Федеральное медико-биологическое агентство Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЯ ЗА ТЕХНИКОЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ СПОРТСМЕНАМИ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ТРЕНИРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические рекомендации

Рецензенты:

Д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры физкультурнооздоровительных технологий КГУФКСТ, МС по тяжелой атлетике Дворкин Л. С.

Кан-т пед. наук, профессор, заведующий кафедрой теории и методики тяжелоатлетических видов спорта РГУФКСМиТ, МС по тяжелой атлетике Скотников В.Ф.

УДК 611:612:796.01 ISBN 978-5-6045866-5-5

Применение методики экспресс-контроля за техникой выполнения тяжелоатлетических упражнений спортсменами высокой квалификации в условиях тренировочной деятельности / Составители С.В. Нопин, И.П. Сивохин, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов, С.М. Абуталимова. – Ессентуки: ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, 2020. – 74 с.

В методических рекомендациях представлена разработанная на основе биомеханического (кинетического, динамического и электронейромиографического) анализа новая методика экспресс-контроля за техникой выполнения тяжелоатлетических упражнений спортсменами высокой квалификации в условиях тренировочной деятельности.

Методические рекомендации выполнены по НИР государственного контракта с Министерством спорта Российской Федерации на выполнение $N \ge 100014420000023$ от 15.06.2020 года.

Методические рекомендации предназначены для тренеров, спортсменов, аспирантов, магистрантов и студентов, также могут быть использованы слушателями курсов повышения квалификации тренеров, научными работниками, специалистами комплексных научных групп и всеми лицами, интересующимися современными аспектами спортивной подготовки тяжелоатлетов.

Методические рекомендации изданы по решению Ученого Совета ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России.



© ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России

Введение

Техника выполнения тяжелоатлетических упражнений характеризуется эффективностью и эргономичностью, и определяется внешней структурой и возможностями опорно-двигательного аппарата. Используемые методики техники тяжелоатлетических контроля упражнений как правило заключаются в видеоанализе, пофазовом анализе движений звеньев тела с получением данных кинематики и динамики [1-3]. тензодинамометрии позволяет Использование метода дополнительные мощностные характеристики выполняемых упражнений. при корректной обработке и интерпретации Совместно эти методы тяжелоатлетических эффективность техники позволяют определить упражнений [4].

Современные технологии биомеханики реализованы в системах, включающих одновременно видеоанализ, тензодинамометрический и стабилометрический анализ, электронейромиографию. Данные технологии позволяют проанализировать не только точность выполнения двигательных действий, но также активность и функциональное состояние нервномышечного и опорно-двигательного аппарата человека в период выполнения двигательных действий. Однако, подобные исследования практически не проводились для оценки эффективности и эргономичности техники выполнения тяжелоатлетических упражнений.

Разработанные методические рекомендации по применению методики экспресс-контроля за техникой выполнения тяжелоатлетических квалификации упражнений спортсменами высокой условиях тренировочной деятельности и методика экспресс-контроля за техникой выполнения тяжелоатлетических упражнений спортсменами высокой квалификации в условиях тренировочной деятельности будет востребована спортсменами и тренерами при подготовке сборной команды России и региональных команд. Разработанная методика экспресс-контроля может использоваться в разной комплектации (видеоанализ, тензодинамометрия, стабилометрия и электромиография, все вместе) в тренировочной и соревновательной деятельности тяжелоатлетов высокой квалификации. Разработанные методики могут использоваться для оценки техники выполнения упражнений, выявления отстающих факторов результативности, разработки методик дальнейшего совершенствования технического мастерства тяжелоатлетов, профилактики травм и нарушений опорно-двигательного аппарата.

Методические рекомендации предназначены для тренеров, спортсменов, аспирантов, магистрантов и студентов, также могут быть использованы слушателями курсов повышения квалификации тренеров, научными работниками, специалистами комплексных научных групп и всеми лицами интересующимися современными аспектами спортивной подготовки.

1 Аппаратно-программный комплекс для исследования техники тяжелоатлетических упражнений

Для тестирования высокоточной синхронной проведения И обработки регистрации динамических, И кинематических, электромиографических, видео данных для анализа и контроля технической физической подготовленности тяжелоатлетов при выполнении упражнений используется тяжелоатлетических цифровая оптикоэлектронная измерительная система SMART (BTS S.p.A., Милан, Италия).

При тестировании используется инфракрасная светодиодная подсветка маркеров невидимая для человеческого глаза (длина волны света 850 нм) и скоростная синхронная видеосъемка с трех рядом расположенных инфракрасных камер (рисунок Г 1) высокоточной цифровой 1-3 оптикоэлектронной измерительной системы 4 SMART позволяющей записать видеосигнал и вычислить трехмерные координаты объектов с частотой не менее 100 Гц с погрешностью не более 0,3 мм. Инфракрасная подсветка может применяться в любых помещениях, в том числе и с высоким уровнем естественного освещения (высокий инфракрасный фон). Инфракрасная подсветка не вызывает раздражения глаз у диагностируемых тяжелоатлетов и создает комфортные условия проведения тестирования.

Поставленная задача достигается тем, что при помощи синхронной видеосъемки тремя высокоскоростными инфракрасными видеокамерами 1-3 высокоточной цифровой оптикоэлектронной измерительной системы 4 SMART (BTS S.p.A., Милан, Италия) (рисунок 1) регистрируется движение штанги с частотой определения координат не менее 100 Гц с погрешностью не более 0,3 мм на основе трехмерных координат инфракрасных маркеров 10,11 (рисунок 2), закрепленных на обоих торцах тяжелоатлетического грифа 13 (рисунок 1,3). Для получения данных используются пассивные инфракрасные маркеры 5-11 отражающие свет в инфракрасном диапазоне частот в виде шаров диаметром 1,5 см на черной ножке с плоским основанием (рисунок 2) прикрепляющиеся на двусторонний скотч или с помощью эластичных спортивных тейпов к телу тяжелоатлета 12 и к двум торцам грифа штанги 13 (рисунок 3) в соответствии с таблицей 1. Вычисляются углы, угловые скорости в тазобедренном, коленном, голеностопном суставах время выполнения тяжелоатлетических упражнений используя трехмерные координаты маркеров 5-9 (рисунок 3). Видеозапись тяжелоатлетического упражнения осуществляют с частотой 24 Гц при помощи билатеральной (двухсторонней) видеосъемки двумя видеокамерами 14,15 системы Vixta (BTS S.p.A., Милан, Италия) (рисунок 1). Непосредственно в тяжелоатлетический помост 16 (рисунок 1) встроено две динамометрических платформы 17,18 (рисунок 1) системы 4 SMART, которые позволяют регистрировать с частотой не менее 100 Гц силу реакции правой и левой опоры. Используя синхронизированные данные о координатах штанги, углах в коленном суставе, силах реакции правой и левой опоры, а также билатеральную видеосъемку в системе 4 SMART тяжелоатлетические упражнения разделяются с помощью оператораинструктора на временные фазы согласно схемы обоснованной А.А. Лукашевым и Л.С. Дворкиным [5,6] с точностью не менее 0,01 секунды. Электромиографические параметры (таблица 2) мышечных групп участвующих при В двигательных действиях выполнении тяжелоатлетических определяют упражнений ДЛЯ отдельных фаз тяжелоатлетических упражнений путем получения данных с частотой не менее 1000 Гц от восьми беспроводных датчиков Д1-Д8 с активными электродами системы поверхностной электромиографии FREEEMG (BTS S.р.A., Милан, Италия), закрепленных на теле спортсмена с помощью липких электродов или эластичных спортивных тейпов в соответствии с таблицей 3 и соединенных с системой SMART с помощью беспроводных интерфейсов Bluetooth и WiFi.

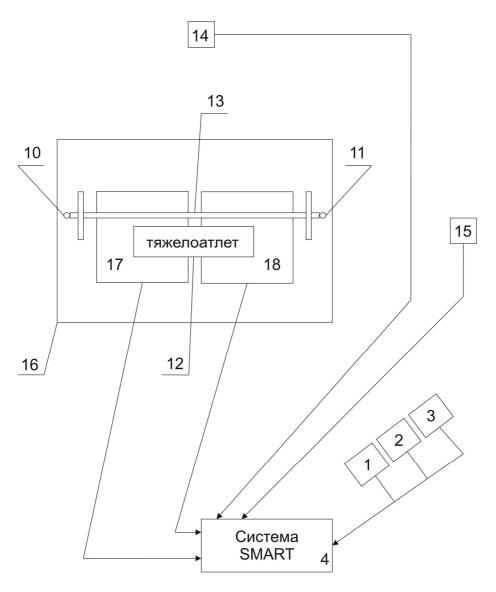


Рисунок 1 – Модель исследования тяжелоатлетических упражнений

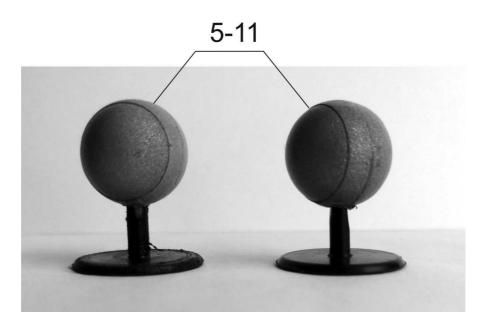


Рисунок 2 — Инфракрасные маркеры Таблица 1 — Места прикрепления инфракрасных маркеров

Номер инфракрасного	Место прикрепления на теле спортсмена
маркера	
5	латеральная часть края реберной дуги
6	латеральная часть тазобедренного сустава
7	латеральная часть коленного сустава
8	латеральная часть голеностопного сустава
9	латеральная часть плюсны стопы
10	торец грифа штанги
11	торец грифа штанги
Примечание: маркеры 5-9 крепятся либо с правой либо с левой стороны	
тела тяжелоатлета	

Таблица 2 – Расчетные электромиографические параметры мышечных групп

Название показателя	Единица измерения
средняя амплитуда ЭМГ мышцы	мВ
максимальная амплитуда ЭМГ мышцы	мВ
доминирующая (пиковая) частота	Гц
биоэлектрической активности мышцы	
средняя частота биоэлектрической активности	Гц
мышцы	
медианная частота биоэлектрической активности	Гц
мышцы	

Таблица 3 – Места прикрепления электродов системы электромиографии FREEEMG

Номер	Место прикрепления датчика на теле тяжелоатлета
ЭМГ	
датчика	
Д1	левая трапециевидная мышца (musculus trapezius) - верхняя
Д1	часть
Д2	правая трапециевидная мышца (musculus trapezius) - верхняя
Д	часть
ПЗ	левая четырёхглавая мышца бедра (musculus quadriceps
ДЗ	femoris): латеральная широкая мышца бедра - средняя часть
Д4	правая четырёхглавая мышца бедра (musculus quadriceps
Д4	femoris): латеральная широкая мышца бедра - средняя часть
Д5	левая двуглавая мышца бедра (musculus biceps femoris):
ДЭ	длинная головка - средняя часть
Д6	правая двуглавая мышца бедра (musculus biceps femoris):
	длинная головка - средняя часть
Д7	левая икроножная мышца (musculus gastrocnemius):
	латеральная головка - средняя часть
Д8	правая икроножная мышца (musculus gastrocnemius):
	латеральная головка - средняя часть



Рисунок 3 – Места прикрепления инфракрасных маркеров

Синхронизация получаемых кинематических, динамических, электромиографических и видео данных, их математическая обработка и формирование результирующего протокола для печати на принтере осуществляется с помощью компьютерной программы SMART-Clinic системы SMART (BTS S.p.A., Милан, Италия).

Методика реализуется с помощью специально разработанного программного обеспечения: «Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического толчка» RU 2020660143, 28.08.2020 [7] и «Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического рывка» RU 2020660142, 28.08.2020 [8].

Для начала работы необходимо запустить приложение BTS SMART – Clinic (рисунок 4) и провести настройку устройств и их калибровку.

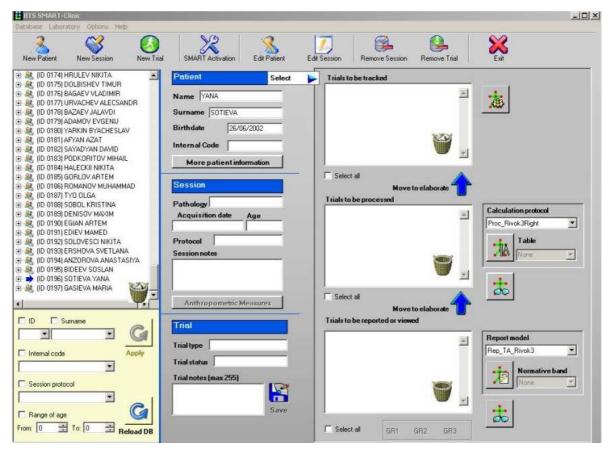


Рисунок 4 – Приложение BTS SMART – Clinic

Настройка устройств

Перед получением данных в пробе должны быть включены, выбраны и настроены устройства получения данных. Для этого в главном окне программы необходимо нажать кнопку-пиктограмму "SMART Activation". На рисунке 5 показано окно, позволяющее выбрать (активировать) устройства, задействованные в конкретной пробе получения данных. При первоначальной настройке устройств необходимо произвести их калибровку и настройку.

Система позволяет использовать следующие группы устройств: инфракрасные видеокамеры (Kinematics), силовые платформы (Dynamics), ЭМГ датчики (Electromyography), стандартные видеокамеры (Video). Включение или выключение устройств производится нажатием кнопки с соответствующим названием. В разных протоколах используются разные комбинации задействованных устройств. В протоколах Proc Rivok, Proc Tolchok используются следующие устройства: инфракрасные видеокамеры (Kinematics), силовые платформы (Dynamics), ЭМГ датчики (Electromyography), стандартные видеокамеры (Video).

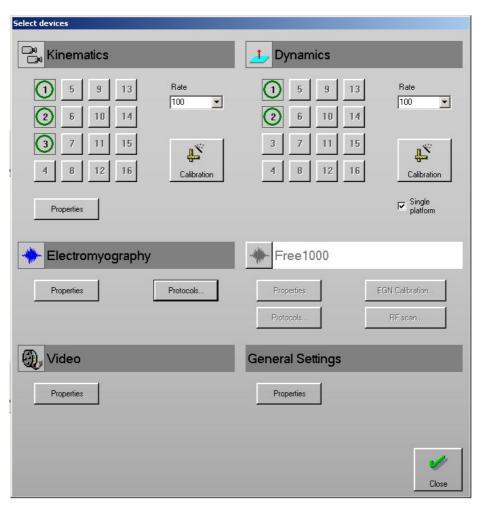


Рисунок 5 – Выбор и активация устройств

Набор для калибровки инфракрасных видеокамер (рисунок 6) состоит из двух элементов:

- один углеволоконный центральный стержень с 3 инфракрасными маркерами;
- два углеволоконных осевых стержня с 2 и 4 инфракрасными маркерами на шарнире.



Рисунок 6 – Калибровочная рамка

При калибровке инфракрасных видеокамер нужно провести калибровочной рамкой по всему объему зоны оцениваемого движения и записи видеоизображения.

В главном окне приложения BTS SMART – Clinic представлены пиктограммы: создание нового пациента/испытуемого (New patient), создание новой сессии (New Session), создание новой пробы (New Trial), настройка системы (Smart Activation), редактирование пациента (Edit Patient), редактирование сессии (Edit Session), удалить сессию (Remove Session), удалить пробу (Remove Trial), выход (Exit).

В окне создание нового пациента/испытуемого необходимо ввести данные: имя, фамилию, дату рождения, пол.

На рисунке 7 представлено окно создания новой сессии. Для создания новой сессии необходимо мышкой выбрать пациента/испытуемого, затем нажать кнопку-пиктограмму "создание новой сессии". Необходимо ввести название сессии, патологию (Normal), выбрать используемый протокол (Proc_Rivok или Proc_Tolchok), ввести рост (Anthropometric measures).

Создание новой пробы

Перед получением данных необходимо выполнить подготовительные операции: зона движения должна быть освобождена от посторонних блестящих объектов, светоотражающие маркеры должны быть приклеены должным образом, датчики ЭМГ должны быть активированы, приклеены должным образом и должны ждать команды о старте сбора данных (см. руководство пользователя программного обеспечения BTS FREEEMG), силовые платформы должны быть освобождены от посторонних предметов. Также должны быть включены, выбраны и настроены устройства получения данных.



