

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА и ЗДОРОВЬЯ  
имени П. Ф. ЛЕСГАФТА, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

На правах рукописи

САМСОНОВ Глеб Александрович

КОРРЕКЦИЯ ТЕХНИКИ ЖИМА ШТАНГИ ЛЕЖА ПАУЭРЛИФТЕРОВ  
ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕОДОЛЕНИЯ  
“МЕРТВЫХ ЗОН”

Специальность 13.00.04 - Теория и методика физического воспитания,  
спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной  
физической культуры

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Научный руководитель:  
Канд. биол. наук, доцент Кичайкина Н.Б.

Санкт-Петербург - 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ТЕХНИКА ЖИМА ШТАНГИ ЛЕЖА И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ	12
1.1. Техника жима штанги лежа на горизонтальной скамье	12
1.2. Кинематические характеристики жима штанги лежа	15
1.2.1. Временные характеристики фаз и периодов при выполнении жима штанги лежа	16
1.2.2. Пространственные характеристики основных фаз жима штанги лежа	18
1.2.3. Пространственно-временные характеристики основных фаз жима штанги лежа	20
1.3. Биомеханический анализ жима штанги лежа при преодолении спортсменом “мертвой зоны”	26
1.3.1. Биомеханические характеристики жима штанги лежа при преодолении “мертвой зоны”	26
1.3.2. Причины возникновения “мертвой зоны” в жиме штанги лежа	30
1.4. Мышечное обеспечение жима штанги лежа на горизонтальной скамье	34
1.4.1. Характеристика активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа	35
1.4.2. Характеристика активности мышц нижних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа	39
1.5. Элементы жима штанги лежа и их биомеханический анализ	40
1.6. Методики коррекции техники пауэрлифтеров высокой квалификации, учитывающие их индивидуальные особенности	50
1.7. Заключение по первой главе	53
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	55
2.1. Методы исследования	55
2.1.1. Теоретический анализ и обобщение литературных и документальных источников	55

2.1.2. Опрос тренеров и спортсменов	55
2.1.3. Педагогические наблюдения за техникой выполнения жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации	56
2.1.4. Видеосъемка с последующим биомеханическим анализом	57
2.1.5. Электромиография	60
2.1.6. Устройство для фиксации отрыва таза при выполнении жима штанги лежа	63
2.1.7. Полидинамометрия	65
2.2. Организация спортивно-педагогических экспериментов	68
2.2.1. Первый констатирующий эксперимент	68
2.2.2. Второй констатирующий эксперимент	70
2.2.3. Третий констатирующий эксперимент	73
2.2.4. Четвертый констатирующий эксперимент	74
2.2.5. Педагогический эксперимент	74
2.3. Статистическая обработка данных исследования	76
<b>ГЛАВА 3. БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЖИМА ШТАНГИ ЛЕЖА С ЦЕЛЬЮ ПРЕОДОЛЕНИЯ “МЕРТВЫХ ЗОН”</b>	<b>77</b>
3.1. Критерии определения “мертвой зоны” в жиме штанги лежа и варианты выполнения фазы подъема спортсменами высокой квалификации	77
3.2. Механизмы преодоления “мертвых зон” при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации	87
3.3. Электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации	92
3.4. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации	103
3.5. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации	108
3.6. Механизм передачи импульса от нижних конечностей штанге при выполнении жима штанги лежа	115

3.7. Заключение по третьей главе	118
ГЛАВА 4. ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ЖИМА ШТАНГИ ЛЕЖА ПАУЭРЛИФТЕРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕОДОЛЕНИЯ “МЕРТВЫХ ЗОН”	121
4.1. Характеристика особенностей проведения педагогического эксперимента	121
4.2. Характеристика методики коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации с целью преодоления “мертвых зон”	122
4.3. Результаты проведения педагогического эксперимента	134
4.4. Заключение по четвертой главе	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	144
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	148
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	149
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	163
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Акты внедрения результатов диссертационного исследования	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Графики вертикальной и горизонтальной составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением	167
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Графики вертикальной и горизонтальной составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачные попытки)	177
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. План недельных микроциклов для атлетов, тренирующихся по контрольной методике	187
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Результаты тестирования экспериментальной группы	193

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** Жим штанги лежа на горизонтальной скамье является одним из трех соревновательных упражнений силового троеборья (пауэрлифтинга). С 1990 года жим штанги лежа признан самостоятельным видом спорта, по которому проводятся чемпионаты Европы и мира.

Следует отметить, что жим штанги лежа широко применяется с целью силовой подготовки в большинстве Олимпийских видах спорта (боксе, борьбе, тяжелой атлетике, хоккее с шайбой). Кроме того, это упражнение используется в фитнесе и бодибилдинге с целью увеличения силы мышц туловища и верхних конечностей.

Улучшение результатов в любом виде спорта предполагает, прежде всего, совершенствование его научной и учебно-методической базы, где исследование техники соревновательных упражнений является едва ли не определяющим компонентом этого процесса.

Огромный интерес среди тренеров и спортсменов вызывает явление “мертвой зоны”, от эффективности преодоления которой зависит результат, показанный спортсменом. Тем не менее, существуют противоречивые взгляды на понимание механизмов и времени возникновения “мертвой зоны” при выполнении жима штанги лежа.

**Степень разработанности темы исследования.**

Существует достаточно много публикаций, посвященных «мертвой зоне» в жиме штанги лежа (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1985. Vol. 17. No. 3. P. 344-353; Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1989. Vol. 21. No. 4. P. 450-462; Van den Tillaar R., Ettema G., The “sticking period” in bench press // *Journal of Sports Sciences*. 2010. Vol. 28. No 5. P.529-535), однако во всех экспериментальных исследованиях предполагается наличие только одной “мертвой зоны”, что существенно обедняет возможности коррекции техники этого двигательного действия.

Достаточно хорошо изучена работа мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа спортсменами различной квалификации (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1989. Vol. 21. No. 4. P. 450-462; Van den Tillaar R., Ettema G., The “sticking period” in bench press // *Journal of Sports Sciences*. 2010. Vol. 28. No 5. P.529-535; Кострюков В.В. Зависимость динамики мышечных усилий от характера отягощений в пауэрлифтинге // *Теория и практика физической культуры*, 2011. № 11. С. 76-80; Gołaś A., Król H. Biomechanical analysis of Flat Bench Pressing (Case study) // *Selected problem of biomechanics of sport and Rehabilitation*. V. II. Warsaw. 2014. P. 32-42), однако отсутствуют экспериментальные исследования, посвященные изучению активности мышц нижних конечностей, играющих существенную роль в создании опорной конструкции при выполнении жима штанги лежа.

Проблема коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации, учитывающая их индивидуальные особенности разработана крайне недостаточно. По этой проблематике имеется несколько публикаций (Муравьев В.Л. Пауэрлифтинг. Путь к силе. Москва: Светлана П. 1998.; Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика: учебник для вузов. М.: Советский спорт. 2005. 600 с.; Шейко Б.И. Методика обучения технике соревновательных упражнений. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 279-312).

Анализ изложенного выше позволяет считать дальнейшую системную работу по исследованию техники жима штанги лежа с привлечением данных о мышечном обеспечении этого двигательного действия актуальной и перспективной.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – разработать методику коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации для преодоления “мертвых зон”.

З а д а ч и и с с л е д о в а н и я :

1. Разработать критерий выявления “мертвых зон” в жиме штанги лежа и определить варианты проявления “мертвых зон” при выполнении этого двигательного действия пауэрлифтерами высокой квалификации;
2. Выявить механизмы преодоления “мертвых зон” при выполнении жима штанги лежа пауэрлифтерами высокой квалификации;

3. Разработать методику коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации с целью преодоления “мертвых зон”.

Научная новизна исследования:

1. Установлено, что при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением в фазе подъема штанги от груди возможно проявление нескольких “мертвых зон”;
2. Выявлены четыре возможных варианта проявления “мертвых зон”, закономерности их формирования и механизмы их преодоления при выполнении жима штанги лежа;
3. Предложены новые определения понятий “мертвая зона” и неблагоприятная зона;
4. Разработан новый критерий выявления “мертвой зоны”;
5. Доказано, что вариант проявления “мертвой зоны” определяется соотношением уровня развития силы мышечных групп, обеспечивающих жим штанги лежа;
6. Предложен коэффициент “мертвой зоны” ( $K_{МЗ}$ ), позволяющий количественно оценить соотношение силы мышечных групп, обеспечивающих выполнение жима штанги лежа;
7. Разработана методика коррекции техники жима штанги лежа с целью преодоления “мертвых зон”, учитывающая индивидуальные особенности технической и специальной силовой подготовленности спортсменов.

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении теоретической базы теории и методики физической культуры, а именно:

1. Предложена новая фазовая структура жима штанги лежа;
2. Даны новые определения понятий “мертвая зона” и неблагоприятная зона;
3. Представлен новый критерий выявления “мертвой зоны”;
4. Установлена зависимость техники выполнения жима штанги лежа от уровня развития силы мышц и характера согласования их активности;

5. Сформулированы новые теоретические представления о механизмах проявления и преодоления “мертвых зон”.

#### Практическая значимость исследования

Разработаны рекомендации по коррекции техники жима штанги лежа и специальной силовой подготовки пауэрлифтеров высокой квалификации с целью преодоления “мертвых зон”. Результаты исследования внедрены в учебно-тренировочный процесс РОО “Федерации пауэрлифтинга Санкт-Петербурга”, а также в учебный процесс кафедры теории и методики атлетизма Национального государственного университета физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (приложение А).

#### Методология исследования

Теоретико-методологические основы исследования составляют: принцип сопряженного развития физических качеств и совершенствования двигательных навыков (Дьячков В.М. Совершенствование технического мастерства спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1972. 231 с.; Курамшин Ю.Ф. Теория и методика физической культуры: учебник. М.: Советский спорт, 2004. 464 с.; Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. М.: Советский спорт. 2005. 820 с.), основы специальной силовой подготовки спортсменов (Верхошанский Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Физкультура и спорт, 1977. 215 с.; Воробьев А.Н. Тяжелоатлетический спорт. Очерки по физиологии и спортивной тренировке. М.: Физкультура и спорт, 1977. 255 с.; Медведев А.С. Система многолетней подготовки в тяжелой атлетике. М.: Физкультура и спорт, 1986. 272 с.; Зациорский В.М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания. 3-е изд. М.: Советский спорт, 2009. 200 с.; Хартманн Ю. Тюннеманн Х. Современная силовая тренировка. Берлин: Шпортферлаг. 1988. 335 с.; Zatsiorsky V.M., Kramer W.J. Science and Practice of Strength. Champaign, IL: Human Kinetics. 2006. 251 p.; Stone M.H., Stone M. Sands W.A. Principles and practice of resistance training. Champaign IL.: Human Kinetics. 2007. 376 p.; Baechle T. Earle R. Essentials of Strength training and Conditioning. Champaign, IL. Human Kinetics. 2008. 640 p.), периодизация и объем тренировочных нагрузок в пауэрлифтинге (Виноградов Г.П. Атлетизм: теория и методика тренировки. М.: Советский спорт, 2009. 328 с. Шейко Б.И. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера М.: Медиагрупп “Активформула”. 2013. 403 с.; Rippetoe M., Bradford, S. Starting Strength Basic Barbell Training, 3rd ed., 2011: Aasgaard Company, Wichita Falls, Texas. 371 с.



Evangelista, P. DCSS. Power mechanics for power lifters: Olympian's News. 2011. 768 p.), а также экспериментальные данные об анатомических, физиологических и биомеханических особенностях опорно-двигательного аппарата человека и закономерностях построения спортивных движений (Бернштейн Н.А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947. 254 с.; Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. Т.1. Учение о костях, связках и мышцах. М.: Медицина, 1972. 458 с.; Жеков И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений. М.: Физкультура и спорт, 1976. 192 с.; Иваницкий М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии) учеб. для ин-тов физ. культ. М.: Физкультура и спорт. 1985. 544 с.; Уилмор Дж., Костил Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности. Киев: Олимпийская литература, 1997. 503 с. Энока Р. Основы кинезиологии. Киев: Олимпийская литература, 1998. 399 с.; Мак-Комас А. Дж. Скелетные мышцы. Строение и функции. Киев: Олимпийская литература. 2001. 407 с.; Ткачук, М.Г. Анатомия: учебник для студентов высших учеб. заведений. М.: Советский спорт, 2010. 392 с.).

**Г и п о т е з а и с с л е д о в а н и я :**

Предполагается, что использование в тренировочном процессе экспериментальной методики коррекции техники жима штанги лежа, созданной на основе изучения закономерностей проявления “мертвых зон” и механизмов их преодоления позволит компенсировать замедление прироста силы мышц за счет более эффективной техники движения и сохранить темп прироста результатов в жиме штанги лежа у пауэрлифтеров высокой квалификации.

**М е т о д ы и с с л е д о в а н и я :** теоретический анализ и обобщение литературных источников по технической и специальной силовой подготовке пауэрлифтеров высокой квалификации, опрос тренеров и спортсменов, педагогические наблюдения, видеосъемка с последующим биомеханическим анализом, электромиография, полидинамометрия, констатирующий и педагогический эксперименты, статистическая обработка материалов исследования.

**О б ъ е к т и с с л е д о в а н и я :** учебно-тренировочный процесс спортсменов-пауэрлифтеров высокой квалификации.

**П р е д м е т и с с л е д о в а н и я :** методика коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации с целью преодоления “мертвых зон”.

Положения, выносимые на защиту:

1. При выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением у пауэрлифтеров высокой квалификации возможно проявление нескольких “мертвых зон”.

2. Причины возникновения первой и второй “мертвых зон” различаются, поэтому механизмы преодоления первой и второй “мертвых зон” также должны носить дифференцированный характер, учитывающий индивидуальные особенности технической и специальной силовой подготовленности атлета (соотношение силы различных мышечных групп атлета и владение различными техническими приемами).

3. Механизмами преодоления первой “мертвой зоны” являются уменьшение момента силы тяжести штанги относительно плечевого сустава (путем уменьшения плеча силы тяжести штанги), придание штанге в момент “срыва с груди” дополнительного механического импульса (дополнительной начальной скорости), синхронная активность большой грудной и дельтовидной мышцы в начале фазы подъема штанги от груди, снижение энергетических затрат при подъеме штанги от груди за счет уменьшения высоты (пути) подъема штанги.

Механизмами преодоления второй “мертвой зоны” являются повышение энергетических резервов и силы дельтовидной и трехглавой мышц плеча и сохранение достаточных энергетических ресурсов трехглавой мышцы плеча для обеспечения интенсивной работы в фазе подъема штанги от груди.

4. Предложенная методика коррекции техники жима штанги лежа, учитывающая индивидуальные особенности технической и специальной силовой подготовленности атлетов и построенная на знании механизмов преодоления “мертвых зон” позволяет сохранить темп прироста результатов у пауэрлифтеров высокой квалификации.

#### Степень достоверности

Достоверность полученных данных обеспечивается использованием методов, которые адекватны цели и задачам диссертационного исследования. Измерительная аппаратура, используемая в исследовании, стандартизирована и обладает точ-

ностью, достаточной для достоверных выводов. Выборки атлетов, участвующих в экспериментах, репрезентативны. Биомеханический анализ жима штанги лежа и статистическая обработка результатов исследования выполнены корректно.

#### А п р о б а ц и я р е з у л ь т а т о в и с с л е д о в а н и я

Основные результаты исследования представлены в тезисах и докладах на научных конференциях молодых ученых НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург “Человек в мире спорта” за 2010-2015 гг.; итоговой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург за 2012-2015 гг.; Всероссийском форуме “Молодые ученые – 2012” (Москва 2012); VII Международном конгрессе “Спорт, Человек, Здоровье” (Санкт-Петербург, 2013, 2015); V Международной научной конф. “Физическая культура и спорт - основа здорового образа жизни” (Тамбов, 2014), II и III Всероссийских научно-практических конференциях “Биомеханика спортивных двигательных действий и современные инструментальные методы их контроля” (М.-Малаховка, 2014, 2015); XVII Всероссийском фестивале ВУЗов физической культуры (Санкт-Петербург, 2014); VIII International Scientific and practical Conference of Students and young Scientists “Modern University Sport Science” (Moscow, 2014).

# ГЛАВА 1

## ТЕХНИКА ЖИМА ШТАНГИ ЛЕЖА И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

### 1.1. Техника жима штанги лежа на горизонтальной скамье

Жим штанги лежа на горизонтальной скамье (далее жим штанги лежа) является одним из трех соревновательных упражнений силового троеборья (пауэрлифтинга). С 1990 года жим штанги лежа признан самостоятельным видом спорта, по которому проводятся чемпионаты России, Европы и мира (Шейко Б.И., Горюлев П.С. История развития пауэрлифтинга. Глава 1. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. М.: Медиагрупп «Активформула», 2013. С. 9-77).

Под техникой физических упражнений понимаются различные способы решения двигательной задачи (Янанис С.В. Средства физического воспитания. Глава 4. В кн.: Теория и методика физического воспитания. Учебник для ин-тов физ. культ. М.: Физкультура и спорт. 1976. С. 64-86; Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры: учебник для ин-тов физ. культуры. М.: Физкультура и спорт, 1991. 543 с.; Курамшин Ю.Ф. Средства формирования физической культуры личности. Глава 4. В кн.: Теория и методика физической культуры: учебник. М.: Советский спорт, 2004. С. 40-57).

По мнению Г.П. Виноградова (Виноградов Г.П. Атлетизм: теория и методика тренировки. М.: Советский спорт, 2009. 328 с.) техника представляет собой рациональный способ выполнения двигательного действия. При выполнении жима штанги техника позволяет спортсмену проявить максимальные силовые усилия.

Двигательная задача при выполнении жима штанги лежа заключается в том, чтобы выполнить двигательные действия, которые позволят поднять штангу максимального веса.

Жим штанги лежа выполняется на специальной скамье. По команде «старт» спортсмен, сгибая руки, опускает штангу на грудь (фаза опускания), после этого по команде «жим» – начинает выпрямлять руки, поднимая штангу вверх (фаза подъема). Попытка считается успешной, если спортсмен смог полностью разо-

гнуть руки в локтевых суставах. При большой массе штанги спортсмены зачастую не в состоянии выполнить подъем штанги вверх и зафиксировать руки в локтевых суставах. В этом случае попытка считается неудавшейся.

Достаточно часто при биомеханическом анализе дается характеристика не всего двигательного действия, а только его фазы – части движения, выделенной во времени, в течение которой решается самостоятельная двигательная задача (Кичайкина Н.Б., Самсонова А.В. Биомеханика двигательных действий: учебное пособие. СПб: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2014. 183 с.; Кичайкина Н.Б. Спортивная биомеханика: учебное пособие. СПб: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2015. 128 с.).

Согласно Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 177-278) российские специалисты в области пауэрлифтинга различают от трех до семи фаз жима штанги лежа (Муравьев В.Л. Жим лежа. Начиная с нуля. М. Лана, 2001. 32 с.; Бельский И.В. Системы эффективной тренировки: Армрестлинг. Бодибилдинг. Бенчпресс. Пауэрлифтинг. Минск: Вида-Н, 2003. 352 с.; Назаренко Ю.Ф., Те С.Ю., Матук С.В. Техника соревновательных упражнений в силовом троеборье (пауэрлифтинг). Омск. СибГУФК. 2001. 27 с.; Остапенко Л.А. Силовое троеборье: особенности тренировочного процесса на этапе отбора и начальной подготовки: учебное пособие. М.: Физкультура и спорт, 2002. 150 с.; Шейко Б.И. Пауэрлифтинг: учебное пособие для студ. М.: ЕАМ Спорт сервис, 2005. 539 с.; Талибов А.Х., Зверев В.Д., Сурков А.Н. Основы спортивной тренировки в пауэрлифтинге: учебное пособие. СПб, 2011. 116 с.).

В зависимости от двигательной задачи Б.И. Шейко (там же) различает семь фаз жима штанги лежа: прием стартового положения, стартовое положение, опускание штанги к груди, фиксация штанги на груди, собственно жим (подъем штанги от груди), фиксация штанги на выпрямленных руках и возвращение штанги на стойки.

Для успешного выполнения жима штанги лежа наиболее важными являются фазы опускания штанги к груди; фиксации штанги на груди и подъема штанги от груди (собственно жим). В связи с этим рассмотрим эти фазы более подробно.

Опускание штанги к груди. Началом фазы является движение штанги вниз к грудной клетке, окончание – контакт грифа штанги с грудью атлета. Основная задача этой фазы – управление скоростью движения штанги для предотвращения

резкого опускания штанги на грудь. Фаза опускания штанги к груди состоит из двух периодов:

- 1) период разгона штанги (в этом периоде скорость центра тяжести (ЦТ) штанги возрастает (по модулю) от нуля до максимального значения;
- 2) период торможения штанги (в этом периоде скорость ЦТ штанги уменьшается (по модулю) от максимальной до нуля. Происходит контакт штанги с грудной клеткой атлета.

Фиксация штанги на груди. В этой фазе спортсмен фиксирует штангу на груди, при этом скорость ЦТ штанги равна нулю. Двигательная задача фазы состоит в удержании штанги на груди в соответствии с правилами соревнований и переходе от уступающего (эксцентрического) к преодолевающему (концентрическому) режиму мышечного сокращения.

Подъем штанги от груди (собственно жим). Фаза начинается с момента отделения грифа штанги от груди и заканчивается разгибанием рук в локтевых суставах. Двигательная задача фазы – создание биомеханических условий для преодоления внешних нагрузочных моментов при подъеме штанги от груди и фиксации ее на вытянутых руках.

Дж.И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1985. Vol. 17. No. 3. P. 344-353) предложили разделить фазу подъема штанги от груди на подфазы на основе зависимости “время-сила”: период ускорения (Acceleration Phase), “мертвую зону” (Sticking Region), период максимальной силы мышц (Maximum Strength Region) и фазу торможения (Deceleration Phase), что позволило в дальнейшем получить ряд биомеханических характеристик движения штанги в эти подфазы, характеризующих технику спортсменов низкого и высокого уровня подготовленности. Однако оригинальный рисунок Дж.И. Ландер с соавт. (там же) был недостаточно информативен, поэтому большинство авторов ссылаются на рисунок Б.С. Эллиота с соавт. (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1989. Vol. 21. No. 4. P. 450-462), на котором представлена та же схема в более информативном ви-

де (рисунок 1.1).

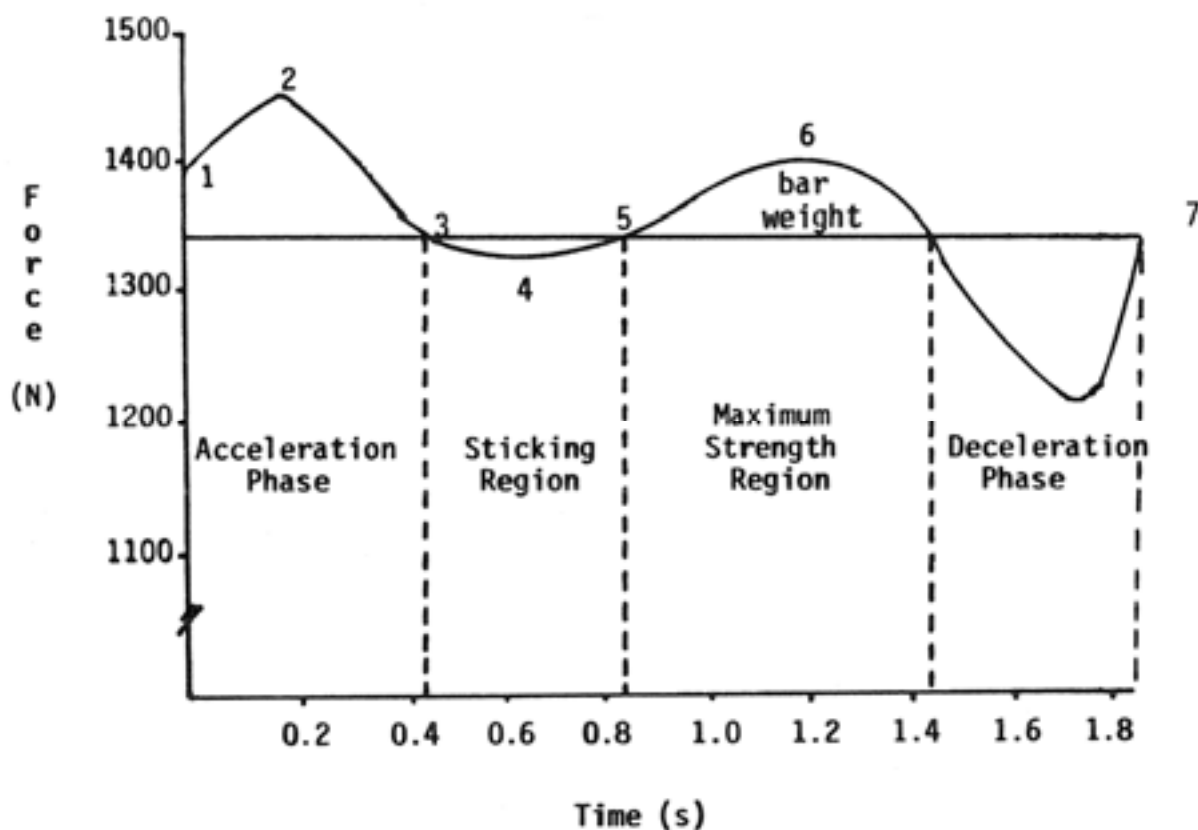


Рисунок 1.1 - Изменение вертикальной составляющей силы давления на гриф во время фазы подъема при жиме штанги с отягощением 100% от максимума (Elliott V.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462)

## 1.2. Кинематические характеристики жима штанги лежа

1. Для анализа техники двигательных действий в настоящее время используют: кинематические и динамические характеристики (Nochmuth G. Biomechanik sportlicher Bewegungen. Berlin: Sportferlag, 1967. 215 s.; Донской Д.Д. Биомеханические характеристики тела человека и его движений. В. кн.: Донской Д.Д., Зацюрский В.М. Биомеханика: учебник для ин-тов физ. культ. М.: Физкультура и спорт, 1979. С. 16-36.; Доронин А.М. Физические упражнения как результат интеграции активности двигательного аппарата в качестве анализатора, двигателя и рекуператора энергии: дис... докт. пед. наук. Майкоп, 1999. 258 с.; Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика. учебн. для средн. и высш. учебн. завед. М.: Владос-Пресс, 2003. 672 с.; Кичайкина Н.Б., Козлов И.М., Самсонова А.В. Биомеханика: учебно-методическое пособие. СПб: СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2008. 160 с.; Попов Г.И., Самсонова

А.В. Биомеханика двигательной деятельности: учебник / М.: Издательский центр “Академия”, 2011. 320 с. Шалманов А.А., Скотников В.Ф., Баюрин А.П. Сравнительный анализ движения штанги в классических тяжелоатлетических упражнениях при подъеме субмаксимальных и максимальных весов // Экстремальная деятельность человека, 2015. №1. С. 38-45). При этом особое значение приобретают автоматизированные методы контроля биомеханических характеристик двигательных действий (Фураев А.Н. Автоматизированное определение ошибок при выполнении рывка штанги и оценка вероятности их сочетаний // Социально-экономические явления и процессы. 2013. № 12. С. 252-256; Фураев А.Н. Построение автоматизированных информационных систем для оперативной коррекции биомеханических параметров спортивных упражнений // Теория и практика физической культуры. 2012. № 6. С. 19-22; Шалманов А.А. Скотников В.Ф. Биомеханический контроль технической и скоростно-силовой подготовленности спортсменов в тяжелой атлетике // Теория и практика физической культуры, 2013.– №2.– С. 103-106).

Чтобы проанализировать технику двигательных действий при выполнении жима штанги лежа необходимо в первую очередь получить информацию о кинематических характеристиках движения. Кинематические характеристики делятся на: пространственные, временные и пространственно-временные. Проанализируем с этой точки зрения кинематические характеристики, характеризующие движение штанги при выполнении жима штанги лежа.

### 1.2.1. Временные характеристики фаз и периодов при выполнении жима штанги лежа

Длительность фаз – одна из кинематических характеристик движения штанги при выполнении жима штанги лежа. Следует отметить, что длительность фазы опускания штанги к груди изучена достаточно хорошо. Статистический анализ видеозаписей 244 спортсменов высокого класса (Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г., Фетисов В.С., Дудов О.А., Репина П.В. Что дает спортсмену жимовая майка? //Железный мир. 2007. № 4. С. 128-133) свидетельствует о том, что длительность фазы опускания штанги к груди составляет в среднем  $1,39 \pm 0,03$  с. По данным И.Н. Манько (Манько И.Н. Биомеханические особенности проявления силы в пауэрлифтинге у квалифицированных спортсме-



нов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2008. № 9 (43). С. 42-46) длительность фазы опускания штанги к груди у спортсменов квалификации 1 разряд – КМС (n=12) составляет  $1,23 \pm 0,30$  с. Спортсмены низкой квалификации (Madsen N. McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise // Medicine and Science in Sports and Exercise. 1984. Vol.16. No. 4. P. 376-381) опускают штангу еще быстрее – в течение 1,158 с.

Данные о длительности периодов в фазе подъема штанги от груди широко представлены в литературных источниках. В таблице 1.2 представлена абсолютная и относительная длительность периодов в фазе подъема штанги от груди по данным различных авторов. Так, при субмаксимальном (90%) и максимальном (100%) отягощениях длительность периода ускорения составляет в среднем 16% от длительности фазы подъема штанги от груди, длительность “мертвой зоны” – 27%, длительность периода максимальной силы мышц – 36%, а длительность периода замедления – 21%.

Таблица 1.2 - Длительность периодов фазы подъема штанги от груди по данным различных авторов ( $M \pm SD$ ) с отягощением 100% от максимума, с

Название периода	Wilson, G.J, Elliott B.C., Kerr G.K. The Effect on Performance of Imposing a Delay during a Stretch-Shorten Cycle movement // National Sports Research Centre, University of Western Australia, 1991. 14 s.		Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 344-353)	
	(n=10), мужчины, элитные пауэрлифтеры, 100% от максимума		(n=6), мужчины, элитные тяжелоатлеты, 90% от максимума	
	Абсолютная длительность, с	Относительная длительность, %		
Период ускорения	$0,34 \pm 0,08$	$16,2 \pm 6,6$	$15,8 \pm 3,9$	
“Мертвая зона”	$0,66 \pm 0,29$	$28,8 \pm 8,0$	$26,0 \pm 1,1$	
Период максимальной силы мышц	$0,71 \pm 0,32$	$31,6 \pm 10,6$	$40,2 \pm 7,9$	
Период замедления	$0,55 \pm 0,35$	$23,3 \pm 7,1$	$18,0 \pm 4,2$	
Фаза подъема штанги от груди	$2,27 \pm 0,07$	–	–	

### 1.2.2. Пространственные характеристики основных фаз жима штанги лежа

N. Madsen, T. McLaughlin (Madsen N. McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise P. 376-381) одни из первых описали типичные траектории ЦТ штанги в сагиттальной плоскости при выполнении жима штанги лежа начинающими и профессиональными спортсменами. Они установили, что новички опускают и поднимают штангу чаще всего по одной и той же траектории, в то время как элитные спортсмены выполняют опускание и поднятие штанги по разным траекториям.

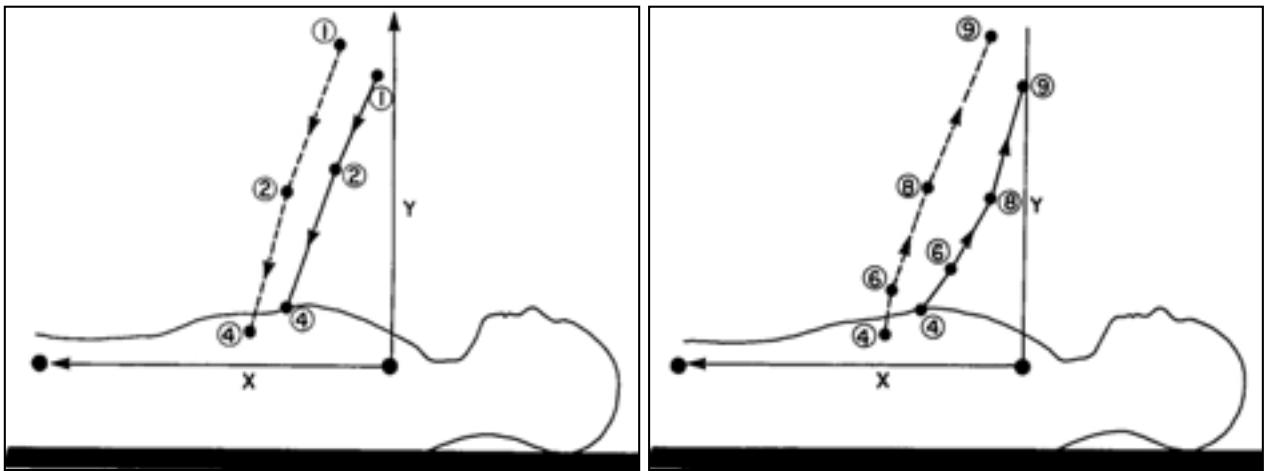


Рисунок 1.2. - Траектория ЦТ штанги в фазе опускания (слева) и подъема (справа).

Обозначения: сплошная линия – элитный пауэрлифтер, штриховая – начинающий спортсмен. 1 – начало движения штанги вниз; 2 – максимальная скорость опускания ЦТ штанги; 4 – касание грифа груди; 6 – максимальная скорость подъема ЦТ штанги, 8 – локальный минимум вертикальной скорости подъема ЦТ штанги; 9 – окончание подъема (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381)

В точке 6 (рисунок 1.2), соответствующей максимальной скорости подъема штанги (началу “мертвой зоны”), элитные спортсмены изменяют траекторию штанги, отклоняя ее в сторону головы. Такое действие позволяет значительно уменьшить плечо силы тяжести штанги относительно плечевого сустава в момент, когда скорость ЦТ штанги в фазе подъема штанги от груди достигнет своего

минимума (точка 8, конец “мертвой зоны”).

Начинающий спортсмен при подъеме штанги вверх не меняет ее траектории. Поэтому в точке 6 (начало “мертвой зоны”) плечо силы тяжести штанги относительно плечевого сустава у него значительно больше, чем у элитного спортсмена, то есть больше момент силы тяжести штанги, действующий на звенья верхней конечности. Это означает, что начинающему спортсмену придется приложить значительно больше усилий для преодоления “мертвой зоны”.

Анализ техники жима штанги лежа, проведенный рядом исследователей (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462; Wilson G.J, Elliott B.C., Kerr G.K. The Effect on Performance of Imposing a Delay during a Stretch-Shorten Cycle movement 14 s.; Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г., Фетисов В.С., Дудов О.А., Репина П.В. Что дает спортсмену жимовая майка? С. 128-133; Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 177-278) подтверждает, что элитные спортсмены выполняют подъем и опускание штанги по разным траекториям.

Б.И. Шейко с соавт. (Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г., Фетисов В.С., Дудов О.А., Репина П.В. Что дает спортсмену жимовая майка? С. 128-133) также находят, что траектории ЦТ штанги при опускании и подъеме должны быть различными. При анализе двигательных действий спортсмена высокой квалификации показано, что при положении штанги на груди плечо силы тяжести штанги относительно плечевого сустава в сагиттальной плоскости равно 7,5 см, а в момент первого локального максимума вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги ( $v_{max1}$ ), плечо силы тяжести штанги относительно плечевого сустава уменьшается и равно 4 см.

С биомеханической точки зрения двигательные действия элитных пауэрлифтеров целесообразны и эффективны, так как они приводят к уменьшению плеча силы тяжести штанги относительно плечевого сустава и, как следствие, момента силы тяжести штанги относительно плечевого сустава во время фазы подъема штанги. Уменьшение момента силы тяжести штанги относительно плечевого сустава приводит к тому, что спортсмен затрачивает значительно меньше усилий на преодоление “мертвой зоны”.

Следует отметить, что российскими исследователями (Волков Н.П., Филиппов М.В. О технике жима лежа двумя руками в пауэрлифтинге // Теория и практика физической культуры, 2011. №11. С. 61-62; Волков Н.П., О технике жима лежа двумя руками в пауэрлифтинге // Теория и практика физической культуры, 2012. № 6. С. 80-81; Волков Н.П., Филиппов М.В. Статические характеристики техники жима штанги лежа // Теория и практика физической культуры, 2012. № 11. С. 48-50) было показано, что регистрация траектории штанги только в сагиттальной плоскости недостаточна для анализа технических действий спортсмена. Проведенные ими исследования на начинающих спортсменах движения ЦТ штанги во фронтальной и горизонтальной плоскостях позволили установить существенную асимметрию траектории ее движения. Было установлено, что в 65% случаях во фронтальной плоскости в фазе подъема штанги от груди она отклонялась на 1-3 см; в 23% случаев было зарегистрировано криволинейное отклонение траектории вправо, а в 18% случаев – влево от начала движения. Авторы также установили, что у спортсменов высокой квалификации траектория движения ЦТ штанги очень незначительно отклоняется от вертикали во фронтальной плоскости, в то время как у новичков траектория движения ЦТ штанги характеризуется большой извилистостью и отклонением от вертикали превышающем 5 см.

### 1.2.3. Пространственно-временные характеристики основных фаз жима штанги лежа

Для биомеханического анализа очень важно выделить в двигательном действии наиболее существенные фазы. Одними из первых это попытались сделать N. Madsen, T. McLaughlin, (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381) на основе анализа скорости и ускорения движения ЦТ штанги в сагиттальной плоскости. Сравнивая технику жима спортсменов, имеющих низкий и высокий уровень мастерства, они описали шесть точек зависимости скорости ЦТ штанги от времени (рисунок 1.3а). Начало опускания штанги к груди соответствует точке 1; точка 2 характеризует максимальную скорость (по модулю) опускания ЦТ штанги; точка 4 – момент касания

штангой груди; точка 6 – максимальную скорость подъема ЦТ штанги (первый локальный максимум скорости штанги –  $v_{max1}$ ); точка 8 – минимум скорости подъема ЦТ штанги и точка 9 – окончание движения (штанга на выпрямленных руках). На кривой ускорения ЦТ штанги (рисунок 1.3.b) эти авторы выделили три характерные точки: первый локальный максимум ускорения ЦТ штанги (точка 3), возникающий в фазе опускания штанги; второй локальный максимум ускорения ЦТ штанги (точка 5) и локальный минимум отрицательного ускорения ЦТ штанги (точка 7).

