивности, представленной пройденной дистанцией или спринтом и дистанцией высокой интенсивности, которая является относительно низкой по сравнению со значениями матча. Эта разница в нагрузке должна быть дополнительно изучена и оптимизирована, чтобы идеально подготовить игроков к соответствию международным игровым требованиям.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Результаты, представленные в нашем исследовании, подчеркивают важность мониторинга тренировочной нагрузки в процессе периодизации для адекватной подготовки игроков к международной игре. Обеспечение оптимальной нагрузки для игроков в течение такого короткого периода, как на международных турнирах или в сценариях с 2 матчами в неделю, имеет решающее значение для достижения максимальной производительности и минимизации потенциального риска травм. Напряженный график работы национальной команды предоставляет узкое окно возможностей для мониторинга тренировочной нагрузки перед матчами. Следовательно, получение достаточного количества и качества данных о тренировках имеет первостепенное значение. Практикующие специалисты могут использовать эти данные для периодизации стратегий нагрузки и восстановления игроков. Накопительная нагрузка является важной частью мониторинга тренировок, поскольку она может дать представление о непрерывном объеме нагрузки в течение микроцикла. MD-3 предоставляет возможность для увеличения объема тренировок, когда может потребоваться высокая скорость и спринтерская дистанция. Однако MD-2 в основном используется для восстановления сил. MD-1 следует использовать для активации и тактической отработки, поддерживая объём на низком уровне, а интенсивность на таком же высоком уровне, как и в матчах. Мы также рекомендуем практикующим специалистам собирать данные об интенсивности тренировок помимо обычно используемых параметров объёма, поскольку это играет ключевую роль в предматчевых тренировках. В рамках стратегии сокращения нагрузки в дни тренировок перед международными матчами, объём, как правило, поддерживается на низком уровне по сравнению с контрольными значениями матча, в то время как интенсивность может быть выше,

что подготавливает игроков к высоким требованиям игры против международных соперников.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы хотели бы поблагодарить футболистов молодежной национальной сборной и их тренеров за участие в исследовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abt G, Lovell R. The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high-intensity in professional soccer. *J Sports Sci*. 2009;27:893-898.
2. Akenhead R, Harley JA, Tweddle SP. Examining the external training load of an English Premier League football team with special reference to acceleration. *J Strength Cond Res*. 2016;30:2424-2432.
3. Anderson L, Orme P, Di Michele R, et al. Quantification of seasonal-long physical load in soccer players with different starting status from the English Premier League: implications for maintaining squad physical fitness. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11:1038-1046.
4. Bangsbo J, Mohr M, Krustrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*. 2006;24:665-674.
5. Baptista I, Johansen D, Figueiredo P, Rebelo A, Pettersen SA. Positional differences in peak- and accumulated training load relative to match load in elite football. *Sports (Basel)*. 2020;8:1.
6. Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*. 2014;35:1095-1100.
7. Batterham AM, Hopkins WG. Making meaningful inferences about magnitudes. *Int J Sports Physiol Perform*. 2006;1:50-57.
8. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical demands of different positions in FA Premier League Soccer. *J Sports Sci Med*. 2007;6:63-70.
9. Borressen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med*. 2009;39:779-795.
10. Bradley PS, Noakes TD. Match running performance fluctuations in elite soccer: indicative of fatigue, pacing or situational influences? *J Sports Sci*. 2013;31:1627-1638.