Рисунок 7 – Окно ввода новой сессии

Для создания новой пробы необходимо мышкой выбрать пациента/испытуемого и сессию, затем нажать кнопку-пиктограмму "создание новой пробы". На рисунке 8 представлено окно создания новой пробы. Далее необходимо нажать кнопку-пиктограмму "Acquire" (получить пробу).

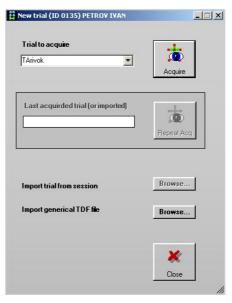


Рисунок 8 – Окно ввода новой пробы

необходимо "Monitor" Далее нажать кнопку-пиктограмму (наблюдение). В случае успеха (рисунок 9) на экране монитора можно c силой давления наблюдать графики на силовые платформы, электромиографией, световозвращающие маркеры (в случае клика на соответствующие модули). Также разблокируется кнопка-пиктограмма "Capture" (захват данных).

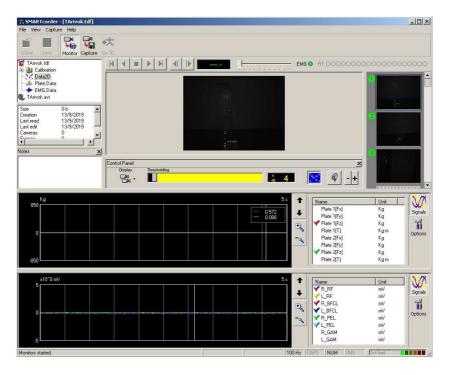


Рисунок 9 – Окно мониторинга получения данных

Получение, обработка данных и формирование отчета системой BTS SMART - Clinic

Получение данных

После выполнения всех подготовительных операций описанных ранее обследуемый должен встать на две силовые платформы и приготовиться к совершению тестовых движений. Далее необходимо нажать кнопкупиктограмму "Сарture" (захват). После начала сохранения данных в буфер (рисунок 10), необходимо выполнить тестовые движения, соответствующие выбранному протоколу (например, тяжелоатлетическое упражнение рывок со штангой). После окончания тестовых движений необходимо нажать кнопку-пиктограмму "Сарture" (захват), запись данных в буфер прекратится, далее следует нажать кнопку Save (сохранить) для сохранения в памяти компьютера данных пробы из буфера.

SetAnt Control Front | Supplies |

Рисунок 10 – Окно захвата данных

Обработка данных

Исходные данные пробы можно обработать протоколом (компьютерной программой, состоящей из математических операторов) и сформировать печатную версию отчета в любое удобное время. Для полной обработки пробы необходимо выполнить три этапа обработки данных: присвоение названий переменным (данным), преобразование исходных данных в полезную информацию, формирование печатной версии отчета.

Для присвоения названий переменным необходимо мышью выбрать пробу в поле с пациентами (левая сторона окна) и перетащить ее в первое верхнее поле обработки данных (Trials to be tracked). Далее необходимо нажать мышью на пиктограмму справа от поля (рисунок 11).

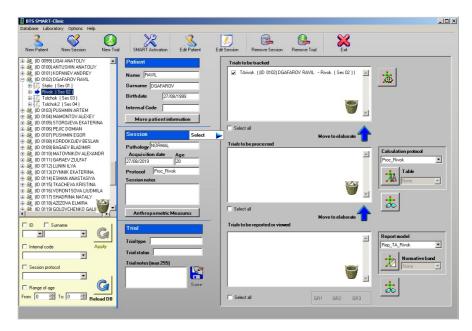


Рисунок 11 – Выбор пробы для обработки

Запустится просмотрщик пробы (рисунок 12). В данном окне можно увеличить или уменьшить масштаб пространства, переместить позицию наблюдателя, прокрутить шкалу времени вперед или назад. Далее необходимо выбрать подходящие объекты для анализа и присвоить им имена (рисунок 13,14).

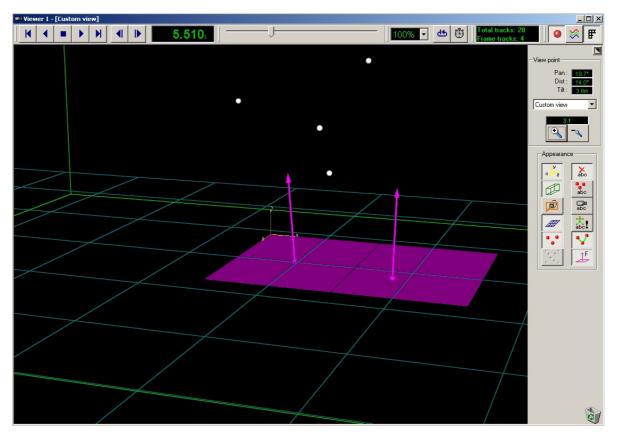


Рисунок 12 – Просмотр пробы

<none>
✓ GRF_Right
GRF_Left

Рисунок 13 – присвоение вектору реакции опоры имени



Рисунок 14 – присвоение светоотражающему маркеру имени

После завершения присвоения имен переменным необходимо сохранить изменения в пробе нажатием на кнопку "Сохранить" (Save). После этого обработанные данные пробы перемещаются на второй этап обработки.

Преобразование исходных данных в полезную информацию

Для преобразования данных в информацию необходимо мышью выбрать пробу в поле с пациентами (левая сторона окна) и перетащить ее во второе поле обработки данных (Trials to be processed). Если на предыдущем этапе обработки данных присваивали имена и изменения были сохранены, то данные пробы автоматически переносятся во второе поле обработки данных (рисунок 15). Запустится просмотрщик пробы второго этапа (рисунок 16). В данном окне можно выставить метки времени событий эксперимента в соответствии с выбранным протоколом, просмотреть видеозапись движений с двух видеокамер, перемещения светоотражающих маркеров, а также изменения векторов реакции опоры. В процессе обработки в некоторых протоколах также вводятся числовые значения некоторых переменных. Далее происходит автоматическая обработка компьютерной программой, состоящей именованных данных математических операторов.

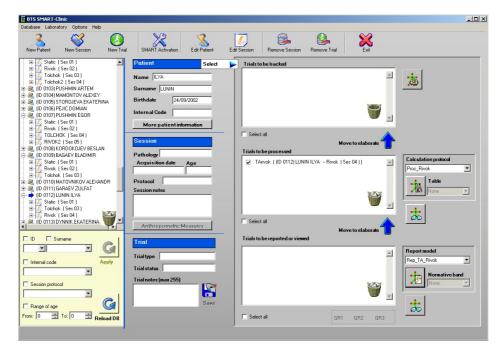


Рисунок 15 – Выбор именованных данных пробы для обработки

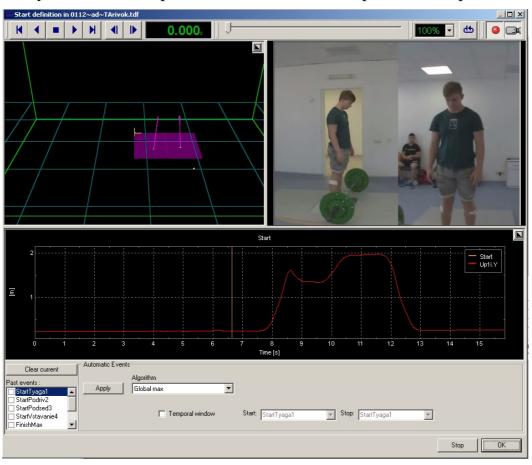


Рисунок 16 – Обработка именованных данных математическими операторами

После завершения второго этапа обработки данных необходимо сохранить изменения в пробе нажатием на кнопку "Сохранить" (Save). После этого обработанные данные пробы перемещаются на третий этап обработки.

Формирование отчета для печати

Для формирования итогового отчета для печати необходимо мышью выбрать пробу в поле с пациентами (левая сторона окна) и перетащить ее в третье поле обработки данных (Trials to be reported or viewed). Если на предыдущем этапе обработки данных именованные данные были обработаны математическими операторами и изменения были сохранены, то данные пробы автоматически переносятся в третье поле обработки данных. Далее необходимо нажать мышью на пиктограмму справа от поля (рисунок 17).

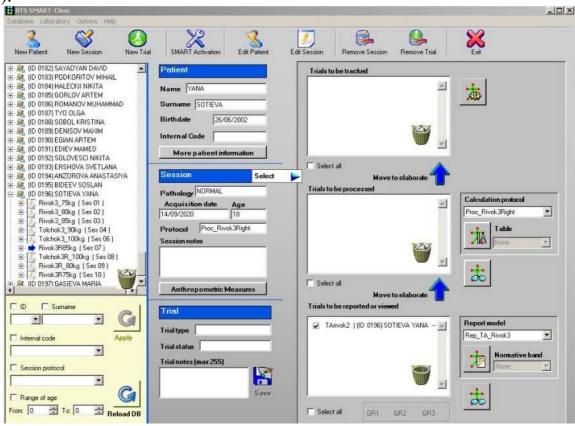


Рисунок 17 – Обработка именованных данных математическими операторами

Запустится предварительный просмотр печатной версии отчета. В данном окне можно просмотреть печатную версию отчета и вывести ее на печать. В случае необходимости система позволяет модифицировать структуру и изменять содержание печатной версии отчета.

Для изменения данных пациента/испытуемого необходимо выбрать мышкой соответствующего пациента и нажать кнопку-пиктограмму "Редактирование пациента" (Edit patient).

Для удаления определенной сессии необходимо выбрать мышкой соответствующую сессию и нажать кнопку-пиктограмму "Удалить сессию" (Remove Session).

Для удаления определенной пробы с данными необходимо выбрать мышкой соответствующую пробу и нажать кнопку-пиктограмму "Удалить пробу" (Remove Trial).

2 Структура тяжелоатлетических упражнений рывок и толчок, используемая для получения биомеханических данных

Фазовая структура рывка, применяемая в нашей работе (по Л.С. Дворкину) [6].

1) Первая фаза подъема штанги – до начала подседа (в протоколе Tyaga1). Эта фаза подразделяется на две части. 1.1) Первая часть начинается с момента возрастания вертикальной составляющей опорной реакции на тензоплатформу и заканчивается моментом отделения штанги от помоста (МОШ) (рисунок 18).





Рисунок 18 – Начало фазы Тяга 1.1 (А – рывок, Б - толчок)

Атлеты высокого класса начинают движение за счет активного разгибания ног преимущественно в коленных суставах со значительного поднимания таза вверх и выпрямления рук в локтевых суставах (А.А. Лукашев) [5]. Плечевые суставы перемещаются несколько вперед за линию грифа. Положение головы не изменяется. На первую часть движения затрачивается в среднем 0,24—0,30 с.

1.2) Вторая часть — предварительный разгон (рисунок 19). Продолжается от МОШ до первого максимума разгибания ног в коленных суставах. Разгибание ног прекращается, когда штанга доходит до уровня коленей. Максимальные углы в коленных суставах следующие: в рывке – примерно 145°, в толчке (при подъеме штанги на грудь) – 150—155°. вертикальная проекция грифа проходит через середину стоп.





А

2) Вторая фаза подъема штанги— «подрыв» (в протоколе Podriv2). Состоит из двух частей — амортизационной и финального разгона. 2.1) Амортизационная часть (рисунок 20) продолжается до максимума сгибания ног в коленных суставах.





А Б Рисунок 20 – Начало фазы Подрыв 2.1 (А – рывок, Б - толчок)

При выполнении этой части фазы спортсмены поднимают штангу в основном за счет мышц – разгибателей туловища. К моменту ее завершения углы в коленных суставах равны примерно 130°. На выполнение амортизационной части фазы уходит в рывке 0,11—0,14 с, в толчке – 0,16—0,20 с. Плечевые суставы находятся под грифом. Это последнее положение, в котором атлет опирается на всю площадь ступней. Гриф штанги находится у верхней трети бедер. 2.2) Финальный разгон (рисунок 21) длится до максимума разгибания ног и туловища. Атлет после подрыва немного отклоняется назад, становится на носки, поднимает плечевой пояс, начинает активно сгибать руки в локтевых суставах. Как правило, тяжелоатлеты высокого класса быстро выполняют подрыв, высоко поднимаясь на носки. К моменту завершения этой части фазы штанга находится на уровне паха, туловище и ноги выпрямлены.





Рисунок 21 – Начало фазы Подрыв 2.2 (А – рывок, Б - толчок)

3) Подсед. Он состоит из двух частей – взаимодействия атлета со штангой в безопорной фазе и взаимодействия атлета со штангой в опорной фазе подседа (в протоколе Podsed3). 3.1) Первая часть (рисунок 22) заканчивается в момент подъема штанги на максимальную высоту. Эта часть фазы выполняется в рывке и толчке в среднем за 0,16—0,20 с.





Рисунок 22 – Начало фазы Подсед 3.1 (А – рывок, Б - толчок)

3.2) Вторая часть (рисунок 23) длится до момента фиксации штанги в подседе. В течение этого периода штанга и сам спортсмен перемещаются вниз.





Рисунок 23 – Начало фазы Подсед 3.2 (А – рывок, Б - толчок)

Сам подсед (подведение туловища и подворот рук под гриф) выполняют максимально быстро. В подседе наиболее выгодны следующие положения: при разножке края пяток находятся под тазобедренными суставами, носки развернуты до 45°, туловище прогнуто в пояснице и чуть наклонено вперед (в рывке наклон больше, чем при подъеме на грудь для толчка), общий центр тяжести – над серединой стоп. При выполнении рывка лопатки сведены, руки прямые, голова подается вперед. В толчке (при подъеме штанги на грудь) локти выводятся возможно больше вперед грифа: он лежит на верхней части груди и дельтовидных мышцах.

4) Вставание после подседа (в протоколе Vstav4) (рисунок 24). Это движение осуществляется преимущественно усилием мышц – разгибателей ног в коленных суставах при сохранении прогнутого положения спины. В рывке для удержания равновесия таз несколько поднимается вверх и перемещается назад, а плечи подаются вперед. При вставании из подседа со штангой на груди большинство атлетов используют амортизационные свойства грифа.





А Б Рисунок 24 – Начало фазы Вставание 4 (А – рывок, Б - толчок)

5) Заключительная фиксация снаряда над головой полностью выпрямленными руками (рисунок 25).



Рисунок 25 – Фиксация снаряда над головой

Фазовая структура толчка

Первые четыре фазы толчка (тяга (рисунки 18,19), подрыв (рисунки 20,21), подсед (рисунки 22,23), вставание (рисунок 24)) аналогичны ранее описанным фазам рывка.

- 5) Стабилизация перед выталкиванием с груди. В исходном положении атлет должен стоять строго вертикально с выведенными вперед локтями. Центр тяжести системы атлет штанга находится над серединой стоп. Голова в естественном положении. Гриф штанги лежит на груди и дельтовидных мышцах.
 - 6) Полуподсед (в протоколе PPodsed6). 6.1) Безопорный полуподсед

выполняется с равномерной опорой на обе ступни за счет сгибания ног в коленных суставах до 100—110° (рисунок 26). Время, затрачиваемое на выполнение полуподседа, составляет в среднем 0,4 с. Сохраняется строго вертикальное положение туловища Вначале полуподсед выполняется спокойно, а затем атлет резко останавливает штангу. Величина перемещения штанги вниз составляет от 8,3 до 11,4% роста атлета, в среднем 10% (А.Т. Иванов).



Рисунок 26 – Начало фазы Полуподсед перед выталкиванием 6.1

6.2) Выталкивание штанги производится строго вверх очень быстро (задержка в полуподседе 0,01—0,04 с) за счет разгибания ног с равномерной опорой на обе ступни и последующего приподнимания на носки. Положение туловища сохраняется строго вертикальным. Время выталкивания – в среднем 0,2 с. (рисунок 27).



Рисунок 27 – Начало фазы Полуподсед перед выталкиванием 6.2

7) Подсед под штангу (рисунок 28) (в протоколе Podsed7) начинается с быстрой расстановки ног способом «в ножницы» или способом «швунг». Руки активно упираются в гриф примерно с момента нахождения штанги на уровне головы. Штанга выталкивается вверх от груди относительно ее исходного положения в среднем на высоту от 14 до 20% от роста спортсмена, обычно на 16%.