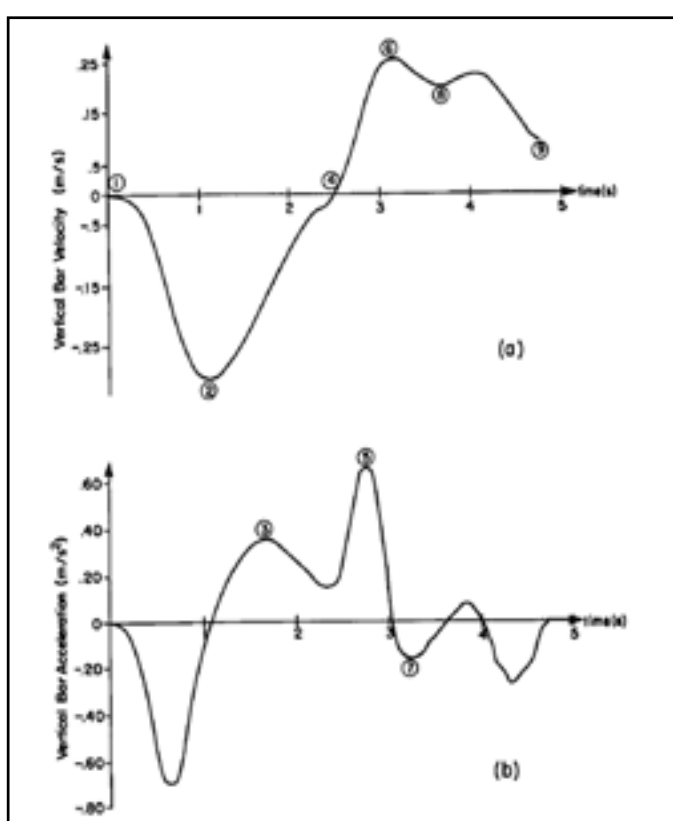


Рисунок 1.3 - Вертикальная скорость (a) и ускорение (b) в фазе опускания и подъема штанги от груди (Madsen N. McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise P. 376-381)

N. Madsen, T. McLaughlin, (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 380) первыми доказали, что в жиме штанги лежа действительно существует “мертвая точка” (точка 7, рисунок 1.3b). Эту точку они определяли следующим образом: “Положение, в котором верти-

кальная сила, действующая на штангу минимальна, находится на расстоянии 0,12 м от грудной клетки”. N. Madsen, T. McLaughlin (там же) установили, что спортсмены высокой квалификации опускают штангу медленнее, чем новички.

Специальные исследования о влиянии уровня квалификации (Sheiko B., Lukyanov B., Fetisov V. What's the use of a bench press shirt for the athlete // Powerlifting USA, 2010. No. 3 (MAR). P. 12-13, 74-75) на кинематические характеристики движения ЦТ штанги свидетельствуют о том, что максимальные значения вертикальной скорости опускания ЦТ штанги варьируют у спортсменов квалификации уровня КМС от минус 0,22 м/с до минус 0,30 м/с, а у спортсменов экстра-класса (МСМК) от минус 0,14 м/с до минус 0,18 м/с. Польские исследователи (Roczniok R., Maszczyk A., Krol H., Socha T. et al. Flat bench press on the perspective of regression modeling // Life Science Journal, 2013. Vol. 10. No. 4. P. 1933-1938) посредством регрессионного анализа доказали, что быстрое опускание штанги вниз отрицательно влияет на результат.

Таким образом, данные авторов (Madsen N. McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise P. 376-381; Sheiko B., Fetisov V. Bench press technique. P.12-13, 70-71); Roczniok R., Maszczyk A., Krol H., Socha T. et al. Flat bench press on the perspective of regression modeling P. 1933-1938) об изменении скорости движения ЦТ штанги свидетельствуют о том, что спортсмены высокой квалификации опускают штангу медленнее, чем спортсмены низкой квалификации.

Относительно влияния массы отягощения на изменение скорости ЦТ штанги в фазе опускания в литературных источниках имеются противоречивые данные. Исследования В. Sheiko, В.В. Lukyanov V. Fetisov (Sheiko B., Lukyanov B., Fetisov V. What's the use of a bench press shirt for the athlete. P. 12-13, 74-75) свидетельствуют о том, что максимальные значения вертикальной скорости опускания ЦТ штанги практически не зависят от массы штанги.

Данные С.С. Мартянова (Мартянов С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима лежа // Теория и практика физической культуры. 1991. № 1. С. 38-40) показывают, что увеличение нагрузки с 70% до 100% приводит к увеличению длительности опускания ЦТ штанги с  $0,60 \pm 0,05$  с до  $0,92 \pm 0,02$  с, а также увеличению максимальной скорости опускания ЦТ штанги с минус  $0,28 \pm 0,02$  м/с до

минус  $0,38 \pm 0,02$  м/с (таблица 1.3). Аналогичные результаты получены группой российских исследователей (Жуков В.И., Мамий А.Р., Манько И.Н., Филимонова Т.А. Биомеханический анализ спортивной техники жима лежа // Вестник АГУ, 2014. Вып. 4 (146). С. 136-139).

С данными С.С. Мартьянова (там же) согласуются результаты польских исследователей (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance // Acta of bioengineering and biomechanics. 2010. Vol.12. No. 2. P. 93-98), которые изучали влияние повышенной нагрузки (от 70 до 100% от максимума) на кинематику жима штанги лежа. На рисунке 1.4 представлено изменение вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги в течение фаз опускания и подъема штанги. Масса штанги составляла соответственно: 100 кг (70%), 115 кг (80%), 130 кг (90%) и 145 кг (100%). Из данных, представленных на рисунке 1.4, видно, что увеличение нагрузки влияет на скорость опускания ЦТ штанги. При нагрузке в 70% максимальная скорость опускания ЦТ штанги составляет минус 0,2 м/с, а при нагрузке в 100 % она составляет минус 0,28 м/с.

Таблица 1.3 - Изменение кинематических параметров движения ЦТ штанги при выполнении жима лежа в зависимости от массы снаряда (Мартьянов С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима лежа. С. 38-40)

Наименование параметра	Масса снаряда, %			
	70% от макс.	75% от макс.	85% от макс.	100% от макс.
Длительность фазы опускания штанги, с	$0,60 \pm 0,05$	$0,82 \pm 0,03$	$0,80 \pm 0,04$	$0,92 \pm 0,02$
Длительность фазы подъема штанги от груди, с	$0,93 \pm 0,03$	$1,23 \pm 0,06$	$1,61 \pm 0,04$	$2,85 \pm 0,08$
Максимальная скорость опускания ЦТ штанги, м/с	$-0,28 \pm 0,02$	$-0,31 \pm 0,03$	$-0,34 \pm 0,04$	$-0,38 \pm 0,02$
Максимальная скорость подъема ЦТ штанги, ( $v_{max1}$ ), м/с	$0,52 \pm 0,03$	$0,35 \pm 0,03$	$0,25 \pm 0,0$	$0,25 \pm 0,02$
Расстояние от груди, соответствующее $v_{max1}$ , см	$18,1 \pm 0,09$	$11,2 \pm 2,05$	$7,03 \pm 1,01$	$6,04 \pm 1,18$
Минимальная скорость подъема ЦТ штанги, ( $v_{min}$ ), м/с	–	$0,22 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,02$	$0,05 \pm 0,01$

Из представленных данных можно сделать вывод, что нет четкой взаимосвязи между максимальной скоростью опускания штанги к груди и массой штанги. Скорость может и увеличиваться, и уменьшаться, и оставаться неизменной в зависимости от техники атлета и жесткости жимовой майки.

Исследования В.И. Sheiko, В.Г. Lukyanov, V.S. Fetisov, (Sheiko В., Lukyanov В., Fetisov V. What's the use of a bench press shirt for the athlete. P. 12-13, 74-75) свидетельствуют о том, что максимальная скорость подъема ЦТ штанги ( $v_{max1}$ ) не зависит от уровня технической подготовленности спортсменов. Значения скорости варьируют от 0,17 м/с до 0,28 м/с.

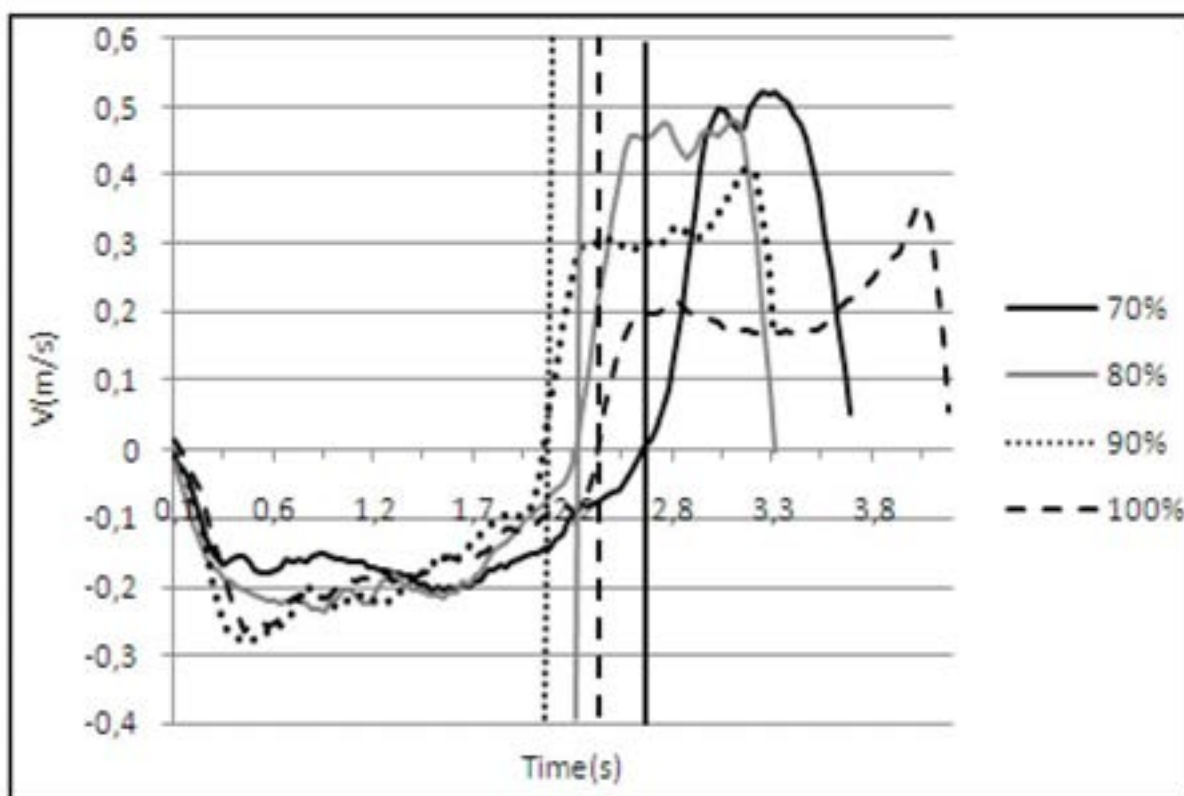


Рисунок 1.4 - Значения вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги (м/с) при выполнении жима штанги лежа с различными отягощениями

Вертикальные линии означают окончание фазы опускания и начало фазы подъема штанги. Данные получены на 16 спортсменах (мужчины) различной квалификации. Вес участников эксперимента не указан (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98)

Многочисленными исследованиями (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 344-353; Elliott B.C., Wilson



G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press P. 450-462; Мартыянов С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима. С. 38-40; Pearson S., Cronin J., Hume P., Slyfield D. Kinematics and Kinetics of the Bench Press and Bench Pull Exercises in a Strength-trained sporting population // XXVI International Symposium of Sport Biomechanics, 2007. Ouro Preto. Brazil. P. 27-30; Sheiko B., Lukyanov B., Fetisov V. What's the use of a bench press shirt for the athlete. P. 12-13, 74-75; Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98) установлено, что увеличение массы штанги приводит к значительному уменьшению максимальной вертикальной скорости ЦТ штанги ( $v_{max1}$ ) в период ускорения.

По данным С.С. Мартыянова (Мартыянов С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима. С. 38-40) увеличение нагрузки с 70% до 100% от максимума приводит к значительному возрастанию длительности фазы подъема штанги от  $0,93 \pm 0,03$  с до  $2,85 \pm 0,08$  с, а также к уменьшению максимальной скорости подъема штанги от  $0,52 \pm 0,03$  м/с до  $0,25 \pm 0,02$  м/с. При этом значительно уменьшается расстояние от груди до точки, в которой достигается максимальная скорость подъема ЦТ штанги ( $v_{max1}$ ) от  $0,18 \pm 0,09$  м до  $0,06 \pm 0,02$  м (таблица 1.3). Это подтверждается данными В. Sheiko, В. Lukyanov, V. Fetisov (Sheiko B., Lukyanov B., Fetisov V. What's the use of a bench press shirt for the athlete P. 12-13, 74-75): с возрастанием массы отягощения у всех испытуемых уменьшается максимальная скорость подъема ЦТ штанги ( $v_{max1}$ ) и максимальное ускорение ЦТ штанги.

Исследования польских ученых (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance P. 93-98) подтверждают результаты, полученные С.С. Мартыяновым (там же) и В. Sheiko, В. Lukyanov, V. Fetisov (там же). Ими установлено, что возрастание массы штанги при выполнении жима штанги лежа приводит к уменьшению максимальной вертикальной скорости подъема ЦТ штанги от 0,5 м/с (70% от максимума) до 0,2 м/с (100% от максимума), рисунок 1.4. Кроме того, Н. Król, А. Golas, G. Sobota, (там же) обнаружили, что во время жима лежа при субмаксимальных нагрузках (70 % и 80 % от максимума) значения скорости ЦТ штанги у испытуемых сильно варьировали, однако при максимальных нагрузках (90% и 100% от максимума) кривые скорости ЦТ штанги стали очень похожими.

Таким образом, результаты всех исследований показали, что, во-первых, увеличение отягощения от 70% до максимума уменьшает максимальную скорость подъема ЦТ штанги более чем в два раза; во-вторых, использование больших отягощений уменьшает вариативность значений кинематических характеристик, описывающих жим штанги лежа.

### 1.3. Биомеханический анализ жима штанги лежа при преодолении спортсменом “мертвой зоны”

#### 1.3.1. Биомеханические характеристики жима штанги лежа при преодолении “мертвой зоны”

Выполняя жим штанги, с массой, соответствующей максимальным возможностям спортсмена (1RM или 100% от максимума), N. Madsen и T. McLaughlin, (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381) обнаружили, что в фазе подъема штанги от груди имеется особая точка, в окрестности которой скорость движения штанги вверх уменьшается. При этом движение штанги вверх замедляется (штанга может даже остановиться), а затем снова ускоряется. В этой точке, которую авторы назвали “точкой преткновения” (“sticking point”) или “мертвой точкой” атлет прикладывает к штанге минимальное усилие (точка 7, рисунок 1.3b). Авторы высказали предположение, что в “мертвой точке” способность к развитию силы атлетом существенно ниже, чем в соседних позициях.

В более поздних исследованиях жима штанги лежа, проведенных Дж.И. Ландером с соавт. (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 348), было введено понятие “мертвой зоны” (“sticking region”). Авторы указывают: “Возможно, концепция “мертвой зоны” является более подходящей, чем “мертвая точка”, так как данная концепция более точно описывает участок кривой “сила-время”, на котором при недостаточном начальном импульсе во время фазы разгона либо при недостаточной для преодоления “мертвой зоны” силе в середине фазы подъема вероятно неудачная по-

пытка. С другой стороны, когда испытуемый достигает “мертвой точки”, прикладываемая им сила увеличивается и уже равна весу штанги, соответственно неудачная попытка уже невозможна”. То есть авторы предположили, что при прохождении “мертвой зоны” наибольшая вероятность возникновения неудачной попытки.

Начало “мертвой зоны” соответствовало моменту, в котором сила, прикладываемая атлетом к штанге, равна силе тяжести штанги (точка 3, рисунок 1.1). Эта точка соответствует первому локальному максимуму скорости ЦТ штанги при ее движении вверх ( $v_{max1}$ ). Окончание “мертвой зоны” также соответствовало моменту, в котором сила, прикладываемая атлетом к штанге, равна силе тяжести штанги (точка 5, рисунок 1.1), при этом скорость ЦТ штанги минимальна ( $v_{min}$ ).

На основе анализа научных публикаций (Van den Tillaar R., Ettema G., The “sticking period” in bench press // Journal of Sports Sciences. 2010. Vol. 28. No 5. P.529-535; Мартьянов С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима. С. 38-40; Sheiko B., Lukyanov B., Fetisov V. What’s the use of a bench press shirt for the athlete P. 12-13, 74-75; Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98; Gomo O.M. The effect of grip width on sticking region in bench press: Thesis of Master Science, Noth-Trondelag University, 2013. 23 p.) было установлено, что значения скорости ЦТ штанги при жиме штанги с отягощением, составляющим 100% от максимума в начале “мертвой зоны” ( $v_{max1}$ ) варьируют в узких пределах: от 0,17 м/с до 0,28 м/с. Минимальная скорость ЦТ штанги ( $v_{min}$ ) может составить  $0,05 \pm 0,01$  м/с (Мартьянов С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима. С. 38-40).

На основе предложенного понятия о “мертвой зоне” Дж.И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 344-353) высказали гипотезу, что в этой зоне наиболее вероятен отказ от выполнения жима штанги. Однако последующие исследования этого не подтвердили.

В исследовании В.С. Elliot, G.J. Wilson, G. Kerr (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462) анализировался жим штанги лежа элитными пауэрлифтерами. Авторы указали, что только один

элитный пауэрлифтер из десяти потерпел неудачу в области “мертвой зоны”, все остальные участники эксперимента при выполнении жима штанги с отягощением в 104% от максимума, терпели неудачу в фазе торможения.

Исследования R. van den Tillaar, G. Ettema (van den Tillaar R., Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and un-successful attempts in bench press // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2009. Vol. 41. No. 11. P. 2056-2063) также показали, что 6 из 11 начинающих спортсменов, которые преодолели “мертвую зону”, потерпели неудачу в последующих фазах движения. Авторы объяснили это тем, что, даже если спортсмен не потерпел неудачу при прохождении штангой “мертвой зоны”, ее наличие может рассматриваться как неблагоприятное состояние, которое накладывает ограничения на показанный спортсменом результат в жиме штанги лежа.

“Мертвая зона” начинается приблизительно через 0,2 с после начала движения штанги вверх. У начинающих спортсменов она возникает несколько раньше ( $0,16 \pm 0,05$  с), чем у спортсменов высокого класса, у которых она появляется в среднем через 0,34 с от начала движения штанги вверх (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G.A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462). Длительность “мертвой зоны” в среднем составляет 24% от длительности фазы подъема (Madsen N. McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381; Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 344-353; Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G.A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462).

R. van den Tillaar, G. Ettema, (van den Tillaar R., Ettema G., The “sticking period” in bench press. P.529-535) изучали изменение межзвенных углов при выполнении жима штанги лежа начинающими спортсменами.

Авторы установили, что в момент достижения ЦТ штанги минимальной скорости ( $T_{vmin}$ ), то есть в конце “мертвой зоны”, отведение плеча от туловища увеличивается с 60 до 71 град., а локти отводятся в сторону. На этот факт обратили внимание и другие авторы (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 344-353; Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A

biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462). Угол между плечом и предплечьем также увеличивается с 77 град в положении штанги на груди до 96 град к окончанию “мертвой зоны” ( $T_{vmin}$ ).

Более подробное исследование других биомеханических характеристик во время “мертвой зоны” (van den Tillaar R., Ettema G., The “sticking period” in bench press // P.529-535); van den Tillaar R., Saeterbakken A.H. Ettema G. Is the occurrence of the sticking region the result of diminishing potentiation in bench press? // Journal of Sports Sciences. 2012. Vol.30. No. 6. P. 591-599) показало (таблица 1.4), что у новичков максимальная скорость ЦТ штанги в начале “мертвой зоны” ( $V_{max1}$ ) составляет  $0,26 \pm 0,08$  м/с. В этот момент штанга находится на расстоянии  $0,03 \pm 0,01$  м от груди. С момента отрыва штанги от груди до начала “мертвой зоны” проходит  $0,16 \pm 0,05$  с. В момент окончания “мертвой зоны” скорость ЦТ штанги ( $V_{min}$ ) падает до  $0,07 \pm 0,05$  м/с. За это время штанга поднимается на 10 см и находится на расстоянии  $0,13 \pm 0,04$  м от груди. “Мертвая зона” заканчивается через  $0,94 \pm 0,30$  с после начала движения вверх, то есть ее длительность у начинающих спортсменов составляет приблизительно 0,78 с. Следует отметить, что длительность “мертвой зоны” у элитных пауэрлифтеров составляет  $0,66 \pm 0,29$  с при 100 % и  $0,65 \pm 0,16$  с при 104 % от максимума (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press P. 450-462).

Таблица 1.4 - Биомеханические характеристики движения штанги в фазе подъема от груди, (n=12) начинающих спортсменов (van den Tillaar R., Saeterbakken A.H., Ettema G. Is the occurrence of the sticking region the result of diminishing potentiation in bench press? P. 591-599)

Кинематические характеристики	Скорость, м/с	Расстояние, м	Время, с
Первый локальный максимум скорости ЦТ штанги ( $v_{max1}$ )	$0,26 \pm 0,08$	$0,03 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,05$
Локальный минимум скорости ЦТ штанги ( $v_{min}$ )	$0,07 \pm 0,05$	$0,13 \pm 0,04$	$0,94 \pm 0,30$
Второй локальный максимум скорости ЦТ штанги ( $v_{max2}$ )	$0,35 \pm 0,10$	$0,31 \pm 0,03$	$2,10 \pm 0,41$

### 1.3.2. Причины возникновения “мертвой зоны” в жиме штанги лежа

Наличие “мертвой зоны” привело к тому, что многие исследователи попытались объяснить, почему возникает это явление.

N. Madsen и T. McLaughlin (Madsen N. McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381) предположили, что “мертвая точка” возникает из-за неблагоприятных механических условий, в которых находится опорно-двигательный аппарат атлета, в частности, длины мышц и момента силы тяги мышцы. Дж.И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing P. 344-353) не указали причину появления “мертвой зоны”, однако высказали предположение, что для ее преодоления спортсмен должен в начале фазы подъема приложить максимум силы, создав большой начальный импульс штанги. Это позволило бы разогнать штангу в начале движения и впоследствии, за счет набранной скорости, преодолеть “мертвую зону”, в которой атлет не может приложить необходимую силу.

В.С. Elliott, G.J. Wilson, G.K. Kerr (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G.A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462) сравнили попытки с отягощением в 80 %, 100 % и 104 % с целью выяснить биомеханические характеристики движения штанги у спортсменов, терпевших неудачу при выполнении жима штанги лежа. В этих исследованиях приняли участие десять элитных пауэрлифтеров. В.С. Elliott, G.J. Wilson, G.K. Kerr, (там же) высказали гипотезу, что “мертвая зона” – это переходный период между периодом ускорения (начало подъема), когда атлет использует силу упругой деформации мышц и периодом максимальной силы мышц. Они показали, что в “мертвой зоне” мышцы проявляют меньшую силу, нежели в периоде ускорения, так как не могут рассчитывать на силу упругого компонента мышц. G.J. Wilson, B.C. Elliott, G.A. Wood (Wilson G.J., Elliott B.C., Wood G.A. The Effect on Performance of Imposing a Delay during a Stretch-Shorten Cycle movement. 14 s.) показали, что сила, с которой спортсмен давит на гриф штанги в фазе подъема во многом определяется длительностью фазы фиксации штанги на груди. Максимальная сила ( $1403,8 \pm 277,1$  Н) развивается в том случае, если пауза отсутствова-

ла. При короткой ( $0,60 \pm 0,17$  с) и длинной ( $1,27 \pm 0,24$  с) паузе развиваемая спортсменом сила соответственно равнялась:  $1346,9 \pm 280,3$  Н и  $1303,7 \pm 278,3$  Н. Минимальный уровень силы ( $1226,2 \pm 254,2$  Н) спортсмен развивал при выполнении жима штанги лежа от груди без предварительного опускания штанги вниз.

В.С. Elliott, G.J. Wilson, G.K. Kerr (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G.A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462) установили, что спортсмены высокой квалификации выполняют движение таким образом, что в “мертвой зоне” происходит уменьшение плеча силы тяжести штанги относительно плечевого и локтевого суставов, уменьшая значение внешнего нагрузочного момента. Это обеспечивает преодоление “мертвой зоны” и переход к периоду максимальной силы мышц. Кроме того, авторы обратили внимание на то, что при выполнении жима штанги лежа с отягощением в 80% от максимума кривая изменения вертикальной составляющей силы значительно отличается от аналогичной характеристики при выполнении жима штанги с 100 % отягощением. У большинства исследуемых атлетов при выполнении жима штанги лежа с отягощением в 80% были выделены только периоды ускорения и торможения, а такие фазы как “мертвая зона” и “период максимальной силы мышц” – отсутствовали.

R. van den Tillaar, G.Ettema (van den Tillaar R., Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and un-successful attempts in bench press. P. 2056-2063), пытаясь понять причины появления “мертвой зоны” при выполнении жима штанги лежа, изучали удачные и неудачные попытки. В их исследованиях принимали участие начинающие спортсмены ( $n=11$ ). Авторы согласны с мнением В.С. Elliott, G.J. Wilson, G.K. Kerr (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press P. 450-462), что одной из причин возникновения “мертвой зоны” является уменьшение силы тяги упругого компонента мышц. Кроме того, они установили, что плечо силы тяжести штанги относительно локтевого сустава в удачной попытке при прохождении “мертвой зоны” уменьшается на 8%, в то время как в неудачной оно не менялось.

Полученные данные хорошо согласуются с результатами исследования N. Madsen, T. McLaughlin, (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing perfor-

mance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381), которые установили, что начинающие спортсмены выполняют опускание и подъем штанги по одной траектории, а технически грамотные атлеты – по разным. При этом в фазе подъема штанги они уменьшают плечи силы тяжести штанги относительно плечевого и локтевого суставов.

Дополнительные исследования, проведенные норвежскими исследователями (van den Tillaar R., Saeterbakken A.H. Ettema G. Is the occurrence of the sticking region the result of diminishing potentiation in bench press? P. 591-599), в которых сравнивался обычный жим штанги лежа с максимальным отягощением (1RM) и максимальный изометрический жим на различном расстоянии от грудной клетки показали, что в обоих упражнениях существует область, в которой наблюдается снижение развиваемой силы.

Исходя из полученных результатов, авторы сделали вывод, что, несмотря на то, что в изометрическом жиме не было предварительного растягивания мышц, в “мертвой зоне” была видна область, в которой сила, приложенная к штанге снижалась. Так как при изометрическом жиме вклад силы упругой деформации мышц в результирующую силу давления спортсменом на гриф штанги значительно снижен, подтверждается гипотеза о том, что “мертвая зона” является неблагоприятной областью для развития силы мышц с механической точки зрения.

Пытаясь объяснить причины появления “мертвой зоны” и активность различных пучков большой грудной (*m. pectoralis major*) и дельтовидной (*m. deltoideus*) мышц при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье, P. Evangelista (Evangelista, P. DCSS. Power Mechanics for Power Lifters: Olympian's News, 2011. 768 p.) предложил модель работы мышц туловища (рисунок 1.5), в которой плечевая кость и мышцы: большая грудная (*m. pectoralis major*) и дельтовидная (*m. deltoideus*) представляют собой рычаг с центром вращения в плечевом суставе. Модель большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) состоит из трех мышечных пучков, которые тянут вдоль линий, показанных на рисунке. Дельтовидная мышца (*m. deltoideus*) моделируется одним пучком мышечных волокон. При жиме штанги лежа в фазе подъема происходит сгибание в плечевом суставе, при этом плечевая кость вращается относительно грудной клетки. Момент силы, заставляющий плечевую кость



вращаться, создают все части большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) и дельтовидная мышца (*m. deltoideus*). Однако дальнейшее сгибание плеча приводит к тому, что плечевая кость, продолжая свое вращение, чтобы поднять штангу, способствует “отключению” грудинно-реберной (*pars sternocostalis*) и брюшной части (*pars abdominalis*) большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*). Чем выше поднята штанга, тем меньше может использоваться большая грудная мышца (*m. pectoralis major*), так как она теряет эффективность по механической причине, из-за того, что развиваемый ею момент силы начинает противодействовать движению.

По мнению P. Evangelista (Evangelista, P. DCSS. *Power Mechanics for Power Lifters*: 768 p.) активность дельтовидной мышцы (*m. deltoideus*), даже если она моделируется только одним пучком, минимальна при опущенной плечевой кости и увеличивается все больше и больше, когда плечевая кость поднимается.

P. Evangelista (там же) находит, что “мертвая зона” наступает в тот момент, когда эффективность тяги большой грудной мышцы падает из-за уменьшения плеча силы тяги, а эффективность дельтовидной мышцы еще не настолько высока, чтобы полностью компенсировать это падение. Эта зона и является “мертвой зоной” и мышцы вынуждены вращать плечевую кость при невыгодных механических условиях.

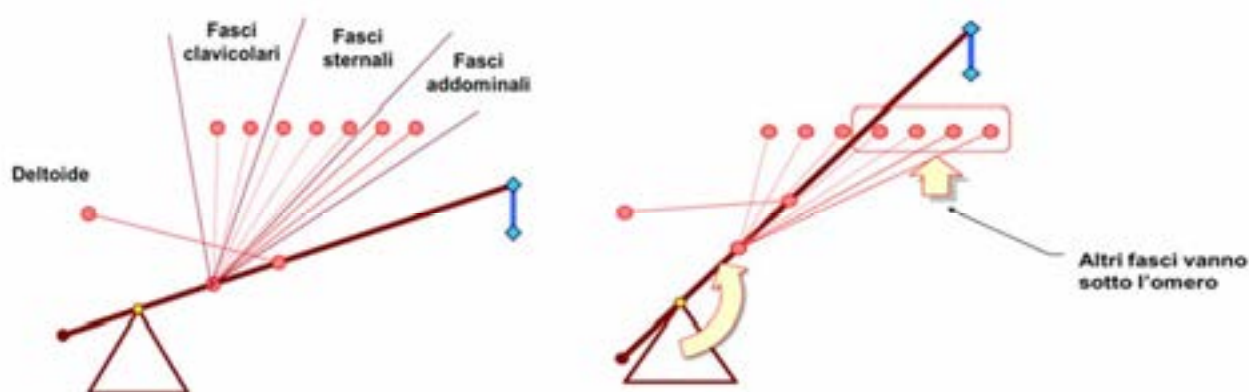


Рисунок 1.5 - Схема работы разных пучков большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) и передней части дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*) в фазе подъема штанги от груди (Evangelista, P. DCSS. *Power Mechanics for Power Lifters*. 768 p.)

Таким образом, анализ литературных источников позволяет заключить, что: причиной возникновения “мертвой зоны” является сочетание ряда условий:

- неблагоприятные механические условия (слишком малое плечо силы тяги мышц, излишне большое плечо силы тяжести штанги относительно плечевого и локтевого суставов);
- рассеивание энергии упругой деформации, возникшей при растягивании основных мышц, участвующих в жиме;
- движение ЦТ штанги с ускорением, приводящим к возникновению динамических перегрузок и разгрузок ОДА атлета.

Сложнейшее взаимодействие указанных выше факторов, как следствие, приводит к уменьшению скорости ЦТ штанги (от  $v_{max1}$  до  $v_{min}$ ), что является формальным определением “мертвой зоны”. Однако авторы не смогли объяснить причины неудач спортсменов за пределами “мертвой зоны”.

#### 1.4. Мышечное обеспечение жима штанги лежа на горизонтальной скамье

Возможности изучения биомеханических механизмов организации и управления движением, а также возможности его оценки значительно расширяются, если данные об электрической активности мышц (ЭМГ) сопоставить с биомеханическими характеристиками (кинематическими и динамическими) изучаемого двигательного действия. ЭМГ-характеристики следует рассматривать как исходные, входные, а кинематические и динамические характеристики звеньев двигательного аппарата – как выходные характеристики биомеханической системы.

Необходимо учитывать, что вследствие неоднозначности нервного импульса и движения, наличия центрального и периферического циклов взаимодействия отсутствует однозначность зависимости между ЭМГ-сигналом и биомеханическими характеристиками изучаемого двигательного действия. Однако, данное обстоятельство не должно служить препятствием для совместного изучения, анализа и оценки параметров: а) ЭМГ-сигнала, б) внешней нагрузки, в) внешней картины движения (кинематики). Только подобное совместное изучение и сопоставление всех перечисленных биомеханических факторов позволяет говорить о системном подходе к исследованию тех или иных проблемных аспектов техники спортивных

движений.

Изучение параметров ЭМГ сигнала (по месту и времени включения, длительности, амплитуде и частоте) позволяет не только определить степень участия каждой мышцы в двигательном акте, но и выявить особенности согласования и закономерности взаимодействия активности и функционирования мышц в создании механизмов противодействия и преодоления внешних нагрузочных моментов.

Когда выполняется жим штанги лежа, аппарат движения атлета находится в условиях интенсивного противодействия внешней нагрузке (весу штанги). Необходимость не только противодействия, но и преодоления внешней нагрузки требует соответствующей организации мышечной активности, а именно:

1. Реализации силового потенциала мышечных синергий.
2. Передачи импульса силы от звена к звену.
3. Создания необходимой жесткости подвижной многозвенной биомеханической системы (для обеспечения опорной функции и минимизации энергетических потерь).

#### 1.4.1. Характеристика активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа

В.С. Elliott, G.J. Wilson, G.K. Kerr (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462) первыми записали электрическую активность мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации. Они установили, что основными мышцами в фазе опускания штанги к груди являются: а) большая грудная мышца (*m. pectoralis major*); б) передняя часть дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*) и в) трехглавая мышца плеча (*m. triceps brachii*), которые работают в уступающем (эксцентрическом) режиме, проявляя умеренную, а иногда и максимальную активность в течение всей фазы опускания штанги (рисунок 1.6).

В фазе опускания штанги на грудь с отягощением 80% и 100% от максиму-

ма выразенно активны большая грудная мышца (*m. pectoralis major*) и дельтовидная мышца (*m. deltoideus*), которые своей активностью регулируют скорость опускания штанги, предотвращая ее чрезмерное ускорение и ударное опускание на грудь. Эти мышцы работают в уступающем режиме. С повышением уровня отягощения (100%) активность этих мышц в фазе опускания увеличивается (Gołaś A., Król H. Biomechanical analysis of Flat Bench Pressing (Case study) //Selected problem of bi-

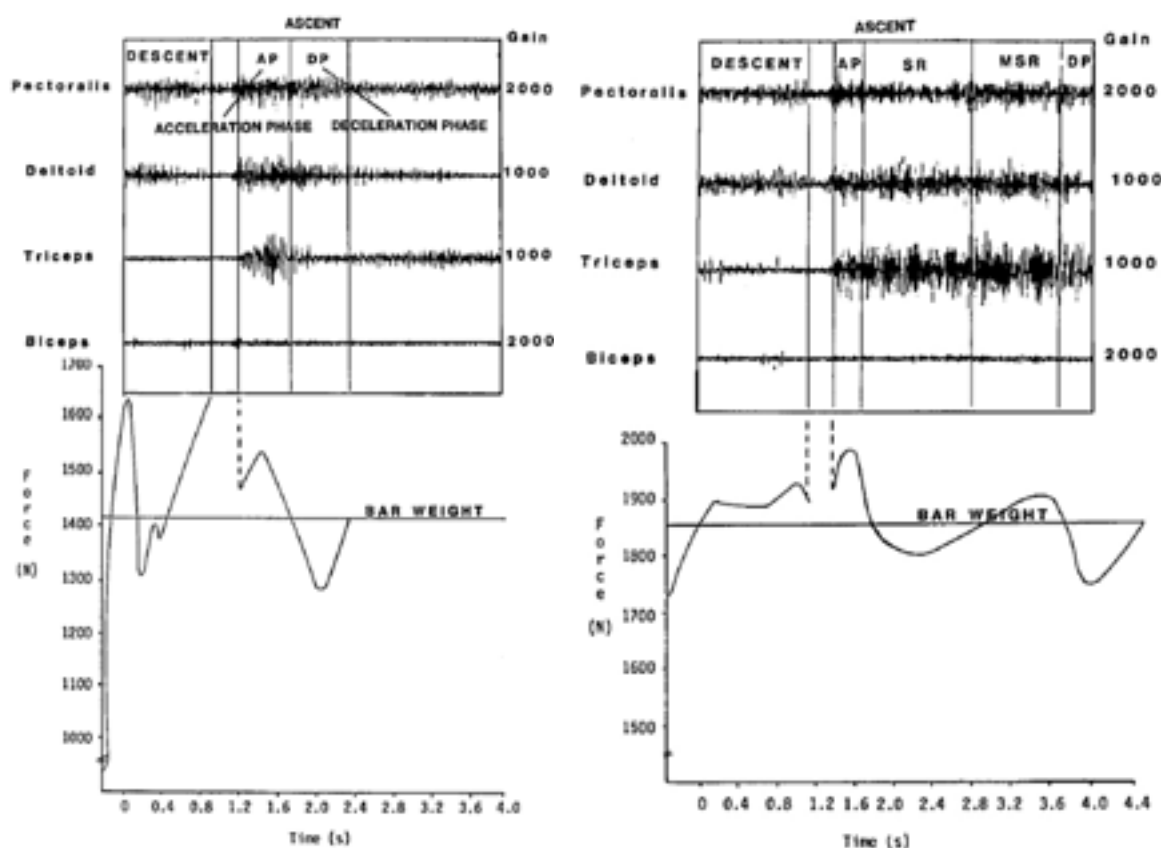


Рисунок 1.6 - Электрическая активность и кривая веса штанги при выполнении жима штанги лежа элитными пауэрлифтерами в фазе опускания (descent phase) и подъема (ascent phase): слева – с отягощением 80% от максимума, справа – с отягощением 100% от максимума (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462)

omechanics of sport and Rehabilitation. V. II. Warsaw. 2014. P. 32-42).