11. Bradley PS, Sheldon W, Wooster B, Olsen P, Boanas P, Krustrup P. Highintensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*. 2009;27:159-168.
12. Buchheit M, Allen A, Poon TK, Modonutti M, Gregson W, Di Salvo V. Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *J Sports Sci*. 2014;32:1844-1857.
13. Carling C, McCall A, Le Gall F, Dupont G. The impact of in-season national team soccer play on injury and player availability in a professional club. *J Sports Sci*. 2015;33:1751-1757.
14. Castellano J, Casamichana D, Calleja-Gonzáles J, San Román J, Ostojic SM. Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise. *J Sports Sci Med*. 2011;10:233-234.
15. Clemente FM, Owen A, Serra-Olivares J, Nikolaidis PT, van der Linden CMI, Mendes B. Characterization of the weekly external load profile of professional soccer teams from Portugal and the Netherlands. *J Hum Kinet*. 2019;66:155-164.
16. Clemente FM, Rabbani A, Conte D, et al. Training/match external load ratios in professional soccer players: a full-season study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16:3057.
17. Coutinho D, Gonçalves B, Figueira B, Abade E, Marcelino R, Sampaio J. Typical weekly workload of under 15, under 17, and under 19 elite Portuguese football players. *J Sports Sci*. 2015;33:1229-1237.
18. Dalen T, Ingebrigsten J, Ettema G, Hjelde GH, Wisloff U. Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *J Strength Cond Res*. 2016;30:351-359.
19. Dellal A, Chamari K, Wong DP, et al. Comparisons of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *Eur J Sport Sci*. 2011;11:51-59.
20. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*. 2007;28:222-227.
21. Ingebrigsten J, Dalen T, Hjelde GH, Drust B, Wisloff U. Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *Eur J Sport Sci*. 2015;15:101-110.
22. Johnston RJ, Watsford ML, Pine MJ, Spurrs MW. Standardisation of acceleration zones in professional field sport athletes. *Int J Sports Sci Coaching*. 2014;9:1161-

1168.
23. Kelly DM, Strudwick AJ, Atkinson G, Drust B, Gregson W. Quantification of training and match-load distribution across a season in elite English Premier League soccer players. *Sci Med Football*. 2019;4:59-67.
24. Los Arcos A, Mendez-Villanueva A, Martínez-Santos R. In-season training periodization of professional soccer players. *Biol Sport*. 2017;34:149-155.
25. Luteberget LS, Holme BR, Spencer M. Reliability of wearable inertial measurement units to measure physical activity in team handball. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;13:467-473.
26. Malone JJ, Di Michele R, Morgans R, Burgess D, Morton JP, Drust B. Seasonal training-load quantification in elite English Premier League soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10:489-497.
27. Malone JJ, Lovell R, Varley MC, Coutts AJ. Unpacking the black box: applications and considerations for using GPS devices in sport. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(suppl 2):S218-S226.
28. Martín-García A, Díaz AG, Bradley PS, Morera F, Casamichana D. Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *J Strength Cond Res*. 2018;32:3511-3518.
29. Osgnach C, Poser S, Bernardini R, Rinaldo R, Di Prampero PE. Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42:170-178.
30. Oliveira R, Brito J, Martins A, et al. In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. *PLoS One*. 2019;14:e0209393.
31. Oliveira R, Brito J, Martins A, et al. In-season training load quantification of one-, two- and three-game week schedules in a top European professional team. *Physiol Behav*. 2019;201:146-156.
32. Rampinini E, Alberti G, Fiorenza M. Accuracy of GPS devices for measuring high-intensity running in field-based team sports. *Int J Sports Med*. 2015;36:49-53.
33. Rampinini E, Coutts AJ, Castagna C, Sassi R, Impellizzeri FM. Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*. 2007;28:1018-1024.
34. Russell M, Sparkes W, Northeast J, et al. Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match-play. *J Strength Cond Res*. 2016;30:2839-2844.

35. Stevens TGA, De Ruiter CJ, Twisk JWR, Savelsbergh GJP, Beek PJ. Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players. *Sci Med Football*. 2017;1:117-125.
36. Varley MC, Aughey RJ. Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int J Sports Med*. 2013;34:34-39.
37. Wehbe GM, Hartwig TB, Duncan CS. Movement analysis of Australian National League soccer players using global positioning system technology. *J Strength Cond Res*. 2014;28:834-842.
38. Wik EH, Luteberget LS, Spencer M. Activity profiles in international women's team handball using PlayerLoad. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12:934-942.
39. Wrigley R, Drust B, Stratton G, Scott M, Gregson W. Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. *J Sports Sci*. 2012;30:1573-1580.