Рисунок 28 – Начало фазы Подсед под штангу 7

8) Вставание после подседа (рисунок 29) при способе «в ножницы» (в протоколе Vstav8) начинается с выпрямления ноги, находящейся впереди. Затем ноги ставятся на одну линию на ширине таза с одновременным фиксированием штанги. Вставание после подседа при способе «швунг» начинается с выпрямления обоих ног одновременно. Эти движения осуществляются преимущественно усилием мышц – разгибателей ног в коленных суставах.



Рисунок 29 – Начало фазы Вставание после подседа 8

9) Заключительная фиксация снаряда над головой полностью выпрямленными руками (рисунок 30).



Рисунок 30 – Фиксация снаряда над головой

3 Регистрируемые и отражаемые в протоколе показатели биомеханики тяжелоатлетических упражнений рывок и толчок

При экспресс оценке техники тяжелоатлетических упражнений рывок и толчок регистрируются и отражаются в протоколе следующие временные, силовые, скоростные показатели, а также показатели расстояния, кинематики, мощности, а также показатели сформированные на основе вертикальной составляющей опорной реакции у мужчин и женщин тяжелоатлетов (при делении на фазы на основе опорных реакций) по А.Н. Фураеву [4]. Наименование показателей по протоколам и их характеристика представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Описание переменных представленных в протоколах рывок и толчок

Временные показатели
•
Длительность фазы (секунд)
Силовые показатели
Значение вертикальной составляющей усилия на опору
левой ногой в граничный момент между фазами
движения (кг), например, в столбце фаза 1.1 - усилие на
опору между фазами 1.1 и 1.2 (в момент отделения
штанги от помоста)
Значение вертикальной составляющей усилия на опору
правой ногой в граничный момент между фазами
движения (кг)
Значение вертикальной составляющей усилия на опору
двумя ногами в граничный момент между фазами
движения (кг)
Максимальное значение вертикальной составляющей
усилия на опору левой ногой (кг)
Максимальное значение вертикальной составляющей
<u>-</u>
усилия на опору правой ногой (кг)
Максимальное значение вертикальной составляющей
усилия на опору двумя ногами (кг)
Среднее значение вертикальной составляющей усилия на
опору левой ногой (кг)
Среднее значение вертикальной составляющей усилия на
опору правой ногой (кг)
Среднее значение вертикальной составляющей усилия на
опору двумя ногами (кг)

Fasm_mean	Коэффициент функциональной асимметрии средних
(%)	значении вертикальной составляющей усилий
	правой/левой ногой на опору. Коэффициент
	функциональной асимметрии рассчитывается по формуле
	[9]:
	$N_{HP}-N_{HFR}$, 1000
	$Kac = \frac{N_{\Pi P} - N_{\Pi EB}}{N_{\Pi P} + N_{\Pi EB}} \times 100\%$
	где $N_{\mathit{\PiP}}$ - показатель для правой половины тела, $N_{\mathit{ЛЕВ}}$ -
	показатель для левой половины тела.
Fmin (kg) -	Минимальное значение вертикальной составляющей
left	усилия на опору левой ногой (кг)
Fmin (kg) -	Минимальное значение вертикальной составляющей
right	усилия на опору правой ногой (кг)
Fmin (kg) -	Минимальное значение вертикальной составляющей
all	усилия на опору двумя ногами (кг)
	Скоростные показатели
Jmax (kg/sec)	Максимальная скорость увеличения вертикальной
- left	составляющей усилия на опору левой ногой (кг/сек)
Jmax (kg/sec)	Максимальная скорость увеличения вертикальной
- right	составляющей усилия на опору правой ногой (кг/сек)
Jmax (kg/sec)	Максимальная скорость увеличения вертикальной
- all	составляющей усилия на опору двумя ногами (кг/сек)
Vmax (m/s)	Максимальное значение вертикальной составляющей
	скорости грифа (м/с)
Vmin (m/s)	Минимальное значение вертикальной составляющей
	скорости грифа (м/с)
	Показатели расстояния
H (m)	средняя высота подъема штанги по двум маркерам на
	грифе штанги в граничный момент между фазами (м),
	например, в столбце фаза 1.1 - высота подъема штанги
	между фазами 1.1 и 1.2
DeltaH (m)	Среднее вертикальное перемещение грифа штанги по
	двум маркерам на грифе штанги (м)
LengthTrack	Средняя длина трека перемещения грифа штанги по двум
(m)	маркерам на грифе штанги (м)
	Показатели кинематики
A hip (d)	Угол в правом тазобедренном суставе в граничный
	момент между фазами (градусов), например, в столбце
	фаза 1.1 - угол в правом тазобедренном суставе между
	фазами 1.1 и 1.2 (в момент отделения штанги от
	помоста)

(d/s) тазобедренного сустава (градусов/с) А knee joint (d) Угол в правом коленном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta knee Aмплитуда сгибания правого коленного сустава joint (d) (градусов) Wmax knee joint (d/s) Коленного сустава (градусов/с) A ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (д/градусов) (градусов) (граду	Delta hip (d)	Амплитуда сгибания правого тазобедренного сустава (градусов)
(d) между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta knee joint (d) (градусов) Wmax knee joint (d/s) Максимальная угловая скорость сгибания правого joint (d/s) (градусов) A ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (д) Амплитуда сгибания правого голеностопного сустава (градусов) Wmax ankle (д) (градусов) Wmax ankle (д) (градусов) МахСимальная угловая скорость сгибания правого голеностопного сустава (градусов) МахБогward (д/s) (градусов) МахБогward (д/s) (д/s	Wmax hip (d/s)	<u> </u>
(d) между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta knee joint (d) (градусов) Wmax knee joint (d/s) Максимальная угловая скорость сгибания правого joint (d/s) (градусов) A ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (д) Амплитуда сгибания правого голеностопного сустава (градусов) Wmax ankle (д) (градусов) Wmax ankle (д) (градусов) МахСимальная угловая скорость сгибания правого голеностопного сустава (градусов) МахБогward (д/s) (градусов) МахБогward (д/s) (д/s	A knee joint	Угол в правом коленном суставе в граничный момент
Delta knee joint (d) Амплитуда (градусов) стибания правого коленного сустава јоіnt (d) коленного сустава (градусов/с) коленного сустава (градусов/с) скорость сгибания правого јоіnt (d/s) коленного сустава (градусов/с) A ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (d) Амплитуда сгибания правого голеностопного сустава (градусов/с) скорость сгибания правого голеностопного сустава (градусов/с) Wmax ankle (d/s) Максимальная угловая скорость сгибания правого (сустава (градусов/с) МахForward (m) Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе (традусов/с) МахВаскwar (m) Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе (со знаком плюс) (м) МахВаскwar (m) Максимальный приближение штанги к атлету в фазе (со знаком минус) (м) Токазатели мощности Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВодуW (ВТ/кg) Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кg) РМах/ВодуW (ВТ/кд) Отношение максимальной вертикальной полезной полезной (ВТ/кд)	(d)	между фазами (градусов), например, угол в правом
угловая скорость сгибания правого коленного сустава (градусов/с) А ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (d) Отрадусов) Отношение максимальная полезная мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу (втолености тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (ВТ/кg) Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кg) Макимальной полезной полезной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (ВТ/кg) Макимальной полезной	Delta knee	
Wmax knee joint (d/s) Максимальная угловая скорость сгибания правого коленного сустава (градусов/с) A ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (d) Амплитуда сгибания правого голеностопного сустава (градусов) Wmax ankle (d/s) Максимальная угловая скорость сгибания правого (сустава (градусов/с) МахForward (м) Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе (толеностопного сустава (градусов/с) МахForward (м) Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе (тарте (со знаком плюс) (м) МахВаскwar (м) Максимальный приближение штанги к атлету в фазе (тарте (со знаком минус) (м) Показатели мощности Показатели мощности PMax (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) PMax/BarW (вт/кд) Отношение максимальной вертикальной полезной (вт/кг) PMax/BodyW Отношение максимальной вертикальной полезной (вт/кд) Отношение максимальной вертикальной полезной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу	joint (d)	
јоіnt (d/s) коленного сустава (градусов/с) А ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (доматьная стибания правого голеностопного сустава (градусов) Wmax ankle (доматьная угловая скорость стибания правого (доматьного сустава (градусов/с) Мах Гогиностопного сустава (градусов/с) Мах Гогиностопного сустава (градусов/с) Мах Гогиностопного сустава (градусов/с) Мах Васк им движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком плюс) (м) Мах Васк им движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/Ваг Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кд) РМах/Воду Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кд) РМах/Воду Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кд) Мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу		Максимальная угловая скорость сгибания правого
А ankle (d) Угол в правом голеностопном суставе в граничный момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (d) Сградусов) Wmax ankle (d) Максимальная угловая скорость сгибания правого голеностопного сустава (градусов/с) МахFоrward (m) Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком плюс) (м) МахВаскwar (d) Максимальный приближение штанги к атлету в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кg) РМах/ВоdyW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кg) РМах/ВоdyW Отношение максимальной вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу	ioint (d/s)	
момент между фазами (градусов), например, угол в правом коленном суставе между фазами 1.1 и 1.2 Delta ankle (Амплитуда сгибания правого голеностопного сустава (Срадусов) Wmax ankle (Срадусов) Wmax ankle (Максимальная угловая скорость сгибания правого (Смах голеностопного сустава (градусов/с) Мах Forward (Смах имальный вылет вперед штанги от атлета в фазе (Смах имальный приближение штанги к атлету в фазе (Смах имальная вертикальная полезная мощности (Смах имальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Смах имальной полезной (Смах имах имах имальной вертикальной полезной (Смах имах имах имах имальной вертикальной полезной (Смах имах имах имах имах имах имах имах и	` '	
(d) (градусов) Wmax ankle (d/s) Максимальная угловая скорость сгибания правого голеностопного сустава (градусов/с) МахForward (m) Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком плюс) (м) МахВаскwar (m) Максимальный приближение штанги к атлету в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) Показатели мощности Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW (ВТ/кg) Отношение максимальной вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВоdyW (ВТ/kg) Отношение максимальной вертикальной полезной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кg)	(0)	момент между фазами (градусов), например, угол в
Wmax ankle (d/s) Максимальная угловая скорость сгибания правого голеностопного сустава (градусов/с) Мах Forward (m) Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком плюс) (м) Мах Васкwar (m) Максимальный приближение штанги к атлету в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) Показатели мощности Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW (ВТ/кд) Отношение максимальной вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВоdyW Отношение максимальной вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу	Delta ankle	
(d/s) голеностопного сустава (градусов/с) Мах Forward Максимальный вылет вперед штанги от атлета в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком плюс) (м) Мах Backwar d (m) Максимальный приближение штанги к атлету в фазе движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) Показатели мощности Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW Отношение максимальной вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВодуW Отношение максимальной вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу		
Мах Forward (m) Движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком плюс) (м) Мах Backwar (м) Движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) Мах Васкwar (м) Движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) Показатели мощности РМах (ВТ) (м) Движения вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW (Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВодуW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/кg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу		
(m) движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком плюс) (м) МахВаскwаг движения относительно ее исходного положения на движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) ———————————————————————————————————	• •	
МахВаскwar Максимальный приближение штанги к атлету в фазе d (m) движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) ———————————————————————————————————		
d (m) движения относительно ее исходного положения на старте (со знаком минус) (м) ———————————————————————————————————	(m)	
Старте (со знаком минус) (м) Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW (ВТ/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВодуW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг)	MaxBackwar	Максимальный приближение штанги к атлету в фазе
Показатели мощности РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВодуW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу	d (m)	
РМах (ВТ) Максимальная вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в фазе движения (Вт) РМах/ВагW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг) РМах/ВодуW Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу		<u> </u>
PMax/BarW (BT/kg) Отношение максимальной вертикальной полезной (BT/kg) вертикальной вертикальной к весу штанги (Вт/кг) PMax/BodyW (BT/kg) Отношение максимальной вертикальной полезной (ВТ/kg) вертикальной полезной к весу штанги вертикальной полезной к весу штанги к весу штанги к вертикальной полезной к вертикальной полезной к вертикальной полезной к весу штанги к весу штанги к весу штанги к ветикальной полезной к вертикальной к вертикальной к вертикальной полезной к вертикальной полезной к вертикальной к	PMax (BT)	Максимальная вертикальная полезная мощность
(BT/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Bт/кг) РМах/ВоdyW Отношение максимальной вертикальной полезной (BT/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу	PMay/RarW/	
(Bт/кг) РМах/BodyW Отношение максимальной вертикальной полезной (BT/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу		
PMax/BodyW Отношение максимальной вертикальной полезной (BT/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу	(D1/Kg)	1
(BT/kg) мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу	DMov/PodyW	
	_	1
[спортемена (втукг)	(DI/Kg)	спортсмена (Вт/кг)
PMean (BT) Средняя вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в	PMean (BT)	Средняя вертикальная полезная мощность тяжелоатлета в
фазе движения (Вт)	, ,	
	PMeanSD	
(ВТ) полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения (Вт)		
	PMean/BarW	
(ВТ) тяжелоатлета в фазе движения к весу штанги (Вт/кг)		
=	PMean/Body	
W (BT/kg) тяжелоатлета в фазе движения к весу спортсмена (Вт/кг)		

Показатели	сформированные на основе вертикальной составляющей	
	реакции в рывке и толчке штанги у мужчин и женщин	
тяжелоатл	тяжелоатлетов (при делении на фазы на основе опорных реакций)	
	Скорость увеличения вертикальной составляющей усилия	
left	на опору левой ногой в момент отделения штанги от	
	помоста (кг/с)	
Jmosh (kg/s) -	Скорость увеличения вертикальной составляющей усилия	
right	на опору правой ногой в момент отделения штанги от	
	помоста (кг/с)	
Jmosh (kg/s) -	Скорость увеличения вертикальной составляющей усилия	
all	на опору двумя ногами в момент отделения штанги от	
an	помоста (кг/с)	
HFinishмах	Максимум высоты траектории штанги относительно	
(cm)	начала подъема (см)	
HFinishfix	Высота в момент фиксации штанги относительно начала	
(cm)	подъема (см)	
HVmax (cm)	Высота достижения максимальной скорости движения	
	снаряда относительно начала подъема (см)	
HVmax (%)	Высота достижения максимальной скорости движения	
	снаряда (% от Нмах)	
DeltaHP	Разница максимальной высоты вылета снаряда и высоты	
(cm)	фиксации в подседе (м)	
F1 (kg)	Максимальное значение вертикальной составляющей	
	усилия на опору двумя ногами в тяге (кг)	
F1 (%)	Максимальное значение вертикальной составляющей	
	усилия на опору двумя ногами в тяге (% от веса штанги)	
F2 (kg)	Локальный минимум вертикальной составляющей усилия	
	на опору двумя ногами в фазе амортизации (кг)	
F2 (%)	Локальный минимум вертикальной составляющей усилия	
	на опору двумя ногами в фазе амортизации (% от веса	
F2 (1)	штанги)	
F3 (kg)	Максимальное значение вертикальной составляющей	
F2 (67)	усилия на опору двумя ногами в подрыве (кг)	
F3 (%)	Максимальное значение вертикальной составляющей	
	усилия на опору двумя ногами в подрыве (% от веса	
CT (1 * -)	штанги)	
ST (kg * s)	Импульс силы в тяге (Н*с) за вычетом веса атлета и веса	
CT (0/)	штанги	
ST (%)	Импульс силы в тяге (% от общего импульса силы при	
	выполнении упражнения)	