По мнению J.C. Santana, F.J. Vera-Garcia, S.M. McGill (Santana J.C., Vera-Garcia F.J., McGill S.M. A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press // Journal of Strength and Conditioning Research. 2007. Vol. 21. No. 4. P. 1271-1279) при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением, большая грудная (*m.*

pectoralis major) и передние пучки дельтовидной мышцы (m. anterior deltoideus) более активны, чем другие мышцы туловища и верхнего плечевого пояса.

Польские исследователи (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98) установили, что уровень электрической активности большой грудной (m. pectoralis major) и переднего пучка дельтовидной мышц (m. anterior deltoideus) при выполнении жима штанги лежа с весом 70-90% от максимума были самыми высокими в фазе опускания штанги, а не в фазе ее подъема. Однако многочисленными исследованиями доказано, что при жиме штанги с отягощением, составляющим 100% от максимума, большая грудная мышца (m. pectoralis major) проявляет большую активность в фазе подъема штанги от груди (daSilva S., Gonçalves M. Supino com Halteres: Um Estudo Eletromiográfico //Motriz, 2001. Vol.7. No. 1. P.1-5; Welsch E., Bird M., Mayhew J.L. Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lift // Journal of Strength and conditioning Research, 2005. No. 19. P.449-452; Кострюков В.В. Зависимость динамики мышечных усилий от характера отягощений в пауэрлифтинге //Теория и практика физической культуры, 2011. № 11. С. 76-80; Król H., Sobota G., Nawrat A., Wilk M. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 1-4; van den Tillaar R., Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and un-successful attempts in bench press. P. 2056-2063).

B.C. Elliott, G.J. Wilson, G.K. Kerr (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462; Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98) доказали, что увеличение массы штанги приводит к появлению активности трехглавой мышцы плеча (m. triceps brachii) в фазе опускания штанги (рисунок 1.6), что также способствует замедлению движения штанги к груди.

Роль двуглавой мышцы плеча при выполнении жима штанги лежа весьма незначительна. С отягощением 100% от максимума наблюдаются пиковые всплески активности двуглавой мышцы, рисунок 1.6. По времени эти пики совпадают с выраженными колебаниями модуля скорости ЦТ штанги в фазе опускания, то есть активность двуглавой мышцы выступает как регулирующий фактор в процессе управления скоростью опускания штанги при большой нагрузке.

В исследованиях польских ученых (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of

movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98; Gołaś, A. Król H. Biomechanical analysis of Flat Bench Pressing (Case study). P. 32-42) показано, что широчайшая мышца спины проявляет низкую активность в фазе опускания штанги.

Показано (Król H., Sobota G., Nawrat A., Wilk M. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 1-4), что в фазе фиксации штанги на груди активность большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) зависит от уровня технического мастерства спортсмена. Одни спортсмены значительно уменьшают активность мышцы в этой фазе, а другие, наоборот, увеличивают.

В фазе подъема штанги от груди при любом отягощении большая грудная (*m. pectoralis major*) и передняя часть дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*) проявляют максимальную активность в периоде ускорения. В дальнейшем, если спортсмен выполняет жим штанги лежа с отягощением 80% от максимума, их активность несколько снижается, однако при жиме штанги с максимальным отягощением эти мышцы проявляют высокую активность до окончания фазы подъема штанги от груди. Исследователи (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462; Júnior V.R., Gentil P., Oliveira E., do Carmo J. Comparison among the EMG activity of the pectoralis major, anterior deltoid and triceps brachii during the bench press and peck deck exercises // Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2007. Vol. 13. No. 1. P.43-46; Sadri I., Jourkesh M., Ostojic S.M. et al. A Comparison of EMG Fluctuation of Deltoid and Pectoralis Major Muscles in Bench Press //Sport Science, 2011. Vol.4. No.1. P.30-33) сходятся во мнении, что перечисленные выше мышцы являются основными агонистами в приведении плеча и стабилизации плечевого сустава в фазе подъема штанги от груди. В начале подъема штанги от груди большую активность проявляет большая грудная мышца (*m. pectoralis major*), а затем повышается активность переднего пучка дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*). Данные, полученные Р. Evangelista (Evangelista, P. DCSS. Power Mechanics for Power Lifters: 768 p.) посредством моделирования это подтверждают.

Активность трехглавой мышцы плеча резко возрастает в момент отрыва штанги от груди (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462; van den Tillaar R. Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity

between successful and un-successful attempts in bench press. P. 2056-2063; Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98). Следует отметить, что при нагрузке в 80% от максимума эта мышца проявляет свою активность только в течение периода ускорения и частично – в “мертвой зоне”, а при противодействии максимальной нагрузке уровень активности этой мышцы значительно увеличивается на протяжении всей фазы подъема штанги от груди.

Установлено (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462), что двуглавая мышца плеча часто активна в периоде ускорения. Эта активность умеренной интенсивности, и, как правило, короткая (длительность ее составляет примерно 0,2 с). У двуглавой мышцы плеча обычно регистрируется высокий уровень активности в конце “мертвой зоны”, особенно когда внешняя нагрузка становится максимальной. Из анализа этой активности следует, что двуглавая мышца выступает как слабый сгибатель плечевого сустава и, возможно, стабилизатор локтевого сустава.

Польскими исследователями (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98; Gołaś A., Król H. Biomechanical analysis of Flat Bench Pressing (Case study). P. 32-42), установлено, что в фазе подъема штанги от груди при любой нагрузке, активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) невелика.

#### 1.4.2. Характеристика активности мышц нижних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа

Следует отметить, что посредством электромиографии при выполнении жима штанги лежа на горизонтальной скамье в основном изучалась активность мышц верхнего плечевого пояса и туловища, в то время как активность мышц нижних конечностей оставалась без достаточного внимания исследователей. Нами обнаружена всего лишь одна публикация, посвященная анализу электрической активности мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа в стабильном и нестабильном положении (Norwood J., Anderson G.S., Gaetz, M., Twist P.

Electromyographic Activity of the Trunk Stabilizers during Stable and Unstable Bench Press // Journal of Strength and Conditioning Research, 2007. Vol. 21. No. 2. P. 343-347). Следует отметить, что в этом исследовании не изучался соревновательный вариант жима штанги лежа, а поднимаемое отягощение составляло всего 9 кг. Помимо этого в статье J. Norwood et al. (там же) не приводятся количественные данные о длительности и суммарной электрической активности мышц нижних конечностей.

Тем не менее, активность мышц нижних конечностей при выполнении соревновательного варианта жима штанги лежа способна создать благоприятные условия для его выполнения и существенно повлиять на результат, показанный спортсменом. Во-первых, это связано с тем, что ноги спортсмена создают жесткую опорную конструкцию, которая позволяет сохранять устойчивость тела и прогиб в поясничном отделе позвоночника (“мост”) (Rippetoe M., Bradford S. Starting Strength Basic Barbell Training. 2011: Aasgard Company, Wichita Falls, Texas. 371 p.).

Во-вторых, некоторые спортсмены, обладающие высоким уровнем технического мастерства, при выполнении жима штанги лежа способны передать механический импульс (количество движения) от ног к штанге. Б.И. Шейко указывает: “В начальной стадии мощного ‘срыва’ штанги от груди, спортсмен как бы отталкивается ногами от помоста в направлении головы” (Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 177-278).

### 1.5. Элементы техники жима штанги лежа и их биомеханический анализ

В технике жима штанги можно выделить несколько существенных элементов, от которых в значительной степени зависит результат, показанный спортсменом. К ним относятся: хват штанги, прогиб в пояснице (“мост”) и постановка стоп атлета. Также на технику атлета оказывает существенное влияние экипировка.

#### Х в а т ш т а н г и

В жиме штанги лежа используется простой хват, односторонний хват запрещен. Максимально допустимым и одним из наиболее часто используемых является широкий хват (ширина хвата 81 см). Существует ограничение в соревновательных



правилах – 81 см между указательными пальцами атлета. Широкий хват позволяет лучше задействовать большую грудную мышцу (*m. pectoralis major*), а также уменьшает путь штанги, а, следовательно, и совершаемую атлетом работу. Также используется средний хват (60-65 см), который, как предполагается, позволяет лучше задействовать трехглавые мышцы плеча (*m. triceps brachii*) и дельтовидные мышцы (*m. deltoideus*). У начинающих пауэрлифтеров расстояние между кистями рук меньше 81 см (McLaughlin T. Grip spacing and arm position // *Power Research*, 1985. Vol. 8. No. 6. P. 24).

Выбор ширины хвата зависит от индивидуальных особенностей атлета, в частности, от длины его рук и от силы больших грудных мышц атлета. Возникает вопрос, почему элитные пауэрлифтеры используют широкий хват, в чем его преимущества?

Среди факторов, определяющих эффективность выполнения жима штанги лежа с широким хватом можно назвать следующие: уменьшение высоты подъема ЦТ штанги; уменьшение длины траектории, по которой движется ЦТ штанги; уменьшение значений плеч силы тяжести штанги относительно локтевого сустава; уменьшение момента силы тяжести штанги относительно локтевого сустава; изменение активности основных мышц.

Специалистами в области пауэрлифтинга (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381; McLaughlin T. Grip spacing and arm position. P. 24; Wagner L.L., Evans S.A., Weir J.P., Housh T.J., Johnson G.O. The effect of grip width on bench press performance // *International Journal of Sports Biomechanics*, 1992. No 8. P. 1-10; Глядя С.А., Старов М.А., Батыгин Ю.В. Стань сильным – 2!: учебно-методическое пособие по основам пауэрлифтинга. Харьков: К-Центр, 1999. 72 с.; Duffey M.J. A biomechanical analysis of the bench press: Diss. of Degree of Doctor of Philosophy, 2008. Pennsylvania. 120 p.) установлено, что с увеличением ширины хвата уменьшается вертикальное расстояние от плечевого сустава до грифа штанги в конце фазы подъема штанги при полном выпрямлении рук (рисунок.1.7). Это означает, что спортсмены, используя широкий хват, в конце фазы подъема фиксируют штангу на меньшей высоте (рисунок.1.7) по сравнению с более узким хватом. Иными словами, в конце фазы подъема штанга фиксируется на максимальной высоте при использо-

вании среднего хвата (100% от ширины плеч). По данным М. Duffey (там же) разность в высоте подъема штанги ( $\Delta h$ ) между широким и узким хватом может достигать 7 см, по данным L.L. Wagner et al. (Wagner L.L., Evans S.A., Weir J.P., Housh T.J., Johnson G.O. The effect of grip width on bench press performance. P. 1-10) – до 20 см.

L.L. Wagner et al. (там же) специально изучили биомеханические характеристики движения ЦТ штанги при выполнении жима штанги лежа и зафиксировали результаты, показанные атлетами с использованием шести вариантов ширины хвата (G1-95%, G2-130% G3-165%, G4-200%, G5-235%, G6-270% от ширины плеч). Участники эксперимента (n=24) занимались не менее двух лет пауэрлифтингом и имели результаты в жиме штанги лежа 125% от массы тела.

Полученные результаты L.L. Wagner et al. (там же) свидетельствуют о том, что как в фазе опускания, так и в фазе подъема штанги существуют разнонаправленные изменения и длине траектории и ширине хвата, при увеличении ширины хвата достоверно уменьшается длина траектории движения ЦТ штанги. Это означает, что спортсмен должен выполнить меньшую работу по перемещению ЦТ штанги при ее движении вверх. Исследования L.L. Wagner et al. (там же) свидетельствуют о том,

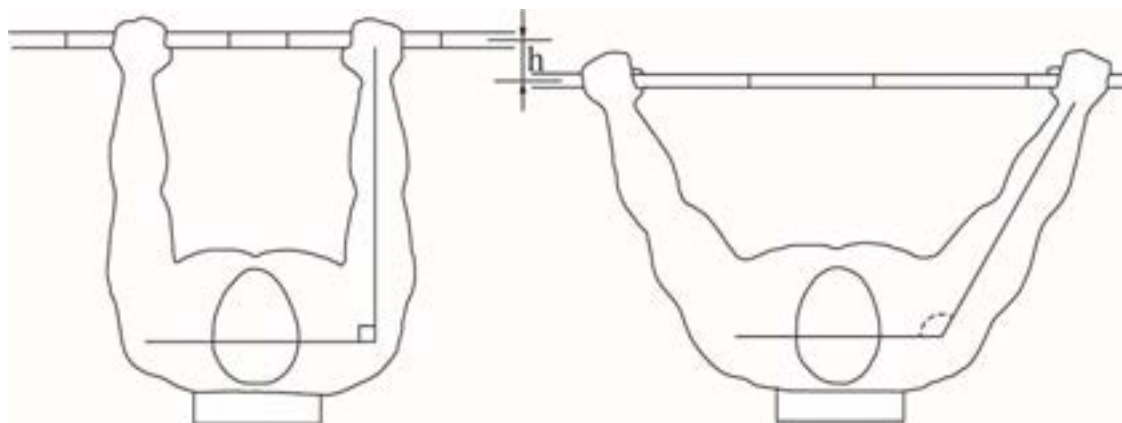


Рисунок 1.7 - Изменение высоты подъема штанги при жиме средним и широким хватом

Обозначение:  $h$  – разность в высоте подъема штанги при среднем и широком хвате (Rippetoe M., Bradford S. Starting Strength Basic Barbell Training. 2011: Aasgard Company, Wichita Falls, Texas. 371 p.)

что при увеличении ширины хвата уменьшается расстояние от ЦТ штанги до плечевого сустава. Это означает, что уменьшается плечо силы тяжести штанги относи-

тельно плечевого сустава. Высота, при которой достигается “мертвая точка” при узком хвате G1 (95% от ширины плеч) составляет  $28,2 \pm 7,2$  см от уровня плеч, при хвате G3 (165% от ширины плеч) –  $24,3 \pm 6,5$  см, и при широком хвате G6 (270% от ширины плеч) –  $14,7 \pm 6,0$  см. Результаты, полученные О.М. Gomo (Gomo O.M. The effect of grip width on sticking region in bench press: 23 p.) на 12 элитных пауэрлифтерах свидетельствуют о том, что плечо силы тяжести штанги относительно локтевого сустава при узком хвате больше, чем при широком в основные моменты жима штанги: на груди и при достижении штангой максимальных и минимальных значений вертикальной скорости.

Показано (Wagner L.L., Evans S.A., Weir J.P., Housh T.J., Johnson G.O. The effect of grip width on bench press performance. P. 1-10), что увеличение ширины хвата приводит к уменьшению момента силы тяжести штанги относительно плечевого сустава. Например, момент силы тяжести штанги в сагиттальной плоскости относительно плечевого сустава в “мертвой точке” при узком хвате G1 (95% от ширины плеч) равен 180 Нм, при хвате G3 (165% от ширины плеч) – 150 Нм, и при широком хвате G6 (270% от ширины плеч) – 125 Нм.

Уменьшение момента внешней силы относительно плечевого и локтевого суставов означает, что мышцы, обслуживающие эти суставы и противодействующие силе тяжести штанги при использовании широкого варианта хвата, могут развивать меньшую силу, чтобы преодолеть силу тяжести штанги по сравнению с узким хватом. Это означает, что спортсмен, используя широкий хват, может поднять штангу большей массы.

От ширины хвата зависит большая или меньшая активность мышц, участвующих в подъеме штанги. Это обстоятельство активно используется тренерами и спортсменами при необходимости увеличения нагрузки на мышечную группу (Глядя С.А., Старов М.А., Батыгин Ю.В. Стань сильным – 2! 72 с.; Делаваье Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин: Рипол-классик, 2006. 144 с.; Кузнецов, А.Ю. Анатомия фитнеса. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 224 с.; Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 177-278).

На основе эмпирического опыта установлено, что при узком хвате большую

активность проявляет трехглавая мышца плеча – *m. triceps brachii* (Глядя С.А., Старов М.А., Батыгин Ю.В. Стань сильным!: Учебно-методическое пособие по основам пауэрлифтинга. Харьков: К-Центр, 1998. 33 с.; Остапенко, Л.А. Силовое троеборье: особенности тренировочного процесса на этапе отбора и начальной подготовки: учебное пособие. 150 с.; Горбов, А.М. Комплексная подготовка пауэрлифтера. Победа на турнире. М.: АСТ-Сталкер. 2007. 176 с.; Глядя С.А., Старов М.А., Батыгин Ю.В. Стань сильным – 2! 72 с.; Делавье Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин: 144 с.; Кузнецов, А.Ю. Анатомия фитнеса. 224 с.) и дельтовидная – *m. deltoideus* (Глядя С.А., Старов М.А., Батыгин Ю.В. Стань сильным – 2! 72 с.; Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 177-278), а при широком – большая грудная мышца (Делавье Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин: 144 с.; Кузнецов А.Ю. Анатомия фитнеса. 224 с.; Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 177-278).

Все эти факторы влияют на значение вертикальной составляющей силы, которую спортсмен прикладывает к штанге в фазе ее подъема от груди. Эмпирический опыт тренеров и спортсменов, а также научные исследования показывают, что использование широкого хвата позволяет показать более высокий результат в жиме штанги лежа. Многочисленными исследованиями (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. P. 376-381; McLaughlin, T. Grip spacing and arm position. P. 24; Barnett C., Kippers V., Turner P. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles // Journal of Strength and Conditioning Research, 1995. Vol. 9. No 4. P. 222-227; Clemons J.M., Aaron C. Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press // Journal of Strength and Conditioning Research, 1997. Vol. 11. No 2. P. 82-87; Gilbert G., Lees A. Maximum grip width regulations in powerlifting discriminate against larger athletes // Journal of Sport Sciences, 2003. Vol. 21. No. 4. P. 299-300; Gomo O.M. The effect of grip width on sticking region in bench press: 23 p.) установлено, что относительно широкий хват (между 180 и 200% ВАД) является оптимальным для достижения максимального результата.

Исследование О.М. Gomo (Gomo O.M. The effect of grip width on sticking region in bench press: 23 p.), проведенное на 12 элитных пауэрлифтерах показало, что максимальный результат с использованием узкого хвата ( $39,1 \pm 1,0$  см между указатель-

ными пальцами рук) составил в среднем  $122,1 \pm 19,4$  кг, среднего ( $56,8 \pm 1,7$  см) –  $126,5 \pm 21,6$  кг и широкого ( $74,5 \pm 2,8$  см) –  $131,5 \pm 22,9$  кг.

Специальное изучение этой проблемы, проведенное L.L. Wagner et al. (Wagner L.L., Evans S.A., Weir J.P., Housh T.J., Johnson G.O. The effect of grip width on bench press performance. P. 1-10) свидетельствует о том, что значения вертикальной составляющей силы изменяются в зависимости от ширины хвата. При узком хвате (95% BAD значение вертикальной составляющей составляет 1100 Н. При ширине хвата, составляющей немногим больше 200% BAD, значения вертикальной составляющей силы давления на гриф штанги максимальны и составляют 1175 Н. Однако если ширина хвата превышает 200% BAD, вертикальная составляющая силы давления на гриф штанги резко уменьшается. Значительное падение силы при очень большой ширине хвата связано с тем, что спортсмены прикладывают силу к грифу штанги не вертикально, а под углом. Это приводит к тому, что вертикальная составляющая усилия уменьшается, а горизонтальная, наоборот, увеличивается.

Этот факт подтверждают исследования M. Duffey, V.M. Zatsiorsky (Duffey M.J., Zatsiorsky V.M. Load supported by the upper extremities during incline and decline pushups // *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2003. Vol. 35. No. 5. P. 62), которые установили положительную корреляцию между шириной хвата и горизонтальной составляющей силы в фазе подъема штанги от груди. Это означает, что с увеличением ширины хвата горизонтальная составляющая силы возрастает, а вертикальная – уменьшается.

Использование спортсменами широкого хвата имеет как достоинства, так и недостатки. Известно, что плечевой сустав пауэрлифтеров более всего подвержен травмированию (Keogh J. A technical report for the Oceania Powerlifting Federation and their member federations, 2005. 22p.). В своих исследованиях С.М. Green, Р. Comfort (Green С.М., Comfort Р. The Effect of Grip Width on Bench Press Performance and risk of Injury // *National Strength and conditioning Association*, 2007. Vol. 29. No. 5. P. 10-14) показали, что широкий хват при выполнении жима штанги лежа (более 150% от ширины плеч) может представлять риск получения травмы плечевого сустава и большой грудной мышцы (m. pectoralis major). Так, например, при отведении плечевой кости от туловища

ща на угол, близкий к 90 градусам (что наблюдается при жиме штанги лежа с шириной хвата свыше 150% от ширины плеч), возникает риск как острой, так и хронической травмы плечевого сустава. Причем, как считают С. Barnett, V. Kippers, P. Turner, (Barnett C., Kippers V., Turner P. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles. P. 222-227), этот риск еще более усиливается, когда увеличивается угол поворота в данном суставе (особенно при выполнении жима штанги головой вниз).

### Прогиб в пояснице (“мост”)

“Мост” – это специальный технический прием, который позволяет атлету существенно сократить путь штанги, тем самым уменьшая работу. “Мост” выполняется в момент принятия исходного положения в жиме штанги лежа: атлет старается максимально прогнуть спину в поясничном отделе позвоночника. Прогиб достигается преимущественно путем напряжения длинного разгибателя позвоночника. При правильном выполнении “моста” также сводятся лопатки. Сведение лопаток достигается путем напряжения широчайшей мышцы спины, которая также позволяет несколько увеличить прогиб в спине. Лопатки не должны касаться скамьи. При выполнении данного технического элемента у атлета должны быть следующие точки опоры: трапециевидная мышца (*m. trapezius*) и ягодичные мышцы (*m. gluteus maximus*) касаются скамьи, а ступни атлета касаются опоры.

Применение “моста” позволяет добиться более высоких результатов благодаря следующим обстоятельствам:

1. Уменьшается длина траектории штанги при ее опускании на грудь и подъеме от груди.

Уменьшение длины траектории штанги при выполнении “моста” связано с тремя причинами:

- Сведение лопаток при выполнении “моста” значительно уменьшает высоту расположения штанги относительно грудной клетки в начале движения (штанга на вытянутых руках). Этому способствует одна из основных поверхностных мышц – широчайшая мышца спины (*m. latissimus dorsi*).
- Значительный прогиб в области поясничного отдела позвоночника

позволяет приподнять нижнюю часть грудной клетки над скамьей. Прогиб позвоночного столба обеспечивается за счет подвижности позвонков относительно друг друга, что возможно благодаря присутствию межпозвонковых дисков. C.I. Medrano, D.A. Cantalejo (Medrano C.I., Cantalejo D.A. Eficacia y seguridad del press de banca. Revisión //Revista International de Medicina y Ciencias de la Actividad Fisica y del Deporte, 2008. Vol. 8. No. 32. P. 338-352) показали, что из-за прогиба позвоночного столба возникает значительная нагрузка на нижнюю часть спины. Сохранить “мост” позволяет активность следующих мышц спины: мышцы разгибателя позвоночника (*m. erector spinae*), поперечно-остистой мышцы (*m. transversospinalis*) и межкостистых мышц (*mm. interspinales*). Отмечено, что у элитных пауэрлифтеров мышца-разгибатель позвоночника сильно гипертрофирована (McGill S. Ultimate back fitness and performance. 2009, Waterloo: Wabuno Publishers, Backfitpro Ink. 317 p.).

- Выполнение жима штанги на “вдохе” расширяет грудную клетку, увеличивает внутригрудное давление и поднимает ребра и грудину.

2. Активнее функционируют грудинно-реберная (*pars sternocostalis*) и брюшная часть (*pars abdominalis*) большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*), которые являются более сильными (Глядя С.А., Старов М.А., Батыгин Ю.В. Стань сильным – 2! 72 с; Делавье Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин. 144 с.; Rip-petoe M., Bradford S. Starting Strength Basic Barbell Training. 371 p.; Evangelista P. DCSS. Power Mechanics for Power Lifters. 768 p.).

Н. Krol et al., (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance. P. 93-98) показали, что при выполнении жима штанги лежа с использованием “моста” некоторые спортсмены активируют разные пучки большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*). В связи с этим, авторами было высказано предположение, что участие различных частей большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) связано со степенью прогиба позвоночника. Впоследствии P. Evangelista (Evangelista, P. DCSS. Power Mechanics for Power Lifters: 768 p.) показал, что “мост” создает благоприятные механические условия для работы большой грудной мышцы, подобно выполнению “наклонного жима штанги головой вниз”. Спортсмен в этом упражнении может показать более высокий результат, нежели в

соревновательном варианте жима. Это связано с тем, что положение плечевой кости относительно туловища благоприятнее для развития момента силы относительно плечевого сустава нижними (более сильными) пучками большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*).

Таким образом, спортсмену очень важно сохранить высоту “моста”, так как он позволяет выполнить меньшую работу по подъему штанги вверх.

3. Грудные мышцы растягиваются значительно больше, что позволяет активнее использовать силу их упругой деформации согласно зависимости “длина-сила” мышц.

M. Rippetoe и S. Bradford (Rippetoe M., Bradford S. Starting Strength Basic Barbell Training. 371 p.) указывают, что, несмотря на то, что ноги не являются частью кинематической цепи в жиме штанги лежа, все же правильное положение и использование мышц ног и спины позволит, во-первых, стабилизировать положение туловища на скамье (основная функция), во-вторых, создать необходимую горизонтальную силу для увеличения прогиба в пояснице и удержания груди в наиболее высокой позиции. Опускание штанги стремится уменьшить прогиб в пояснице, если он недостаточно поддерживается силой мышц. Однако изометрическая работа мышц бедра (и передней, и задней поверхности), а также и ягодичной мышцы (*m. gluteus maximus*) препятствует потере прогиба в пояснице.

Рассмотрим еще один технический элемент, позволяющий спортсмену передавать механический импульс от ног к штанге.

Б.И. Шейко с соавт. (Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г. Смольников Д. А., Фролов И. С., Фролов Г. С. Техника выполнения жима лежа // Железный мир. 2007. №6. С.128-133; Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г., Фетисов В.С., Дудов О.А., Репина П.В. Что дает спортсмену жимовая майка? С. 128-133.) было высказано предположение, что в начале фазы подъема штанги от груди некоторые спортсмены выполняют “толчок” ногами в направлении головы, так как он позволяет легче преодолеть “мертвую зону”. Следует заметить, что спортсмены, выполняющие такой “толчок” совершают небольшое движение грудью вверх. Это движение происходит из-за того, что таз, позвоночник, грудная клетка и лопатки составляют жесткую конструкцию, надежно стянутую мышцами



туловища. Движение таза вверх и в сторону головы приводит к вращению данной жесткой конструкции относительно лопаток и небольшому подъему грудной клетки. В результате этого механический импульс передается штанге (которая в этот момент находится на груди спортсмена). Если атлет успевает “подхватить руками” (вовремя мощно активировать мышцы верхнего плечевого пояса и рук) этот небольшой импульс (импульс равен массе штанги умноженной на ее скорость) – это помогает ему в начале движения придать штанге большую скорость. Но не все спортсмены во время толчка ногами и движения туловищем “подключают” руки. Если они не успевают это сделать – импульс теряется. Более того, если таз сместится слишком высоко вверх, то ягодичные мышцы оторвутся от животной скамьи и попытка не будет засчитана.

#### П о с т а н о в к а   с т о п   а т л е т а

По правилам допускается постановка стоп на любой ширине, однако запрещено касаться скамьи ступнями. Для создания жесткой опорной конструкции атлетам необходимо напрягать мышцы-разгибатели коленного сустава (четырёхглавые мышцы бедра), что позволяет им лучше противодействовать внешней нагрузке. Как правило, атлеты выбирают ширину постановки стоп исходя из уровня развития гибкости в тазобедренном суставе, при этом они стремятся сократить расстояние между ступнями и плечевыми суставами, что позволяет им увеличить прогиб в пояснице для выполнения технического приема “мост”. Правила ФПР требуют, чтобы подошва обуви полностью касалась опоры, отрыв пятки запрещен. В некоторых из федераций разрешается отрыв пятки от опоры (в частности WPC/WPO).

#### В л и я н и е   э к и п и р о в к и   н а   р е з у л ь т а т ы   в   ж и м е   ш т а н г и   л е ж а

В жиме штанги лежа используется особая экипировка – так называемые жимовые рубашки (“майки”), которые обладают рядом свойств, позволяющих существенно увеличить результаты в жиме штанги лежа. Особенности в характеристиках жимовых рубашек обусловлены правилами соревнований, которые существенно различаются в различных федерациях пауэрлифтинга. В ФПР допус-

каются исключительно однослойные жимовые майки определенных производителей. Жимовая майка сшита из очень плотной ткани, которая растягивается под действием веса штанги, накапливает энергию упругой деформации, а затем позволяет использовать эту энергию при движении штанги вверх.

Использование маек для жима позволяет: во-первых, уменьшить число травм, а во-вторых, улучшить результаты в жиме штанги (Кострюков В.В. Совершенствование специальной силовой подготовки квалифицированных пауэрлифтеров на основе применения упражнений с переменными отягощениями. 26 с.). Однако техника жима штанги лежа с использованием жимовой майки достаточно сильно отличается от техники жима штанги лежа без экипировки (Williams R., Silver T., Fortenbaugh D., Ludwig K. Effects of the bench shirt on sagittal bar path // XXV ISBS Symposium, Ouro Preto. Brazil, 2007. P.306-309; Silver T, Fortenbaugh D., Williams R. Effects of the bench shirt on sagittal bar path // Journal of Strength and Conditioning Research, 2009. Vol.23. No.4. P 1125–1128; Kratiuk M., Madej A., Urbanik C., Iwanska D. Kinematik analysis of flat bench press using the classical technique and in a bench shirt // Selected problem of biomechanics of sport and Rehabilitation. V. II. Warsaw, 2014. P. 76-87).

В Федерации WPC/WPO допускается использование многослойных жимовых маек. Существуют также федерации, где использование жимовых маек запрещено.

#### 1.6. Методики коррекции техники пауэрлифтеров высокой квалификации, учитывающие их индивидуальные особенности

Знание индивидуальных особенностей спортсменов высокой квалификации очень важно для построения их методики тренировки. Как указывает О.В. Ворожейкин (Ворожейкин О.В. Методика применения индивидуального подхода к развитию силы у спортсменов в пауэрлифтинге // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2009. № 9 (55). С. 20-25) недостаточный учет индивидуальных особенностей спортсменов приводит в 70% случаев к спортивным травмам в пауэрлифтинге и в 85% случаев к недостаточно высоким результатам. С.М. Гузь (Гузь С.М. Факторы, определяющие спортивную результативность в силовом троеборье // Ученые записки университета имени П.Ф.

Лесгафта. 2009. № 5(51). С. 23-27) считает, что технико-тактические факторы существенно влияют на спортивную результативность на этапе спортивного мастерства в пауэрлифтинге.

По мнению Л.С. Дворкина (Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика: учебник для вузов. М.: Советский спорт. 2005. 600 с.) в отношении правильности выполнения жима штанги лежа у пауэрлифтеров высокой квалификации нет единого подхода, так как он выполняется сугубо с индивидуальными особенностями каждого атлета с учетом правил соревнований. Автор отмечает, что пауэрлифтеры, имеющие сильные большие грудные мышцы, выполняют жим штанги лежа широким хватом с локтями наружу. Атлеты с сильными дельтовидными мышцами (или трехглавыми мышцами плеча) более склонны к узкому хвату. Локти они держат ближе к туловищу. Также сильнейшие пауэрлифтеры опускают штангу вниз довольно медленно. Кроме того, они так расставляют ноги, чтобы стабилизировать положение тела. Л.С. Дворкин (там же) считает, что “мост” дает спортсмену множество преимуществ. Одно из преимуществ заключается в том, что опускание штанги на грудь и последующее опускание туловища даже на один сантиметр вниз позволяет создать значительный эффект “доски отталкивания”, позволяющее атлету создать большое баллистическое воздействие в фазе подъема и завершить движение. Тем не менее, Л.С. Дворкин (там же) не указывает, какие методические приемы можно использовать для коррекции техники жима штанги лежа и преодоления “мертвых зон”.

Г.П. Виноградов (Виноградов Г.П. Атлетизм: теория и методика тренировки. 328 с.) описывает фазы жима штанги лежа и типичные ошибки, возникающие при выполнении этого упражнения. Однако в учебнике не приводится методика обучения технике жима штанги лежа или методика ее коррекции у пауэрлифтеров высокой квалификации.

В учебном пособии (Талибов А.Х., Зверев В.Д., Сурков А.Н. Основы спортивной тренировки в пауэрлифтинге. 116 с.) описывается методика обучения технике жима штанги лежа, однако отсутствует информация о методике коррекции техники пауэрлифтеров высокой квалификации.

Наиболее подробно методика обучения жиму штанги лежа и характерные ошибки, возникающие в выполнении упражнений описаны в монографии Б.И. Шейко с соавт. (Шейко Б.И. Методика обучения технике соревновательных упражнений. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 279-312). Однако даже в этой монографии имеется крайне мало информации о методике коррекции техники пауэрлифтеров высокой квалификации, учитывающей их индивидуальные особенности.

В некоторых пособиях авторы указывают на ряд методических приемов, позволяющих повысить результат в жиме штанги лежа за счет увеличения силы мышц верхней конечности и туловища, что будет способствовать преодолению “мертвой зоны”. Одним из таких приемов является изменение ширины хвата (Глядя С.А., Старов М.А., Батыгин Ю.В. Стань сильным!: Учебно-методическое пособие по основам пауэрлифтинга. 33 с.; Муравьев В.Л. Пауэрлифтинг. Путь к силе. Москва: Светлана П. 1998. 153 с.; Делавье Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин: 144 с.; Муравьев В.Л. Жми лежа – 2! Универсальная жимовая система. 2008. 65 с. Горбов, А.М. Комплексная подготовка пауэрлифтера. Победа на турнире. 176 с. Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 177-278), другим – изменение наклона туловища при выполнении жима штанги лежа (Glass S.C., Armstrong T. Electromyographical Activity of the Pectoralis muscle during Incline and Decline Bench Presses // *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1997. No. 11(3). P. 163-167; Barnett C., Kippers V., Turner P. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles // *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1995. Vol. 9. No 4. P. 222-227; Trebs A.A., Brandenburg J.P., Pitney W.A. An electromyography analysis of 3 muscles surrounding the shoulder joint during the performance of a chest press exercise at several angles // *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010. Vol. 24. No 7. P. 1925-1930).

Только в одной статье (Arandjelovich O., Kompf J. Understanding and Overcoming the Sticking Point in Resistance Exercise // *Sports Medicine*. 2016. Vol.46. P.1-12) рассмотрено несколько аспектов преодоления “мертвой точки” при выполнении силовых упражнений пауэрлифтинга. Возможность преодоления “мертвой точки” авторы видят: в направленной изолированной силовой тренировке мышечных групп; использовании повторений с ограниченной амплитудой; сообщении дополнительного импульса штанге перед “мертвой точкой”; изменении техники упражнений; исполь-

зовании переменных отягощений. Коррекция техники движения спортсменов по мнению Arandjelovich O., Kompf J. (там же) включает: изменение ширины хвата и постановки ног, изменение синхронности движений в суставах. Следует, однако заметить, что авторы только указывают направления, в которых нужно двигаться спортсменам, чтобы более успешно преодолевать “мертвую точку”. Однако целостной методики коррекции техники движений пауэрлифтеров высокой квалификации они не приводят.

Несмотря на то, что некоторые аспекты технической подготовки пауэрлифтеров высокой квалификации разработаны достаточно хорошо (например, влияние ширины хвата или угла наклона туловища на показанный результат), тем не менее, можно констатировать, что проблема коррекции техники пауэрлифтеров высокой квалификации, учитывающая их индивидуальные особенности разработана крайне недостаточно. Как указывает Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Методика обучения технике соревновательных упражнений. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. С. 279): “Наиболее слабым местом в технической подготовке пауэрлифтеров является процесс овладения и совершенствования спортивной техникой, так как на сегодняшний день отсутствует необходимая и достаточно разработанная методика этого процесса, что обусловлено еще большим количеством белых пятен в понимании сущности спортивной техники”.

### 1.7. Заключение по первой главе

Анализ научно-методической литературы по технике жима штанги лежа свидетельствует о том, что достаточно часто рекомендации по технике жима штанги лежа представлены на уровне эмпирических данных и носят качественный характер, что вносит значительный элемент неопределенности и расплывчатости в систему оценки и коррекции того или иного технического элемента жима штанги лежа.

С другой стороны, достаточно обширные биомеханические исследования, позволяющие получить четкие количественные характеристики отдельных техни-

ческих элементов жима штанги лежа, не выполняют главного – они не отражают закономерностей взаимосвязи отдельных показателей техники в целостной системе движений. Особенно часто это касается наиболее критических моментов фазовой структуры – а именно “мертвой точки”, а точнее – “мертвой зоны”, биомеханическое и педагогическое определения которой нуждаются в уточнении и корректировке для устранения противоречий в выявлении и оценке этого явления среди тренеров, судей и научных работников.

Жим штанги лежа требует особого внимания к развитию и совершенствованию силовых способностей. Однако, явно недостаточно исследований, посвященных изучению требований не только к уровню силовой подготовки атлетов, а главное, к режимам и закономерностям взаимодействия мышц, обеспечивающих требуемые параметры движений биосистемы “атлет-штанга”, особенно в особо концентрированную фазу “мертвой зоны”.