SP (kg*s) Импульс силы в подрыве (H*c) за вычетом веса атлета и веса штанги SP (%) Импульс силы в подрыве (% от общего импульса силы при выполнении упражнения) J1 (kg/s) Средняя скорость нарастания вертикальной составляющей усилия на опору двумя ногами перед отрывом штанги от помоста (кг/c) tF1 (s) Время достижения первого пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (c) tF2(s) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (c) tF3 (s) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (c) T2F (s) Длительность выполнения второй фазы рывка (c) T3F (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (c) T4F (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (c) TBF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (c) TP (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге Показатели электромиографии
 SP (%) Импульс силы в подрыве (% от общего импульса силы при выполнении упражнения) J1 (kg/s) Средняя скорость нарастания вертикальной составляющей усилия на опору двумя ногами перед отрывом штанги от помоста (кг/с) tF1 (s) Время достижения первого пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) tF2 (s) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) tF3 (s) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) T2F (s) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) T3F (s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (с) T4F (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) TR (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) TBF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) TP (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
при выполнении упражнения) Средняя скорость нарастания вертикальной составляющей усилия на опору двумя ногами перед отрывом штанги от помоста (кг/с) ЕГО (к) Время достижения первого пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) ЕГО (к) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) ЕГО (к) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) ЕГО (к) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) ЕГО (к) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) ЕГО (к) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) ЕГО (к) Длительность выполнения четвертой фазы в подседе (с) ЕГО (к) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ЕГО (к) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) ЕГО (к) Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
Превышения усилия веса штанги (с) ТЗЕ (s) Время достижения первого пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) ТЗЕ (s) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) ТЗЕ (s) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) ТЗЕ (s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (с) ТЗЕ (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) ТК (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) ТВЕ (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
составляющей усилия на опору двумя ногами перед отрывом штанги от помоста (кг/с) tF1 (s) Время достижения первого пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (c) tF2 (s) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) tF3 (s) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) T2F (s) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) T3F (s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (с) T4F (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) TR (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) ТВF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
отрывом штанги от помоста (кг/с) tF1 (s) Время достижения первого пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (c) tF2 (s) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (c) tF3 (s) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (c) T2F (s) Длительность выполнения второй фазы рывка (c) T3F (s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (c) T4F (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) TR (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) ТВF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
 время достижения первого пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) длительность выполнения второй фазы рывка (с) длительность выполнения третьей фазы рывка (с) длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) длительность выполнения четвертой фазы в подседе (с) длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
превышения усилия веса штанги (с) Время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) ТЗБ (s) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) ТЗБ (s) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) ТЗБ (s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (с) Т4Б (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) ТК (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) ТВБ (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
 время достижения второго пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) длительность выполнения второй фазы рывка (с) длительность выполнения третьей фазы рывка (с) длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
превышения усилия веса штанги (с) Время достижения третьего пика усилий от момента превышения усилия веса штанги (с) Т2F(s) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) Т3F(s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (с) Т4F(s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) ТR(s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) ТВF(s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ТР(s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
тревышения усилия веса штанги (с) Т2F(s) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) Т3F(s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (с) Т4F(s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) ТR(s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) ТВF(s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ТР(s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
превышения усилия веса штанги (с) Т2F (s) Длительность выполнения второй фазы рывка (с) Т3F (s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (с) Т4F (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (с) ТR (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (с) ТВF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (с) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
Т2F(s) Длительность выполнения второй фазы рывка (c) Т3F(s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (c) Т4F(s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (c) ТR(s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (c) ТВF(s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (c) ТР(s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (с) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
ТЗF (s) Длительность выполнения третьей фазы рывка (c) Т4F (s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (c) ТR (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (c) ТВF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (c) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (c) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
 Т4F(s) Длительность выполнения четвертой фазы рывка (c) TR(s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (c) ТВF(s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (c) ТР(s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (c) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
 TR (s) Время действия силы в подрыве, превышающей вес штанги (c) ТВГ (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (c) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (c) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
штанги (c) ТВF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (c) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (c) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
ТВF (s) Длительность выполнения безопорной фазы в подседе (c) ТР (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (c) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
TP (s) Длительность выполнения подрыва (сумма третьей и четвертой фаз движения) (c) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
четвертой фаз движения) (c) SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
SP/ST Соотношение импульсов сил в подрыве и тяге
3
Trapezius1L Левая трапециевидная мышца – Средняя амплитуда ЭМГ
Меап (mV) мышцы (мВ)
Trapezius1L Левая трапециевидная мышца – Максимальная амплитуда
Мах (mV) ЭМГ мышцы (мВ)
Trapezius1L Левая трапециевидная мышца – Доминирующая
Греак (Hz) (пиковая) частота электроактивности мышцы (Гц)
Trapezius1L Левая трапециевидная мышца – Средняя частота
FMean (Hz) электроактивности мышцы (Гц)
Trapezius1L Левая трапециевидная мышца – Медианная частота
Меdian (Hz) электроактивности мышцы (Гц)
Trapezius2R Правая трапециевидная мышца — Средняя амплитуда
Меап (mV)
Trapezius2R Правая трапециевидная мышца – Максимальная
Мах (mV) амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Trapezius2R Правая трапециевидная мышца – Доминирующая
FPeak (Hz) (пиковая) частота электроактивности мышцы (Гц)
Trapezius2R Правая трапециевидная мышца – Средняя частота
FMean (Hz) электроактивности мышцы (Гц)

Trapezius2R	Правая трапециевидная мышца – Медианная частота
FMedian (Hz)	электроактивности мышцы (Гц)
Vastus lat3L	Левая латеральная широкая мышца бедра – Средняя
Mean (mV)	амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Vastus lat3L	Левая латеральная широкая мышца бедра –
Max (mV)	Максимальная амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Vastus lat3L	Левая латеральная широкая мышца бедра –
FPeak (Hz)	Доминирующая (пиковая) частота электроактивности
	мышцы (Гц)
Vastus lat3L	Левая латеральная широкая мышца бедра – Средняя
FMean (Hz)	частота электроактивности мышцы (Гц)
Vastus lat3L	Левая латеральная широкая мышца бедра – Медианная
FMedian (Hz)	частота электроактивности мышцы (Гц)
Vastus lat4R	Правая латеральная широкая мышца бедра – Средняя
Mean (mV)	амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Vastus lat4R	Правая латеральная широкая мышца бедра –
Max (mV)	Максимальная амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Vastus lat4R	Правая латеральная широкая мышца бедра –
FPeak (Hz)	Доминирующая (пиковая) частота электроактивности
	мышцы (Гц)
Vastus lat4R	Правая латеральная широкая мышца бедра – Средняя
FMean (Hz)	частота электроактивности мышцы (Гц)
Vastus lat4R	Правая латеральная широкая мышца бедра – Медианная
FMedian (Hz)	частота электроактивности мышцы (Гц)
Biceps fem5L	Левая двуглавая мышца бедра (длинная головка - средняя
Mean (mV)	часть) – Средняя амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Biceps fem5L	Левая двуглавая мышца бедра (длинная головка - средняя
Max (mV)	часть) – Максимальная амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Biceps fem5L	Левая двуглавая мышца бедра (длинная головка - средняя
FPeak (Hz)	часть) – Доминирующая (пиковая) частота
	электроактивности мышцы (Гц)
Biceps fem5L	Левая двуглавая мышца бедра (длинная головка - средняя
FMean (Hz)	часть) – Средняя частота электроактивности мышцы (Гц)
Biceps fem5L	Левая двуглавая мышца бедра (длинная головка - средняя
FMedian (Hz)	часть) – Медианная частота электроактивности мышцы
	(Гц)
Biceps fem6R	Правая двуглавая мышца бедра (длинная головка -
Mean (mV)	средняя часть) – Средняя амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Biceps fem6R	Правая двуглавая мышца бедра (длинная головка -
Max (mV)	средняя часть) – Максимальная амплитуда ЭМГ мышцы
	(мВ)

D: C (D	
Biceps fem6R	Правая двуглавая мышца бедра (длинная головка -
FPeak (Hz)	средняя часть) – Доминирующая (пиковая) частота
	электроактивности мышцы (Гц)
Biceps fem6R	Правая двуглавая мышца бедра (длинная головка -
FMean (Hz)	средняя часть) – Средняя частота электроактивности
	мышцы (Гц)
Biceps fem6R	Правая двуглавая мышца бедра (длинная головка -
FMedian (Hz)	средняя часть) – Медианная частота электроактивности
	мышцы (Гц)
Gastrocn7L	Левая икроножная мышца (латеральная головка - средняя
Mean (mV)	часть) – Средняя амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Gastrocn7L	Левая икроножная мышца (латеральная головка - средняя
Max (mV)	часть) – Максимальная амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Gastrocn7L	Левая икроножная мышца (латеральная головка - средняя
FPeak (Hz)	часть) – Доминирующая (пиковая) частота
, ,	электроактивности мышцы (Гц)
Gastrocn7L	Левая икроножная мышца (латеральная головка - средняя
FMean (Hz)	часть) – Средняя частота электроактивности мышцы (Гц)
Gastrocn7L	Левая икроножная мышца (латеральная головка - средняя
FMedian (Hz)	часть) – Медианная частота электроактивности мышцы
	(Гц)
Gastrocn8R	Правая икроножная мышца (латеральная головка -
Mean (mV)	средняя часть) – Средняя амплитуда ЭМГ мышцы (мВ)
Gastrocn8R	Правая икроножная мышца (латеральная головка -
Max (mV)	средняя часть) – Максимальная амплитуда ЭМГ мышцы
	(MB)
Gastrocn8R	Правая икроножная мышца (латеральная головка -
FPeak (Hz)	средняя часть) – Доминирующая (пиковая) частота
	электроактивности мышцы (Гц)
Gastrocn8R	Правая икроножная мышца (латеральная головка -
FMean (Hz)	средняя часть) – Средняя частота электроактивности
	мышцы (Гц)
Gastrocn8R	Правая икроножная мышца (латеральная головка -
FMedian (Hz)	средняя часть) – Медианная частота электроактивности
	мышцы (Гц)
L	

В протоколах отображаются следующие графики: траектория движения штанги - циклограмма в фазах 1.1-4 (для рывка) (рисунок 31) или в фазах 1.1-8 (для толчка) и графики изменения силы реакции правой опоры, силы реакции левой опоры, суммы сил реакции правой и левой опоры во времени в фазах: тяга (tyaga) 1.1 (рисунок 32), тяга (tyaga) 1.2 (рисунок 33), подрыв (podriv) 2.1 (рисунок 34), подрыв (podriv) 2.2 (рисунок

35), подсед (podsed) 3.1 (рисунок 36), подсед (podsed) 3.2 (рисунок 37), вставание (vstavanie) 4 (рисунок 38). В толчке добавляются графики: изменения сил реакции опор во времени в фазе полуподсед (polupodsed) 6.1 (рисунок 39), полуподсед (polupodsed) 6.2 (рисунок 40), подсед (podsed) 7 (рисунок 41), вставание (vstavanie) 8 (рисунок 42).

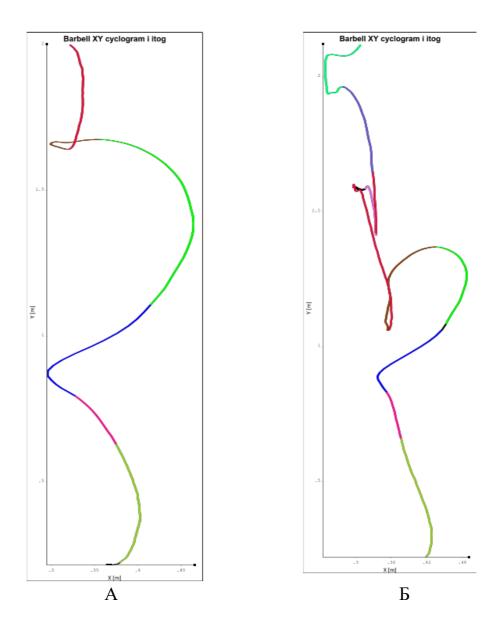


Рисунок 31 — Траектория движения штанги по оси X и Y - циклограмма : A — рывок (фазы 1.1-4), B - толчок (фазы 1.1-8)

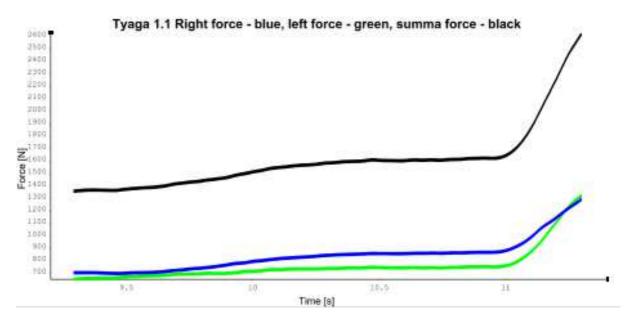


Рисунок 32 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе тяга (tyaga) 1.1 (в протоколах упражнений рывок и толчок)

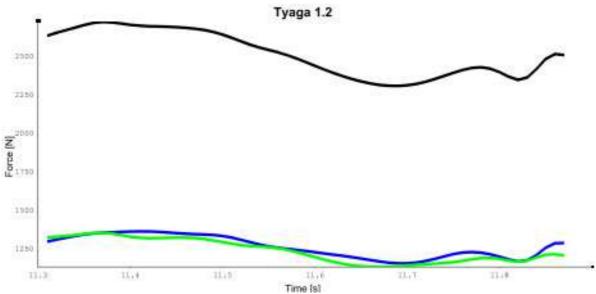


Рисунок 33 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе тяга (tyaga)1.2 (в протоколах упражнений рывок и толчок)

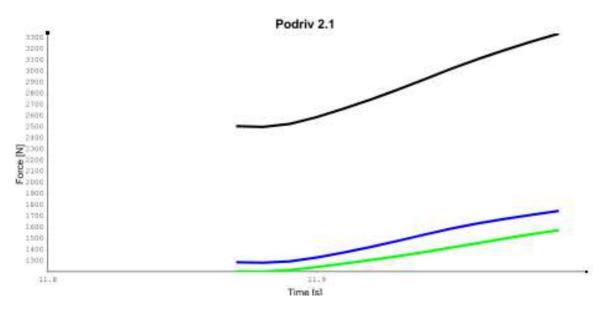


Рисунок 34 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе подрыв (podriv) 2.1 (в протоколах упражнений рывок и толчок)

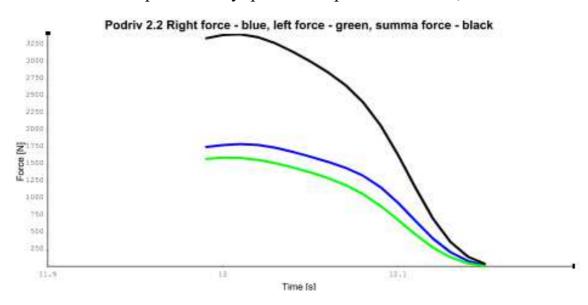


Рисунок 35 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе подрыв (podriv) 2.2 (в протоколах упражнений рывок и толчок)

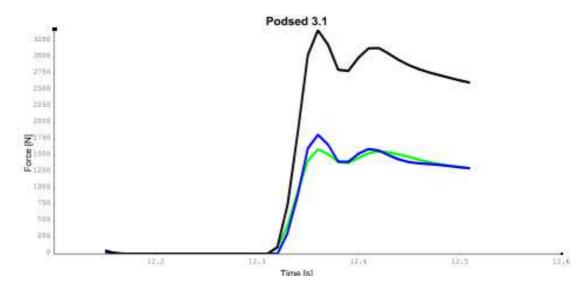


Рисунок 36 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе подсед (podsed) 3.1 (в протоколах упражнений рывок и толчок)

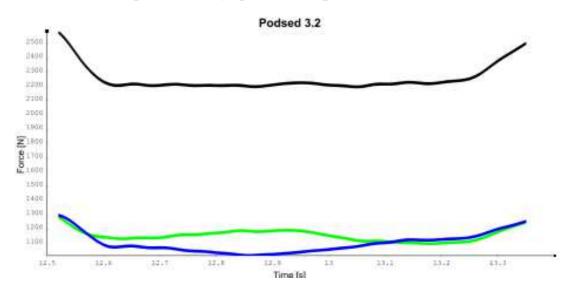


Рисунок 37 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе подсед (podsed) 3.2 (в протоколах упражнений рывок и толчок)

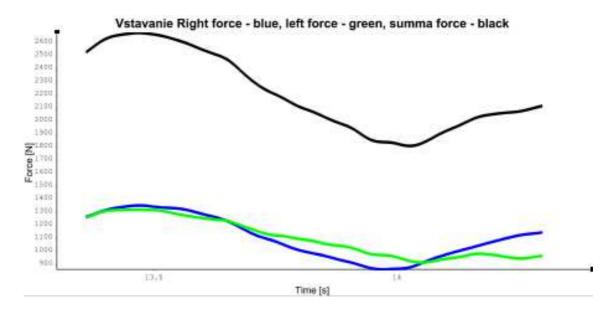


Рисунок 38 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе вставание (vstavanie) 4 (в протоколах упражнений рывок и толчок)

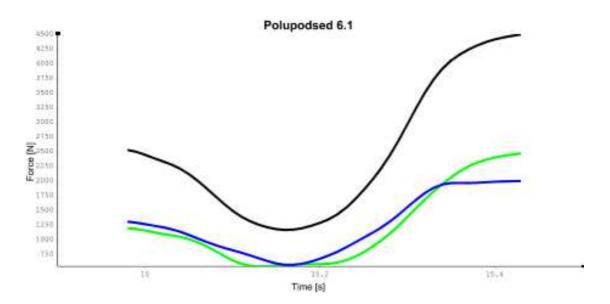


Рисунок 39 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе полуподсед (polupodsed) 6.1 (в протоколе упражнения толчок)

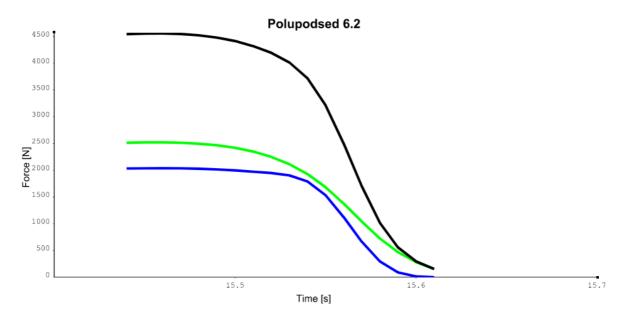


Рисунок 40 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе полуподсед (polupodsed) 6.2 (в протоколе упражнения толчок)

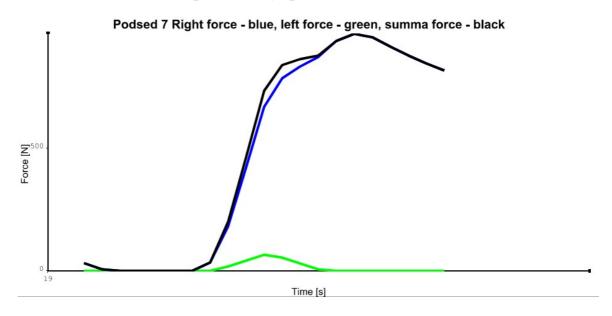


Рисунок 41 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе подсед (podsed) 7 (в протоколе упражнения толчок)

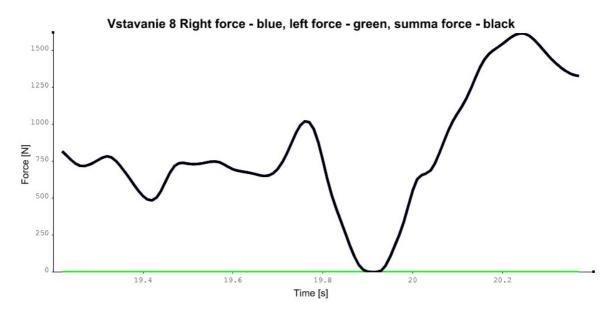


Рисунок 42 – График изменения силы реакции правой опоры – синяя кривая, силы реакции левой опоры – зеленая кривая, суммы сил реакции правой и левой опоры – черная кривая в фазе вставание (vstavanie) 8 (в протоколе упражнения толчок)

На рисунке 43 представлены изменения вертикальной скорости центра штанги во времени (Barbell vertical velocity).

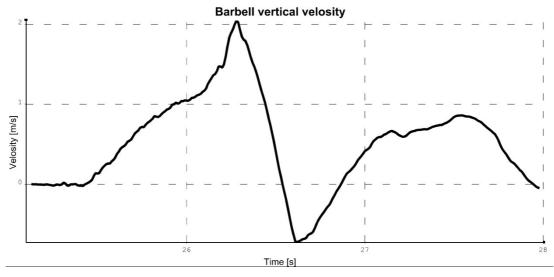


Рисунок 43 – График изменения вертикальной скорости центра штанги во времени (в протоколах упражнений рывок и толчок)

На рисунке 44 представлены изменения вертикальной координаты (высоты) центра штанги (м) (Barbell vertical track) во времени, на рисунке 45 представлены изменения вертикальной полезной мощности тяжелоатлета приложенной к штанге (Barbell vertical power) во времени.

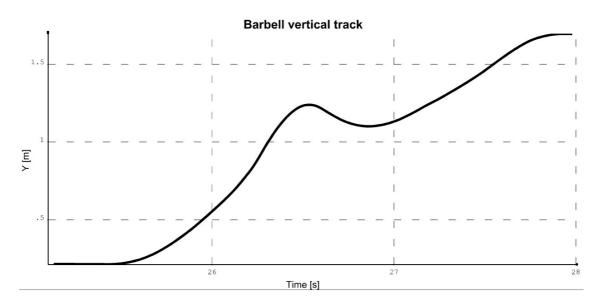


Рисунок 44 — График изменения вертикальной координаты (высоты) центра штанги во времени (в протоколах упражнений рывок и толчок)

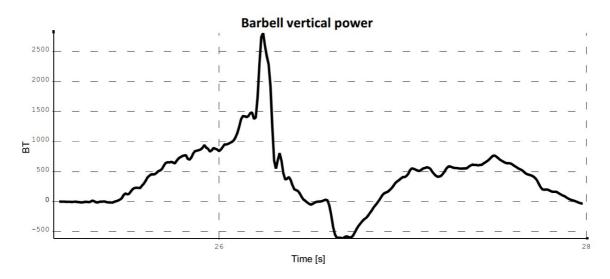


Рисунок 45 – График изменения вертикальной полезной мощности тяжелоатлета приложенной к штанге (в протоколах упражнений рывок и толчок)

На рисунках 46-49 представлены электромиограммы мышц при выполнении тяжелоатлетического рывка, те же графики имеются и в протоколе тестирования тяжелоатлетического толчка.

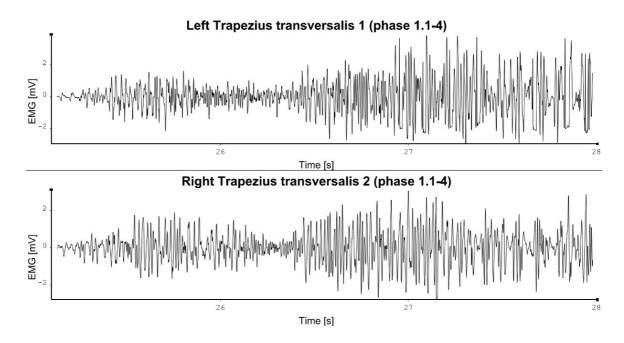


Рисунок 46 – Электромиограмма левой и правой трапециевидной мышцы во времени (в протоколах упражнений рывок и толчок)

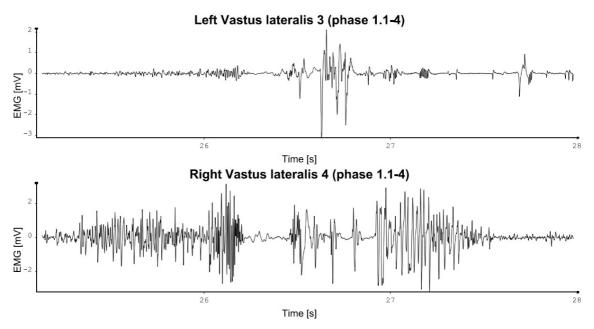


Рисунок 47 – Электромиограмма левой и правой латеральной широкой мышцы бедра во времени (в протоколах упражнений рывок и толчок)

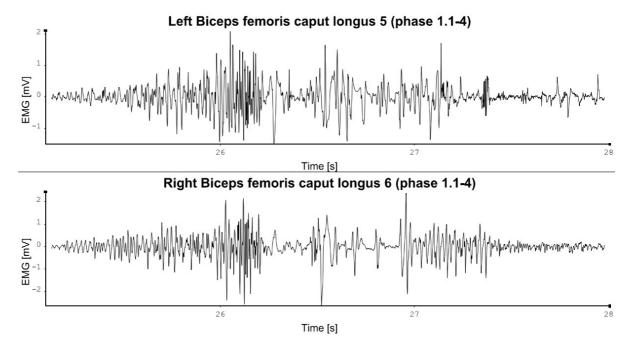


Рисунок 48 – Электромиограмма левой и правой двуглавой мышцы бедра во времени (в протоколе упражнений рывок и толчок)

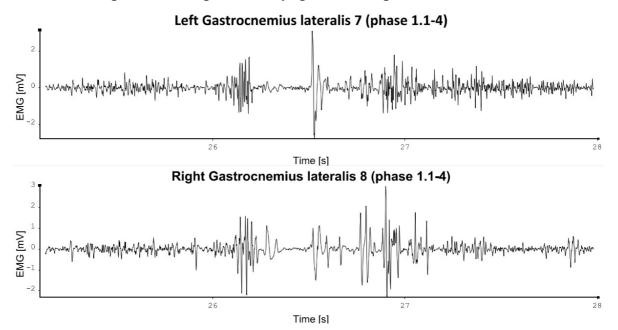


Рисунок 49 – Электромиограмма левой и правой латеральной головки икроножной мышцы во времени (в протоколе упражнений рывок и толчок)

На рисунке 50 представлен график сгибания тазобедренного (зеленая кривая), коленного (черная кривая) и голеностопного (синяя кривая) суставов во времени.

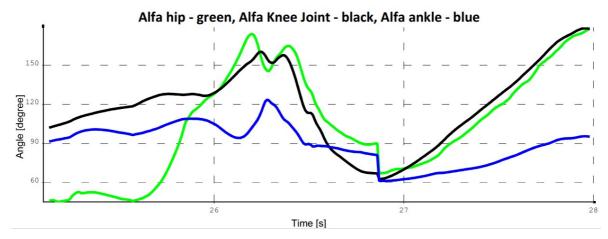


Рисунок 50 – Графики сгибания тазобедренного (зеленая кривая), коленного (черная кривая) и голеностопного (синяя кривая) суставов во времени (в протоколах упражнений рывок и толчок)

На рисунке 51 представлен график силы реакции правой, левой опоры, суммы левой и правой опоры, суммы сил реакций левой и правой опоры.

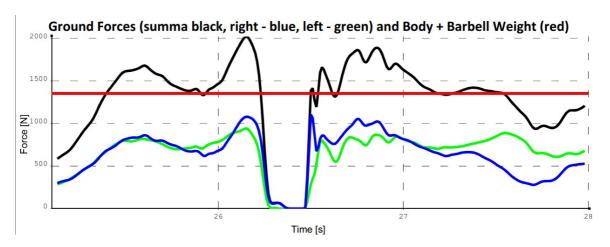


Рисунок 51 – Графики сил реакции правой (синяя кривая), левой (зеленая кривая) опоры, суммы сил реакции левой и правой опоры (черная кривая), красная линия – вес штанги плюс вес тела тяжелоатлета (в протоколах упражнений рывок и толчок)

4 Пример числовых данных результирующего протокола, их оценки и рекомендаций по коррекцию техники

Образец результирующего протокола оценки техники рывка спортсмена М.Э. (легкие весовые категории) представлен ниже. Сравнительный анализ числовых данных результирующего протокола отображен в таблице 5 и в таблице 6.







WEIGHTLIFTING SNATCH (RIVOK)

Athlet details

First name	MAMED
Last name	EDIEV
Birthday	24/4/2004
Sex	M
Body Weight (kg)	54.778
Total height (m)	1.67
Session date	10/09/2020
Barbell Weight (kg)	70



stage	Tyaga1	3	Podriv2		Podsed3		Vstav4
phase	44	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4
Duration (s)	0.49	0.54	0.17	0.15	0.23	0.88	1.87
F (kg) - all	151.981	125.86	173.77	11.541	69.89	118.834	105.846
Fmax (kg) - all	151.981	151.981	182.292	166.928	69.89	175.001	148.329
Fmean (kg) - all	87.233	137.596	152.617	97.815	5.183	132.9	120.802
Fasm_mean (%)	-9.025	-4.435	-11,358	-10,53	-62.92	-6.633	-1.57
Jmax (kg/s) - all	607.529	123.038	709,358	-514,182	3237.166	3839,775	276.882
Vmax (m/s)	x	1.19	1,538	2.05	1.861	0.001	0.997
H (sm)	×	37.775	60.256	86.747	111.682	90.127	161.475
DeltaH (sm)	×	37.775	22.48	26.492	24.934	-21,555	71.348
LengthTrack (sm)	×	38.344	21.452	26.567	24.274	24.374	75.126
A hip (d)	40.5	97.5	137	170.2	105.3	57.8	160.4
Delta hip (d)	-10.1	57	39.4	33.3	-64.9	-47.5	102.6
Wmax hip (d/s)	37.647	158.996	329.255	664.494	698.636	445.214	159.607
A knee joint (d)	92	144.7	130.5	166.5	100.2	57.1	176.7
Delta knee joint (d)	26.4	52.7	-14.2	36	-66.3	-43.1	119.6
Wmax knee joint (d/s)	79.729	127.48	127.63	405.197	506.305	473.102	145.449
A ankie (d)	64.6	88	73.6	107.3	65.4	60.6	90.7
Delta ankle (d)	4.3	23.5	-14.5	33.8	-42	-4.8	30.1
Wmax ankle (d/s)	30.85	58.753	149.999	343.829	287.497	30.818	57.321





WEIGHTLIFTING SNATCH (RIVOK)

Athlet details

First name	MAMED				
Last name	EDIEV				
Birthday	24/4/2004				
Sex	м				
Body Weight (kg)	54.778				
Total height (m)	1.67				
Session date	10/09/2020				
Barbell Weight (kg)	70				



stage	Tyaga1	Podriv2		Podsed3		Vstav4
phase	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	848
MaxForward (sm)	0.336	-5.292	-,358	1,237	-1.773	-6.41
MaxBackwards (sm)	-5.094	-7.477	-8.144	-1.385	-7.68	-13.825
PMax/BodyW (BT/kg)	17.867	26.177	44.925	15.448	0.115	13.576
PMean/BodyW (BT/kg)	10.132	19.569	29.402	4.205	-2.934	4,796

Jmosh (kg/s) - all	80.882	F1 (kg)	151.981
HFinishMax (sm)	161.475	F2 (kg)	124.414
HVMax (sm)	85.279	F3 (kg)	182.292
HVMax (%)	52.813	ST (kg*s)	8.345
		ST (%) [62.5-74]	56.725
DeltaPlusAngleHip (d)	5.5	SP (kg*s)	6.366
DeltaPlusAngleKJ (d)	6	SP (%) [26-37.5]	43.275
DeltaPlusAngleAnkle (d)	3.5	SP/ST	0.763





WEIGHTLIFTING SNATCH (RIVOK)

Athlet details

Atmet	Ctano
First name	MAMED
Last name	EDIEV
Birthday	24/4/2004
Sex	М
Body Weight (kg)	54.778
Total height (m)	1.67
Session date	10/09/2020
Barbell Weight (kg)	70



Electromyography

stage	Tyaga1		Podriv2		Podsed3		Vstav4	BW0
phase	1.1	1,2	2.1	2.2	3.1	3.2	4	0
Trapezius1L Mean (mV)	0,363	0.643	0.444	0.594	0.66	0.781	0,494	0.01
Trapezius1L Max (mV)	2.577	2.386	1.782	2.262	2.33	3.706	2.79	0.057
Trapezius1L FMean (Hz)	82.65	95.38	109.42	96.59	94.8	90.59	98.06	55.12
Trapezius2R Mean (mV)	0.373	0.527	0.383	0.405	0.561	0.85	0.558	0.015
Trapezius2R Max (mV)	2.169	2.456	1.338	1.216	3.146	3.331	3.22	0.077
Trapezius2R FMean (Hz)	82.59	94.91	114.04	112.53	96.47	78.49	81.39	67.01
Vastus lat3L Mean (mV)	0.226	0.324	0.375	0.254	0.191	0.128	0.246	0.003
Vastus lat3L Max (mV)	1.222	1.413	1.723	1.733	1.699	2,276	1.574	0.03
Vastus lat3L FMean (Hz)	88.35	115.16	132.58	114.38	86,06	91.28	115.39	111.79
Vastus lat4R Mean (mV)	0.203	0.349	0.351	0.207	0.145	0.096	0.256	0.002
Vastus lat4R Max (mV)	1.544	1.56	1.674	1.485	1.641	1,437	2.03	0.011