Практически неизученными остаются биомеханические и педагогические условия реализации рекомендуемых параметров техники жима штанги, а именно - недостаточно информации о работе мышц верхних и нижних конечностей и туловища. Следует также отметить, что проблема коррекции техники пауэрлифтеров высокой квалификации, учитывающая их индивидуальные особенности разработана крайне недостаточно.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

## 2.1. Методы исследования

## 2.1.1. Теоретический анализ и обобщение литературных и документальных источников

Теоретический анализ и обобщение литературных и документальных источников представляет собой один из методов научного исследования (Железняк Ю.Д., Петров П.К. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте. М.: Академия, 2002. 264 с.; Попов Г.И. Научно-методическая деятельность в спорте. М.: Академия, 2015. 192 с.). Анализировалась научно-методическая литература, посвященная биомеханическому анализу техники жима штанги лежа, а также методике обучения этому двигательному действию. Изучались публикации, рассматривающие кинематические характеристики движения штанги; причины и механизмы проявления “мертвой зоны”; технические приемы ее преодоления; особенности активности мышц верхних и нижних конечностей, а также отдельные элементы техники жима. Всего анализу были подвергнуты 92 русскоязычных и 48 иностранных источника (диссертации, авторефераты, монографии, статьи, учебные пособия).

## 2.1.2. Опрос тренеров и спортсменов

Необходимость сопоставления данных исследований в области техники жима штанги лежа с эмпирическим опытом атлетов и тренеров привела к проведению специального опроса, в котором участвовали 10 спортсменов-пауэрлифтеров высокой квалификации и 10 тренеров по пауэрлифтингу. Респондентам демонстрировались видеозаписи выполнения жима штанги лежа атлетами

высокой квалификации, по которым необходимо было определить:

1. Имеет ли место “мертвая зона” в фазе подъема штанги от груди;
2. Имеет ли место толчок ногами в начале фазы подъема штанги от груди.

Ответы на первый вопрос использовались для определения видеозаписей, на которых наличие “мертвой зоны” указывалось большинством респондентов. Эти видеозаписи впоследствии подвергались биомеханическому анализу, а полученные по ним значения вертикальной составляющей скорости штанги впоследствии были использованы для определения порогового значения скорости штанги, которое воспринималось атлетами и тренерами как “мертвая зона”.

Один из существенных вопросов, заданных респондентам – в какой момент чаще всего проявляется “мертвая зона” в жиме штанги лежа; при каких отягощениях возможно ее наличие; а также каким образом ее можно преодолеть.

Также респонденты отвечали, нужно ли активировать широчайшую мышцу спины в жиме штанги лежа; для чего, по их мнению, это целесообразно. Спортсмены указывали, активируют ли они сами широчайшую мышцу спины при выполнении жима штанги лежа.

Заключительный блок вопросов был посвящен траектории движения штанги: респондентам предлагалось описать идеальную траекторию движения штанги, при которой они либо их подопечные добивались наивысших результатов.

### 2.1.3. Педагогические наблюдения за техникой выполнения жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации

Наблюдение представляет собой активный познавательный процесс, опирающийся прежде всего на работу органов чувств человека и его материальную деятельность. Для того, чтобы быть плодотворным методом познания, наблюдение должно удовлетворять ряду требований, важнейшими из которых являются: планомерность, целенаправленность, активность, систематичность (Кузин Ф.А. Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты. М.: ОСЬ-89, 1997. 304 с.)



Педагогическое наблюдение является традиционным методом научного исследования в педагогической практике. Под педагогическим наблюдением понимается специально организованное восприятие исследуемого объекта, процесса или явления в естественных условиях (Попов Г.И. Научно-методическая деятельность в спорте. М.: Академия, 2015. 192 с.).

К возможным объектам педагогического наблюдения В.Ф. Костюченко (Костюченко В.Ф. Профессионализм в сфере физической культуры: Учебно-методическое пособие. СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. 2003. 162 с.) относит: задачи обучения и воспитания, средства физического воспитания и спортивной тренировки; методы обучения и воспитания, характер и величину тренировочной нагрузки; элементы техники двигательных действий и др.

Объектом педагогического наблюдения в настоящем исследовании являлись элементы техники пауэрлифтеров высокой квалификации. Специально организованное восприятие соревновательного процесса пауэрлифтеров высокой квалификации осуществлялось посредством визуального анализа видеозаписей 30 спортсменов высокой квалификации (чемпионов России, Европы и мира). Использовались видеофрагменты сети ИНТЕРНЕТ и видеозаписи соревнований, предоставленные Заслуженным тренером России и Казахстана, профессором Б.И. Шейко. Целью педагогических наблюдений за техникой выполнения жима штанги лежа на основе видеозаписей соревновательной деятельности спортсменов высокой квалификации являлось изучение механизма передачи импульса от ног штанге.

#### 2.1.4. Видеосъемка с последующим биомеханическим анализом

В настоящем исследовании видеосъемка применялась с целью получения исходных данных для биомеханического анализа кинематики и динамики жима штанги лежа и специальных силовых упражнений. Одним из существенных достоинств видеосъемки является отсутствие влияния на двигательные действия спортсмена (Хасин, Л.А., Фролов В.И. Диагностика ошибок в тяжелоатлетических упражне-

ниях на основе скоростной видеосъемки // Теория и практика физической культуры, 2013. № 1. С. 35-36; Хасин, Л.А. Биомеханический анализ тяжелоатлета при выполнении рывка классического на основе скоростной видеосъемки и компьютерного моделирования // Теория и практика физической культуры, 2013. № 11. С. 100-104).

Видеосъемка жима штанги лежа осуществлялась синхронно во фронтальной и сагиттальной плоскостях посредством двух камер Casio Exlim Pro Ex-F1 (рисунок 2.1) с частотой 60 кадр/с (разрешение 1920x1080 пикс.), специальных упражнений – только во фронтальной плоскости.

Синхронизация видеосъемки с записью электрической активности мышц осуществлялась посредством специального устройства, в которое входили: контактная кнопка, находящаяся у оператора, светодиод и устройство подачи синхроимпульса. После начала движения оператор нажимал на контактную кнопку, что вызывало мигание светодиода и подачу синхроимпульса на электромиографическую аппаратуру. Одновременно мигание светодиода фиксировалось на две видеокамеры, что позволяло впоследствии совместить запись электрической активности мышц с видеосъемкой.



Рисунок 2.1 - Цифровая фотокамера  
Casio Exlim Pro EX F1

Погрешность измерения интервалов времени составляла 0,015с. Перед видеосъемкой торец грифа штанги был отмечен высококонтрастным маркером. Полученные видеоматериалы обрабатывались в программе PixelFarm PFTrack 2011: координаты центра тяжести штанги отслеживались в автоматическом режиме с последующим экспортом в текстовый файл. На основе полученных координат с

учетом масштаба в программе MS Excel 2013 рассчитывалось перемещение штанги, а также вертикальные и горизонтальные составляющие скорости и ускорения центра тяжести штанги посредством численного дифференцирования по формуле, предусматривающей сглаживание по пяти точкам.

Также на основе полученных координат воспроизводилась траектория движения ЦТ штанги в сагиттальной плоскости. Видеосъемка во фронтальной плоскости преимущественно использовалась для отслеживания касания штангой груди, так как в сагиттальной плоскости обзор закрывали непрозрачные диски штанги. Одним из результатов комплексной обработки видеоматериалов и данных электрической активности мышц являлась видеозапись, на которой были совмещены и синхронизированы видеоматериалы во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также электрическая активность восьми мышц, выполняющих движение (рисунок 2.2). В таком виде исследуемые получали информацию о своей технике выполнения двигательных действий при проведении педагогического эксперимента.

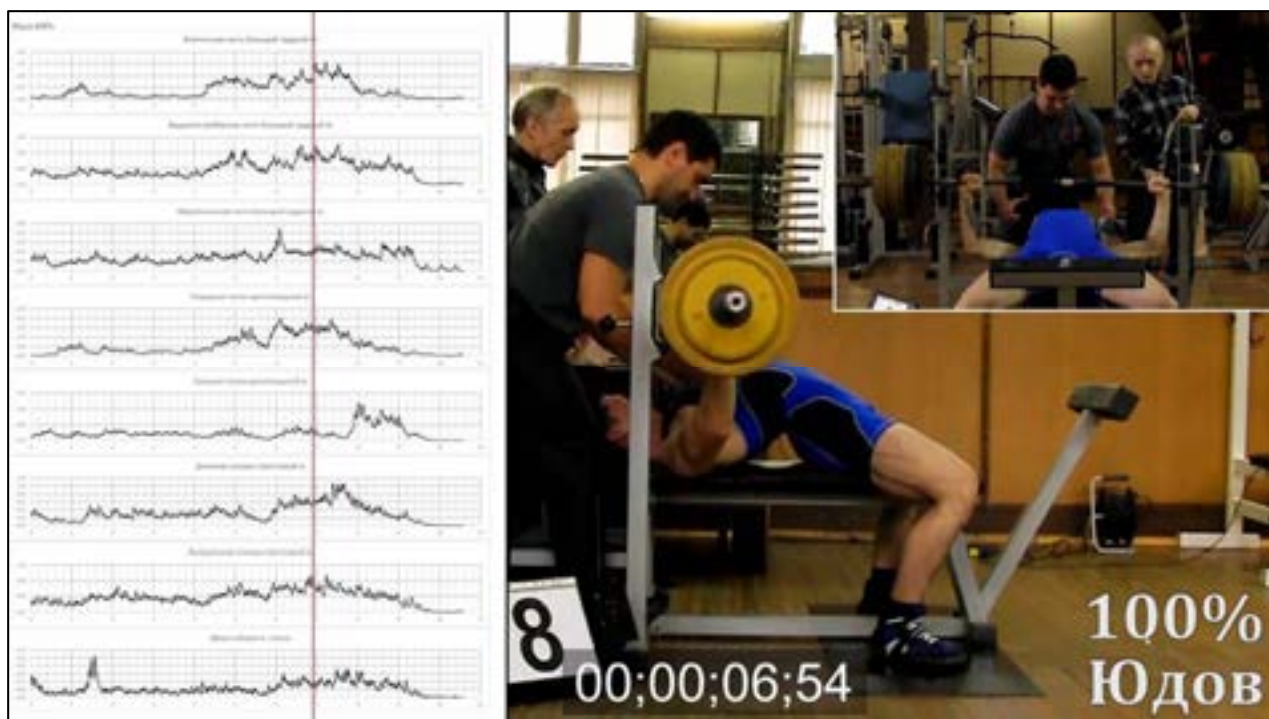


Рисунок 2.2 - Стоп-кадр видеозаписи, на которой совмещены и синхронизированы электромиограмма и видеоматериалы во фронтальной и сагиттальной плоскостях

### 2.1.5. Электромиография

1. Электромиография – метод регистрации электрической активности мышц. Начиная с начала XX века и до настоящего времени этот метод широко используется при изучении двигательных действий человека (Wagner R. Ueber die Zusammenarbeit der Antagonisten bei der Willkurbewegung, Abhangigkeit von mechanische Bedingungen // *Zeitschrift fur Biology*. 1925. Bd. 83.– S. 59-93; Персон Р.С. Электромиография в исследованиях человека. М.: Наука, 1969. 231 с; Гидиков А.А. Теоретические основы электромиографии. Биофизика и физиология двигательных единиц. Л.: Наука, 1975. 182 с.; Костюченко В.Ф., Степанов В.С., Вадюхин С.В., Вадюхина С.Л. Методика регистрации электрической активности мышц при выполнении физических упражнений (ЭМГ) // *Ученые записки Университета Лесгафта*, 2007. № 9 (31). С. 52-56; Elliott В.С. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1989. V.21. № 4. P. 450-462; van den Tillaar R., Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and un-successful attempts in bench press // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2009. V. 41. No11. P. 2056-2063; Чермит К.Д., Шаханова А.В., Забалотный А.Г., Тхагова А.В. Электромиографическая характеристика приседания со штангой в пауэрлифтинге // *Вестник АГУ*, 2011. № 4. С. 105-112).

Огромные возможности для изучения двигательных действий спортсменов дает сочетание электромиографии с другими методами исследований, такими как кино- или видеосъемка, а также тензодинамография (Бернштейн Н.А. Биоэлектрические явления в мышцах и их значение в анализе спортивной техники // *Сессия, посвященная итогам научно-исследовательской работы ГЦОЛИФК за 1946 г.* М.: ГЦОЛИФК, 1947. С. 4-8.; Козлов И.М. Электромиографическое исследование бега // *Физиологическая характеристика высокой работоспособности спортсменов*. М.: Физкультура и спорт, 1966. С. 62-70; Król, H. Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance // *Acta of bioengineering and biomechanics*. 2010. V.12. No. 2. P. 93-98).

При проведении настоящих исследований запись электрической активности была необходима для оценки степени вовлеченности той или иной мышцы в выполнение жима штанги лежа. По амплитуде электрической активности мышцы можно косвенно судить о развиваемой ею силе (Hof A.L., van den Berg J.W. Linearity between the weighted sum of the EMGs of the human triceps surae and the total torque // *Journal of Biomechanics*, 1977. Vol. 10. No. 9. P. 529–539; Miyano H, Sadoyama T. Theoretical analysis of sur-

face EMG in voluntary Isometric Contraction // European Journal of Applied Physiology. 1979. Vol. 40. No 3. P. 155-164; Чермит К.Д., Забалотный А.Г., Шаханова А.В., Тхагова А.В. Классификация биоэлектрической активности мышц при выполнении приседания со штангой в пауэрлифтинге // Вестник АГУ, 2012. № 1. С. 76-85).

Для регистрации электрической активности мышц использовался аппаратно-программный комплекс “Миоком”, состоящий из восьмиканального считывающего устройства, подключаемого по интерфейсу USB 2.0 к ПК, а также восьми накожных электродов, регистрирующих биоэлектрическую активность мышц, и одного накожного заземляющего электрода (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 - Электромиографическая методика “Миоком”.  
Момент записи электромиограммы

Нами изучалась максимальная амплитуда электрической активности мышцы, мкВ, а также определялась относительная величина амплитуды электрической активности в процентном отношении к максимуму на протяжении одного повторения с максимальным отягощением. Преимуществом данного комплекса является возможность подачи синхроимпульса на считывающее устройство. Данная возможность позволяет синхронизировать видеосъемку с

записью электрической активности для последующего совместного анализа.

Для снижения количества помех и наводок на электромиограмме участок кожи исследуемого атлета, на который крепился электрод, очищался и обрабатывался спиртом. Перед наклейкой электрода на кожу на него наносился специальный проводящий гель.

При проведении первого констатирующего эксперимента синхронно с видеосъемкой выполнялась запись электрической активности следующих мышц нижней конечности: длинной головки двуглавой мышцы бедра (*m. biceps femoris caput longum*), широкой латеральной мышцы бедра (*m. vastus lateralis*); латеральной головки икроножной мышцы (*m. gastrocnemius caput lateralis*). Наклейка электродов осуществлялась на левую половину тела (МСМК) и правую половину тела (КМС).

При проведении второго констатирующего эксперимента электроды прикреплялись на левую часть туловища и левую руку исследуемого атлета по направлению хода мышечных волокон. Заземляющий электрод прикреплялся на голень правой ноги. Синхронно с видеосъемкой выполнялась запись электрической активности следующих мышц верхней конечности и туловища: ключичной части (*pars clavicularis*), грудинно-реберной части (*pars sternocostalis*), абдоминальной части (*pars abdominalis*) большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*), передней части (*anterior deltoid*) и средней части (*lateral deltoid*) дельтовидной мышцы), длинной головки трехглавой мышцы (*m. triceps brachii caput longum*), латеральной головки трехглавой мышцы (*m. triceps brachii caput lateralis*), широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) (рисунок 2.4). Запись электрической активности начиналась перед снятием штанги со стоек и завершалась после возвращения штанги на стойки. Синхроимпульс подавался в момент, когда штанга находилась на вытянутых руках атлета прямо перед судейской командой “Старт”.

При проведении третьего констатирующего эксперимента электроды прикреплялись на левую часть туловища и левую руку исследуемого атлета по направлению хода мышечных волокон. Заземляющий электрод прикреплялся на го-



лень правой ноги. Синхронно с видеосъемкой выполнялась запись электрической активности тех же мышц верхней конечности и туловища, что и во втором констатирующем эксперименте.



Рисунок 2.4 - Места наклейки электродов при регистрации электрической активности мышц туловища и верхних конечностей

#### 2.1.6. Устройство для фиксации отрыва таза при выполнении жима штанги лежа

При проведении эксперимента, изучающего технику жима штанги лежа, необходимо было фиксировать на видеозаписи факт отрыва таза атлетом, так как жим штанги лежа осуществлялся по всем соревновательным правилам. Для автоматизации отслеживания факта отрыва атлетом таза от жимовой скамьи нами было разработано специальное устройство (Самсонов Г.А., Забавный С.Н. Устройство для фиксации отрыва таза при выполнении жима штанги лежа //Труды кафедры биомеханики Университета имени П.Ф. Лесгафта. 2015. Вып.9. С. 43-45). В отличие от устройства, предложенного О.А. Писаренко с соавт. (Писаренко О.А. Тюленев А.Н., Трембач А.Б., Шкабарня

Ю.В., Федорова И.Н., Липатникова М.А. Аппаратно-программный комплекс очувствления скамьи для жима лежа в пауэрлифтинге. Известия ЮФУ. Технические науки. 2012.№ 9 (134). 240-243), разработанное нами устройство достаточно простое.

Данное устройство (рисунок 2.5) состоит из контактной площадки (КП) и блока светодиода с источником питания (батарея 6F22). КП изготовлена из проводящего материала (бронза), ее размеры 150мм x 60мм, толщина 0,5мм. КП крепится на жимовую скамью в области таза. Блок светодиода устанавливается в месте, удобном для наблюдения либо видеосъемки.

Под тяжестью атлета КП замыкает электрическую цепь и светодиод загорается (рисунок 2.6). При отрыве таза КП размыкает цепь за счет упругости пластины, и светодиод гаснет, фиксируя нарушение правил.

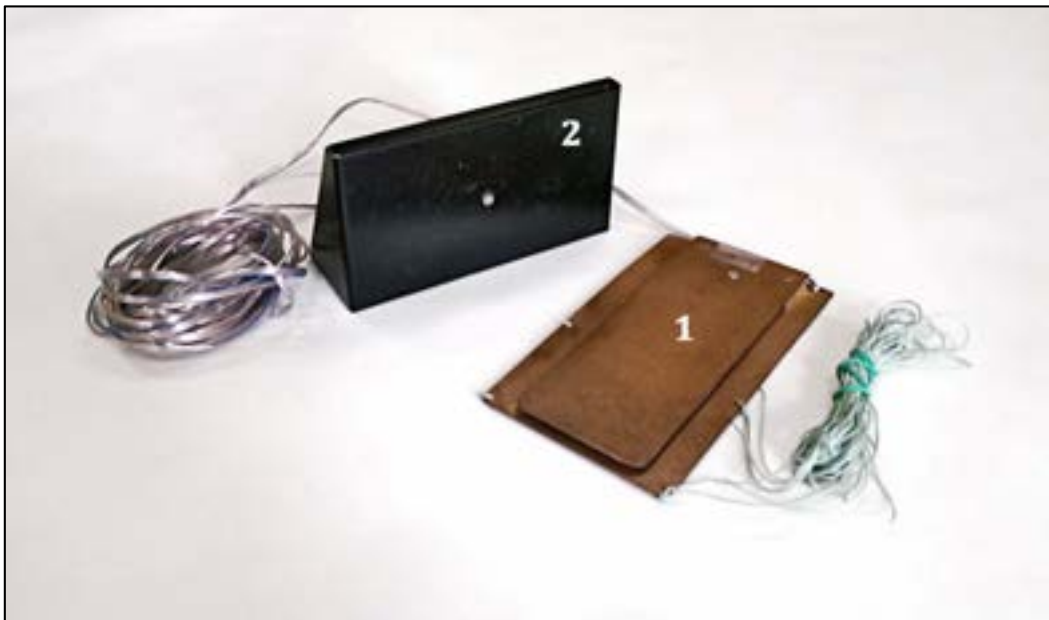


Рисунок 2.5 - Контактная площадка (1) и блок светодиода (2)

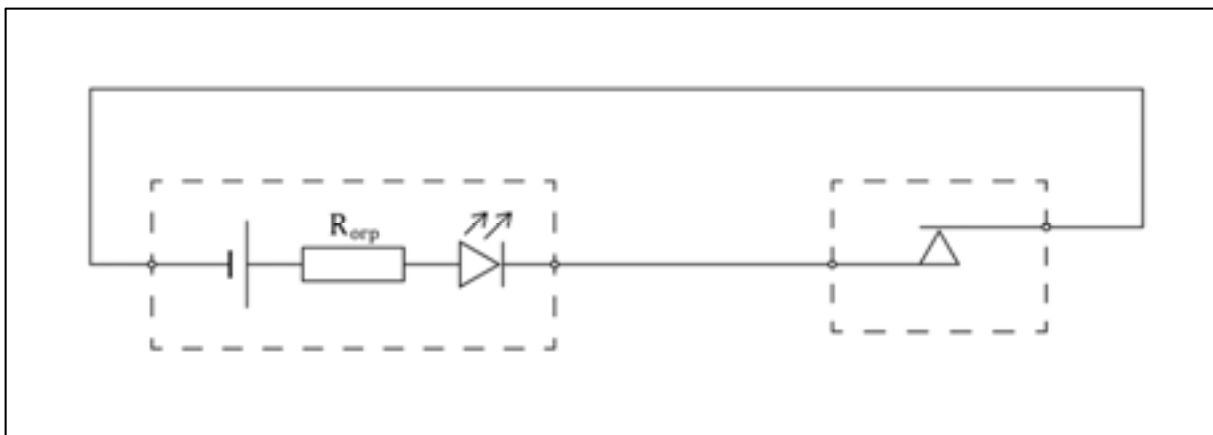


Рисунок 2.6 - Электрическая схема устройства



Использование разработанного устройства позволило нам в дальнейшем отследить факт отрыва таза атлетом по видеозаписи. Кроме того, данное устройство было использовано при проведении педагогического эксперимента.

#### 2.1.7. Полидинамометрия

Полидинамометрия – метод комплексного измерения силы нескольких мышечных групп человека (Рыбалко Б.М. Экспериментальное исследование взаимосвязи между функциональной топографией мышечной силы и техникой спортивной борьбы: дис. ... канд. пед. наук. М., 1967. 240 с.). Этот метод применялся для определения максималь-



Рисунок 2.7 - Силоизмерительный стенд

ной изометрической силы основных мышечных групп верхней конечности и туловища, наиболее задействованных при выполнении жима штанги лежа. Измерение максимальной силы различных мышечных групп спортсменов производилось на силоизмерительном стенде (рисунок 2.7), разработанном и изготовленном на кафедре биомеханики НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (Ципин, Л.Л. Мето-

ды исследования в спортивной биомеханике: лабораторный практикум СПб.: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, 2012. 36 с.). Следует отметить, что в данном случае следует говорить не о силе нескольких мышечных групп, а о силе, которая регистрируется в месте контакта динамометра и звена исследуемого.

В качестве силоизмерительного прибора использовался электронный динамометр ДОР-3-5и (Россия) с диапазоном измерений 0,5 Н – 5 кН и точностью показаний до 0,5 Н. Динамометр состоит из тензодатчика, вмонтированного в упругую конструкцию S-образной формы, и соединенного с ним кабелем электронного измерительного индикатора. Индикатор снабжен интерфейсом RS-232 для подключения к компьютеру (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 - Электронный динамометр:  
Слева – измерительный прибор, справа – тензодатчик

При проведении эксперимента по измерению изометрической силы исследуемый атлет должен быть зафиксирован в определенной позе. Для этого использовались ремни и ленты, имеющие липкую основу. При регистрации усилий дистальная часть конечности спортсмена давила на лямку, соединенную с одной стороной тензодатчика. Другая сторона тензодатчика прикреплялась к щиту либо к кронштейну (в зависимости от измеряемой мышечной группы) посредством металлических цепей и карабинов. Угол в суставе, обслуживаемом исследуемыми мышцами, составлял 90 град.

Измерение силы передней (*m. anterior deltoid*) и средней (*m. lateralis deltoid*) дельтовидной мышцы, а также трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*) произ-

водилось в положении стоя. Измерение силы большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) проводилось в положении сидя. Перед проведением измерений исследуемые атлеты разминались, после этого трижды выполнялись измерения (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 - Измерение изометрической силы мышц: 1 – трехглавой плеча (*m. triceps brachii*); 2 – передней части дельтовидной (*m. anterior deltoid*); 3 – большой грудной (*m. pectoralis major*); 4 – средней части дельтовидной (*m. lateralis deltoid*)

Измерение силы передней (*m. anterior deltoideus*) и средней (*m. lateralis deltoideus*) дельтовидной мышцы, а также трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*) производилось в положении стоя. Измерение силы большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) проводилось в положении сидя. Перед проведением измерений исследуемые атлеты разминались, после этого трижды выполнялись измерения.

## 2.2. Организация спортивно-педагогических экспериментов

По условиям проведения спортивно-педагогические эксперименты делятся на естественный, модельный и констатирующий (лабораторный). Естественный эксперимент предполагает лишь незначительные изменения обычных условий проведения учебно-тренировочного процесса, модельный эксперимент характеризуется существенным изменением привычных условий, констатирующий (лабораторный) эксперимент, как правило, решает задачи оценки психофизиологических реакций организма на нагрузку (Яхонтов Е.Р. Методология спортивно-педагогических исследований: курс лекций. СПб: Олимп, 2008. 187 с.).

На основе этой классификации, описываемые ниже эксперименты классифицировались как констатирующие.

### 2.2.1. Первый констатирующий эксперимент

Целью эксперимента являлось изучение работы мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа (рисунок 2.10).

Эксперимент проводился в июне 2013 года. Применялась видеосъемка (60 кадров/с) в сагиттальной и фронтальной плоскостях жима штанги лежа на горизонтальной скамье (фотоаппараты Casio Exilim EX-F1). В сагиттальной плоскости регистрировались координаты маркера, наклеенного на центр торца грифа штанги. Синхронно с видеосъемкой выполнялась запись электрической активности следующих мышц нижней конечности: длинной головки двуглавой бедра (*m. biceps femoris caput longum*), широкой латеральной бедра (*m. vastus lateralis*); лате-

ральной головки икроножной мышцы (*m. gastrocnemius caput lateralis*). Наклейка электродов осуществлялась на левую или правую половины тела.

В исследовании принимали участие квалифицированный спортсмен кандидат в мастера спорта (КМС) и элитный пауэрлифтер, чемпион Европы по версии ИРА. Спортсмены дали добровольное согласие на участие в эксперименте. В таблице 2.1 представлены их антропометрические характеристики.



Рисунок 2.10 - Момент проведения эксперимента по изучению работы мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа

Разминка перед выполнением соревновательного движения состояла из упражнений общей физической подготовки (10 мин.), которые способствовали оптимальной подготовке спортсменов к предстоящей работе. После этого в качестве специальной разминки спортсмены выполняли 4 подхода:

- Первый подход с отягощением, составляющим 40% от максимума, с пятью повторениями;
- Второй подход с отягощением, составляющим 50% от максимума, с

четырьмя повторениями;

- Третий подход с отягощением, составляющим 60% от максимума, с тремя повторениями;
- Четвертый подход с отягощением, составляющим 65% от максимума, на два повторения.

Пауза отдыха между подходами составляла от 2 до 3 минут и определялась самим спортсменом.

Таблица 2.1 - Антропометрические характеристики исследуемых спортсменов

Ф.И.	Квалификация	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг	Максимальный результат в жиме, кг
Ф. И.	КМС	18	178	79	120
М. А.	МСМК	42	187	109	240

После выполнения разминки спортсмены без жимовых маек последовательно выполняли жим штанги лежа на горизонтальной скамье с нагрузкой в 70%, 80% и 90% от максимума с одним повторением. Отдых между попытками соответствовал полному восстановлению спортсмена. После этого осуществлялось повторное тестирование спортсмена в выполнении жима штанги лежа на горизонтальной скамье с нагрузкой 70%, 80 и 90% от максимума.

### 2.2.2. Второй констатирующий эксперимент

Целью эксперимента являлось выявление вариантов выполнения фазы подъема при выполнении жима штанги лежа и изучение особенностей электрической активности мышц. Эксперимент проводился с мая по декабрь 2014 года. В исследовании принимали участие 10 квалифицированных пауэрлифтеров (КМС-МС), рисунок 2.11, таблица 2.2. Исследуемые выполняли разминку, а затем выполняли жим штанги лежа с отягощением 100% от максимума (1 повторение) по

соревновательным правилам, но без экипировки. Значение 100% отягощения определялось посредством последовательного увеличения нагрузки до возникновения неудачной попытки. Отягощение, предшествовавшее неудачной попытке, считалось максимальным.

Техника выполнения жима штанги лежа спортсменами регистрировалась во фронтальной и сагиттальной плоскостях посредством видеосъемки (60 кадр /с) двумя камерами Casio Ex-F1. Одновременно по восьми каналам регистрировалась электрическая активность нескольких мышц верхней конечности и туловища левой части тела. Методики видеосъемки и электромиографии были синхронизированы посредством специального устройства.



Рисунок 2.11 - Момент проведения второго констатирующего эксперимента



Таблица 2.2 - Показатели спортсменов, принимавших участие во втором констатирующем эксперименте

Показатели	Ф.И. исследуемых									
	Н.А.	Б.А.	К.Р.	Ф.С.	Ф.И.	Б.Л.	С.В.	Ю.И.	М.И.	И.А.
Возраст, лет	18	21	21	21	20	19	20	18	38	30
Рост, см	172	178	170	176	178	187	179	173	174	178
Вес, кг	88	83	73,7	102	82,1	103	87	70	82	110
Длина плеча, см	30	28	30	31	31	32	28	330	334	30
Длина предплечья, см	26	27	25	26	27	30	28	25	26	29
Длина бедра, см	38	41	47	40	39	46	41	42	37	42
Длина голени, см	40	38	36	43	49	47	45	41	44,5	44
Длина стопы, см	27	28	27	29	27,5	28,5	25,5	28	27	28,5
Максимальный результат в жиме штанги лежа, кг	120	190	130	170	150	152,5	150	130	195	200
Квалификация	КМС	МС	КМС	МС	КМС	КМС	КМС	КМС	МС	КМС

На жимовой скамье располагалась контактная площадка, посредством которой осуществлялся контроль за правильным техническим выполнением жима штанги (отрыв таза от жимовой скамьи). Все попытки выполнялись по правилам соревнований. С этой целью был привлечен судья международной категории. Один участник эксперимента осуществлял страховку спортсмена.

В организации и проведении эксперимента участвовало семь человек: двое экспериментаторов осуществляли видеозапись, третий – запись электрической активности мышц, четвертый – страховку исследуемого, пятый осуществлял судейство, шестой – контроль за функционированием аппаратуры, седьмой вел протокол исследований. Диссертант осуществлял видеосъемку и руководил ходом всего эксперимента.



### 2.2.3. Третий констатирующий эксперимент

Целью третьего констатирующего эксперимента (рисунок 2.12) являлось выявление специальных силовых упражнений, посредством которых возможна коррекция техники жима штанги лежа.



Рисунок 2.12 - Момент проведения третьего констатирующего эксперимента по регистрации электрической активности мышц верхней конечности и туловища при изучении специальных силовых упражнений

Эксперимент проводился с мая по декабрь 2014 года. В исследовании принимали участие 10 квалифицированных пауэрлифтеров (КМС-МС). Спортсмены выполняли следующие силовые упражнения:

1. Разведения рук с гантелями лежа на горизонтальной скамье.
2. Разведения рук с гантелями лежа на наклонной скамье (угол наклона - 30 градусов).
3. Отжимания на брусьях с дополнительным отягощением.
4. Разведение рук в стороны с гантелями стоя.
5. Подъем рук с гантелями перед собой (поочередно).

#### 6. Подтягивания на перекладине с дополнительным отягощением.

Во фронтальной плоскости посредством видеокамеры Casio Ex-F1 регистрировалась техника выполнения силовых упражнений. Помимо этого, регистрировалась электрическая активность восьми мышц верхних конечностей. В эксперименте принимали участие те же спортсмены, что и во втором констатирующем эксперименте (таблица 2.2).

#### 2.2.4. Четвертый констатирующий эксперимент

Целью четвертого лабораторного эксперимента было выявление соотношения силовых показателей мышц-разгибателей предплечья (трехглавой мышцы плеча, *m. triceps brachii*), а также мышц, выполняющих приведение и отведение руки к туловищу: большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*), передней части дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoid*) и средней части дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoid*).

Данный эксперимент проводился с целью проверки гипотезы о связи вариантов выполнения жима штанги лежа и силовых показателей мышц туловища и верхней конечности. Для измерения силовых показателей мышц использовалась полидинамометрия. В эксперименте участвовало 10 человек, обладавших наиболее характерными вариантами изменения кривой “время-скорость” при выполнении жима штанги лежа.

#### 2.2.5. Педагогический эксперимент

Целью педагогического эксперимента являлось апробирование методики коррекции техники жима штанги лежа с целью преодоления “мертвых зон”. Он проводился в форме последовательного формирующего педагогического эксперимента. Последовательный формирующий педагогический эксперимент предусматривает проверку гипотезы в экспериментальной работе с одной группой участников путем сопоставления тестовых испытаний до и после введения в учебно-тренировочный процесс экспериментального фактора (Ашмарин Б.А. Теория

и методика педагогических исследований в физическом воспитании. М.: Физическая культура и спорт, 1978. 223 с.; Селуянов В.Н., Шестаков М.П., Косьмина И.П. Основы научно-методической деятельности в физической культуре: Учебное пособие. М.: СпортАкадемПресс, 2001. 184 с.; Яхонтов Е.Р. Методология спортивно-педагогических исследований: курс лекций. 187 с.).

Данный тип эксперимента был выбран нами по нескольким причинам:

1. крайне затруднительно найти атлетов высокой квалификации, которые проявляют интерес к использованию новых, неопробованных ранее методик в своем учебно-тренировочном процессе;

2. проверка результативности экспериментальной методики на тех же атлетах, несмотря на необходимость более длительного эксперимента, позволяет минимизировать влияние множества факторов на результаты исследования. В частности:

- благодаря данному подходу можно использовать в исследовании результаты атлетов из разных весовых категорий: динамика прироста результатов в среднем по группе будет достаточно репрезентативна;

- исключается фактор влияния генетических особенностей, обуславливающий предрасположенность атлета к развитию того или иного физического качества (например, часть атлетов могла бы иметь предрасположенность к развитию силовой выносливости за счет большего количества медленных мышечных волокон, и это вносило бы неточность в измерение прироста результатов в тестах на силу за определенный период);

- исключается влияние антропометрических факторов (в частности, длины конечностей) на показанные результаты в жиме штанги лежа.

Педагогический эксперимент проводился в течение года (май 2014 г. – июнь 2015 г.) на базе кафедры атлетизма НГУ им. П.Ф. Лесгафта. В эксперименте участвовало 10 пауэрлифтеров высокой квалификации: на протяжении периода с мая по ноябрь 2014 года они тренировались по контрольной методике, а с декабря 2014 года по июнь 2015 года – по экспериментальной методике.

В качестве контрольной была выбрана методика тренировки пауэрлифтеров высокой квалификации заслуженного тренера России и Казахстана, профессора Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Учебно-тренировочные программы спортсменов разного уровня подготовленности. Глава 9. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера М.: Медиагрупп «Активформула». 2013. С.382-467), разработанной для пауэрлифтеров высокой квалификации. В качестве экспериментальной – разработанная автором диссертационного исследования методика коррекции техники жима штанги лежа с целью преодоления “мертвых зон”.

### 2.3. Статистическая обработка данных исследования

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась на ПК с использованием пакета прикладных программ: STATGRAPHICS CENTURION.

При решении задачи определения граничных значений скорости штанги рассчитывались числовые характеристики: среднее арифметическое и ошибка среднего арифметического. Для оценки числовых значений изометрической силы отдельных групп мышц, а также результатов в жиме штанги лежа рассчитывались: среднее арифметическое, ошибка среднего арифметического, стандартизированные коэффициенты асимметрии и эксцесса.

В связи с тем, что результаты измерялись в шкале отношений (кг, Н), и распределения экспериментальных данных соответствовали нормальному закону (оценка производилась на основании значений стандартизированных коэффициентов асимметрии и эксцесса) для проверки статистической гипотезы о различии результатов, показанных спортсменами до и после эксперимента, использовался расчет t-критерия Стьюдента для связанных выборок (Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. М. СПб. Киев. :ДиаСофт. 2002. 608 с.; Катранов А.Г., Самсонова А.В. Компьютерная обработка данных экспериментальных исследований: Учебное пособие. СПб.: изд-во СПб ГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2005. 131 с.; Бегидова С.Н., Бегидов В.С. Статистические методы обработки результатов измерений в физическом воспитании. Майкоп, Изд-во АГУ. 2010. 132 с.).

## ГЛАВА 3

## БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЖИМА ШТАНГИ ЛЕЖА С ЦЕЛЬЮ ПРЕОДОЛЕНИЯ “МЕРТВЫХ ЗОН”

## 3.1. Критерии определения “мертвой зоны” в жиме штанги лежа и варианты выполнения фазы подъема спортсменами высокой квалификации

В главе 1 указывалось, что на современном этапе проводится большое количество исследований, направленных на оптимизацию технической подготовки в жиме штанги лежа. В частности, техника жима штанги лежа активно исследуется группами ученых из Норвегии, Чехии, США и России.

Особое внимание исследователей привлекает “мертвая точка” – определенный момент во время фазы подъема штанги от груди, при котором штанга как бы “останавливается” на определенное время, а затем продолжает движение (либо не продолжает, если вес штанги слишком велик). Интерес к этому моменту времени объясняется тем, что “мертвая точка” является как бы “камнем преткновения” (“the sticking point”), и от ее преодоления зависит, будет ли попытка успешной или нет.