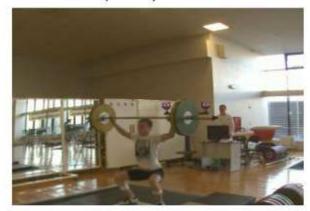




WEIGHTLIFTING SNATCH (RIVOK)

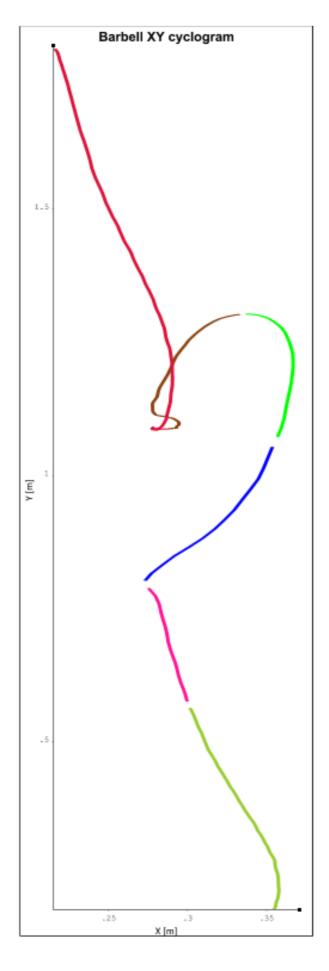
Athlet details

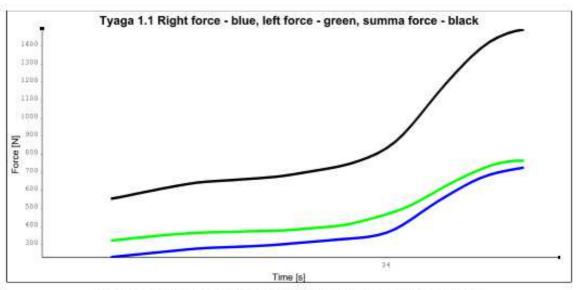
Aunera	Ctallo
First name	MAMED
Last name	EDIEV
Birthday	24/4/2004
Sex	м
Body Weight (kg)	54.778
Total height (m)	1.67
Session date	10/09/2020
Barbell Weight (kg)	70

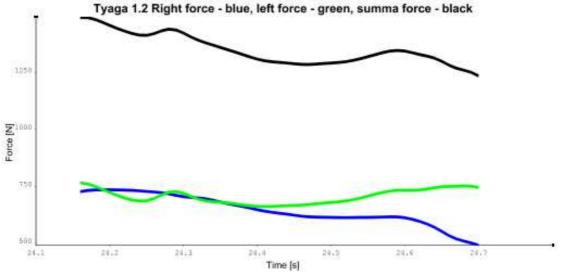


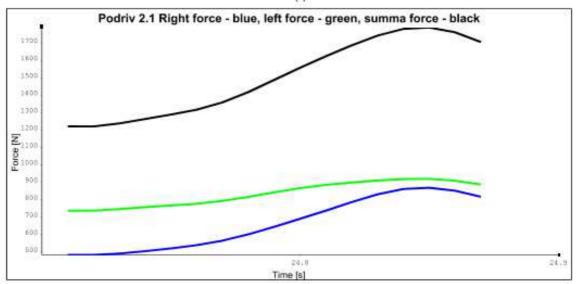
Electromyography

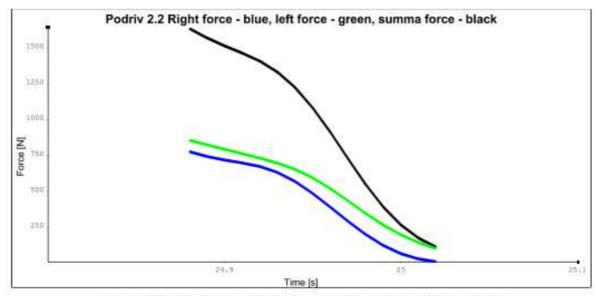
stage	Tyaga1		Podriv2		Podsed3		Vstav4	BW0
phase	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4	0
Biceps fem5L Mean (mV)	0.142	0.427	0.707	0.329	0.126	0.314	0.32	0.023
Biceps fem5L Max (mV)	1.728	2.447	3.104	2.911	0,929	3.182	3.144	0.18
Biceps fem5L FMean (Hz)	58.61	64.7	102.3	98.45	84.54	68.07	73.23	75
Biceps fem6R Mean (mV)	0.137	0.394	0.806	0.448	0.099	0.254	0.216	0.007
Biceps fem6R Max (mV)	1,43	1.696	2.631	3.211	0.598	2.006	2.177	0.071
Biceps fem6R FMean (Hz)	58.41	50.46	81.47	65.95	58.25	58.83	57.17	77.57
Gastrocn7L Mean (mV)	0.085	0.116	0.384	0.179	0.051	0.152	0.054	0.007
Gastrocn7L Max (mV)	0.773	1.136	1.37	1.108	0.188	1.552	0.685	0.054
Gastrocn7L FMean (Hz)	97.34	107.19	124.66	145.54	68.07	72.12	82.74	136.14
Gastrocn8R Mean (mV)	0.121	0.145	0.543	0.289	0.07	0.188	0.103	0.005
Gastrocn8R Max (mV)	1,44	1,191	2.721	2.369	0.253	2.722	2.38	0.049

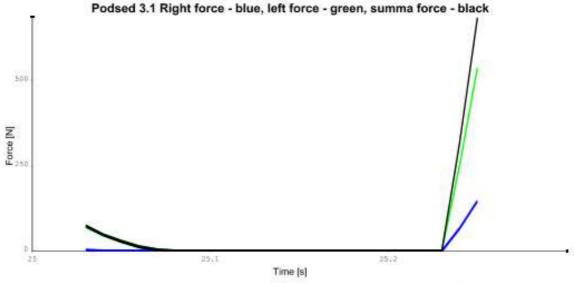


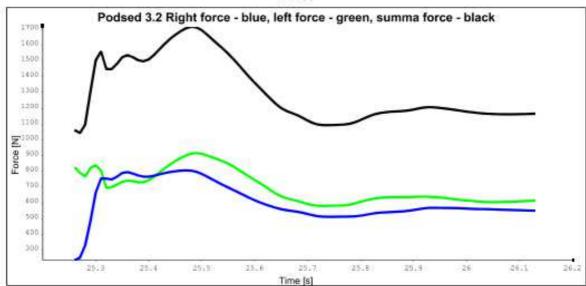


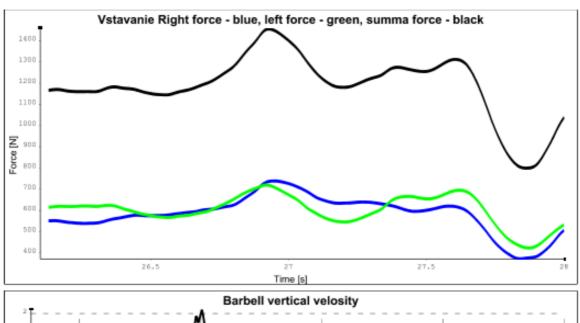


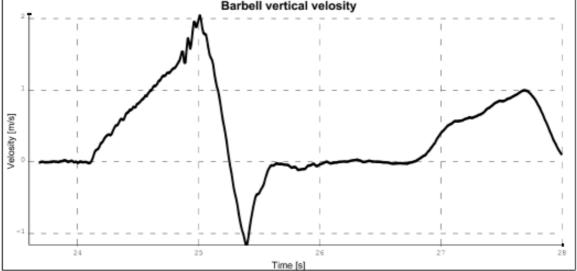


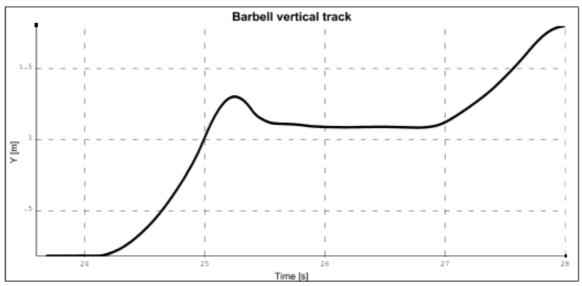


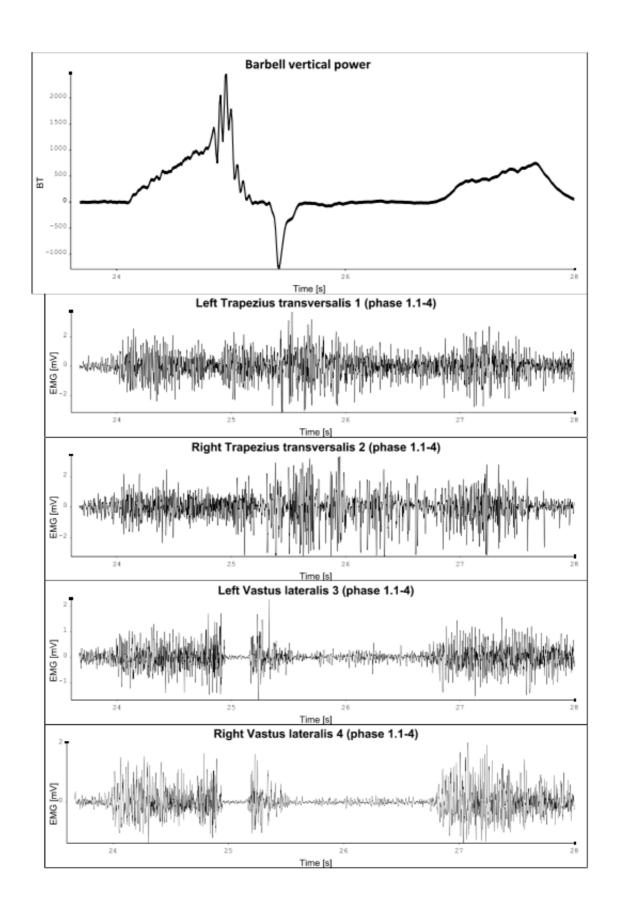


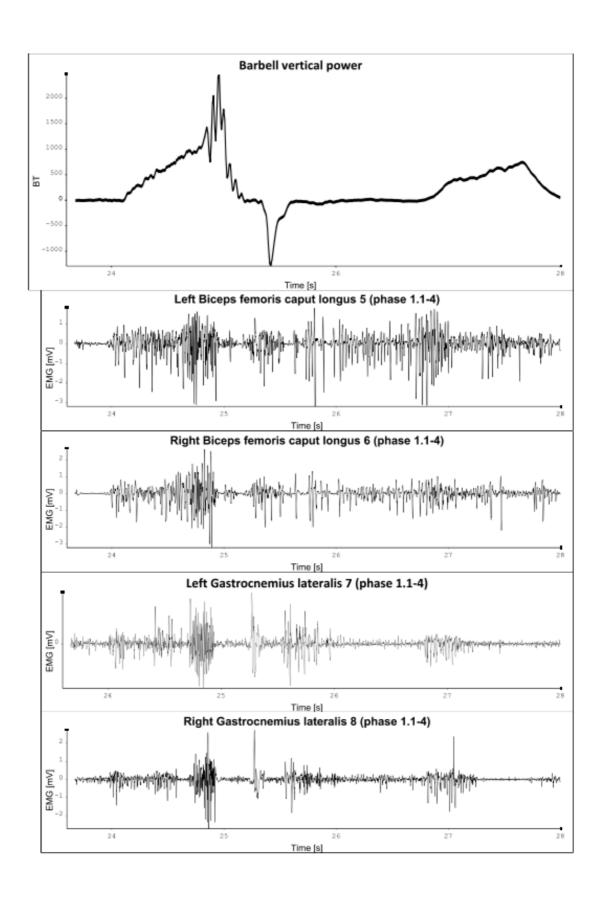


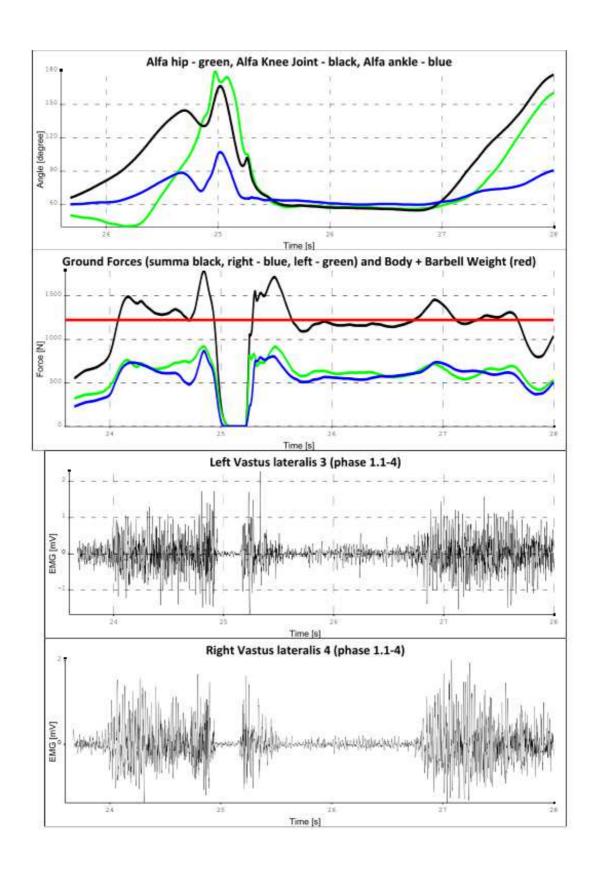












Tyaga 1.1



Podriv 2.1





Tyaga 1.2

Podriv 2.2



Podsed 3.1



Podsed 3.2



Vstavanie 4



Finish max



12



Таблица 5 - Сравнительный анализ и оценка биомеханических характеристик техники рывка спортсмена М.Э. (легкие весовые категории)

No	Показатели				(Фазы рывка			
п/п			Тяга 1.1	Тяга 1.2	Подрыв	Подрыв	Подсед	Подсед	Вставание4
					2.1	2.2	3.1	3.2	
1	Duration (s) -	Результат	0,49	0,54	0,17	0,15	0,23	0,88	1,87
	Длительность фазы, с	Норматив	0,36-0,79	0,38-0,57	0,10-0,14	0,11-0,14	0,24-	0,38-	1,00-1,12
							0,26	0,52	
		Оценка,	Необходим	ио быстрее в	выполнять ф	азу подрыва	, подседа	3.2 и встаг	вания.
		комментарии							
2	F (kg) - all	Результат	152	126	173,8	11,5	70	118,8	106
	Значение	Норматив	159,9-	90,0-	192,0-	0,7-21,5	122,4-	160,0-	118,0-142,0
	вертикальной		209,1	134,1	231,0		149,9	179,8	
	составляющей	Оценка,	Низкие зна	чения во вс	е фазы, скор	ее всего свя	заны с неб	большой м	ассой тела.
	усилия на опору	комментарии							
	двумя ногами в								
	граничный момент								
	между фазами								
	движения, кг				T		1	_	
3	Fmax (kg) - all	Результат	152	152	182,3	167	70	175	148,3
	Максимальное	Норматив	159,9-	170,0-	192,0-	192,0-	143,0-	172,8-	172,8-217,8
	значение		209,1	224,0	236,0	227,0	153,0	201,0	
	вертикальной	Оценка,	Низкие зна	чения во вс	е фазы, скор	ее всего свя	заны с неб	большой м	пассой тела
	составляющей	комментарии							
	усилия на опору								
	двумя ногами, кг								