Проблема заключается в способе выявления самого факта наличия “мертвой точки”. Большинство тренеров не используют инструментальные методики в учебно-тренировочном процессе. Поэтому “мертвую точку” они, как правило, определяют на глаз – когда штанга движется очень медленно или останавливается совсем. Однако, возникает вопрос: “Насколько медленно должна двигаться штанга, чтобы назвать это явление “мертвой точкой”?” Или другими словами: “Какие значения скорости штанги соответствуют диапазону, который тренеры считают медленным?” В каком случае тренер скажет, что “мертвая точка” имеет место, а в каком – нет? Поэтому, хотя само явление “мертвой точки” объективно, подход тренеров к ее определению достаточно субъективен.

Ученые используют несколько иные способы определения факта наличия “мертвой точки”. Большинство исследователей опираются на данные N. Madsen и

T. McLaughlin (Madsen N., McLaughlin T. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1984. V.16. № 4. P. 376-381), которые предложили считать “мертвой точкой” момент, в который к штанге прикладывается наименьшая сила, (точка 4, рисунок 1.1).

Несколько позднее, Дж.И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1985. V. 17. № 3. P. 344-353) предложили использовать термин “мертвая зона” (“the sticking region”), который описывал наличие определенного участка кривой “время-сила”. Начало “мертвой зоны” соответствовало моменту, в котором сила, прикладываемая атлетом к штанге, была равна силе тяжести штанги (точка 3, рисунок 1.1). На кривой “время-скорость” эта точка соответствует первому локальному максимуму скорости ЦТ штанги при ее движении вверх ( $V_{max1}$ ). Окончание “мертвой зоны” также соответствует моменту, в котором сила, прикладываемая атлетом к штанге, была равна силе тяжести штанги (точка 5, рисунок 1.1), при этом скорость ЦТ штанги минимальна ( $V_{min}$ ). Авторы считали, что в фазе подъема штанги от груди возможно наличие только одной “мертвой зоны”.

С тех пор подход к определению “мертвой зоны” среди ученых практически не изменился. Современные исследователи данной проблемы также считают “мертвой зоной” участок снижения силы, приложенной к штанге в фазе подъема штанги от груди. Тем не менее, у данного подхода есть ряд существенных недостатков:

1. Снижение приложенной силы не всегда соответствует достаточно значимому уменьшению скорости штанги, что приводит к противоречиям в понимании явления “мертвой зоны” тренером и исследователем. Фаза, воспринимаемая ученым как “мертвая зона”, может восприниматься тренером совершенно иначе. Например, если имеет место снижение скорости штанги, но штанга все равно продолжает движение с достаточно высокой скоростью, тренер не будет воспринимать это как “мертвую зону”.

2. Описанное выше расхождение в понимании “мертвой зоны” тренером и исследователем обуславливает сложность сопоставления данных, полученных

учеными с эмпирическим опытом тренеров и судей. Помимо того, неясно, при каких отягощениях проявляется “мертвая зона” и какие группы спортсменов более подвержены ее влиянию (исходя из квалификации и весовой категории).

Дж. И. Ландер с соавт. (Там же с. 344-353) предполагали, что в “мертвой зоне” наиболее вероятен отказ от выполнения движения (то есть попытка является неудачной). Последующие исследования, основанные на разработанном Дж. И. Ландер с соавт. (Там же с. 344-353) критерии “мертвой зоны” не подтвердили этого предположения. Было показано (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462), что только один элитный пауэрлифтер из десяти потерпел неудачу в области “мертвой зоны”, все остальные участники эксперимента при выполнении жима штанги с отягощением в 104% от максимума, терпели неудачу в “фазе торможения” (рисунок 1.1). Исследования норвежских ученых (van den Tillaar R., Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and unsuccessful attempts in bench press // *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2009. V. 41. №11. P. 2056-2063) также показали, что 6 из 11 начинающих спортсменов, которые преодолели “мертвую зону”, все-таки потерпели неудачу в последующих фазах подъема штанги от груди. Авторы объяснили это тем, что, даже если спортсмен не потерпел неудачу в “мертвой зоне”, ее наличие может рассматриваться как неблагоприятное состояние, которое накладывает ограничения на показанный спортсменом результат в жиме штанги лежа.

Следует отметить, что у подхода Дж.И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 344-353) есть существенное преимущество: данный подход объективен, так как используются объективные критерии (сила, приложенная к штанге). К тому же, независимо от массы атлета и его квалификации, при использовании максимальных отягощений всегда после начала подъема штанги вертикальная составляющая ее скорости достигает максимума ( $V_{max1}$ ), после чего начинается ее снижение.

Таким образом, ученые для выявления “мертвой зоны” в жиме штанги лежа использовали кривую “время-сила”. В то же время тренеры и судьи воспринимают наличие “мертвой зоны” или ее отсутствие визуально, по снижению скорости

штанги. Следует помнить, что зависимость “время-скорость” и зависимость “время-сила” взаимосвязаны, так как в основе каждой из них лежат одни и те же механические закономерности, позволяющие в случае необходимости переходить от одной зависимости к другой, используя известные алгоритмы (решение прямой и обратной задач динамики). Выбор той или иной зависимости обуславливается, прежде всего, задачами исследования.

В связи с вышеизложенным, было предложено новое определение понятия “мертвая зона” в жиме штанги лежа и нового подхода к выявлению “мертвой зоны”. (Самсонов, Г.А. Новый подход к определению понятия и выявлению “мертвой зоны” в жиме штанги лежа // Российский журнал биомеханики. 2015. Т. 19. № 3. С.296-306).

На основе традиционного способа определения “мертвой зоны” исследователи предлагали разные варианты фазового деления жима штанги лежа, однако все они подразумевали наличие только одной “мертвой зоны”.

При анализе полученных экспериментальных данных мы столкнулись с рядом проблем, связанных с разделением фазы подъема штанги от груди на подфазы по критериям, разработанным Дж.И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates V.T., Sawhill J.A., Hamill J. P. 344-353).

Во-первых, кривая “время-скорость” штанги очень редко имела сходство у двух разных спортсменов. Было обнаружено, что у одних исследуемых имелся резко выраженный пик скорости в начале подъема штанги от груди, у других – пик скорости штанги приходился на окончание движения. У некоторых исследуемых было обнаружено два примерно одинаковых пика скорости штанги – в начале и в конце подъема штанги от груди.

Во-вторых, у исследуемых нами атлетов явление, которое Дж.И. Ландер с соавт. (Там же) называют “мертвой зоной”, проявлялось в разных временных промежутках фазы подъема штанги от груди.

Данные одной категории исследуемых соответствовали описанию “мертвой зоны” по критериям Дж.И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates V.T., Sawhill J.A., Hamill J. P. 344-353): после первого пика скорости в начале фазы подъема имело место снижение вертикальной составляющей скорости, что соответствовало снижению



силы, приложенной к штанге (рисунок 3.1).

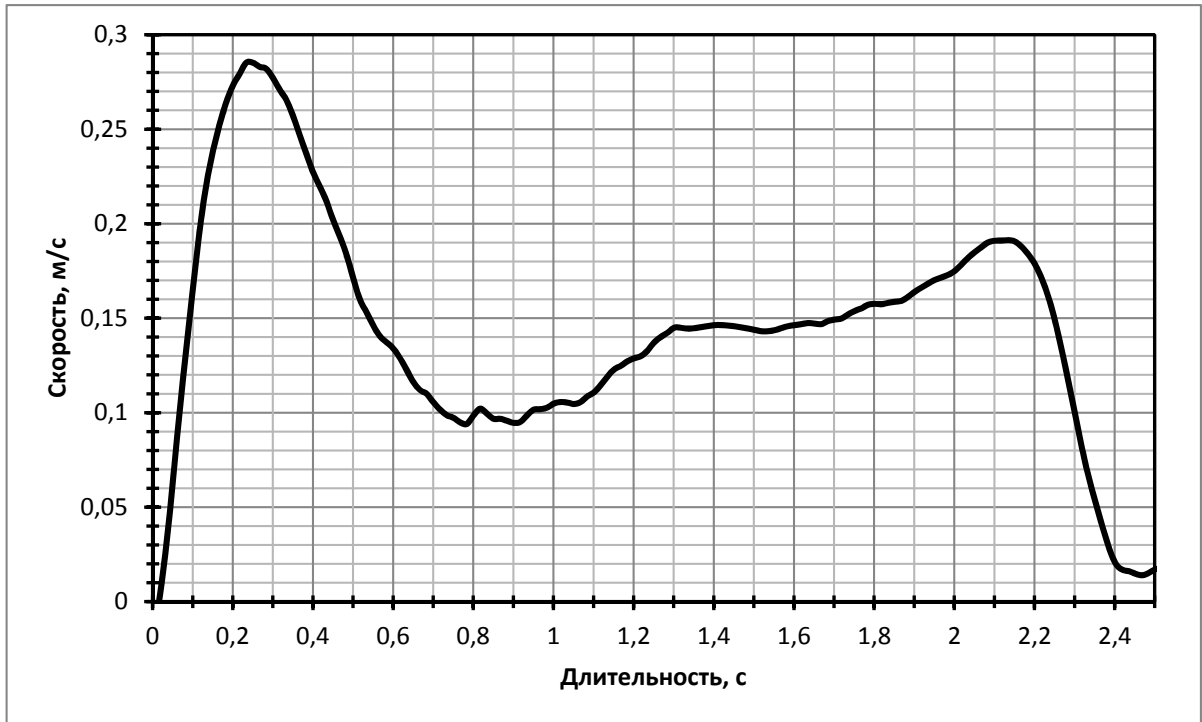


Рисунок 3.1 - Кривая “время-скорость” во время фазы подъема штанги (137 кг) от груди спортсменом Ф.И. (КМС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума

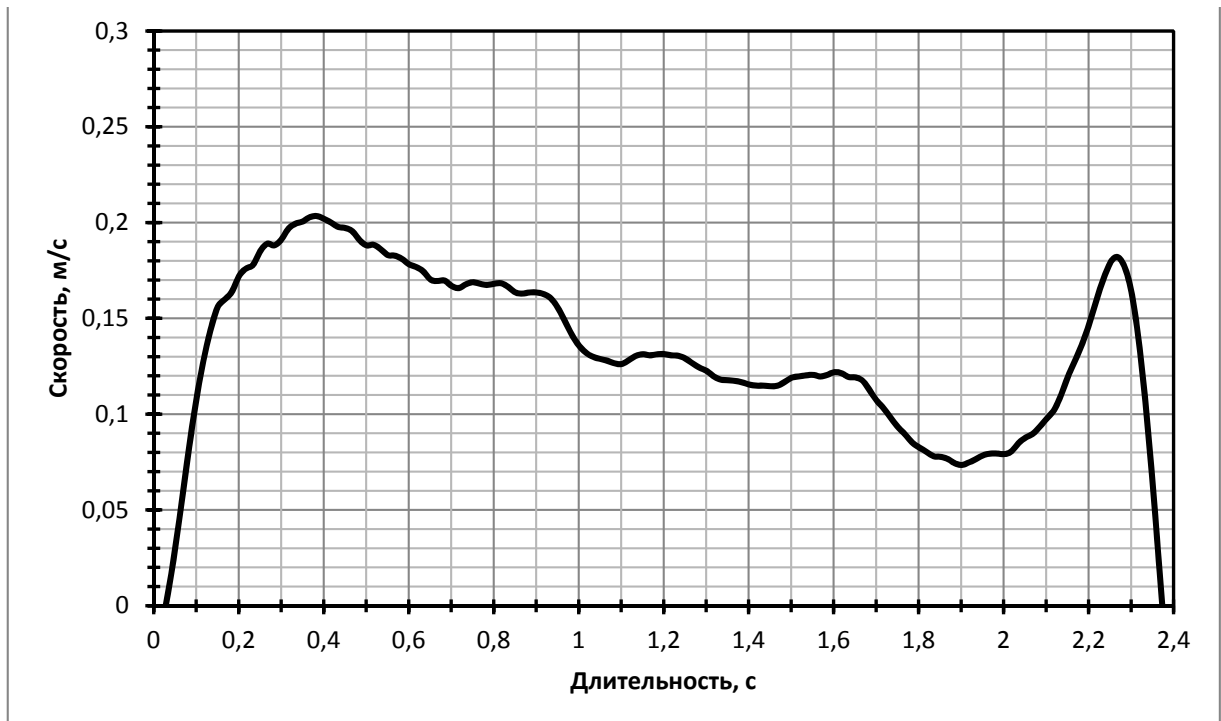


Рисунок 3.2 - Кривая “время-скорость” во время фазы подъема штанги (155 кг) от груди спортсменом М.И. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума

Но были также две другие категории исследуемых: у одной из них сни-

жение вертикальной составляющей скорости штанги проявлялось в конце движения (в момент, когда атлет уже почти распрямил руки), рисунок 3.2.

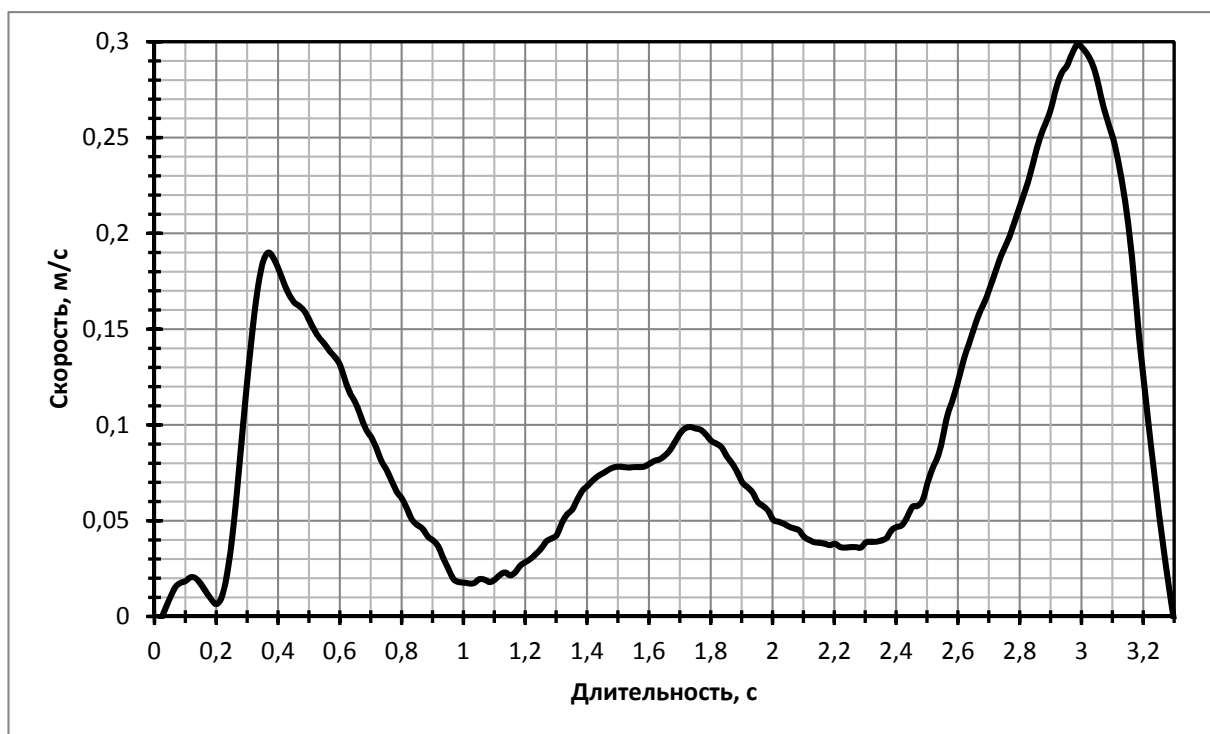


Рисунок 3.3 - Кривая “время-скорость” во время фазы подъема штанги (152,5 кг) от груди спортсменом Б.Л. (КМС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума

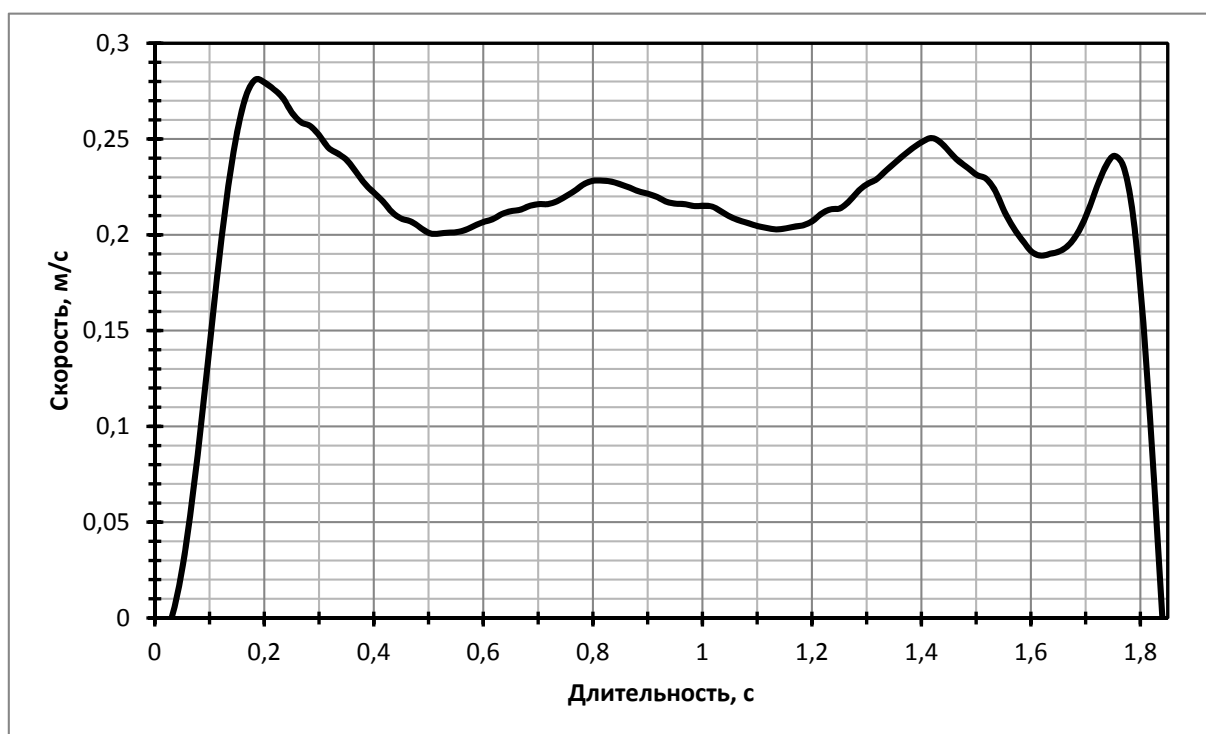


Рисунок 3.4 - Кривая “время-скорость” во время фазы подъема штанги (140 кг) от груди спортсменом Б.А. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума

У другой категории наблюдалось два значимых снижения вертикальной составляющей скорости штанги, каждое из которых можно считать “мертвой зоной” (рисунок 3.3). Более того, трое исследуемых демонстрировали снижение вертикальной составляющей скорости штанги, которое тренеры не классифицировали как “мертвую зону” (рисунок 3.4).

Чтобы избежать ситуаций, в которых исследователи наблюдают “мертвую зону”, а тренеры – нет, мы предлагаем ввести два понятия: “мертвая зона” и “неблагоприятная зона”.

Под термином “мертвая зона” предлагается понимать явление, наблюдаемое тренерами, квалифицированными атлетами и судьями – снижение скорости штанги ниже определенного порогового значения, при достижении которого движение штанги воспринимается как слишком медленное.

Для определения порогового уровня мы сравнили значения минимума скорости штанги ( $V_{min}$ ) в фазе подъема штанги от груди у всех исследуемых. Среднее значение минимума вертикальной составляющей скорости штанги составило  $0,087 \pm 0,011$  м/с. Эти данные мы сопоставили с результатами, приведенными в литературе (таблица 3.1). Как видно из таблицы 3.1, полученные нами результаты в целом соответствуют данным других исследователей. Это позволило нам определить диапазон скорости штанги, который тренеры гарантированно будут воспринимать как “мертвую зону”. Диапазон скорости от 0 до 0,1 м/с воспринимался всеми тренерами как “мертвая зона”.

#### К р и т е р и й “ м е р т в о й з о н ы ”

Предлагаем считать “мертвой зоной” участок кривой “время-скорость”, в пределах которого значения вертикальной составляющей скорости штанги находятся ниже порогового уровня в 0,1 м/с. Критерием начала “мертвой зоны” является снижение вертикальной составляющей скорости штанги менее 0,1 м/с, окончания – превышение вертикальной составляющей скорости штанги порога в 0,1 м/с (рисунок 3.5).

Данное определение позволяет согласовать эмпирический опыт тренеров и судей, которые оценивают наличие “мертвой зоны” чисто визуально по скорости

движения штанги с результатами научных исследований.

Таблица 3.1 - Кинематические характеристики жима штанги лежа в фазе подъема штанги от груди со 100% отягощением

Автор, год	n	Исследуемые	$V_{max1}$ , м/с	$V_{min}$ , м/с
С.С. Мартьянов, 1991 (Мартьянов С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима лежа // Теория и практика физической культуры. 1991. № 1. С. 38-40)	–	I разряд – МС	0,25±0,02	0,05±0,01
R. Van den Tillaar, G. Ettema, 2010 (van den Tillaar R., Ettema G. The “sticking period” in bench press // Journal of Sports Sciences. 2010. V. 28. N5. P.529-535)	12	новички	0,26±0,08	0,07±0,05
Н. Król, A. Golas, G. Sobota, 2010 (Król Н., Golas А., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance // Acta of bioengineering and biomechanics. 2010. V.12. N 2. P. 93-98)	16	Разная квалификация	0,20	0,15



Рисунок 3.5 - Схема фазы подъема штанги от груди согласно введенным обозначениям (Самсонов, Г.А. Новый подход к определению понятия и выявлению “мертвой зоны” в жиме штанги лежа // Российский журнал биомеханики. 2015. Т. 19. № 3. С.296-306).

Применение предложенного критерия к полученным нами экспериментальным данным свидетельствует о том, что в 5 случаях из 10 при выполнении удачной попытки с отягощением, составляющим 100% от максимума наблюдалась одна “мертвая зона”. Однако, на кривой “время-скорость” она может проявляться в разные временные промежутки. “Мертвая зона” может проявиться либо в начале фазы подъема штанги от груди (рисунок 3.1), либо в конце – перед завершением движения (рисунок 3.2). В двух случаях из 10 мы зафиксировали наличие двух “мертвых зон” – одной в начале подъема штанги и другой в конце подъема (рисунок 3.3). Таким образом, можно утверждать, что в фазе подъема штанги возможно наличие двух “мертвых зон”. В нашем исследовании мы не сталкивались с ситуацией, когда в фазе подъема штанги от груди проявлялось бы более двух “мертвых зон”, хотя исключить такую возможность не следует. В трех случаях из 10 (рисунок 3.4), согласно разработанному нами критерию, “мертвая зона” отсутствовала.

Таким образом, на основе предложенного нами подхода к выявлению “мертвой зоны”, мы обнаружили четыре варианта изменения кривой “время-скорость” по критериям количества “мертвых зон” и времени их возникновения.

1. Одна “мертвая зона” в начале фазы подъема штанги от груди (рисунок 3.1).
2. Одна “мертвая зона” в конце фазы подъема штанги от груди (рисунок 3.2).
3. Две “мертвые зоны”: первая “мертвая зона” проявляется в начале фазы подъема штанги от груди, а вторая – в конце данной фазы (рисунок 3.3).
4. “Мертвые зоны” отсутствуют, имеют место лишь неблагоприятные зоны (рисунок 3.4).

Для участка, на котором приложенная к штанге сила меньше веса штанги (“мертвая зона” по Дж. И. Ландер с соавт. (Lander J.E., Bates B.T., Sawhill J.A., Hamill J. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. P. 344-353) мы предлагаем ввести новый термин – “н е б л а г о п р и я т н а я з о н а”. По нашему мнению, такой термин хорошо описывает изменения в механических условиях, с которыми сталкивается опорно-двигательный аппарат атлета в данный временной отрезок фазы подъема штанги от груди. Временные промежутки “неблагоприятной зоны” и “мертвой зоны” могут накладываться друг на друга, однако это наблюдается не

всегда: например, если “мертвая зона” отсутствует.

Разграничение понятий “неблагоприятная зона” и “мертвая зона” также позволяет объяснить результаты исследований (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press P. 450-462; van den Tillaar R., Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and unsuccessful attempts in bench press. P. 2056-2063), которые установили, что часть участников эксперимента терпела неудачу во второй части фазы подъема штанги от груди. Мы объясняем эти факты следующим. У этих исследуемых “мертвая зона” (по нашему критерию), то есть снижение скорости штанги до нуля (так как штанга остановилась, и спортсмен вынужден был прекратить попытку), проявилась во второй части фазы подъема штанги от груди. Вследствие этого попытка была неудачной. Однако, так как авторами применялись прежние критерии определения “мертвой зоны”, они указали, что неудача постигла спортсменов за пределами “мертвой зоны”.

Анализ полученных нами экспериментальных данных позволил установить следующие закономерности:

1. При больших отягощениях всегда имеет место “неблагоприятная зона”, однако не всегда есть “мертвая зона”. Даже при использовании 100% отягощений скорость штанги может оставаться выше порогового значения 0,1 м/с. (рисунок 3.4).
2. События, происходящие в “неблагоприятной зоне”, являются причиной возникновения “мертвой зоны”.
3. Отказ от выполнения движения (неудачная попытка) всегда происходит в одной из “мертвых зон”.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- До настоящего времени в научных и методических публикациях, посвященных жиму штанги лежа, понятие “мертвая зона” использовалась для описания двух разных явлений. В связи с этим, мы предлагаем разделить его на два понятия: “мертвая зона” и “неблагоприятная зона” для более точного их описания и анализа.

- Критерием проявления “неблагоприятной зоны” является уменьшение вертикальной составляющей скорости штанги во время фазы подъема штанги от груди (в пределах от первого до последнего локальных максимумов вертикальной составляющей скорости штанги).
- Критерием начала “мертвой зоны” является снижение вертикальной составляющей скорости штанги менее 0,1 м/с, окончания – превышение вертикальной составляющей скорости штанги порога в 0,1 м/с (в пределах от первого до последнего локальных максимумов вертикальной составляющей скорости штанги).
- Во время фазы подъема штанги от груди могут иметь место несколько “мертвых зон”, каждой из которых обязательно предшествует своя “неблагоприятная зона”.
- Выявлены четыре базовых варианта кривой “время-скорость” по критериям количества и времени возникновения “мертвых зон”. В первом варианте имеется одна “мертвая зона” в начале фазы подъема штанги от груди; во втором варианте имеется одна “мертвая зона” в конце фазы подъема штанги от груди; в третьем варианте имеют место две “мертвые зоны”; первая “мертвая зона” проявляется ближе к началу фазы подъема штанги, а вторая – ближе к окончанию данной фазы. В четвертом варианте “мертвая зона” отсутствует.
- Введение нового критерия, описывающего понятие “мертвая зона” позволяет преодолеть противоречия в результатах (Elliott B.C., Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462; van den Tillaar R., Ettema G. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and unsuccessful attempts in bench press. P. 2056-2063). Согласно новому критерию, все неудачные попытки будут происходить в одной из мертвых зон, так как при неудачной попытке скорость штанги снижается до нуля.

### 3.2. Механизмы преодоления “мертвых зон” при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации

В параграфе 3.1. было дано новое обоснование понятия “мертвая зона” и введено новое понятие “неблагоприятная зона”. Кроме того, были сформулирова-

ны критерии, на основании которых практикующий тренер и исследователь могли судить о существовании “мертвой” и “неблагоприятной” зон. Критерием возникновения “мертвой зоны” является снижение скорости штанги менее 0,1 м/с (показано на рисунке 3.5 штриховой линией). В “неблагоприятной зоне” сила, приложенная к штанге, меньше веса штанги (Самсонов, Г.А. Новый подход к определению понятия и выявлению “мертвой зоны” в жиме штанги лежа. С.296-306). На графике “время-скорость” (рисунок 3.5) это выражается в том, что вертикальная составляющая скорости штанги уменьшается от максимальных значений до минимальных.

В этом параграфе рассматриваются вопросы преодоления “мертвых зон” с позиций биомеханики, а также теории и практики атлетизма. Следует отметить, что снижение приложенной силы свидетельствует о неблагоприятных условиях для опорно-двигательного аппарата (ОДА) спортсмена:

- мышцы атлета (в частности, большие грудные мышцы (*m. pectoralis major*) и передние пучки дельтовидных мышц (*m. anterior deltoid*) имеют небольшое плечо силы тяги (Evangelista P. DCSS. Power Mechanics for Power Lifters. Olympian's News. 2011. 768 p.) относительно плечевого сустава в этой зоне, что препятствует развитию большого мышечного момента, необходимого для преодоления внешней нагрузки. Наоборот, плечо силы тяжести штанги относительно плечевого сустава достаточно большое, создавая значительный момент силы в плечевом суставе;

- значительно уменьшается “вклад” энергии упругой деформации, накопленной мышцами атлета при опускании штанги на грудь (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press P. 450-462; van den Tillaar R., Saeterbakken A.H., Ettema G. Is the occurrence of the sticking region the result of diminishing potentiation in bench press? P. 591-599).

- в случае, если атлет придал штанге дополнительный импульс в начале подъема путем толчка штанги грудью в момент отрыва штанги от груди (как правило, сопровождаемого толчком ногами в сторону головы), вклад этого фактора в разгон штанги также заканчивается.

Все эти факторы приводят к снижению скорости штанги и возникновению



отрицательных значений вертикальной составляющей ускорения.

Мы находим, что механизмы преодоления первой и второй “мертвых зон” существенно различаются. Это связано с тем, что для преодоления первой “мертвой зоны” необходимо использовать специальные технические приемы, а для преодоления второй – развивать силу мышц-разгибателей предплечья.

Почему мы пришли к такому выводу? Дело в том, что в процессе тренировки, как правило, всем основным мышцам, участвующим в выполнении жима лежа, уделяется достаточно внимания для развития их силовых способностей. Как правило, когда возрастает сила большой грудной мышцы и передних дельтовидных мышц плеча, атлет просто увеличивает значение внешней нагрузки. Поэтому, первая “мертвая зона” продолжает проявляться, так как возрастает не только сила атлета, но и отягощение. Проявление второй “мертвой зоны” встречается значительно реже (у двух спортсменов из 10). По нашим данным (Самсонов Г.А. Новый подход к определению понятия и выявлению “мертвой зоны” в жиме штанги лежа. С.296-306) ее проявление соответствует моменту, когда атлет уже практически распрямил руки – то есть, когда основная нагрузка ложится на разгибатели предплечья (трехглавую мышцу плеча). При этом, соотношение силы трехглавой мышцы и большой грудной мышцы может быть не в пользу трехглавой мышцы плеча. Более того, мы не видим возможности использовать какой-либо технический прием для преодоления второй “мертвой зоны” – в этом случае необходимо развивать именно силу мышц-разгибателей предплечья.

Невозможность преодоления первой “мертвой зоны” просто за счет роста силовых показателей мышц приводит нас к необходимости использовать специальные технические приемы и приспособления, которые позволяют изменять механические условия, с которыми сталкиваются мышцы атлета в первой “неблагоприятной зоне”, и за счет их “улучшения” обеспечивать преодоление первой “мертвой зоны”. Таких приемов мы видим три:

1. смещение штанги в сторону головы, приводящее к уменьшению плеча силы тяжести штанги относительно плечевого сустава и, соответственно, уменьшению момента силы тяжести штанги;

2. сообщение штанге дополнительного импульса в момент начала отрыва штанги от груди путем толчка ногами в сторону головы, приводящего к передаче импульса от ног к штанге через грудь атлета (Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера, 2013. С. 177- 278);

3. использование жимовой майки и (или) Слинг Шота (Что дает спортсмену жимовая майка? / Б.И. Шейко, Б.Г. Лукьянов, В.С. Фетисов, О.А. Дудов, П.В. Репина // Железный мир. 2007. № 4. С. 128-133).

Смещение штанги в сторону головы предполагает коррекцию траектории, по которой атлет перемещает штангу. Это требование согласовывается с мнением Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера, 2013. С. 177- 278). Из трех вариантов траектории штанги, свойственной спортсменам с высокими и стабильными результатами, два варианта характеризуются смещением штанги в сторону головы. Мы считаем, что идеальная траектория движения штанги является следующей (рисунок 3.6).

Как видно из рисунка, в момент “срыва” штанги от груди, штанга должна двигаться по траектории, близкой к вертикальной, до начала “неблагоприятной зоны” (до тех пор, пока скорость штанги не достигнет своего максимального значения). Затем спортсмен должен смещать штангу в сторону головы. Это связано с тем, что большая грудная мышца (*m. pectoralis major*) уже сильно сокращена, ее плечо силы тяги относительно плечевого сустава невелико, и основная нагрузка ложится на переднюю часть дельтовидной мышцы (*m. deltoideus*). При смещении штанги в сторону головы уменьшается плечо и момент силы тяжести штанги относительно плечевого сустава, и соответственно снижается нагрузка на передние (*m. anterior deltoid*) и средние (*m. lateralis deltoid*) пучки дельтовидной мышцы. Коррекция траектории штанги в данном случае осуществляется средними пучками дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoid*). Поэтому, необходимо также уделять им внимание в процессе специальной силовой подготовки.

Прием, позволяющий передать штанге дополнительный импульс в момент срыва штанги с груди предложен Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера, 2013. С. 177- 278).

Спортсмены высокого класса при выполнении срыва штанги от груди включают в работу ноги. Перед срывом штанги от груди спортсмен делает толчок ногами от пола в сторону головы. В результате этого механический импульс передается штанге (которая в этот момент находится на груди спортсмена).

Если атлет успевает “подхватить руками” (вовремя мощно активировать мышцы верхнего плечевого пояса и рук) этот небольшой импульс (импульс равен массе штанги умноженной на ее скорость) – это помогает ему в начале движения придать штанге большую скорость. Но не все спортсмены во время толчка ногами

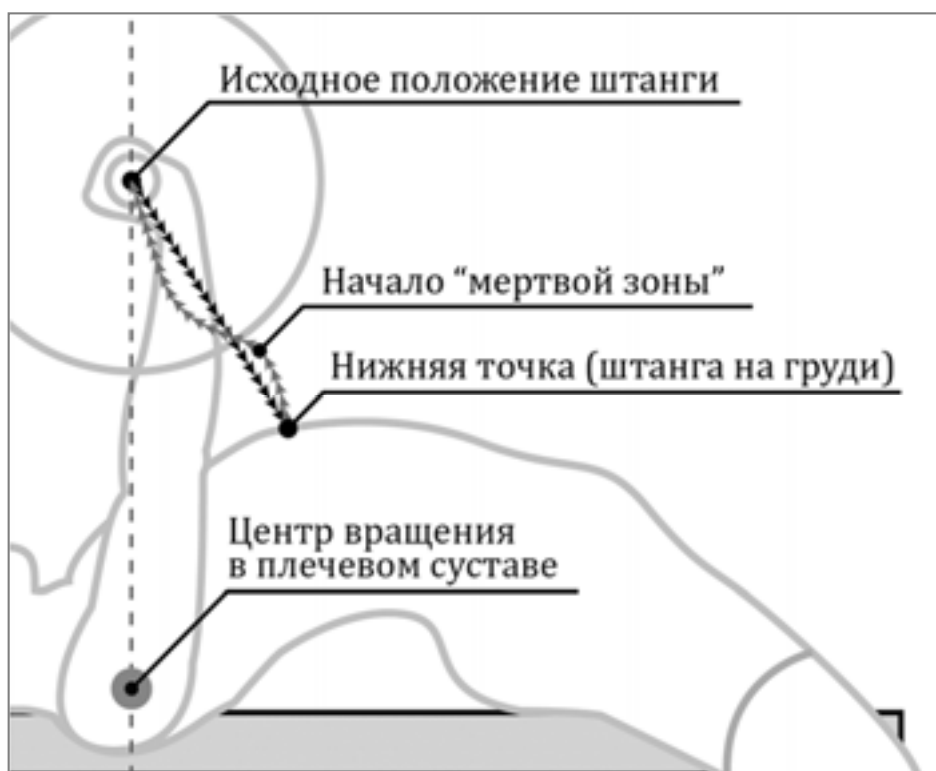


Рисунок 3.6 - Траектория ЦТ штанги при выполнении жима штанги лежа (Самсонов Г.А., Кичайкина Н.Б., Шейко Б.И. Преодоление “мертвых зон” при выполнении жима штанги лежа // Ученые записки Университета им. П.Ф. Лесгафта, 2015. №10. 171-176)

и движения туловищем “подключают” руки. Если они не успевают это сделать – импульс теряется. Более того, если таз сместится слишком высоко вверх, то ягодичные мышцы оторвутся от жимовой скамьи и попытка не будет засчитана (Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Механизм передачи импульса от ног штанге при выполнении жима штанги лежа // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. Вып. 8. С. 34-37).

Главное преимущество спортсмена, выполняющего жим штанги лежа в жимовой майке и (или) со Слинг Шотом в том, что он получает дополнительную помощь при “срыве” штанги от груди. Жимовая майка и (или) Слинг Шот играют роль “дополнительной пружины”, помогающей спортсмену быстрее выйти на пик скорости: “выстреливать”, что позволяет легче пройти первую “мертвую зону” и успешно закончить выполнение упражнения (Что дает спортсмену жимовая майка? / Б.И. Шейко, Б.Г. Лукьянов, В.С. Фетисов, О.А. Дудов, П.В. Репина // Железный мир. С. 128-133).

Спортсменам, соревнующимся как в жимовой майке, так и без нее, для преодоления первой “мертвой зоны” одинаково важно в фазе подъема прикладывать максимум силы, создавая большой начальный импульс штанги. Это позволяет разогнать штангу в начале движения, а впоследствии, за счет набранной скорости, преодолеть “мертвую зону”, в которой атлет не может приложить необходимую силу.