4	Fmean (kg) – all	Результат	87,2	137,6	152,6	97,8	5,2	133	120,8	
	Среднее значение	Норматив	95,9-	151,0-	134,6-	82,3-141,7	24,7-	140,3-	130,0-158,0	
	вертикальной		107,9	195,0	184,0		43,9	174,0		
	составляющей	Оценка,	Низкие зна	чения в фаз	ы тяги, подс	еда и встава	ния, скоре	е всего св	язаны с	
	усилия на опору	комментарии	небольшой	массой тела	а. Подрыв в	ыполняет хо	рошо.			
	двумя ногами, кг	_								
5	Fasm_mean (%)	Результат	-9,03	-4,44	-11,36	-10,53	-62,92	-6,63	-1,57	
	Коэффициент	Норматив	-1,57-5,60	-1,45-3,20	-7,14-5,70	-6,10-6,10	-6,66-	-2,50-	-7,99-6,20	
	функциональной						8,00	5,45		
	асимметрии средних	Оценка,	Большой коэффициент функциональной асимметрии, большая левосторонняя							
	значении	комментарии	асимметри	я во все фаз	ы, кроме вст	гавания.				
	вертикальной									
	составляющей									
	усилий ног на опоры,									
	%									
6	Jmax (kg/sec) – all	Результат	607,5	123	709,4	-514,2	3237,2	3839,	8 277	
	Максимальная	Норматив	483,0-	194,4-	967,0-	303,0-	5011,0-	609,3	- 328,0-	
	скорость увеличения		833,0	513,6	1807,0	810,0	8878,0	2189,	0 632,7	
	вертикальной	Оценка,	Максималь	ная скорост	ъ меньше ср	редних значе	ний в фазі	ы тяги 1.2	и подрыва	
	составляющей	комментарии	2.1, при по	дседе и вста	вании.					
	усилия на опору									
	двумя ногами, кг/с									

7	Vmax (m/s)	Результат	-	1,19	1,54	2,05	1,86	0,001	0,99
	Максимальное	Норматив	-	1,20-1,79	1,41-1,91	2,13-2,31	2,00-2,30	0,00-0,10	0,86-
	значение								1,16
	вертикальной	Оценка,	Скорость г	рифа меньш	е средней п	ри переходе	от тяги к по	одседу.	
	составляющей	комментарии							
	скорости грифа, м/с								
8	H (sm)	Результат	-	37,8	60,3	86,8	111,7	90,1	161,5
	Средняя высота	Норматив	-	32,5-40,0	52,0-56,4	76,1-83,7	107,0-	88,6-93,8	147,9-
	подъема штанги по						112,0		156,0
	двум маркерам на	Оценка,	Хорошие п	оказатели.					
	грифе штанги в	комментарии							
	граничный момент								
	между фазами, см					<u> </u>			
9	DeltaH (sm)	Результат	-	37,78	22,48	26,49	24,93	-21,56	71,35
	Среднее	Норматив	-	32,75-	13,35-	24,50-	32,35-	-22,20–	56,65-
	вертикальное			44,50	18,75	34,00	39,45	(-13,45)	63,55
	перемещение грифа	Оценка,	Среднее ве	ртикальное	перемещени	ие грифа шта	анги характе	еризует хорс	ший
	штанги по двум	комментарии	подрыв, по	этому нет гл	пубокого ух	ода в подсед	[.		
	маркерам на грифе								
	штанги, см								
10	LengthTrack (sm)	Результат	-	38,34	21,45	26,57	24,27	24,37	75,13
	Средняя длина трека	Норматив	-	32,65-	12,50-	23,60-	32,70-	15,10-	57,25-
	перемещения грифа			45,15	17,85	33,75	41,97	25,25	64,20
	штанги по двум	Оценка,	Хорошие п	оказатели д	лины трека.				
	маркерам, см	комментарии							

11	A hip (d) Угол в	Результат	40,5	97,5	137	170,2	105,3	57,8	160,4
	правом	Норматив	52,6-87,0	94,9-	131,6-	174,7-	91,9-	68,8-90,1	157,9-
	тазобедренном			128,5	152,2	180,3	115,1		177,8
	суставе в граничный	Оценка,	Угол в тазобедренном суставе меньше средних характеристик в фази						
	момент между	комментарии	подрыва 2.	2 и подседа	3.2.				
	фазами, градусов								
12	Deltahip (d)	Результат	-10,1	57	39,4	33,3	-64,9	-47,5	102,6
	Амплитуда сгибания	Норматив	-1,4-7,3	34,5-55,8	23,3-38,1	13,5-49,4	-85,4- (-	-30,2 -	84,8-
	правого						65,0)	(-19,8)	100,0
	тазобедренного	Оценка,	Амплитуда сгибания тазобедренного сустава больше средних значений в фазы						
	сустава, градусов	комментарии	тяги 1.1 и подседа 3.2.						
13	Wmaxhip (d/s)	Результат	37,65	159	329,3	664,5	698,6	445,2	159,6
	Максимальная	Норматив	26,1-53,8	188,0-	334,0-	296,0-	482,0-	302,1-	154,0-
	угловая скорость			453,0	495,6	550,2	646,0	418,0	190,0
	сгибания правого	Оценка,	Максималь	ная угловая	скорость сі	тибания тазо	бедренного	сустава мен	ьше
	тазобедренного	комментарии	средних зн	ачений в фа	зы тяги 1.2,	подрыва 2.1	, больше в ф	разы под <mark>р</mark> ыв	за 2.2 и
	сустава, градусов/с		подседа.						
14	A kneejoint (d) Угол в	Результат	92	144,7	130,5	166,5	100,2	57,1	176,7
	правом коленном	Норматив	81,9-	142,0-	132,8-	169,3-	98,3-	68,4-81,2	174,6-
	суставе в граничный		100,4	155,0	142,1	177,2	114,4		179,0
	момент между	Оценка,	Угол в прав	вом коленно	ом суставе м	еньше средн	них значени	$\overline{\mathbf{m}}$ в фазы $\overline{\mathbf{no}}$	црыва 2.1
	фазами, градусов	комментарии	и подседа3	.2.					

15	Deltakneejoint (d)	Результат	26,4	52,7	-14,2	36	-66,3	-43,1	119,6
	Амплитуда сгибания	Норматив	-50,4-12,4	52,2-63,8	-21,9-(-	33,2-40,0	-80,3 -	-36,5-(-	102,0-
	правого коленного				8,5)		(-60,6)	27,0)	111,0
	сустава, градусов	Оценка,	Амплитуда сгибания коленного сустава больше средних значений в фаз						
		комментарии	подрыва 2.	1 и подседа	3.2.				
16	Wmaxkneejoint (d/s)	Результат	79,7	127,5	127,6	405,2	506,3	473,1	145,5
	Максимальная	Норматив	70,0-	165,0-	119,0-	367,0-	486,6-	197,0-	150,0-
	угловая скорость		111,7	194,0	278,6	462,0	709,0	293,6	183,0
	сгибания правого	Оценка,	Максималь	ная угловая	скорость сі	чбания коле	енного суста	ва больше с	редних
	коленного сустава,	комментарии	значений в	фазы тяги 1	.2, значител	іьно больше	в фазу подсе	еда 3.2.	
	градусов/с								
17	A ankle (d) Угол в	Результат	64,6	88	73,6	107,3	65,4	60,6	90,7
	правом	Норматив	61,1-73,2	79,3-90,9	71,3-79,1	105,0-	67,9-79,1	57,6-68,1	90,6-
	голеностопном					114,4			95,6
	суставе в граничный	Оценка,	Угол в голо	еностопном	суставе в пр	ределах сред	них значени	ий.	
	момент между	комментарии							
	фазами, градусов								
18	Deltaankle (d)	Результат	4,3	23,5	-14,5	33,8	-42	-4,8	30,1
	Амплитуда сгибания	Норматив	-10,9-5,2	15,6-21,7	-11,9 -(-	29,5-36,8	-45,2 -	-12,9-(-	26,1-
	правого				4,8)		(-29,3)	7,1)	34,8
	голеностопного	Оценка,	Амплитуда	сгибания г	оленостопно	ого сустава в	пределах с	редних знач	ений.
	сустава, градусов	комментарии							

19	Wmaxankle (d/s)	Результат	30,9	58,8	150	343,8	287,5	30,8	57,3
	Максимальная	Норматив	21,9-61,0	57,8-77,5	81,2-	323,0-	316,0-	45,9-80,6	55,9-
	угловая скорость	_			147,0	437,0	396,7		83,3
	сгибания правого	Оценка,	Максималь	ная угловая	скорость сг	ибания голе	ностопного	сустава мен	ьше
	голеностопного	комментарии	средних зн	ачений в фа	зы подседа.				
	сустава, градусов/с								
20	MaxForward (sm)	Результат	-	0,34	-5,29	-0,36	1,24	-1,77	-6,41
	Максимальный вылет	Норматив	-	0,59-2,08	-2,56-(-	1,00-4,10	3,11-8,25	-1,77-3,82	-7,80-(-
	вперед штанги от				0,34)				2,31)
	атлета в фазе	Оценка,	Максималь	ный вылет і	вперед штан	ги от атлета	больше в ф	азу подрыва	a 2.1.
	движения	комментарии							
	относительно ее								
	исходного								
	положения на старте								
	(со знаком плюс), см								
21	MaxBackward (sm)	Результат	-	-5,09	-7,48	-8,14	-1,39	-7,68	-13,83
	Максимальный	Норматив	-	-3,13-	-5,27-	-7,25 -	-1,75-3,99	-8,50 -	-12,80-
	приближение штанги			(-0,43)	(3,19)	(-4,79)		(-2,24)	(-5,82)
	к атлету в фазе	Оценка,	Максималь	ный прибли	жение штан	ги к атлету	больше в фа	азу тяги 1.2 г	И
	движения	комментарии	подрыва 2.	1.					
	относительно ее								
	исходного								
	положения на старте								
	(со знаком минус), см								

22	PMax/BodyW (BT/kg)	Результат	-	17,9	26,2	44,9	15,5	0,12	13,6
	Отношение	Норматив	-	19,2-	24,0-33,1	41,6-	18,6-40,1	0,5-2,0	12,8-
	максимальной			31,9		61,0			15,9
	вертикальной	Оценка,	Отношение м	аксимальн	ой вертикал	ьной полез	вной мощнос	сти тяжелоа	глета в
	полезной мощности	комментарии	фазе движени	я к весу ст	юртсмена не	емного мен	ьше в фазу	подседа, что	о связано
	тяжелоатлета в фазе		с небольшим	собственн	ым весом. В	целом хор	ошо.		
	движения к весу								
	спортсмена, Вт/кг								
23	PMean/BodyW	Результат	-	10,1	19,6	29,4	4,2	-2,9	4,8
	(BT/kg) Отношение	Норматив	-	11,6-	18,6-27,5	28,0-	5,3-7,0	-5,6- (-	6,8-8,2
	средней			14,3		39,0		4,6)	
	вертикальной	Оценка,	Отношение средней вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе						в фазе
	полезной мощности	комментарии	движения к весу спортсмена немного меньше в фазу подседа, что связано с						
	тяжелоатлета в фазе		небольшим собственным весом. В целом хорошо.						
	движения к весу								
	спортсмена, Вт/кг								

Таблица 6 - Показатели сформированные на основе вертикальной составляющей опорной реакции в рывке штанги у спортсмена М.Э. (легкие весовые категории) (при делении тяжелоатлетического упражения на фазы на основе опорных реакций)

No॒	Показатели	Результат	Норматив	Оценка, комментарии
п/п				
1	Jmosh (kg/s) - Скорость увеличения вертикальной составляющей усилия на опору в момент отделения штанги от помоста, кг/с	80,9	111,0-248,0	Меньше средних значений
2	HFinishMax (sm) - Максимум высоты траектории штанги относительно начала подъема, см	161,5	147,9-156,0	
3	HVMах (sm) - Высота достижения максимальной скорости движения снаряда относительно начала подъема, см	85,3	72,9-78,7	Больше средних величин, необходимо развивать максимальную скорость раньше
4	HVMax (%) - Высота достижения максимальной скорости движения снаряда, % от Нмах	52,8	47,7-52,1	Норма
5	F1 (kg) - Максимальное значение вертикальной составляющей усилия на опору двумя ногами в тяге, кг	152	170,0-216,0	Меньше средних величин, что связано с небольшим весом спортсмена
6	F2 (kg) - Локальный минимум вертикальной составляющей усилия на опору двумя ногами в фазе амортизации, кг	124,4	119,2-138,0	Норма

7	F3 (kg) - Максимальное значение	182,3	200,9-253,0	Меньше средних величин,
	вертикальной составляющей усилия на			что связано с небольшим
	опору двумя ногами в подрыве, кг			весом спортсмена
8	ST (kg * s) - Импульс силы в тяге за	8,4	9,0-14,0	Немного меньше средних
	вычетом веса атлета и веса штанги, кг*с			значений
9	SP (kg*s) - Импульс силы в подрыве за	6,4	6,4-10,6	Норма
	вычетом веса атлета и веса штанги, Н*с			
10	SP/ST - Соотношение импульсов сил в	0,76	0,46-1,05	Норма
	подрыве и тяге			

По результатам биомеханической оценки техники спортсмену были даны следующие рекомендации - необходимо быстрее выполнять фазу подрыва, подседа 3.2 и вставания. Значения вертикальной составляющей усилия на опору двумя ногами в граничный момент между фазами движения, максимальное и среднее значения вертикальной составляющей усилия на опору двумя ногами имеют низкие значения в фазы тяги, подседа и вставания, скорее всего связаны с небольшой массой тела. Большой коэффициент функциональной асимметрии, большая левосторонняя асимметрия во все фазы. Максимальная скорость меньше средних значений в фазы тяги 1.2 и подрыва 2.1, при подседе и вставании. Скорость грифа меньше средней при переходе от тяги к подседу.

Данные средней высоты подъема штанги и среднего вертикального перемещения грифа штанги характеризуют хороший подрыв, нет глубокого ухода в подсед. Хорошие показатели длины трека.

Угол в тазобедренном суставе меньше средних характеристик в фазы тяги 1.1, подрыва 2.2 и подседа 3.2. Амплитуда сгибания тазобедренного сустава больше средних значений в фазы тяги 1.1 и подседа 3.2. Максимальная угловая скорость сгибания тазобедренного сустава меньше средних значений в фазы тяги 1.2, подрыва 2.1, больше в фазы подрыва 2.2 и подседа.

Рекомендуется увеличить динамический акцент в подрыве, в момент переключения в работе коленного сустава от сгибания на разгибание (амортизация — финальный разгон; в фазы подрыва 2.1-2.2). Фаза амортизации несколько затянута. Рекомендуется увеличить скорость выполнения подрыва.

Угол в правом коленном суставе меньше средних значений в фазы подрыва 2.1 и подседа 3.2. Амплитуда сгибания коленного сустава больше средних значений в фазы подрыва 2.1 и подседа 3.2. Максимальная угловая скорость сгибания коленного сустава больше средних значений в фазы тяги 1.2, значительно больше в фазу подседа 3.2. Пик усилия в подрыве четко совпадает с моментом переключения в работе коленей от сгибания на разгибание. Это признак хорошего использования упругих свойств мышц – один из критериев эффективности техники – сильная сторона техники спортсмена.

Угол в голеностопном суставе в пределах средних значений. Амплитуда сгибания голеностопного сустава в пределах средних значений. Максимальная угловая скорость сгибания голеностопного сустава меньше средних значений в фазы подседа.

Отношение максимальной и средней вертикальной полезной мощности тяжелоатлета в фазе движения к весу спортсмена немного меньше в фазу подседа, что связано с небольшим собственным весом. В целом хорошие показатели.

Скорость увеличения вертикальной составляющей усилия на опору в момент отделения штанги от помоста меньше средних значений, показатель высоты достижения максимальной скорости движения снаряда

относительно начала подъема больше средних величин. Импульс силы в тяге за вычетом веса атлета и веса штанги немного меньше средних значений.

Высота достижения максимальной скорости движения штанги один из главных критериев эффективности техники рывка, этот показатель нужно сохранить.

Показатели ЭМГ свидетельствуют о хороших высоких значениях амплитудных и частотных характеристик всех изучаемых мышц. Отмечаются несколько высокие значения ЭМГ активности правой икроножной мышцы в фазу подрыва 2.2, что может свидетельствовать о подъеме на носок. В связи с чем рекомендуется отталкивание полной стопой.

5 Практические рекомендации по применению полученных параметров для коррекции технических и скоростно-силовых характеристик спортсменов

Анализ многолетнего процесса подготовки тяжелоатлетов показал, что спортивные результаты во многом обусловлены уровнем технического мастерства спортсменов. Обладание рациональной и эффективной техникой на различных этапах становления спортивного мастерства является необходимым условием быстрого прогресса в тяжелой атлетике [1-6].