Если имеет место только вторая “мертвая зона” – то есть уменьшение вертикальной скорости штанги в конце фазы подъема штанги – необходимо уделить особое внимание развитию силовых способностей мышц-разгибателей предплечья и передних пучков дельтовидных мышц, обеспечивающих приведение плеча. Во второй половине фазы подъема штанги именно на эти мышцы ложится основная нагрузка, так как большая грудная мышца к данному моменту уже не обладает достаточным плечом силы тяги для приведения плеча.

Таким образом, для преодоления неблагоприятных условий, вызывающих появление первой “мертвой зоны”, необходимо использовать изменение траектории штанги, передачу импульса от ног штанге в фазе подъема, а также жимовую майку. Для преодоления неблагоприятных условий, вызывающих появление второй “мертвой зоны” необходимо повысить силу мышц-разгибателей предплечья.

### 3.3. Электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации

В этом параграфе изложен подробный анализ кинематических характеристик и электрической активности мышц верхней конечности и туловища при выполнении жима штанги лежа спортсменами, имеющими характерные особенности

в проявлении “мертвых зон” при выполнении жима штанги лежа.

На рисунке 3.7. представлены вертикальная и горизонтальная составляющие скорости ЦТ штанги, а также электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища спортсмена Ф.И., техника которого характеризуется наличием одной “мертвой зоны” (вертикальная и горизонтальная составляющие скорости ЦТ штанги, а также электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища всех участников эксперимента при выполнении удачных попыток с внешним отягощением, равным 100% от максимума и неудачных попыток с внешним отягощением, равным 102 % от максимума представлены в приложениях Б и В).

При опускании штанги на грудь вертикальная составляющая скорости ЦТ штанги у этого спортсмена достигает значения минус 0,4 м/с. Это достаточно высокая скорость движения штанги, позволяющая опустить штангу на грудь за 1,6 с, не затратив при этом много энергии. У этого спортсмена высокую активность проявляет ключичная часть большой грудной мышцы (*pars clavicularis*) – до 2 мВ (80%), в то время как грудино-реберная (*pars sternocostalis*) и абдоминальная (*pars abdominalis*) части характеризуются невысокой электрической активностью - 0,75 мВ (33%) и 0,38 мВ (25%) соответственно. Также умеренно высокую активность проявляют передние пучки дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoid*) – 1,75 мВ (58%). Средние пучки дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoid*) и длинная головка трехглавой мышцы (*m. triceps brachii caput longum*) проявляют низкую активность, в то же время латеральная головка трехглавой мышцы (*m. triceps brachii caput lateralis*) достаточно активна (2 мВ, 67%). Подобная активность свидетельствует о том, что штанга начинает движение по диагонали из положения над плечевым суставом в положение на нижней части груди в нижней точке.

В фазе подъема штанги спортсмен выполняет активное движение руками в сторону головы, что отражается на горизонтальной составляющей скорости ЦТ штанги (которая достигает 0,12 м/с). Следует отметить, что этот спортсмен на протяжении всей фазы подъема штанги активно перемещает штангу в сторону головы, поэтому очень активны средние пучки дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoid*) – 1,3 мВ (86%).

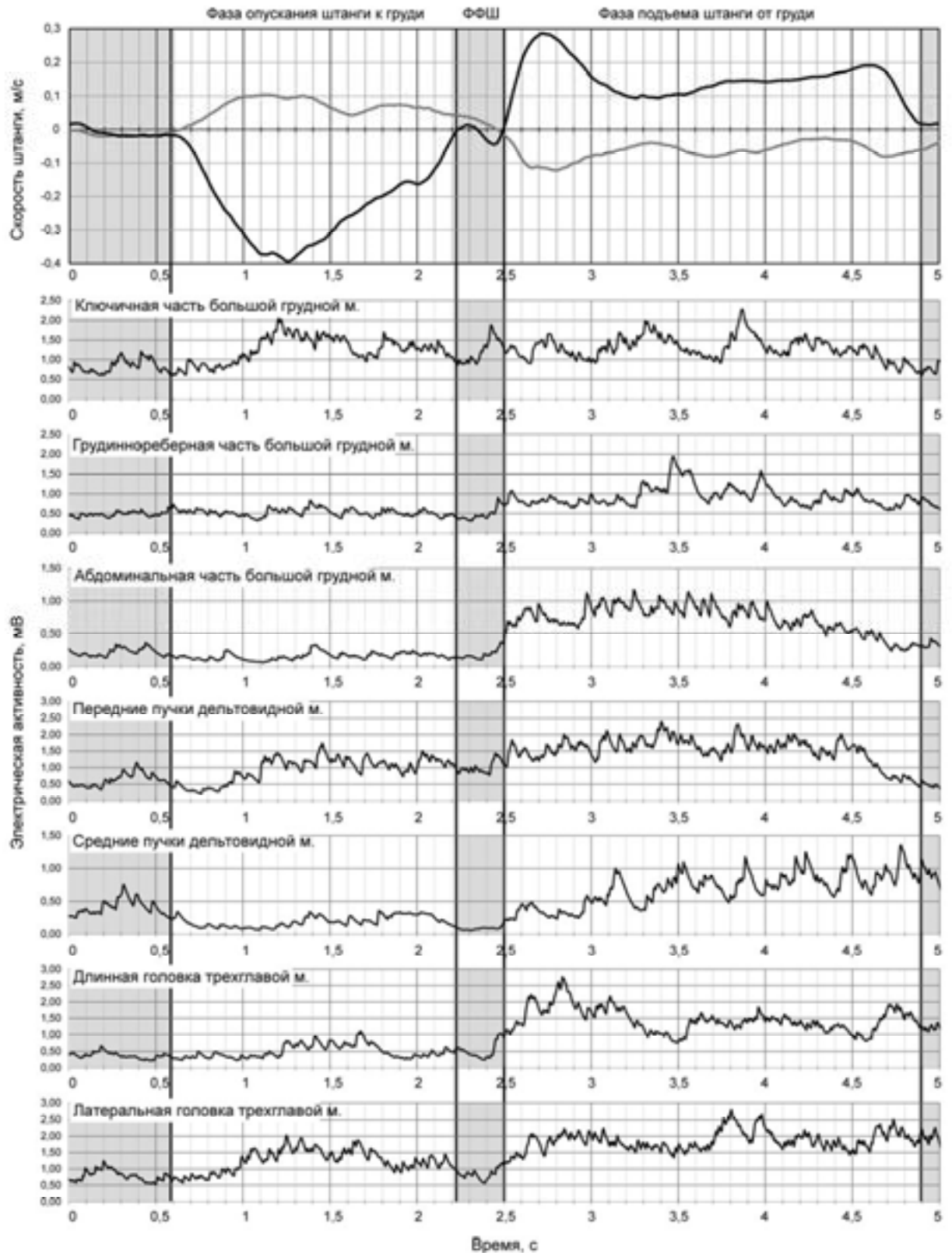


Рисунок 3.7 - Вертикальная (темная линия) и горизонтальная (светлая линия) составляющие скорости ЦТ штанги и интегрированная электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги (137 кг) лежа спортсменом Ф.И. (КМС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума. ФФШ - фаза фиксации штанги на груди

Благодаря этому уменьшается плечо силы тяжести штанги относительно плечевого сустава, уменьшая момент силы тяжести внешней нагрузки относительно плечевого сустава и создавая более благоприятные механические условия для работы передней дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*) и, тем самым, способствуя преодолению первой “мертвой зоны”.

Момент начала фазы подъема штанги характеризуется значительным повышением активности грудино-реберной (*pars sternocostalis*) (1 мВ, 40%) и абдоминальной части большой грудной (*pars abdominalis*) – 1 мВ (67%), а также трехглавой мышц плеча (*m. triceps brachii*) – 2,8 мВ (93%) у длинной головки и 2,2 мВ (73%) у латеральной, несколько снизивших свою активность в фазе фиксации штанги. Следует отметить, что у этого спортсмена отсутствует вторая “мертвая зона”. Возможно, это связано с тем, что в фазе опускания штанги к груди трехглавая мышца плеча (*m. triceps brachii*) не проявляла максимальной активности, что позволило ей сохранить достаточное количество энергии для выполнения мощного подъема штанги вверх. Следует отметить, что в исследовании Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press P. 450-462), проведенном на пауэрлифтерах высокой квалификации трехглавая мышца плеча (*m. triceps brachii*) также была малоактивна в фазе опускания штанги к груди.

Особенность выполнения жима штанги лежа спортсменом М.И. (рисунок 3.8) состоит в наличии “мертвой зоны” во второй части фазы подъема, что связывается нами с недостаточной силой трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*). Длительность фазы опускания штанги к груди составляет 2,7 с, длительность фазы фиксации штанги – 0,4 с, длительность фазы подъема – 4,1 с.

Этот спортсмен достаточно медленно опускает штангу вниз. Вертикальная составляющая скорости опускания штанги к груди не превышает минус 0,2 м/с. Это сопровождается очень высокой активностью ключичной части большой грудной мышцы (*pars clavicularis*) (1,75 мВ, 87%) и передних пучков дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*) (1,75 мВ, 70%). Следует отметить, что грудино-реберная часть большой грудной мышцы (*pars sternocostalis*) и абдоминальная

часть большой грудной мышцы (pars abdominalis) проявляют в фазе опускания штанги вниз невысокую активность.

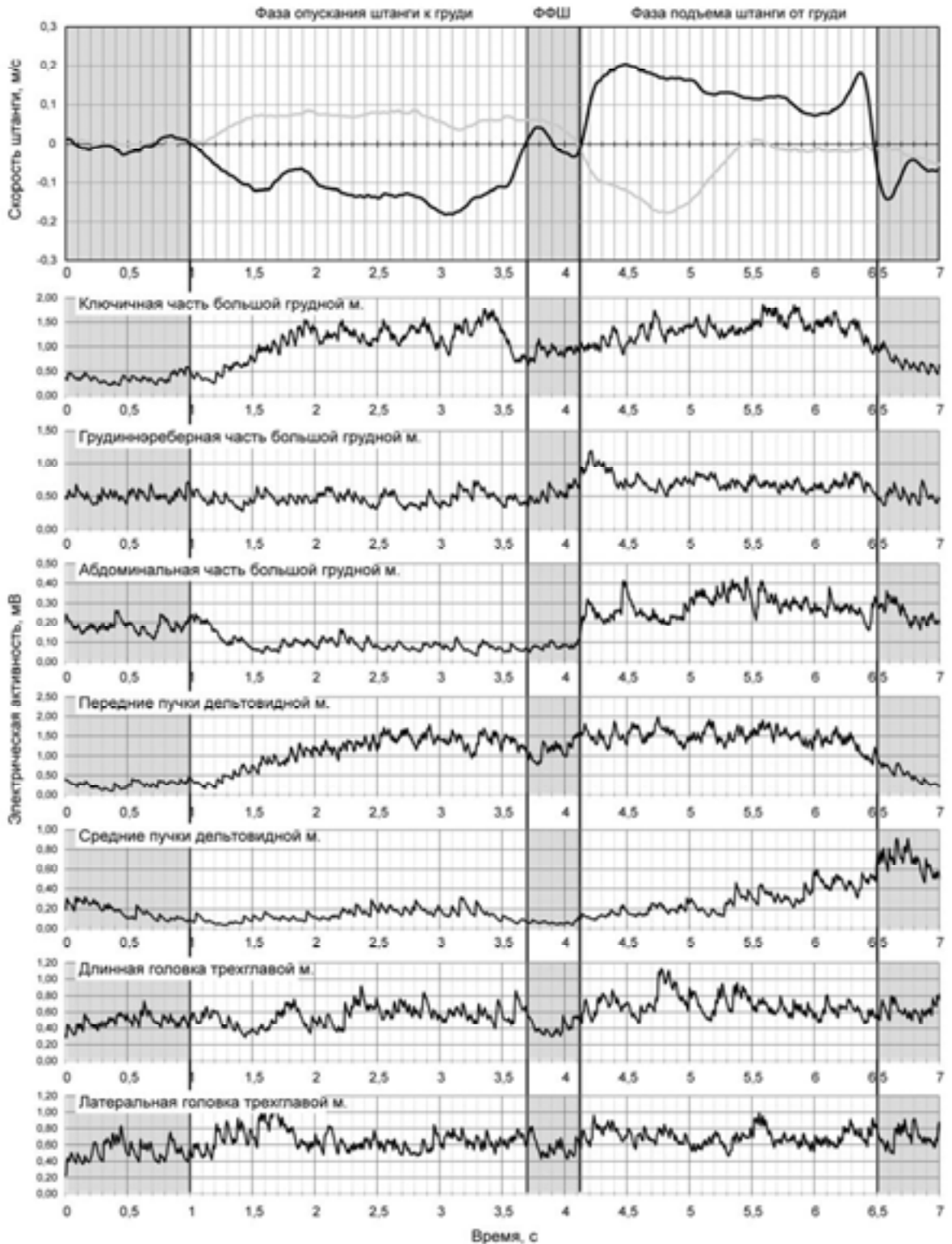


Рисунок 3.8 - Вертикальная (темная линия) и горизонтальная (светлая линия) составляющие скорости ЦТ штанги и интегрированная электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги (155 кг) лежа спортсменом М.И. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума. ФФШ - фаза фиксации штанги на груди



Спортсмен в фазе подъема штанги от груди активно перемещает штангу в сторону головы, о чем свидетельствует высокая горизонтальная составляющая скорости ЦТ штанги (до минус 0,18 м/с).

В фазе подъема штанги от груди резко активируются все мышцы туловища и верхней конечности кроме средней части дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoideus*). Средняя часть дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoideus*) проявляет всплеск активности в конце фазы подъема штанги от груди, что, по-видимому, связано с тем, что “мертвая зона” у этого спортсмена проявляется во второй части фазы подъема штанги. Вероятно, чтобы завершить двигательное действие, атлет также активирует и эту мышцу.

У спортсмена М.И., в отличие от спортсмена Ф.И., трехглавая мышца плеча (*m. triceps brachii*) проявляет высокую активность, как в фазе опускания штанги на грудь (0,8 мВ, 67% у длинной головки и 0,8 мВ, 67% (достигает пика в 91%) у латеральной), так и в фазе подъема штанги от груди (1,15 мВ, 96% у длинной головки и 1 мВ, 83% у латеральной). По-видимому, это связано с тем, что этот спортсмен медленно опускает штангу, и для того, чтобы затормозить ее движение вниз, необходима активация трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*): максимальная активность латеральной головки трехглавой мышцы (*m. triceps brachii caput lateralis*) соответствует уменьшению модуля вертикальной составляющей скорости штанги. Это, однако, приводит к тому, что энергетические ресурсы мышцы к концу фазы подъема истощаются, что, возможно, и способствует появлению “мертвой зоны” во второй части фазы подъема. Таким образом, можно предположить, что на появление “мертвой зоны” во второй части фазы подъема штанги от груди влияет не только недостаточная сила мышц-разгибателей предплечья (трехглавой мышцы плеча), но и особенность кинематики опускания штанги к груди. Слишком медленное и длительное опускание штанги приводит к истощанию энергетических ресурсов и возникновению проблем во второй части фазы подъема.

Особенность выполнения жима штанги лежа спортсменом Б.Л. (рисунок 3.9) заключается в наличии двух “мертвых зон” в фазе подъема штанги от груди. Длительность фазы опускания штанги у этого спортсмена составляет 1,7 с, фазы

фиксации штанги – 0,18 с, фазы подъема штанги – 3 с.

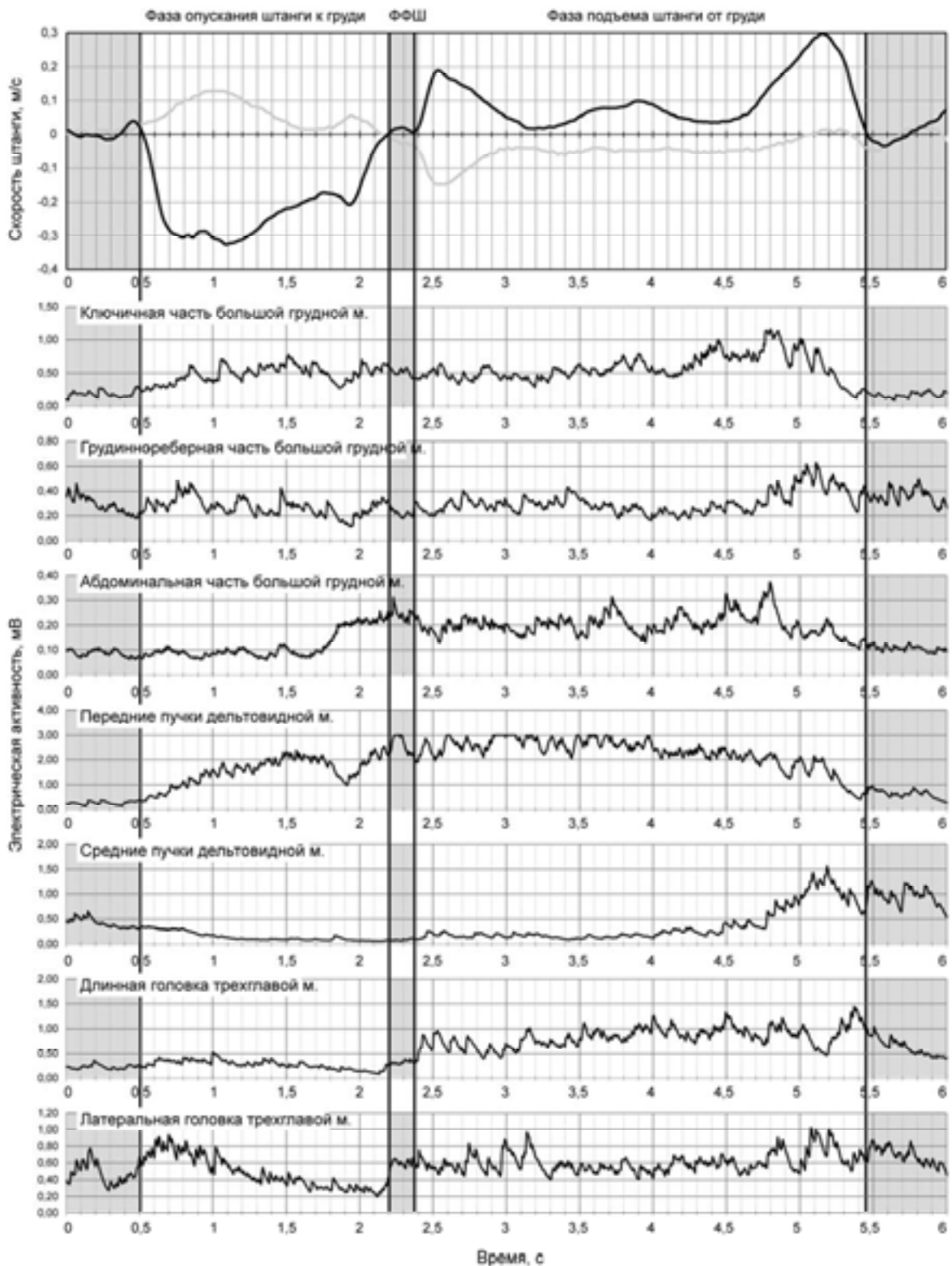


Рисунок 3.9 - Вертикальная (темная линия) и горизонтальная (светлая линия) составляющие скорости ЦТ штанги и интегрированная электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги (152,5 кг) лежа спортсменом Б.Л. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума. ФФС - фаза фиксации штанги на груди

У этого спортсмена вертикальная составляющая скорости опускания ЦТ штанги достаточно велика (минус 0,32 м/с). Его техника характеризуется достаточно высокой активностью ключичной (*m. pars clavicularis*) и грудино-реберной (*m. pars sternocostalis*) частей большой грудной мышцы, а также передней части дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoidei*) в фазе опускания штанги. Также достаточно активна латеральная головка трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii caput lateralis*). Очень низкую активность проявляют средняя часть дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoidei*) и длинная головка трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii caput longum*).

В начале фазы подъема штанги от груди спортсмен активно выполняет движение штанги в сторону головы, о чем свидетельствует высокая горизонтальная составляющая скорости штанги (минус 0,15 м/с). Из-за того, что атлет практически сразу сильно смещает штангу по горизонтали, начальный импульс штанги расходуется впустую на движение в ненужной плоскости, вертикальная скорость ЦТ штанги уменьшается до нуля и штанга практически останавливается. В первой “мертвой зоне” штанга движется крайне медленно как по горизонтали, так и по вертикали, что свидетельствует о неумении атлета корректировать траекторию движения штанги в нужный момент. Можно сказать, что данный атлет действовал крайне нерационально в первой половине фазы подъема штанги от груди: когда нужно было максимально переместить штангу вертикально вверх за счет мощного начального импульса штанги (связанного с рядом механических факторов), атлет смещал штангу также и в горизонтальной плоскости, совершая тем самым излишнюю работу и не полностью реализуя выгодные механические условия в начале движения. Когда же надо было смещать штангу в горизонтальной плоскости в сторону головы для уменьшения момента внешней нагрузки относительно плечевого сустава, атлет этого не делал. Преодолеть первую “мертвую зону” спортсмену позволяет высочайшая активность передней части дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoidei*) – 3 мВ, 100%). Однако, неудачное начало движения отрицательно сказывается на энергетических ресурсах мышц (первая половина фазы подъема штанги длится слишком долго - 1,7 с). Вероятно, утомление ос-

НОВНЫХ МЫШЦ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ ДВИЖЕНИЕ, СЛУЖИТ ПРИЧИНОЙ ПОЯВЛЕНИЯ ВТОРОЙ

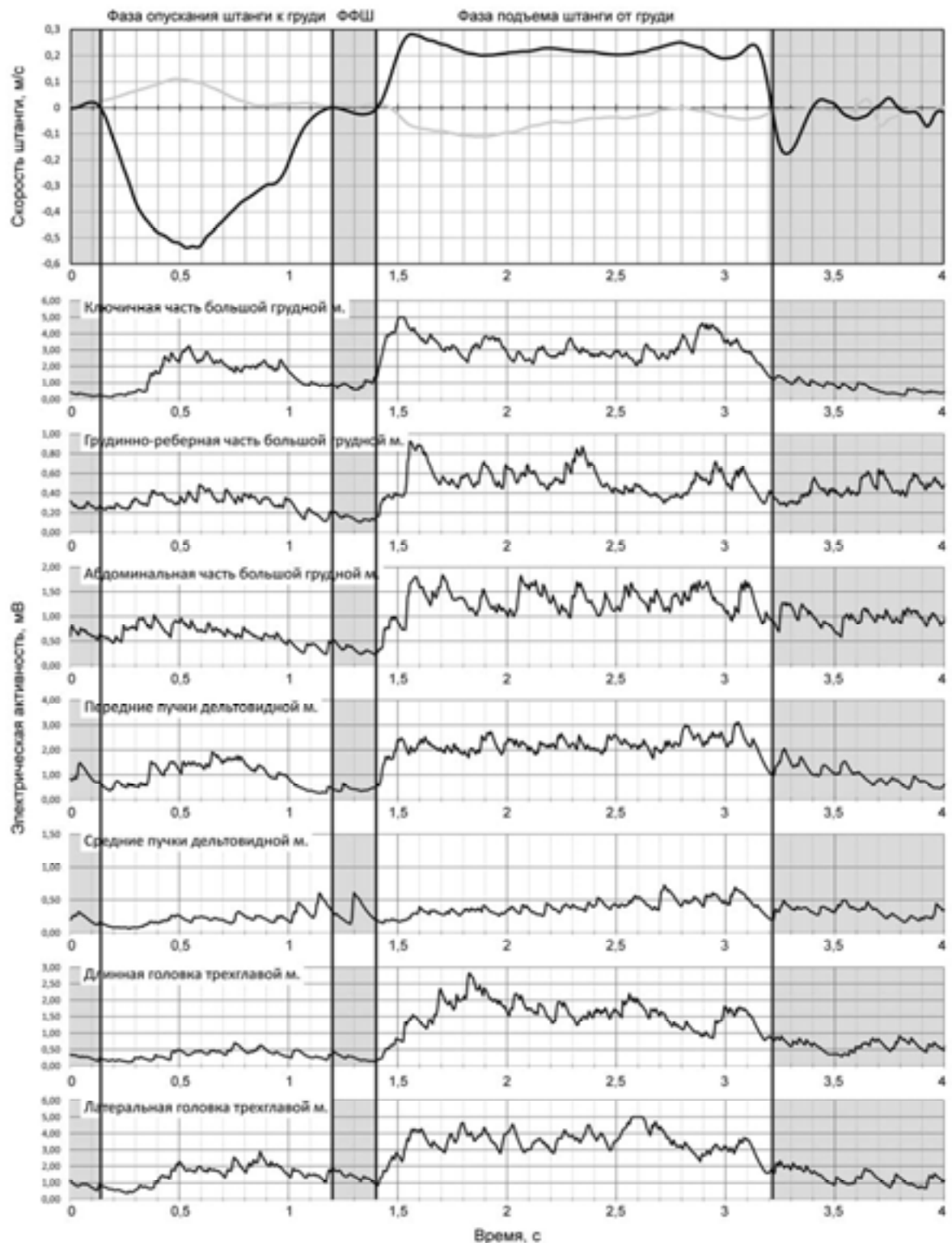


Рисунок 3.10 - Вертикальная (темная линия) и горизонтальная (светлая линия) составляющие скорости ЦТ штанги и интегрированная электрическая активность мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги (140 кг) лежа спортсменом Б.А. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума. ФФШ - фаза фиксации штанги на груди

“мертвой зоны”. Для преодоления второй “мертвой зоны” спортсмен Б.Л. активирует трехглавую мышцу плеча (*m. triceps brachii*) и среднюю часть дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoideus*).

У спортсмена Б.А. (рисунок 3.10) при выполнении жима штанги лежа “мертвые зоны” отсутствуют. Этот спортсмен в фазе опускания штанги достигает высоких значений вертикальной составляющей скорости штанги (минус 0,52 м/с), что объясняется тем, что он незначительно тормозит ее движение активностью мышц, работающих в уступающем режиме (большой грудной (*m. pectoralis major*), дельтовидной (*m. deltoideus*) и трехглавой мышцей плеча (*m. triceps brachii*)). Именно поэтому трехглавая мышца плеча (*m. triceps brachii*) не проявляет максимальной активности. В фазе подъема штанги от груди спортсмен мощно активирует все мышцы туловища и верхней конечности (кроме средних пучков дельтовидной мышцы). В связи с тем, что у этого спортсмена отсутствует как первая, так и вторая “мертвые зоны”, нет необходимости в активации средних пучков дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoideus*). Следует отметить высокую активность в фазе подъема трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*) – 2,8 мВ, (93%) у длинной головки и 5 мВ, (83%) – у латеральной, что позволяет этому спортсмену выполнять подъем штанги без второй “мертвой зоны”. Отсутствие “мертвых зон” у данного атлета может быть объяснено рядом факторов:

1. Несмотря на то, что максимальное отягощение для данного атлета подбиралось по результату, показанному перед неудачной попыткой, вероятно неточность в определении максимума.

2. Также возможно, что данный атлет обладает безупречной способностью синхронно активировать основные мышцы, участвующие в преодолении нагрузки и поддерживать их активность на постоянно высоком уровне, перемещая штангу с минимальным ускорением и тем самым избегая динамических перегрузок. Следует заметить, что ни один из исследуемых нами атлетов не продемонстрировал такой синхронной одновременной активации всех головок большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) и передней части дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*) в начале фазы подъема, как данный атлет.

Анализ кинематики жима штанги лежа совместно с электрической активностью основных мышц, выполняющих движение, позволил нам сформулировать несколько характерных закономерностей:

1. Необходимо опускать штангу на грудь с умеренно высокой скоростью, не роняя штангу на грудь, но и не излишне контролируя ее. Оптимальная длительность фазы опускания штанги – от 1,5 до 2 с. Меньшая длительность приведет к слишком резкому опусканию штанги на грудь, что может отрицательно сказаться на величине прогиба атлета в спине (высоте “моста”). Большая длительность непременно приведет к излишнему расходу энергетических ресурсов основных мышц, выполняющих движение, и в особенности, трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*), что скажется на преодолении первой “мертвой зоны” и может привести к возникновению второй “мертвой зоны”, даже если сила трехглавой мышцы (*m. triceps brachii*) достаточна для успешного завершения фазы подъема штанги от груди.

2. Крайне важна скоординированная работа большой грудной (*m. pectoralis major*) и дельтовидной мышц (*m. deltoudeus*) как для генерации максимально мощного сокращения и передаче штанге максимального импульса в начале движения, так и для управления траекторией штанги в начале подъема штанги от груди и в первой “мертвой зоне”. Начинать движение следует вертикально вверх до возникновения первой “мертвой зоны”, а при прохождении “мертвой зоны” необходимо смещать штангу в сторону головы. Это обусловлено тем, что чем позже возникнет первая “мертвая зона”, тем больше шансов ее преодолеть: сместить штангу по горизонтали можно в любой момент движения, а вот мощно “сорвать” ее с груди атлет может всего раз – в самом начале фазы подъема штанги с груди.

3. Изменение параметров движения штанги в горизонтальной плоскости осуществляется преимущественно передними (*m. anterior deltoid*) и средними (*m. lateralis deltoid*) частями дельтовидной мышцы. Стабилизация плечевого сустава также осуществляется дельтовидной мышцей (*m. deltoudeus*). Отсюда следует, что развитию силы данной мышцы необходимо уделять отдельное внимание в учебно-тренировочном процессе. Причем, как правило, передняя часть дельтовидной

мышцы (*m. anterior deltoid*) получает достаточную нагрузку (жим штанги лежа достаточно эффективен в развитии ее силы), а среднюю часть (*m. lateralis deltoid*) необходимо тренировать при помощи специально подобранных упражнений.

#### 3.4. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации

Анализ электрической активности широчайшей мышцы (*m. latissimus dorsi*) спины вынесен в отдельный параграф в связи с тем, что существует ряд технических элементов, которые вызывают противоречивые требования. Так, например, тренеры часто требуют от своих подопечных “включать” в работу широчайшую мышцу спины при выполнении жима штанги лежа.

Из функциональной анатомии известно, что широчайшая мышца спины (*m. latissimus dorsi*) отвечает за приведение и пронацию плечевой кости, опускание пояса верхней конечности, приведение лопатки к позвоночному столбу (Ткачук М. Г., Степаник И. А. Анатомия. М.: Советский спорт, 2010. 392 с.). Она является антагонистом одной из основных мышц, участвующих в жиме штанги лежа – передней дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoid*), так как эта мышца способствует сгибанию руки в плечевом суставе, что очень важно в заключительной фазе подъема штанги от груди.

Следует отметить, что в большинстве исследований, посвященных изучению электрической активности мышц верхней конечности и туловища при выполнении жима штанги лежа анализ работы этой мышцы отсутствует (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press P. 450-462. Santana J. C., Vera-Garcia F.J., McGill S.M. A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press // Journal of Strength and Conditioning Research. 2007. Vol. 21. No 4. P. 1271-1279).

В тех же исследованиях, в которых осуществлялся анализ активности этой мышцы, существуют противоречия в результатах, полученных различными исследователями. В исследованиях польских ученых (Król H., Golas A., Sobota G. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance P. 93-98; Gołaś A., Król H.

Biomechanical analysis of Flat Bench Pressing (Case study) P. 32-42.) показано, что широчайшая мышца спины (*m. latissimus dorsi*) проявляет низкую активность в фазе опускания штанги. Напротив, наши исследования (Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Электри-

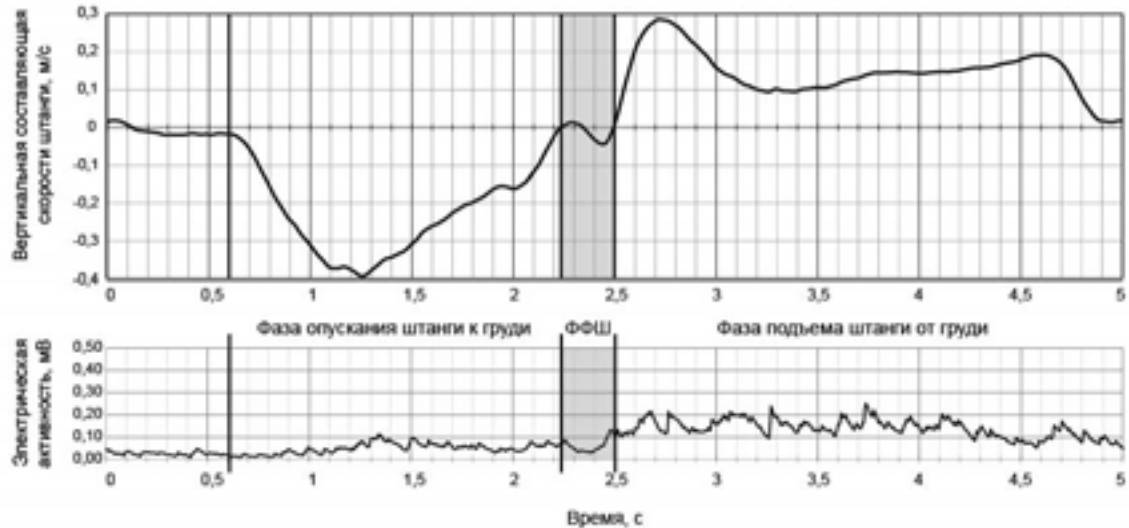


Рисунок 3.11 - Вертикальная составляющая скорости штанги и интегрированная электрическая активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) при выполнении жима штанги (135 кг) лежа спортсменом Ф.И. (КМС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума (Самсонов Г.А., Дальский Д.Д. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье. 2015. С. 137-142.)

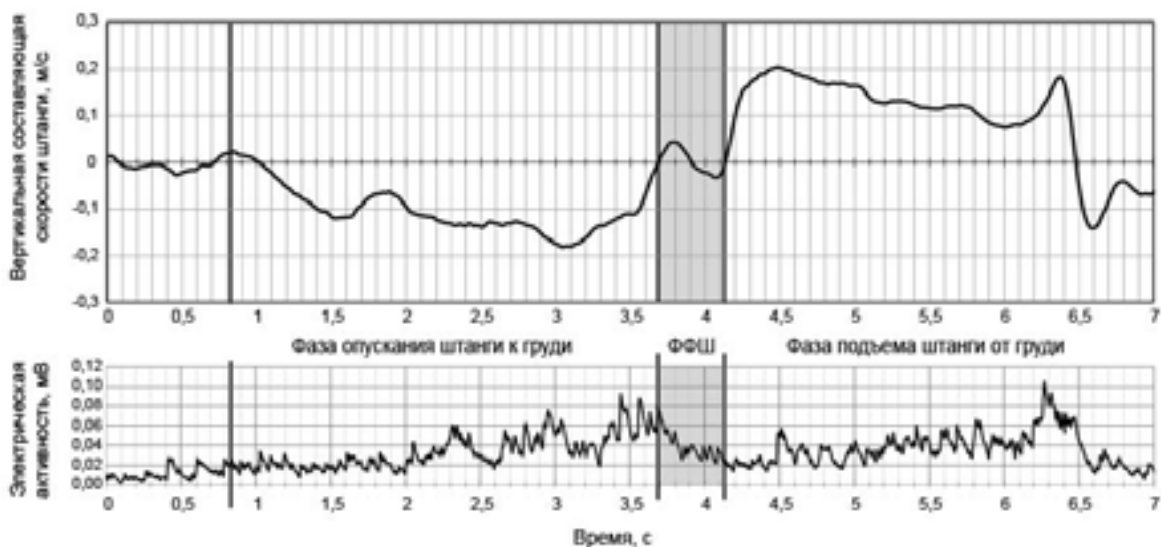


Рисунок 3.12 - Вертикальная составляющая скорости штанги и интегрированная электрическая активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) при выполнении жима штанги (155 кг) лежа спортсменом М.И. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума (Самсонов Г.А., Дальский Д.Д. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье. 2015. С. 137-142)



ческая активность мышц верхней конечности и туловища при жиме штанги лежа атлетами разной технической подготовленности // Ученые записки Университета Лесгафта. 2015. № 5 (123). С. 97-102) свидетельствуют о том, что при торможении движения штанги в фазе опускания штанги к груди у спортсмена высокой квалификации (МСМК) широчайшая мышца спины (*m. latissimus dorsi*) проявляет существенную активность, которая быстро нарастает и столь же быстро спадает. В связи с противоречивыми результатами, мы попытались изучить электрическую активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) при выполнении жима штанги лежа на горизонтальной скамье. Наше исследование (Самсонов Г.А., Дальский Д.Д. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье // Ученые записки Университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 8 (126). С. 137-142.) свидетельствует о том, что можно выделить следующие варианты электрической активности широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) в эти фазы:

Вариант 1. У троих (из десяти исследованных) атлетов активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) низкая в фазе опускания штанги к груди и фиксации штанги на груди и значительная в фазе подъема штанги от груди (рисунок 3.11). Максимальные значения вертикальной составляющей скорости опускания штанги к груди варьировали от минус 0,3 до минус 0,4 м/с.

Вариант 2. Низкая, либо средняя ЭАМ в первой половине фазы опускания штанги к груди, которая затем возрастает до максимума во второй половине этой фазы (рисунок 3.12). Низкая активность мышцы в фазе фиксации штанги на груди. Низкая или средняя активность мышцы в начале фазы подъема штанги от груди, которая возрастает к середине этой фазы. Такой вариант активности широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) демонстрировали два атлета. Максимальные значения вертикальной составляющей скорости опускания штанги к груди у этих атлетов составляли от минус 0,2 до минус 0,4 м/с.

Вариант 3. У одного атлета максимум электрической активности широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) приходился на конец фазы опускания штанги к груди, на фазу фиксации штанги на груди и начало фазы подъема штанги от груди” (рисунок 3.13). Для этого атлета также характерно высокое макси-

мальное значение вертикальной составляющей скорости опускания штанги к груди (минус 0,5 м/с).