Для решения смысловых задач подготовки спортсменов в олимпийском цикле, согласно современным концепциям, необходимо использовать следующие подсистемы управления:

- 1. Определение исходного состояния подготовленности спортсменов и прогнозирование модельных характеристик состояния, необходимого для достижения запланированного спортивного результата.
- 2. Разработка программы, раскрывающей содержание единого процесса воспитания, тренировки, соревнований и восстановления на основе исходного уровня подготовленности спортсменов и модельных характеристик, уровня которых необходимо достигнуть.
- 3. Система контроля выполнения запланированной программы и сравнение полученных результатов с промежуточными модельными характеристиками.
 - 4. Коррекция разработанной программы.

управления Реализация процесса технической подготовкой предполагает наличие модели техники в данном состоянии спортсмена и в том состоянии, которое необходимо достигнуть, а также модель средств и методов воздействия на структуру двигательного действия с целью изменения ее в нужном направлении. Понятие спортивной техники формировалось на основе научной теории движений биомеханических систем, интенсивное развитие которой началось с работ Н.А. Бернштейна. Спортивная техника понимается как способ двигательного действия в спортивной деятельности, направленного на достижения результата. От того, как объединена система движений в единое целое, зависит самое существенное - насколько совершенно данное двигательное действие.

Анализ многолетних исследований структуры тяжелоатлетических упражнений показывает [1-4], что трудно подобрать один универсальный критерий оценки технического мастерства. Более объективной и качественной оценки модели техники классических упражнений можно добиться при использовании целого комплекса критериев, к числу наиболее значимых и информативных предлагается отнести следующие:

- 1. Рациональная поза спортсмена в граничные моменты фаз движения.
- 2. Оптимальная амплитуда работы суставов нижних конечностей при выполнении фаз движения, сопряженных с динамическими акцентами.

- 3. Сохранение жесткого взаимодействия всех кинематических звеньев двигательного аппарата спортсмена с опорой и со снарядом при выполнении упражнения.
- 4. Способность к быстрому переключению в работе мышц нижних конечностей с уступающего режима на преодолевающий в моменты пиковых значений динамических акцентов.
- 5. Эффективное использование при выполнении двигательного действия сил упругой деформации грифа штанги, а также мышц и сухожилий.
- 6. Рациональное распределение во времени относительно граничных моментов фаз движении периодов активности мышечных групп, обеспечивающих рабочий эффект двигательного действия.
 - 7. Оптимальный ритмический рисунок движения.
- 8. Оптимальное распределение динамических акцентов во времени относительно граничных моментов фаз движения.
 - 9. Оптимальная траектория движения штанги.
- 10. Активная работа верхних конечностей в момент подхвата и приема снаряда при выполнении подседа.
- 11. Минимальное движение снаряда вниз в момент амортизации при выполнении опорного подседа.
- 12. Соотношение результатов в рывке и толчке штанги к максимальной силе мышц нижних конечностей должна быть в пределах соответственно 62% и 81%.
- 13. Оптимальная высота перемещения снаряда, на которой достигается максимальная скорость движения.
- 14. Выполнение фаз движения с опорой на полную стопу. Контроль за данным требованием можно осуществлять по характеру электромиограммы икроножной мышцы.
- 15. Локализация пиковых усилий на опору и снаряд за минимальное время.

Спортсмены должны придерживаться следующих методических приемов и педагогических рекомендаций по управлению процессом совершенствования техники рывка, подъема на грудь и толчка штанги от груди с использованием данных экспресс-контроля.

- 1. Ознакомление с данными паспортизации техники рывка, подъема на грудь и толчка штанги от груди. Анализ ошибок в технике и причин их порождающих. Методическое занятие по теории тяжелоатлетических упражнений с акцентом внимания на фазовый состав и структуру этих упражнений, общность требований к их выполнению, на схожесть механизмов, заложенных в организации периода подрыва и собственно толчка с привлечением знаний из физиологии и биомеханики.
- 2. Данные паспортизации техники составляются для каждого спортсмена, сравниваются с модельными характеристиками рациональной техники соревновательных упражнений, которая соответствует всем критериям эффективности. В ходе анализа паспортных данных

определяется, что является ошибкой в технике, а что индивидуальностью в связи с особенностями телосложения и структуры развития физических качеств. На этой основе планируется для каждого спортсмена индивидуальная работа по коррекции и совершенствованию технического мастерства.

- 3. Проводится специальная работа по ознакомлению спортсменов и тренеров с отличительными особенностями техники выполнения традиционных и нетрадиционных специально-подготовительных упражнений и требованиями к технике их исполнения, а также рациональному применению данных упражнений в учебно-тренировочном процессе в зависимости от целей, задач, этапов и периодов подготовки.
- 4. Совершенствование техники рывка, подъема на грудь и толчка штанги от груди необходимо производить в комплексе. Акцентировать внимание на единство и общность механизмов и характера взаимодействия атлета со снарядом и опорой в подрыве и собственно толчке, при выполнении которых очень важно умение полноценно использовать упругие свойства грифа, а также способность мышц и сухожилий накапливать энергию упругой деформации и повышая тем самым динамические характеристики скоростно-силовых упражнений.
- формирования умения необходимо 5. Для такого активное использование различных комбинаций прыжковых отягощениями или без них, в которых присутствует механизм быстрого переключения в работе нижних конечностей от сгибания на разгибание. условием правильного выполнения подобных упражнений является совпадение по времени моментов локализации пиковых значений усилия на опору и переключения работающих мышц от растяжения на сокращение. Такое умение правильного выполнения подобных упражнений легче приобретается при условии, когда снаряд находится на плечах, чем когда он находится на груди или в висе в руках.
- 6. Обучать данному варианту выполнения фаз и периодов в соответствии с дидактическими принципами следует на первом этапе в облегченных условиях (малый вес, расчленение упражнения в соответствии с граничными моментами фаз, упрощенные позы и условия их выполнения).
- 7. Для качественного формирования правильных навыков и умений целесообразно использование имитационных упражнений с определенной двигательной установкой. В одном случае необходимо обращать внимание внешнюю форму движения, в другом на правильность динамической и скоростной структуры упражнения. Особо следует обращать внимание на целостность выполнения подрыва и собственно толчка, исключая остановку в момент переключения в работе нижних конечностей от сгибания на разгибание, в котором происходит локализация пиковых значений усилия на опору.
- 8. Для успешной реализации процесса управления технической подготовкой необходимо активное использование информации, полученной с помощью экспресс-контроля, для получения объективных данных о

различных характеристиках техники. Для этапного контроля может использоваться комплексное тестирование всех параметров техники соревновательных упражнений. Для проведения текущего или оперативного контроля может использоваться отдельная регистрация траектории движения штанги, динамограммы и гониограммы коленного сустава, времени выполнения фаз и периодов движения. Сопоставление полученных показателей с паспортными данными и с модельными характеристиками дает ценную информацию для принятия точечных управленческих решений по коррекции в технике тяжелоатлетических упражнений.

- 9. При отборе средств технической подготовки предпочтение следует отдавать тем средствам, которые позволяют сохранять рациональную позу спортсмена в граничные моменты фаз, поддерживают скорость движения снаряда, характерную для соревновательного упражнения, проявляют большие значения максимального усилия и взрывной силы в моменты локализации динамических акцентов при выполнении упражнений.
- 10. В процессе работы по совершенствованию техники классических упражнений необходимо придерживаться следующих правил:
- а) использовать тяги рывковые и толчковые с помоста и с виса с весами 70–90% от максимального результата, сохраняя динамическую структуру и скоростной режим соревновательных упражнений; скоростные тяги с весом 50–70% с прыжком вверх при выполнении подрыва;
- б) для развития максимальной взрывной силы в 1–2 фазе допускается использование тяги с весом 90–110%, но ее необходимо выполнять без подрыва или с остановками; осуществлять контроль за стартовым движением с опорой на полную стопу, поддерживать правильные позы в граничные моменты фаз, поддерживать жесткое взаимодействие всех звеньев опорно-двигательного аппарата спортсмена со снарядом. Для исключения негативного влияния на скоростные качества и перенапряжения опорно-двигательного аппарата спортсмена необходимо строго дозировать данное упражнение в объеме тренировочной нагрузки, особенно в соревновательный период;
- в) совершенствовать технику рывка и подъема штанги на грудь можно с помощью выполнения данных упражнений из исходного положения в висе или с плинтов, гриф ниже или на уровне коленных суставов, подбирая такое отягощение, которое позволяло бы атлету сохранять правильное положение звеньев тела в граничные моменты фаз, выполнять упражнение с опорой на полную стопу без задержек в работе суставов нижних конечностей от сгибания на разгибание;
- г) использовать рывок или подъем штанги на грудь с виса или с плинтов из исходного положения гриф выше уровня коленных суставов, которые позволяют развивать большее усилие в подрыве, способствуя повышению максимальной и взрывной силы и мощности сокращения мышц, а также реактивных способностей нервно-мышечного аппарата. При выполнении данных упражнений следует контролировать правильность позы в граничные моменты 2–3, 3–4 фаз, не допускать ошибок, связанных с

искусственным разделением 3–4 фазы, когда спортсмены смещают динамический акцент на момент разгибания коленных суставов, т.е. в четвертую фазу, нарушая при этом динамическую структуру целостного двигательного действия.

- д) рывок штанги с плинтов из исходного положения гриф выше уровня коленных суставов с большими отягощениями создает экстремальную ситуацию для выполнения подседа, моделирующую условия выполнения классического рывка с предельными весами, что позволяет рассматривать данное упражнение в качестве эффективного средства совершенствования безопорной и опорной фаз целостного движения;
- совершенствования толчка штанги груди рекомендовать такие упражнения, как толчок со стоек от груди и из-за головы, швунг толчковый, швунг жимовой, толчок с ходу после опускания штанги на грудь из верхней позиции, толчок штанги от груди после кратковременной остановки В нижней точке переключения выталкивание. Контроль должен быть направлен на вертикальное положение туловища, наличие жесткого взаимодействия грудной клетки со снарядом, выполнение упражнения с опорой на полную стопу без задержек в момент переключения в работе коленных суставов от сгибания на разгибание, добиваясь полноценного использования работающих МЫШЦ и грифа штанги ДЛЯ повышения динамических характеристик двигательного действия.
- Учитывая показателей высокую зависимость техники тяжелоатлетических упражнений и их результативности от уровня развития взрывной силы и реактивных способностей нервно-мышечного аппарата, рекомендуется использовать различные варианты прыжковых упражнений с отягощениями и без них, а также прыжки в глубину с последующим выпрыгиванием (ударный метод), для развития указанных качеств по методике, описанной специальной литературе. контролировать технику выполнения прыжковых упражнений, добиваясь их максимального соответствия структуре выполнения периода подрыва и собственно толчка с целью совершенствования механизмов быстрого переключения в работе нижних конечностей от сгибания на разгибание, обеспечивают полноценное использование деформации и рефлексов на растяжение нервно-мышечного аппарата для повышения эффекта двигательного действия скоростно-силового характера.
- 12. Целенаправленно планировать в тренировочном процессе специальные упражнения, направленные на развитие силовых и скоростносиловых качеств верхнего плечевого пояса и рук в координации, свойственной рациональному выполнению периода подседа и фиксации снаряда в рывке, подъеме на грудь и толчке штанги от груди. Применять специальные упражнения для совершенствования координационных механизмов выполнения таких важных элементов техники, как подхват и прием снаряда руками в фазе безопорного и опорного подседа.
 - 13. Способность атлета использовать взрывную силу мышц

разгибателей коленных суставов при ударном взаимодействии с опорой и штангой во многом зависит от возможности атлета принять необходимую позу в граничный момент между 2 и 3 фазами движения, а также от величины угловой скорости сгибания коленных суставов в 3-й фазе. Возможность принять рациональную позу перед подрывом и угловая скорость сгибания коленных суставов во многом зависят от уровня максимальной и взрывной силы мышц задней поверхности бедра, разгибателей тазобедренного сустава. Поэтому в ходе тренировочного процесса необходимо целенаправленно планировать на различных этапах подготовки средства и методы, направленные на развитие максимальной и взрывной силы мышц задней поверхности бедра в позе, характерной для рациональной техники рывка и подъема на грудь.

- 14. Для повышения точности и стабильности двигательных действий необходимо увеличение суммарного объема тренировочной нагрузки с использованием соревновательных упражнений с весами в зоне интенсивности более 90% от максимального результата, опираясь на дидактические принципы постепенности, доступности и непрерывности.
- 15. При совершенствовании техники двигательных действий использовать преимущественно однократные и двукратные повторения соревновательных упражнений с предельными и околопредельными весами в серии из 7-10 подходов с целью исключения факторов утомления, вызывающих выраженные нарушения в технике тяжелоатлетических упражнений.
- 16. С целью совершенствования техники вставания из подседа при выполнении толчка, а также развития силы мышц ног и мышц, обеспечивающих жесткость взаимодействия грудной клетки спортсмена со снарядом при выполнении собственно толчка штанги от груди следует радикально увеличить объемную долю приседаний со штангой на груди с весами, близкими или превышающих максимальный результат в классическом толчке.
- 17. В ходе реализации процесса совершенствования техники классических упражнений необходимо вести специальную работу по созданию у спортсмена правильного представления об идеальной модели (программы) двигательного действия, соответствующего всем критериям эффективной техники соревновательных упражнений. С этой целью следует каждому спортсмену рекомендуется давать индивидуальную определенную установку перед выполнением тренировочных упражнений.

Системный комплексный биомеханический и педагогический контроль позволяет объективно и своевременно выявлять лимитирующие факторы в структуре подготовленности спортсменов и вносить корректирующие действия в учебно-тренировочный процесс, обеспечивая на практике реализацию основных принципов и элементов управления наиболее важными компонентами спортивной подготовки на всех этапах становления спортивно-технического мастерства тяжелоатлетов.

Список литературы

- 1 Шалманов А.А. Методика регистрации поступательного и вращательного движения штанги / А.А. Шалманов, А.П. Баюрин, В.Ф. Скотников // Экстремальная деятельность человека. 2014. №. 4.– С. 27-31.
- 2 Хасин Л. А. Биомеханический анализ техники тяжелоатлета при выполнении рывка классического на основе скоростной видеосъемки и компьютерного моделирования / Л.А. Хасин // Теория и практика физической культуры. -2013. №. 11. C.100-104.
- 3 Сивохин И.П. Анализ биомеханических факторов эффективности техники подъема штанги на грудь при выполнении классического толчка / И.П. Сивохин, В.Ф. Скотников, Я.В. Прикладов // Наука и спорт: современные тенденции. -2015.-T.7.-N2. -2015.-T.7.-N2. -2015.-T.7.-N3.
- 4 Фураев А. Н. Алгоритмы выделения биомеханических показателей на примере рывка штанги /А.Н. Фураев //Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте. 2013. –С.155-160.
- 5 Лукашев А.А. Анализ техники выполнения рывка тяжелоатлетами высокой квалификации: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.04. М.: ГЦОЛИФК, 1972. 35 с.
- 6 Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика: методика подготовки юного тяжелоатлета: учеб. пособие для вузов / Л. С. Дворкин. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2017. 375 с.
- 7 Нопин С.В. Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического толчка / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020660143, 28.08.2020. Заявка № 2020619201/69 от 20.08.2020.
- 8 Нопин С.В. Биомеханическая и электромиографическая экспресс оценка тяжелоатлетического рывка / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020660142, 28.08.2020. Заявка № 2020619210/69 от 20.08.2020.
- 9 Леутин В.П. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность / В.П. Леутин, Е.И. Николаева СПб., Речь, 2005. 366 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение
1 Аппаратно-программный комплекс для исследования техники
тяжелоатлетических упражнений4
2 Структура тяжелоатлетических упражнений рывок и толчок,
используемая для получения биомеханических данных
3 Регистрируемые и отражаемые в протоколе показатели биомеханики
тяжелоатлетических упражнений рывок и толчок
4 Пример числовых данных результирующего протокола, их оценки и
рекомендаций по коррекцию техники
5 Практические рекомендации по применению полученных
параметров для коррекции технических и скоростно-силовых характеристик
спортсменов
Список литературы72