Вариант 4. Высокая ЭАМ на протяжении фаз: опускания штанги к груди, фиксации штанги на груди и подъема штанги от груди (рисунок 3.14). Такой вариант продемонстрировали два атлета. Максимальные значения вертикальной составляющей скорости опускания штанги к груди у этих атлетов составляли от минус 0,2 до минус 0,3 м/с.

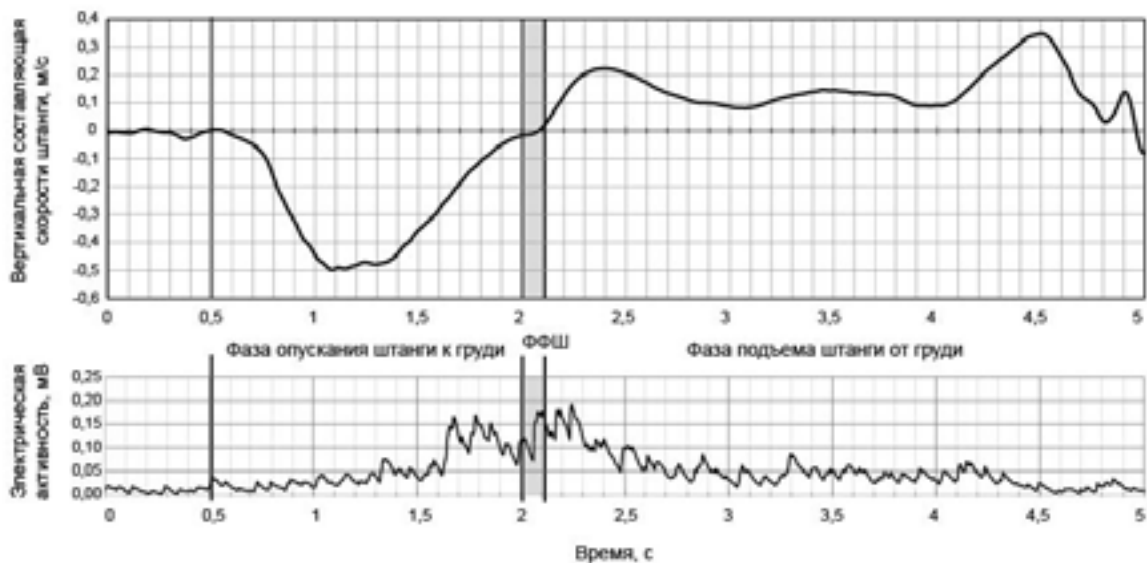


Рисунок 3.13 - Вертикальная составляющая скорости штанги и интегрированная электрическая активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) при выполнении жима штанги (155 кг) лежа спортсменом С.В. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума (Самсонов Г.А., Дальский Д.Д. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье. 2015. С. 137-142)

Нами не было замечено каких-либо особенностей ЭАМ широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*), связанных с прохождением “мертвых зон”. Практически у всех испытуемых ЭАМ перед “мертвой зоной” и после нее существенно не изменялась. На протяжении “мертвой зоны” ЭАМ также оставалась практически неизменной у всех атлетов. Следует отметить, что у всех исследуемых спортсменов активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) снижалась за 0,5 с до окончания движения.

После выполнения жима штанги лежа, мы произвели опрос атлетов на предмет использования широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) в процес-

се движения. Испытуемые почти всегда отвечали нам, что они используют широчайшую мышцу спины (*m. latissimus dorsi*) при выполнении жима штанги лежа. Мы считаем, что активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) крайне полезна при выполнении жима штанги лежа. Эта мышца участвует в приведении лопаток к позвоночному столбу, что позволяет уменьшить длину траектории движения штанги при ее опускании на грудь атлета, а также способствует активированию мышц спины и сохранению прогиба в позвоночнике, то есть удержанию “моста” (рисунок 3.15). Кроме того, активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*), большой грудной (*m. pectoralis major*) и передней части дельтовидной (*m. anterior deltoid*) мышц позволяет фиксировать плечевой сустав и

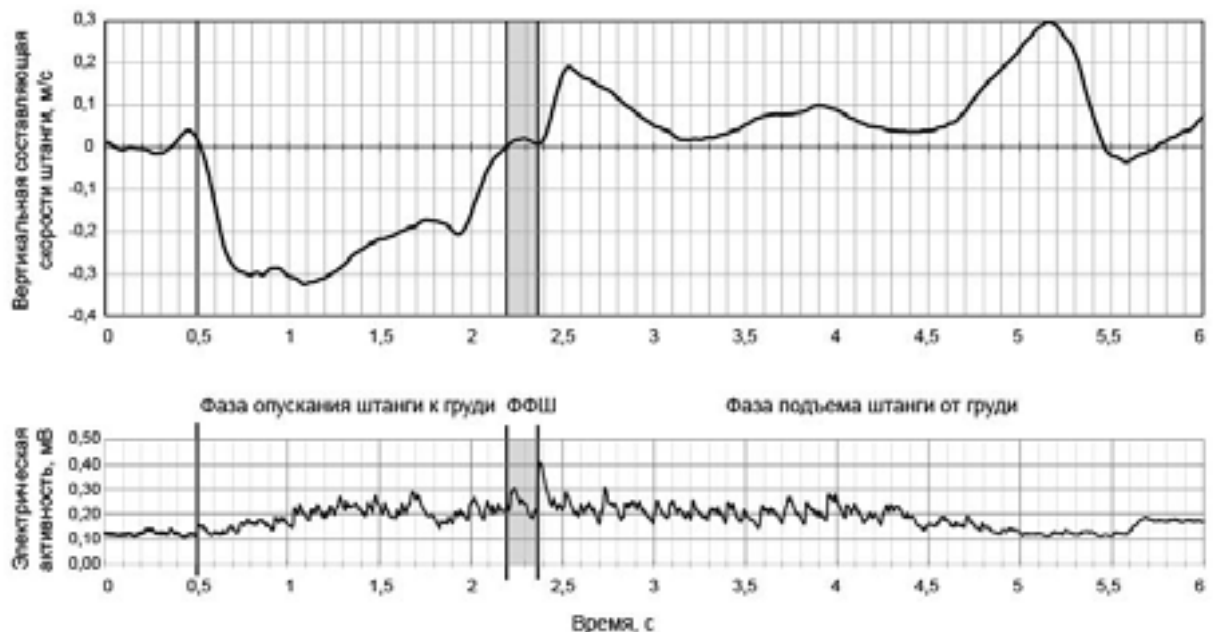


Рисунок 3.14 - Вертикальная составляющая скорости штанги и интегрированная электрическая активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) при выполнении жима штанги (152,5 кг) лежа спортсменом Б.Л. (МС), величина внешнего отягощения составляет 100% от максимума (Самсонов Г.А., Дальский Д.Д. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье. 2015. С. 137-142)

таким образом замедлить опускание штанги на грудь спортсмена, устранив тем самым удар штанги о грудь. Активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) совместно с другими мышцами туловища и нижних конечностей помогает создать жесткую опору для основных мышц, выполняющих движение, что

позволяет значительно эффективнее противостоять внешней нагрузке. Существует особый технический прием, который действительно может помочь использовать широчайшую мышцу спины (*m. latissimus dorsi*) в большей степени: атлету необходимо имитировать сгибание грифа штанги в горизонтальной плоскости. Однако, лишь некоторые наши исследуемые знали о его наличии.

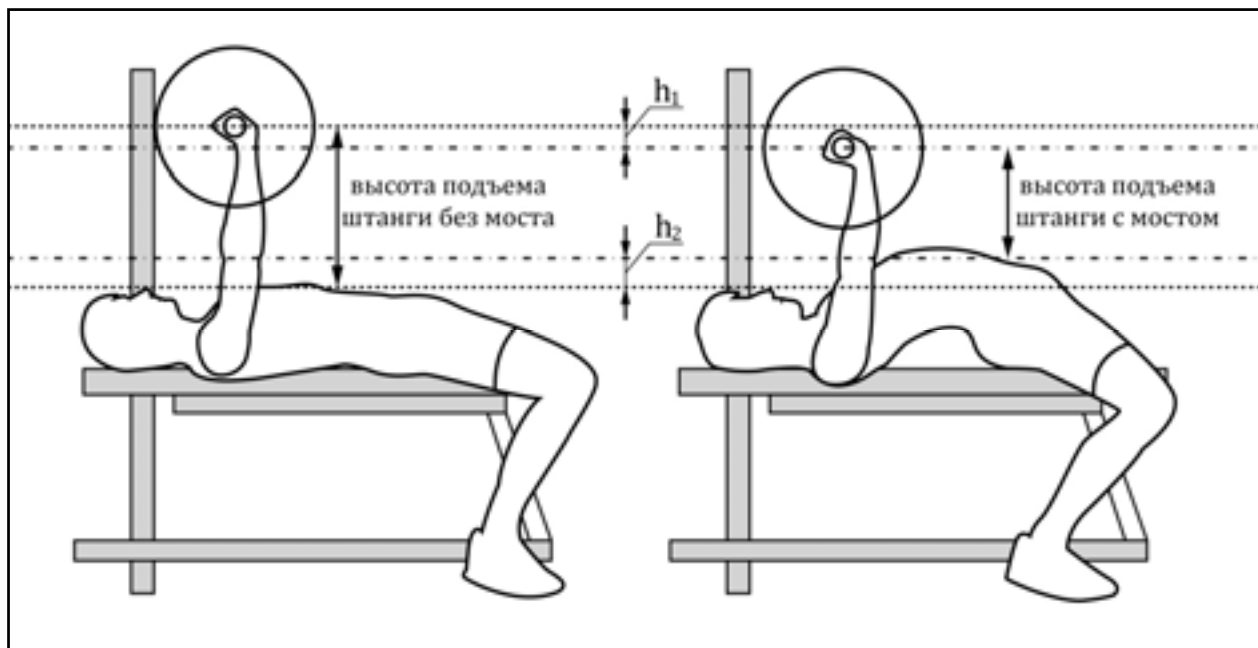


Рисунок 3.15 - Схема влияния “моста” на высоту подъема штанги  
 Обозначение:  $h_1$  – уменьшение высоты подъема штанги за счет “сведения” лопаток;  $h_2$  – уменьшение высоты подъема штанги за счет прогиба позвоночника

Мы считаем, что в заключительной фазе жима активность широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) может быть вредна, так как она противодействует тяге передней части дельтовидной мышцы, осуществляющей сгибание плеча. Именно поэтому все исследуемые спортсмены демонстрировали снижение активности широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) приблизительно за 0,5 с до окончания жима штанги лежа.

### 3.5. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации

В первой главе было показано, что посредством электромиографии при выполнении жима штанги лежа на горизонтальной скамье в основном изучалась ак-

тивность мышц верхнего плечевого пояса и туловища (Elliott B.C. Wilson G.J., Kerr G. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. P. 450-462. Santana J. C., Vera-Garcia F.J., McGill S.M. A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press // Journal of Strength and Conditioning Research. 2007. Vol. 21. No 4. P. 1271-1279), в то время как активность мышц нижних конечностей оставалась без достаточного внимания исследователей. Тем не менее, активность мышц нижних конечностей при выполнении соревновательного варианта жима штанги лежа способна создать благоприятные условия для его выполнения и существенно повлиять на результат, показанный спортсменом.

Во-первых, это связано с тем, что ноги спортсмена создают жесткую опорную конструкцию, которая позволяет сохранять устойчивость тела и прогиб в поясничном отделе позвоночника (“мост”) (Rippetoe M., Bradford, S. Starting Strength Basic Barbell Training, 3rd ed., 2011: Aasgard Company, Wichita Falls, Texas. 371 с.).

Во-вторых, потому, что некоторые спортсмены, обладающие высоким уровнем технического мастерства, при выполнении жима штанги лежа способны передать механический импульс (количество движения) от ног к штанге. Б.И. Шейко указывает: “В начальной стадии мощного ‘срыва’ штанги от груди, спортсмен как бы отталкивается ногами от помоста в направлении головы” (Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. 2013. С. 177- 278).

В связи с вышеизложенным, цель настоящего исследования состояла в изучении электрической активности мышц нижних конечностей при выполнении соревновательного варианта жима штанги лежа на горизонтальной скамье спортсменами, обладающими различным уровнем технического мастерства. Изучалась электрическая активность: длинной головки двуглавой мышцы бедра (*m. biceps femoris caput longum*), латеральной широкой мышцы (*m. vastus lateralis*) и латеральной головки икроножной мышцы (*m. gastrocnemius caput lateralis*) (Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа // Ученые записки Университета Лесгафта. 2014. № 5 (111). С. 159-165).

Анализ электрической активности мышц ног квалифицированного

спортсмена Ф.И. (КМС) свидетельствует о следующем (рисунок.3.16).

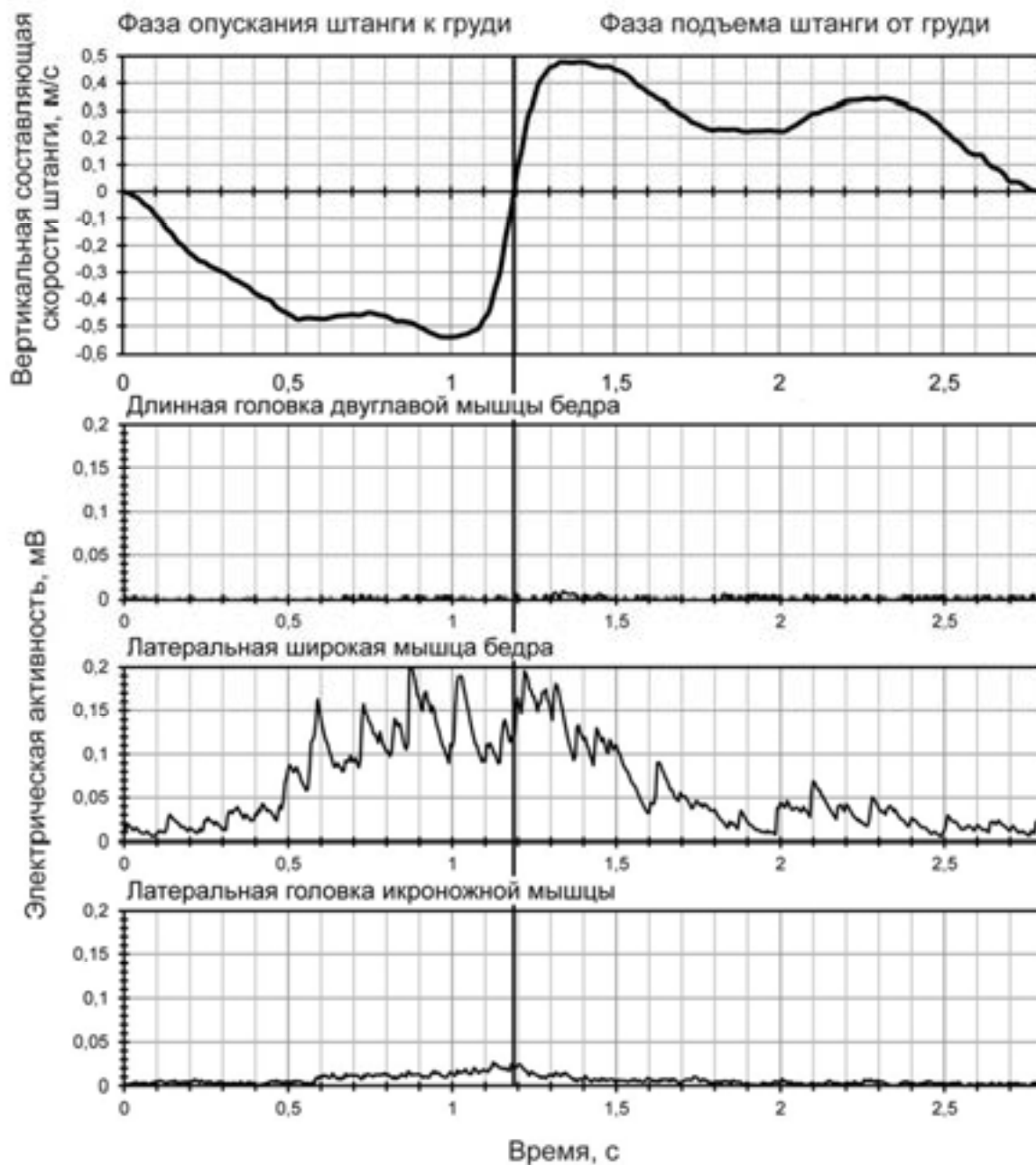


Рисунок 3.16 - Вертикальная составляющая скорости ЦТ штанги и интегрированная электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги (110 кг) лежа спортсменом Ф.И. (КМС), величина внешнего отягощения составляет 90% от максимума (Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа. 2014. С. 159-165)

В фазе опускания штанги на грудь латеральная широкая мышца бедра (*m. vastus lateralis*) проявляет значительную электрическую активность. Можно предположить, что напряжением четырехглавой мышцы бедра (латеральная широкая мышца бедра – одна из головок четырехглавой мышцы) в этой фазе атлет фикси-

рует коленный сустав, что позволяет сохранить прогиб в поясничном отделе позвоночника (“мост”). Полученные данные подтверждаются исследованиями R. Roberts, L. Noble, D. Poole (R. Roberts, L. Noble, D. Poole The effect of hip flexion on lumbar hyperextension during the bench press // 15 International Symposium on Biomechanics in Sports. 1997. Denton, Texas, USA) показавшими, что сгибание бедра не приводит к уменьшению интегрированной электрической активности мышцы-разгибателя позвоночника и уменьшению “моста”.

В фазе подъема штанги от груди электрическая активность широкой латеральной мышцы бедра (*m. vastus lateralis*) резко падает, что, по нашему мнению, должно негативно сказаться на поддержании “моста”. Анализ видеозаписей это подтверждает. В фазе подъема штанги от груди прогиб позвоночника у спортсмена Ф.И. уменьшается (“мост проваливается”). Таким образом, данный атлет не полностью использует потенциал прогиба в пояснице (“мост”) в фазе подъема штанги от груди. Из полученных данных можно сделать вывод, что во время основной фазы – фазы подъема штанги от груди мышцы нижней конечности этого спортсмена не выполняют своей основной функции – не фиксируют звенья опорно-двигательного аппарата и не создают жесткую опорную конструкцию.

Мы находим, что активность мышц задней поверхности бедра, в частности, большой ягодичной (*m. gluteus maximus*) и длинной головки двуглавой бедра (*m. biceps femoris caput longum*), способствует отталкиванию ногами от помоста в направлении головы и передаче механического импульса от ног штанге. У спортсмена Ф.И. (КМС) мышцы задней поверхности бедра (*m. biceps femoris caput longum*) не проявляют электрической активности, а мышцы голени (*m. gastrocnemius caput lateralis*) проявляют слабую электрическую активность до начала мертвой зоны. Впоследствии их активность снижается. Из этого следует, что данный спортсмен не использует технический прием передачи механического импульса от ног к штанге.

Иная картина наблюдается у спортсмена, обладающего высоким уровнем технического мастерства – М.А. (МСМК), рисунок 3.17.

Латеральная широкая мышца бедра (*m. vastus lateralis*) проявляет высокую активность, достигающую до 0,6 мВ на протяжении всего упражнения. Таким образом, можно предположить, что этот атлет стремится поддерживать “мост” на протяжении всего упражнения, обеспечивая более выгодные механические условия мышцам туловища и верхнего плечевого пояса в фазе подъема штанги от груди.

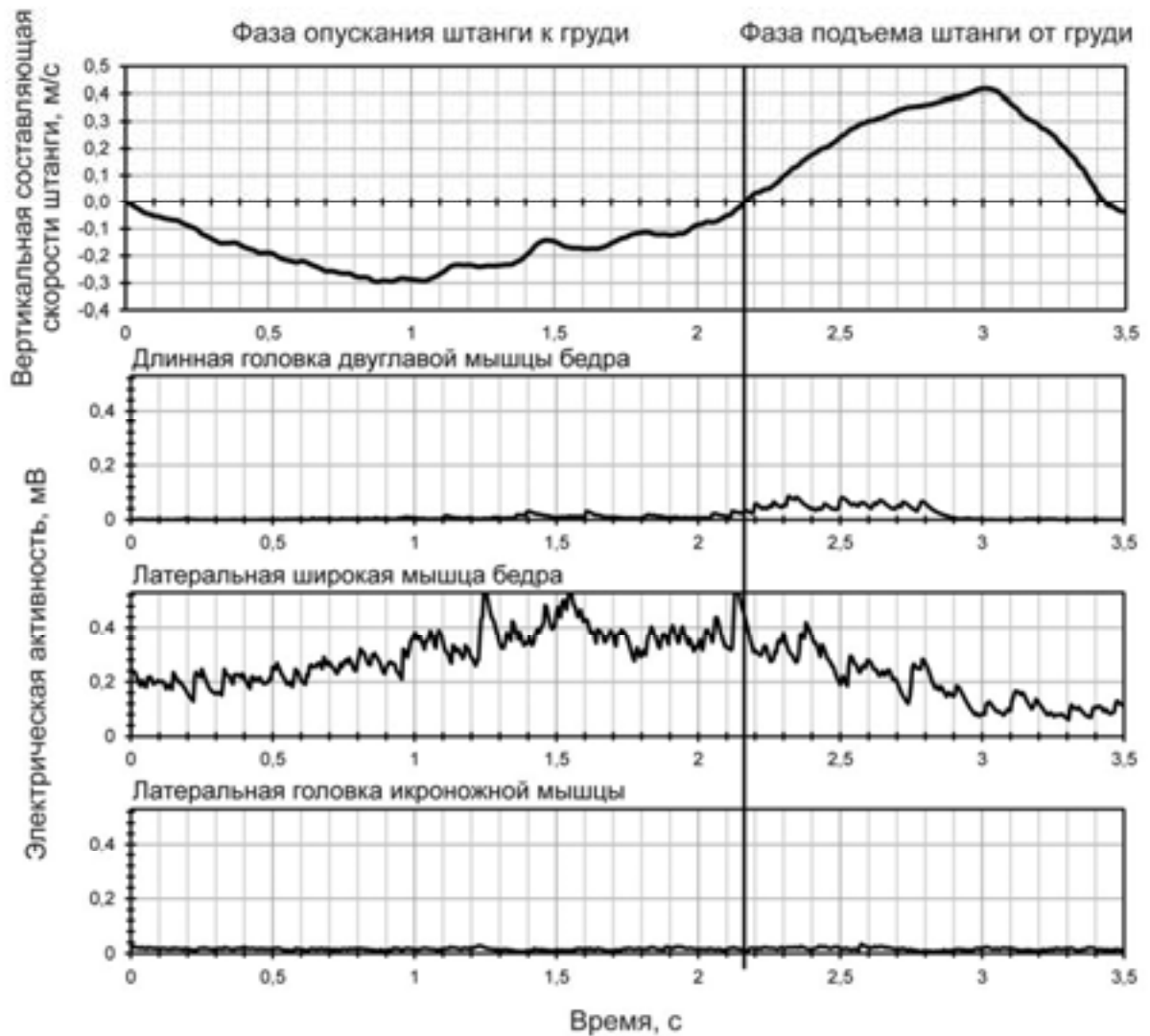


Рисунок 3.17 - Вертикальная составляющая скорости ЦТ штанги и интегрированная электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги (140 кг) лежа спортсменом М.А., (МСМК), величина внешнего отягощения составляет 60% от максимума (Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа. 2014. С. 159-165)

Активность длинной головки двуглавой мышцы бедра (*m. biceps femoris caput longum*) резко возрастает в конце фазы опускания штанги к груди и поддерживается на высоком уровне до окончания подъема штанги. Мышцы голени (*m. gas-*



trocnemius caput lateralis) у этого спортсмена проявляют невысокую, но постоянную активность (0,05 мВ).

Мы предполагаем, что выраженный импульс активности двуглавой мышцы бедра (*m. biceps femoris caput longum*) позволяет не только увеличить жесткость коленного сочленения, но и создать начальный импульс передачи механического движения от ног атлета к штанге через таз, позвоночник и грудную клетку. Данный механизм подтверждается данными видеосъемки, на которой отчетливо видно небольшое движение грудной клетки вверх, совпадающее с напряжением мышц ног (по визуальным данным). У спортсмена, имеющего низкий уровень технического мастерства, подобного механизма не наблюдается.

На рисунке 3.18 (вверху) представлено расположение во фронтальной плоскости нижних конечностей спортсмена, обладающего низким уровнем технического мастерства, а внизу – высоким. Сравнительный анализ постановки стоп (рисунок 3.18, вверху) указывает на очевидную ошибку спортсмена Ф.И. (КМС). Его стопы расположены очень узко относительно скамьи, расстояние между пятками составляет всего 36 см. Элитный спортсмен значительно шире располагает ноги (рисунок 3.18 внизу), создавая при этом устойчивое опорное положение. Расстояние между пятками у этого спортсмена составляет 64 см. Несомненно, такое расположение стоп позволяет спортсмену технически правильно выполнять двигательное действие.

Проведенное исследование активности мышц ног при выполнении жима штанги лежа свидетельствует о следующем.

У спортсмена, обладающего низким уровнем технического мастерства (КМС), наблюдается недостаточная активность мышц нижних конечностей (широкой латеральной мышцы и двуглавой мышцы бедра) в фазе подъема штанги от груди. Следствием этого является уменьшение жесткости опорной конструкции, создаваемой звеньями нижних конечностей и уменьшение прогиба в поясничном отделе позвоночника. Кроме того, у этого спортсмена отсутствует передача механического импульса от ног к штанге в момент отрыва штанги от груди.

Спортсмен, имеющий низкий уровень технического мастерства выполняет жим штанги лежа только за счет мышц верхнего плечевого пояса и туловища, упуская возможность: во-первых, обеспечить более выгодные механические условия для большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) путем поддержания “моста” в фазе подъема штанги от груди; во-вторых, сообщить штанге дополнительный механический импульс.

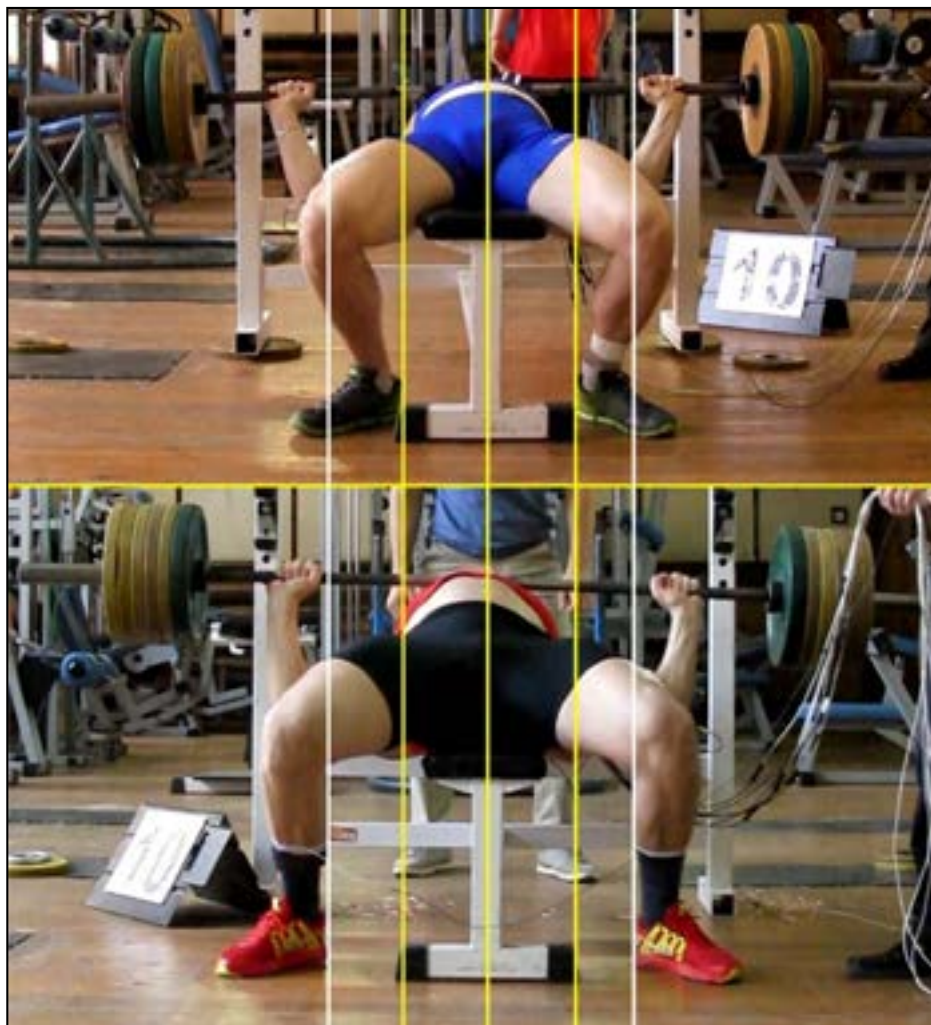


Рисунок 3.18 - Расположение нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа у спортсмена Ф.И. (КМС) – вверху и М.А. (МСМК) – внизу

У спортсмена, имеющего высокий уровень технического мастерства, одновременная активность мышц нижних конечностей обеспечивает создание жесткой опорной конструкции, что позволяет: во-первых, сохранять прогиб в пояснице (“мост”) как в фазе опускания, так и фазе подъема штанги от груди; во-вторых, создать и передать механический импульс от ног атлета к штанге в начале подъ-

ема штанги от груди.

Следует отметить, что создание механического импульса ногами и передача его штанге через грудную клетку – весьма сложный технический прием, так как данное действие необходимо выполнить одновременно с началом разгибания рук.

### 3.6. Механизм передачи импульса от нижних конечностей штанге при выполнении жима штанги лежа

В параграфе 3.2. при обсуждении механизмов преодоления “мертвых зон” указывалось, что существует технический прием, позволяющий сообщить штанге дополнительный импульс в момент начала отрыва штанги от груди. Он осуществляется посредством отталкивания ногами в сторону головы и позволяет передавать импульс от ног к штанге через грудь атлета (Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Механизм передачи импульса от ног штанге при выполнении жима штанги лежа //Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. Вып. 8. С. 34-37).

Как уже отмечалось выше, ноги позволяют стабилизировать положение туловища на скамье (основная функция), а также создать необходимую горизонтальную силу для увеличения прогиба в пояснице и удержания груди в наиболее высокой позиции (Rippetoe M., Bradford S. Starting Strength Basic Barbell Training 371 p. Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа С. 159-165).

Б.И. Шейко с соавт. (Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г., Смольников Д.А., Фролов И.С., Фролов Г.С. Техника выполнения жима лежа //Железный мир. 2007. №6. С.128-133; Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера, 2013. С. 177- 278) было высказано предположение о том, что нижние конечности при выполнении жима штанги лежа могут также передавать механический импульс от ног к штанге. Авторами было отмечено, что некоторые спортсмены, имеющие высокий уровень технического мастерства, в начальной стадии мощного “срыва” штанги от груди отталкиваются ногами от помоста в направлении головы.

Исследования активности мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги подтвердили использование этого технического элемента (Самсонова А.В.,

Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа С. 159-165). Было показано, что спортсмен, имеющий низкий уровень технического мастерства, выполняет жим штанги лежа только за счет мышц верхнего плечевого пояса и туловища. Мышцы нижних конечностей этого спортсмена проявляют низкую активность. У спортсмена, имеющего высокий уровень технического мастерства, одновременная активность мышц нижних конечностей обеспечивает создание жесткой опорной конструкции. Это позволяет: во-первых, стабилизировать положение туловища на скамье, во-вторых, сохранять прогиб в пояснице (“мост”) как в фазе опускания, так и фазе подъема штанги от груди, и в-третьих, создать и передать механический импульс от ног атлета к штанге с минимальными потерями в начале подъема штанги от груди.

Целью настоящего исследования являлось объяснение механизма, лежащего в основе передачи импульса от нижних конечностей спортсмена к штанге.

На основе визуального анализа видеоматериалов выступления спортсменов различной квалификации (30 видеофрагментов) были выделены спортсмены, использующие технический прием передачи механического импульса от нижних конечностей штанге. После этого, движения опорно-двигательного аппарата спортсмена имитировались согласно схеме (рисунок 3.19).

Полученные результаты (рисунок 3.19) свидетельствуют о следующем. При передаче механического импульса от нижних конечностей к штанге происходят следующие события. В начале, в результате активности икроножной и четырехглавой мышц бедра коленный сустав спортсмена смещается в сторону таза с одновременным резким сокращением (напряжением) ягодичных мышц. Это приводит к небольшому подъему и смещению таза в сторону головы, при этом большая ягодичная мышца (*m. gluteus maximus*) прижата к скамье.

Следует отметить, что те спортсмены, которые выполняют такое движение, также выполняют небольшое движение грудью вверх. Это движение происходит из-за того, что таз, позвоночник, грудная клетка и лопатки составляют жесткую конструкцию, надежно стянутую мышцами туловища. Движение таза вверх и в сторону головы приводит к вращению данной жесткой конструкции относительно

лопаток и небольшому подъему грудной клетки.

В результате этого механический импульс передается штанге, которая в этот момент находится на груди спортсмена. Если атлет успевает “подхватить руками” (мощно активировать мышцы верхнего плечевого пояса и рук) этот небольшой импульс – это помогает ему в начале движения придать штанге большую скорость. Если спортсмен не успевает это сделать – импульс рассеивается. Более того, если таз сместится слишком высоко вверх, ягодичные мышцы перестанут касаться жимовой скамьи и попытка засчитана не будет.

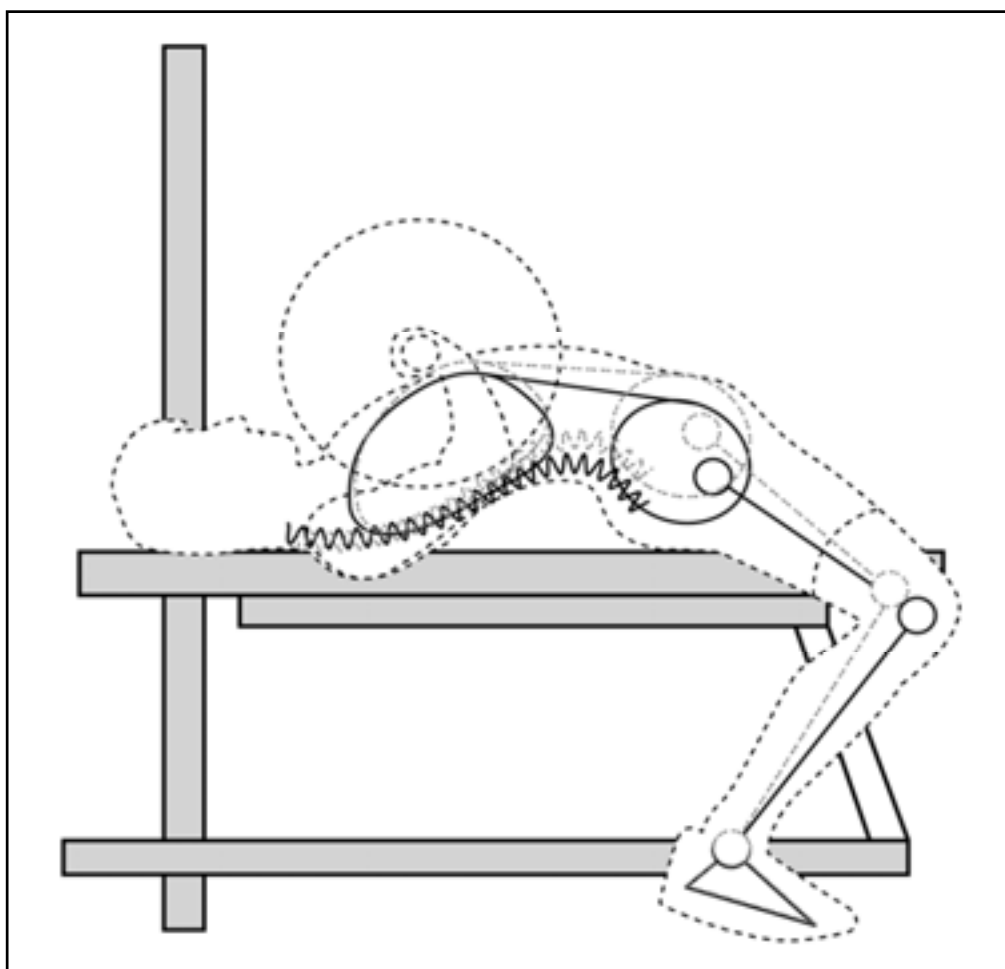


Рисунок 3.19 - Схема передачи импульса от нижних конечностей штанге (Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа С. 159-165)

Полученные нами данные подтвердили гипотезу, высказанную Б.И. Шейко (Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г., Смольников Д.А., Фролов И.С., Фролов Г.С. Техника выполнения жима лежа С.128-133; Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге.

Пауэрлифтинг. От новичка до мастера, 2013. С. 177- 278) о том, что некоторые спортсмены, имеющие высокий уровень технического мастерства, в начальной стадии мощного “срыва” штанги от груди отталкиваются ногами от помоста в направлении головы.

Импульс тела (количество движения,  $mv$ ), позвенно передается через жестко организованную конструкцию костных звеньев (голень-бедро-таз-позвоночник-грудная клетка) и сообщается грифу штанги в момент начала подъема штанги от груди. Это позволяет спортсмену сообщить штанге большую начальную скорость, что впоследствии непременно облегчает прохождение “мертвой” и “неблагоприятной зон”, так как штанга сможет пройти большой путь, прежде чем уменьшится ее скорость.

### 3.7. Заключение по третьей главе

В третьей главе изложены результаты проведенного биомеханического исследования соревновательного варианта жима штанги лежа, выполненного спортсменами высокой квалификации с максимальным отягощением. Проведенные исследования позволили предложить новый критерий “мертвой зоны”, а также ввести новое понятие “неблагоприятная зона”. Следует отметить, что до настоящего времени в научных и методических публикациях, посвященных жиму штанги лежа (в России и за рубежом), предполагалось наличие только одной “мертвой зоны”. Наши исследования показывают, что в зависимости от уровня технического мастерства и развития физических качеств спортсменов в технике жима штанги лежа могут быть не одна, а несколько (чаще всего две) “мертвых зоны”.

Выявлены четыре базовых варианта техники выполнения жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации по критериям количества и времени возникновения “мертвых зон”. В первом варианте имеется одна “мертвая зона” в начале фазы подъема штанги от груди; во втором варианте имеется одна “мертвая зона” в конце фазы подъема штанги от груди; в третьем варианте имеют место две “мертвые зоны”; первая “мертвая зона” проявляется ближе к началу фазы подъема штанги, а вторая – ближе к окончанию данной фазы. В четвертом варианте “мерт-

вые зоны” отсутствуют.

В параграфе 3.2 рассмотрены вопросы преодоления “мертвых зон” с позиций биомеханики, а также теории и практики атлетизма. Было показано, что механизмы преодоления первой и второй “мертвых зон” существенно различаются. Это связано с тем, что для преодоления первой “мертвой зоны” необходимо использовать специальные технические приемы, а для преодоления второй – развивать силу мышц-разгибателей предплечья.

Специальные технические приемы, позволяющие преодолеть первую “мертвую зону” следующие:

1. смещение штанги в сторону головы, приводящее к уменьшению плеча силы тяжести штанги относительно плечевого сустава и, соответственно, уменьшению момента силы тяжести штанги;

2. сообщение штанге дополнительного импульса в момент начала отрыва штанги от груди в результате толчка ногами в сторону головы, приводящего к передаче механического импульса от ног к штанге через грудь атлета (Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера, 2013. С. 177- 278);

3. использование жимовой майки и (или) Слинг Шота (Что дает спортсмену жимовая майка? / Б.И. Шейко, Б.Г. Лукьянов, В.С. Фетисов, О.А. Дудов, П.В. Репина С. 128-133).

В параграфе 3.3 на основе изучения вертикальной и горизонтальной составляющей скорости ЦТ штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища показано, что все спортсмены высокой квалификации пытаются применять первый методический прием – смещение штанги в сторону головы, однако не всегда выполняют его правильно. Нами предложена модель траектории движения штанги во фронтальной плоскости, позволяющая уменьшить неблагоприятное влияние внешних факторов и успешно преодолеть первую “мертвую зону”.

У спортсменов, техника движений которых характеризуется наличием второй “мертвой зоны”, в конце фазы подъема проявляет значительную активность средняя часть дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoidei*).

Отдельный параграф (3.4) посвящен анализу активности широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*), так как по этому вопросу существуют противоречивые мнения тренеров и специалистов в области пауэрлифтинга. Исследование показало, что можно выделить четыре варианта активности широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*).

Новизной обладают данные об электрической активности нижних конечностей (параграф 3.5) при выполнении жима штанги лежа. До настоящего времени в России и за рубежом изучалась только активность верхних конечностей и туловища. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что у спортсменов, которые умеют выполнять технический прием, позволяющий сообщить штанге дополнительный механический импульс, и создавать жесткую механическую конструкцию, противодействующую внешним силам и потерям при позвенной передаче импульса, электрическая активность мышц нижних конечностей значительно отличается от тех спортсменов, которые не владеют таким приемом и у которых не создана прочная механическая конструкция, что приводит к “провалу моста”.

Последний параграф третьей главы посвящен биомеханическому анализу технического приема, позволяющего передавать импульс от нижних конечностей штанге. Анализ видеозаписей соревновательной деятельности спортсменов высокой квалификации показал, что только 60% спортсменов владеют этим приемом.



## ГЛАВА 4

## ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ ЖИМА ШТАНГИ ЛЕЖА ПАУЭРЛИФТЕРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕОДОЛЕНИЯ “МЕРТВЫХ ЗОН”

## 4.1. Характеристика особенностей проведения педагогического эксперимента

Проведенные исследования, изложенные в третьей главе, позволили установить, что в зависимости от уровня технического мастерства и развития физических качеств спортсменов в технике жима штанги лежа могут быть не одна, а несколько (чаще всего две) “мертвых зоны”. Кроме того, были выявлены четыре базовых варианта выполнения жима штанги лежа спортсменами высокой квалификации в зависимости от количества и времени возникновения “мертвых зон”. Рассмотрение вопросов преодоления “мертвых зон” с позиций биомеханики, а также теории и практики атлетизма показало, что механизмы преодоления первой и второй “мертвых зон” существенно различаются: для преодоления первой “мертвой зоны” необходимо использовать специальные технические приемы, направленные на коррекцию техники жима штанги лежа, а для преодоления второй – развивать силу мышц-разгибателей предплечья.

Педагогический эксперимент проводился в течение года (май 2014 г. – июнь 2015 г.) на базе кафедры атлетизма НГУ им. П.Ф. Лесгафта. Эксперимент проводился в подготовительном периоде на этапе совершенствования спортивного мастерства. В эксперименте участвовало 10 пауэрлифтеров высокой квалификации. На протяжении периода с мая по ноябрь 2014 года они тренировались по контрольной методике, а с декабря 2014 года по июнь 2015 года – по экспериментальной методике. Таким образом, осуществлялся последовательный педагогический эксперимент (Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. М.: Физическая культура и спорт, 1978. 223 с.; Селуянов В.Н., Шестаков М.П., Космина И.П. Основы научно-методической деятельности в физической культуре:

Учебное пособие. М.: СпортАкадемПресс, 2001. 184 с.; Яхонтов Е.Р. Методология спортивно-педагогических исследований: курс лекций. 187 с.).

В начале и конце первого этапа педагогического эксперимента у атлетов измерялись показатели силы большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*), передней и средней частей дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoid*, *m. lateralis deltoid*) и трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*) в изометрическом режиме (полидинамометрия). Также измерялись максимальные результаты в жиме штанги лежа: атлеты разминались, а затем выполняли жим штанги лежа по соревновательным правилам.

С мая по ноябрь 2014 года экспериментальная группа тренировалась по контрольной методике, в основу которой была положена методика тренировки, разработанная заслуженным тренером России и Казахстана, профессором Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Учебно-тренировочные программы спортсменов разного уровня подготовленности. Глава 9. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера М.: Медиагрупп «Активформула». 2013. С.382-467) для пауэрлифтеров высокой квалификации (приложение Г).

#### 4.2. Характеристика методики коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации с целью преодоления “мертвых зон”

Экспериментальная методика (методика коррекции) представляла собой модификацию контрольной методики с добавлением (или заменой) в нее упражнений и комплексов упражнений, а также использованием специальных методических приемов для решения задач исследования. Основной целью этих упражнений и методических приемов была коррекция техники двигательных действий спортсменов с целью преодоления “мертвых зон” в жиме штанги лежа. На основе результатов, полученных при проведении лабораторных экспериментов группа исследуемых была разделена на четыре подгруппы:

1. Атлеты, не корректирующие траекторию движения штанги в начале фазы подъема либо не осуществляющие мощный “срыв” штанги с груди (определялись по значениям горизонтальной составляющей скорости штанги и электрической активности мышц, выполняющих движение) – 9 чел;

2. Атлеты, не владеющие приемом “толчок ногами в сторону головы при срыве штанги” (определялись по видеозаписи) – 7 чел;

3. Атлеты, не умеющие использовать широчайшую мышцу спины (*m. latissimus dorsi*) при выполнении жима штанги лежа (определялись по данным электрической активности мышцы) – 7 чел;

4. Атлеты, у которых существовала вторая “мертвая зона” при выполнении жима штанги лежа (определялись по графику вертикальной составляющей скорости штанги) – 5 чел.

Следует отметить, что спортсмен мог входить сразу в несколько подгрупп (таблица 4.1).

При проведении эксперимента для каждой подгруппы были подобраны специальные упражнения и (или) методические приемы, направленные на устранение недостатков в технической или специальной силовой подготовке, обуславливающих трудности атлета в первой и (или) второй “мертвой зоне”.

Максимальные результаты в жиме штанги лежа, а также результаты измерения максимальной изометрической силы большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*), передней и средней частей дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoid*, *m. lateralis deltoid*) и трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*) также измерялись в начале, середине и конце эксперимента.

Таблица 4.1 - Распределение атлетов на подгруппы

№	Ф.И.	Подгруппа 1	Подгруппа 2	Подгруппа 3	Подгруппа 4
1	Н.А.	x		x	
2	Б.А.	x	x	x	x
3	К.Р.	x	x	x	x
4	Ф.С.	x		x	
5	Ф.И.	x	x	x	
6	Б.Л.	x	x	x	x
7	С.В.	x	x		x
8	Ю.И.	x		x	
9	М.И.		x		x
10	И.А.	x	x		

Содержание экспериментальной методики коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации (Самсонов Г.А., Шейко Б.И. Методика коррекции технической и специальной силовой подготовки пауэрлифтеров с целью преодоления “мертвых зон” в жиме штанги лежа // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф. Лесгафта. 2015. Вып.9. С. 46-51) носило дифференцированный характер, обусловленный недостатками в технической и специальной силовой подготовленности атлета, выражающимися в проявлении первой или второй “мертвых зон”.

Для успешного преодоления первой “мертвой зоны” в тренировочный процесс атлетов были включены следующие упражнения и технические приемы:

1. “Скоростной” жим штанги лежа (рисунок 4.1).

Цель упражнения – активировать значительное количество быстрых мышечных волокон, позволяющих развить большую силу, а также обучить синхронной активации большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*), передней части дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoid*) и трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*), активность которых необходима для мощного “срыва” штанги с груди в начале фазы подъема.

Масса штанги составляла от 40 до 60% от максимума. Ширина хвата такая же, как в соревновательном варианте жима штанги лежа. Количество повторений в одном подходе от 3 до 6 раз. Количество подходов – от 4 до 5.



Рисунок 4.1 - “Скоростной” жим штанги лежа от груди

2. Жим штанги лежа с паузой на груди в течение 2-3 с при каждом повторении

Цель упражнения: значительно уменьшить вклад в результирующую силу энергии упругой деформации, возникающей при опускании штанги к груди и создать, тем самым, затрудненные условия выполнения упражнения, что позволяет в дальнейшем увеличить начальную скорость отрыва штанги от груди.

Ширина хвата такая же, как в соревновательном варианте жима штанги лежа. Масса штанги составляет 70-75% от максимума. Количество повторений в подходе – 2-3. Количество подходов – 3-4.

3. “Срыв” штанги с груди вертикально вверх (жим штанги лежа с ограниченной траекторией)

Цель упражнения: обучение максимальной активации большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) и передней части дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*) в начале подъема штанги от груди.

И.П.: лежа на жимовой скамье, штанга на груди. Выполняется разгибание рук до момента, когда плечо спортсмена становится параллельно полу. Штанга должна двигаться вертикально вверх, допускается небольшое (максимум 15 градусов) отклонение траектории штанги в сторону головы. Усилие должно быть “взрывным”. После того, как штанга достигнет конечной точки (плечо параллельно полу), атлет медленно опускает штангу на грудь.

Данное упражнение выполняется с отягощением от 50% до 70% от максимума. Ширина хвата такая же, как в соревновательном варианте жима штанги лежа. Выполняется 4-6 повторений в 2-3 подходах.

4. Дожим штанги с бруска по диагонали в сторону головы (рисунок 4.2)

Цель упражнения – обучение атлета правильной траектории движения штанги во второй половине фазы подъема для преодоления первой “мертвой зоны”. Движение штанги по диагонали (под углом к вертикали) необходимо для уменьшения плеча и момента внешней нагрузки относительно плечевого сустава

и соответственно уменьшения нагрузки на переднюю часть дельтовидной мышцы (m. anterior deltoid) в первой “мертвой зоне”.



Рисунок 4.2 - Дожим штанги с бруска по диагонали в сторону головы

И.П.: лежа на жимовой скамье, штанга на вытянутых руках. Атлет опускает штангу на брусок, лежащий на нижней части груди, и затем поднимает ее по диагонали в сторону головы. Угол наклона траектории движения штанги примерно 45% к вертикали. В конечном положении штанга не должна пересекать вертикаль, проведенную через центр плечевого сустава. Конечное положение – штанга над плечевым суставом. Брусок удерживается ассистентом.

Высота бруска – 7-10 см. Упражнение выполняется с отягощением 40-60% от максимума. Отягощение должно быть небольшим, так как упражнение направлено на корректировку техники атлета. Выполняется 4-6 повторений в 3-4 подходах.

##### 5. “Срыв” штанги с груди вертикально вверх с частичным разгибанием коленного сустава и толчком штанги грудью

Цель упражнения – обучение согласованной активности мышц ног и рук атлета для создания механического импульса, передающегося от ног штанге (Шейко Б.И., Лукьянов Б.Г., Смольников Д.А., Фролов И.С., Фролов Г.С. Техника выполнения жима лежа // Железный мир. 2007. №6. С.128-133; Шейко Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера, 2013. С. 177- 278; Самсонова А.В., Шейко Б.И., Кичайкина Н.Б., Самсонов Г.А. Механизм передачи импульса от ног штанге при выполнении жима штанги лежа // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. Вып. 8. С. 34-37). Упражнение является модификацией упражнения №1.

И.П. лежа на жимовой скамье, штанга на груди. Особое внимание уделяется положению ног: бедра должны быть расположены под углом примерно 45 градусов или более в горизонтальной плоскости относительно туловища атлета, угол между бедром и голенью не должен превышать 90 град., стопа находится полностью на опоре. “Срыв” штанги с груди осуществляется вместе с небольшим разгибанием коленного сустава, которое проявляется в смещении тазобедренного сустава в сторону головы. Туловище и ноги работают как пружина: в конце фазы опускания гриф вдавливаются в грудь, а в начале фазы подъема грудь немного толкает штангу вверх.

Методические указания. Упражнение выполняется с отягощением до 50% от максимума. Выполняется 8 повторений в 4-5 подходах. На освоение этого трудного с технической стороны элемента уйдет достаточно большое количество времени, поэтому необходимо контролировать положение таза на скамье, чтобы не закрепить грубую ошибку – отрыв таза. Для контроля за положением таза цвет одежды атлета должен отличаться от цвета скамьи.

6. Комплекс упражнений для развития силы средней части дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoideus*)

Цель – развитие силы средней части дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoideus*), активность которой необходима для стабилизации плечевого сустава и лучшей передачи силы от рук к штанге, а также для возможности коррекции траектории штанги в горизонтальной плоскости (под углом к вертикали в сторону головы).

Следует отметить, что активность средней и передней частей дельтовидной мышцы (*m. anterior deltoideus*, *m. lateralis deltoideus*) изменяют направление движения штанги в сторону головы в горизонтальной плоскости при выполнении жима штанги лежа. Кроме того, при больших отягощениях сила средней части дельтовидной мышцы (*m. lateralis deltoideus*) является важным фактором в преодолении первой “мертвой зоны” (при смещении штанги в сторону головы уменьшается плечо и момент внешней нагрузки относительно плечевого сустава, обеспечивая

более выгодные механические условия для большой грудной мышцы и передней части дельтовидной мышцы).

Комплекс состоит из четырех упражнений:

- жим гантелей стоя (сидя), 6-8 повторений в 4-5 подходах (рисунок 4.3), масса отягощения – 70-85% от максимума;
- жим штанги стоя (сидя) из-за головы, 4-6 повторений в 4-5 подходах (рисунок 4.4), масса отягощения – 75-85% от максимума;
- подъемы гантелей в стороны, стоя (сидя), 6-8 повторений в 4-5 подходах (рисунок 4.5), масса отягощения – 70-85% от максимума;
- подъемы гантелей в стороны в наклоне вперед, 6-8 повторений в 4-5 подходах (рисунок 4.6), масса отягощения – 70-85% от максимума.

#### 7. Технический прием, позволяющий задействовать широчайшую мышцу спины в жиме штанги лежа.

1. Цель приема: увеличение высоты моста за счет более сильного сведения плеч (Самсонов Г.А., Дальский Д.Д. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье // Ученые записки Университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 8 (126). С. 137-142.), а также более эффективное использование жимовых маек (Sheiko B., Lukyanov B., Fetisov V. What's the use of a bench press shirt for the athlete // Powerlifting USA, 2010. № 3 (MAR). P. 12-13, 74-75).

Атлету дается установка имитировать сгибание грифа штанги в сторону ног (с супинацией кисти). Для формирования мышечных ощущений вместо грифа штанги можно использовать гибкий фиброглассовый шест длиной до 1,5 м (рисунок 4.7).

Следует отметить, что обучение этому методическому приему длится достаточно долго (более месяца). Спортсмены, которые пытались использовать его, указывают на сложности при выполнении жима с большими отягощениями.





Рисунок 4.3 - Жим гантелей сидя



Рисунок 4.4 - Жим штанги стоя (сидя) из-за головы

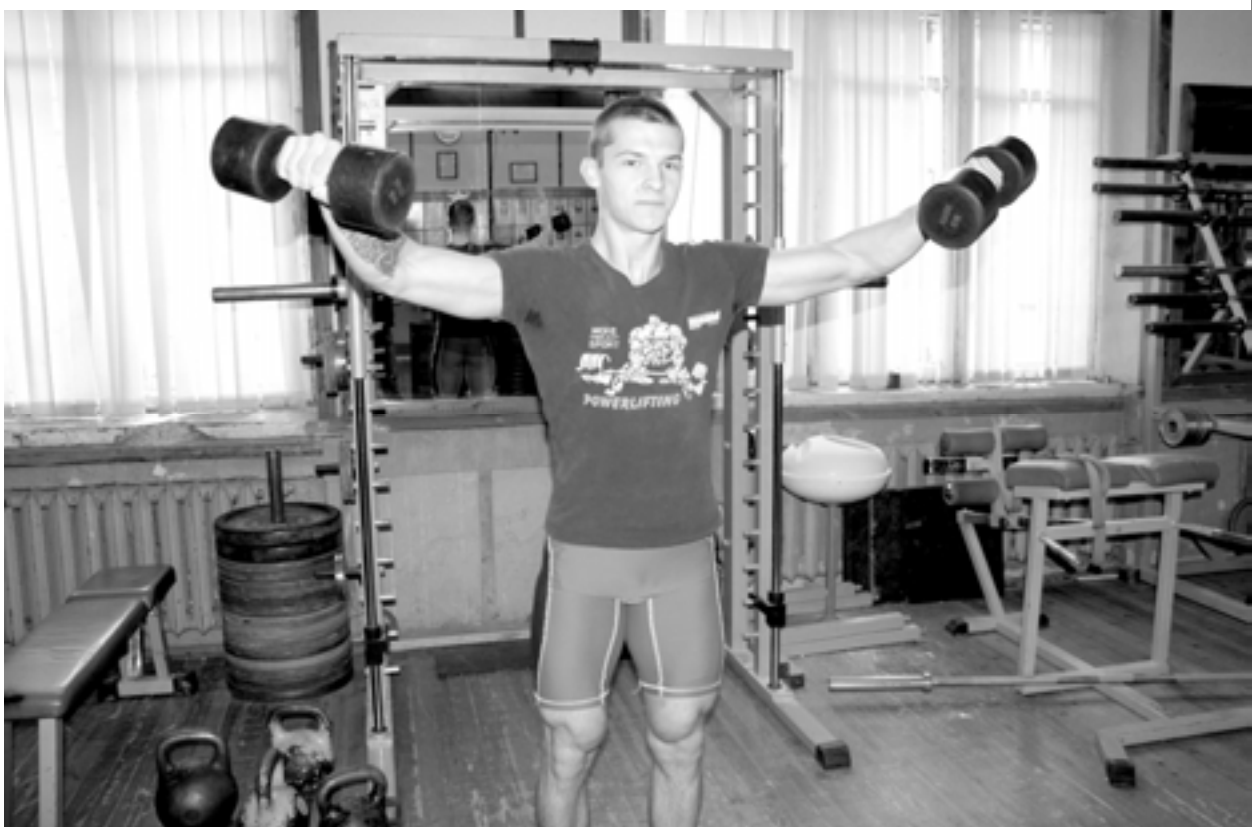


Рисунок 4.5 - Подъемы гантелей в стороны, стоя



Рисунок 4.6 - Подъемы гантелей в стороны в наклоне вперед

Для успешного преодоления второй “мертвой зоны” в содержание тренировочного процесса атлетов были включены следующие упражнения:



Рисунок 4.7 - Обучение техническому приему “сгибание грифа штанги”

### 1. Жим штанги лежа с бруска

Цель упражнения – увеличение силы трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*) в сочетании с технически правильным выполнением жима штанги лежа.

И.П. лежа на жимовой скамье, штанга на вытянутых руках. Медленно опустить штангу на брусок, после этого выполнить жим штанги с бруска с максимальной скоростью.

Методические рекомендации. Для выполнения этого упражнения можно использовать бруски разной высоты. Высота бруска соответствует высоте положения штанги относительно груди в начале первой “мертвой зоны”. Масса штанги зависит от высоты бруска. Чем больше высота бруска, тем больше масса штанги. Например, при высоте бруска 5 см, рекомендуемая масса штанги 90 – 100%, при высоте бруска 10 см, рекомендуемая масса штанги 90 – 120% от максимума, количество повторений – от 1 до 3, выполняются 2 – 3 подхода.

### 2. Комплекс изолирующих упражнений для развития силы трехглавой мышцы плеча (рисунок 4.8).

Цель данных упражнений – увеличение силы трехглавой мышцы плеча для преодоления второй “мертвой зоны”.

Комплекс состоит из трех упражнений:

- разгибание рук в локтевом суставе стоя, в блочном тренажере, 8-10 повторений в 4-5 подходах, масса отягощения – 70-85% от максимума;
- жим штанги лежа узким хватом, 4-6 повторений в 5-6 подходах, масса отягощения – 75-85% от максимума.
- французский жим в положении лежа, сидя, стоя, 6-8 повторений в 4-5 подходах, масса отягощения – 70-85% от максимума.

В таблице 4.2. представлены изменения, внесенные в методику, разработанную заслуженным тренером России и Казахстана, профессором Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Учебно-тренировочные программы спортсменов разного уровня подготовленности. Глава 9. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера М.: Медиагрупп

“Активформула”. 2013. С.382-467) с целью преодоления “мертвых зон” при выполнении жима штанги лежа.

В отличие от таблицы Г.1 (приложение Г), в которой полностью представлена контрольная методика, по которой тренировалась экспериментальная группа, в таблице 4.2, чтобы избежать повторений указано, какие изменения были внесены в контрольную методику, представленную в таблице Г.1.

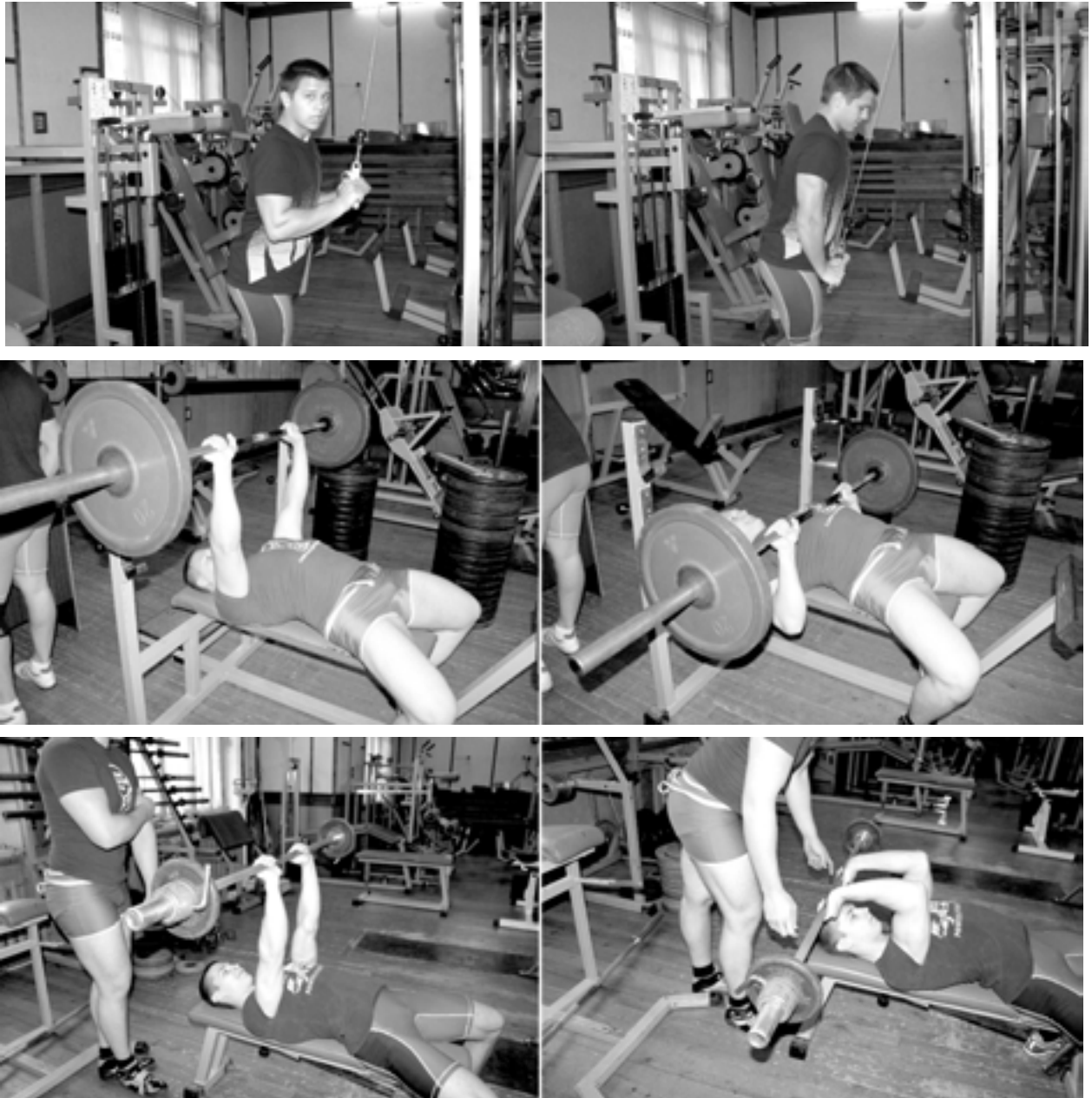


Рисунок 4.8 - Комплекс изолирующих упражнений для развития силы трехглавой мышцы плеча (*m. triceps brachii*)

Таблица 4.2 - Изменения, внесенные в контрольную методику

№	Название упражнения	Неделя	День недели	Примечание
Упражнения, направленные на преодоление первой “мертвой зоны”				
1	“Скоростной” жим штанги лежа	1 и 3	1 день	Вместо упр. №2 (жим штанги лежа)
2	Жим штанги лежа с паузой на груди в течение 2-3 с при каждом повторении	1 и 4	5 день	Вместо упр. №2 (жим штанги лежа)
3	“Срыв” штанги с груди вертикально вверх (жим штанги лежа с ограниченной траекторией)	2 и 4	3 день	Добавлено после упр. №2
4	Дожим штанги с бруска по диагонали в сторону головы	2	6 день	добавлено после упр. №2
		3	6 день	Добавлено после упр. №2
5	“Срыв” штанги с груди вертикально вверх с частичным разгибанием коленного сустава и толчком штанги грудью	первые 8	каждый день	Добавлено перед жимом штанги лежа
		каждая последующая	1 день	Добавлено перед жимом штанги лежа
6	Комплекс упражнений для развития силы средней части дельтовидной мышцы (m. lateralis deltoidei)	2	6 день	Вместо упр. №4 (французский жим)
		3	3 день	Добавлено после упр. №3
7	Методический прием для обучения использованию широчайшей мышцы спины в жиме штанги лежа	первые 4	каждый день	Добавлено после упр. №2
		каждая последующая	3 день	Добавлено перед жимом штанги лежа
Упражнения, направленные на преодоление второй “мертвой зоны”				
1	Жим штанги лежа с бруска	1 и 4	5 день	Добавлено после упр. №2
2	Комплекс изолирующих упражнений для развития силы трехглавой мышцы плеча	1	3 день	Вместо упр. № 3
		2	3 день	Вместо упр. № 4
		3	5 день	Вместо упр. № 3 и №4
		4	5 день	Добавлено к упр. №4

В таблице 4.3. представлено использование упражнений экспериментальной методики атлетами, входящими в разные подгруппы.

Из таблицы 4.3 следует, что исследуемые, входящие в разные подгруппы, применяли описанные выше комплексы упражнений различно. Так, атлеты второй подгруппы обучались только “срыву” штанги с груди вертикально вверх с частичным разгибанием коленного сустава и толчком штанги грудью, подгруппы № 3 – техническому приему использования широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*) в жиме штанги лежа, в то время как исследуемые, входящие в подгруппы 1 и 4 – использовали большинство упражнений разработанной методики коррекции. Также следует помнить, что атлет мог входить в несколько групп одновременно. Таким образом, осуществлялся индивидуальный подход в обучении двигательным действиям.

Таблица 4.3 - Использование упражнений экспериментальной методики спортсменами, входящими в разные подгруппы

	Номер упражнения								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подгруппа 1	+	+	+	+	+	+		+	+
Подгруппа 2					+				
Подгруппа 3							+		
Подгруппа 4	+			+		+		+	+

#### 4.3. Результаты проведения педагогического эксперимента

Перед проведением эксперимента по контрольной методике исследуемые выполняли жим штанги лежа по соревновательным правилам. У них также проводились измерения изометрической силы мышц туловища и верхней конечности правой и левой частей тела. Тестирование проводилось в начале мая 2014 года. Затем, после окончания проведения эксперимента по контрольной методике (конец ноября 2014 года) вновь производилось тестирование спортсменов в жиме

штанги лежа по соревновательным правилам и измерение изометрической силы мышц. После проведения эксперимента по экспериментальной методике производилось третье тестирование спортсменов в жиме штанги лежа и измерение изометрической силы мышц. Третье тестирование проводилось в июне 2015 года.

На рисунке 4.9 и в таблице 4.4 и приведены итоговые результаты тестирования экспериментальной группы в жиме штанги лежа, на рисунке 4.10 и в таблице 4.5 – данные тестирования изометрической силы мышц верхней конечности и туловища правой и левой частей тела. Исходные данные, на основе которых были проведены статистические расчеты, приведенные в таблицах 4.4 и 4.5 представлены в приложении Д, таблица Д.1.

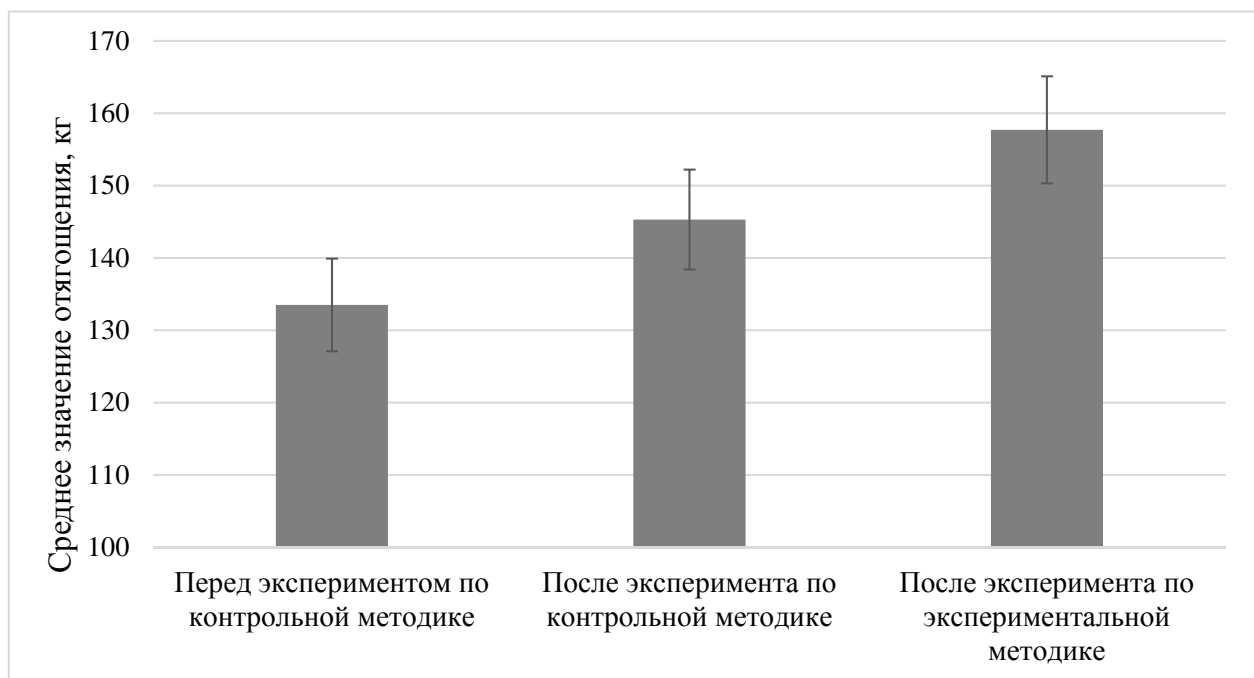


Рисунок 4.9 - Максимальный результат в жиме штанги лежа без экипировки, показанный участниками экспериментальной группы при проведении тестирований, кг

Из таблицы 4.4 следует, что достоверные и высокие сдвиги в результатах, показанных спортсменами в жиме штанги лежа произошли как после применения контрольной методики (с  $133,5 \pm 6,4$  кг до  $145,3 \pm 6,9$  кг,  $p_{12} \leq 0,001$ ), разработанной на основе методики заслуженного тренера России и Казахстана, профессора Б.И. Шейко (Шейко Б.И. Учебно-тренировочные программы спортсменов разного уровня подго-

товленности. Глава 9. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера. 2013. С.382-467), так и после применения экспериментальной методики коррекции техники жима штанги лежа (с  $145,3 \pm 6,9$  кг до  $157,7 \pm 7,4$  кг,  $p_{23} \leq 0,001$ ). Прирост результатов в жиме штанги лежа спортсменов, занимающихся по контрольной методике, составил  $11,8 \pm 0,8$  кг, а прирост результатов спортсменов, тренирующихся по экспериментальной методике составил –  $12,5 \pm 0,9$  кг. Различия в темпах прироста результатов спортсменов, тренирующихся по контрольной методике и по экспериментальной методике статистически недостоверны ( $p > 0,05$ ).

Таблица 4.4 - Результаты тестирования экспериментальной группы в жиме штанги лежа, кг (n=10)

Статистические характеристики	Максимальный результат в жиме штанги лежа без экипировки, кг		
	Перед экспериментом по контрольной методике (первое тестирование)	После эксперимента по контрольной методике (второе тестирование)	После эксперимента по экспериментальной методике (третье тестирование)
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ , кг	$133,5 \pm 6,4$	$145,3 \pm 6,9$	$157,7 \pm 7,4$
V, %	15,2	15,1	14,9
Статистический вывод	$p_{12} \leq 0,001$		
		$p_{23} \leq 0,001$	

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического; V – коэффициент вариации;  $p_{12}$  – уровень значимости, свидетельствующий о достоверности различия результатов первого и второго тестирования;  $p_{23}$  – уровень значимости, свидетельствующий о достоверности различия результатов второго и третьего тестирований

Результаты тестирования изометрической силы мышц верхних конечностей и туловища посредством полидинамометрии свидетельствуют о том, что она достоверно возрастала ( $p \leq 0,001$ ) у всех исследуемых мышц в течение всего периода проведения эксперимента (таблица 4.5).

Однако средний прирост силы мышц спортсменов, занимающихся по экспериментальной методике несколько ниже, чем при тренировках по контрольной методике (таблица 4.6, таблица Д.3, таблица Д.4). Так, при тренировках по контрольной методике средний прирост изометрической силы мышц верхней конеч-



ности и туловища составил 9,3%, в то время как средний прирост силы при тренировках по экспериментальной методике составил 8,3%.

Таблица 4.5 - Результаты тестирования изометрической силы (Н) мышц верхних конечностей и туловища экспериментальной группы при проведении первого, второго и третьего тестирования ( $n=10$ ),  $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

Мышцы	Часть тела	Первое тестирование	Второе тестирование	Третье тестирование	p <sub>12</sub>	p <sub>23</sub>
Передняя часть дельтовидной мышцы (m. anterior deltoid)	правая	387±33	423±34	453±41	p≤0,001	p≤0,01
	левая	411±28	453±31	484±38	p≤0,001	p≤0,05
Средняя часть дельтовидной мышцы (m. lateralis deltoid)	правая	398±24	437±26	482±29	p≤0,001	p≤0,001
	левая	414±20	458±22	505±24	p≤0,001	p≤0,001
Большая грудная мышца (m. pectoralis major)	правая	487±46	532±52	568±59	p≤0,001	p≤0,05
	левая	444±38	486±39	516±42	p≤0,001	p≤0,05
Трехглавая мышца плеча (m. triceps brachii)	правая	395±41	421±42	460±39	p≤0,001	p≤0,01
	левая	438±54	478±57	522±56	p≤0,001	p≤0,01

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$ , – ошибка среднего арифметического; p<sub>12</sub> – уровень значимости, свидетельствующий о достоверности различия результатов первого и второго тестирования; p<sub>23</sub> – уровень значимости, свидетельствующий о достоверности различия результатов второго и третьего тестирований.

Мы считаем, что небольшое снижение темпов прироста силы мышц пауэрлифтеров связано с тем, что атлеты высокой квалификации не способны поддерживать постоянный темп прироста силы на протяжении всего макроцикла. Наше предположение согласуется с мнением В.Б. Иссурина (Иссурин В.Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки. М.: Советский спорт. 2010. 288 с.) о том, что тренировочная реакция, вызванная долгосрочным тренировочным процессом, ухудшается со временем. Следует, однако, отметить, что, несмотря на несколько меньший прирост в силе мышц (8,3%) при тренировке по экспериментальной методике по сравнению с контрольной (9,3%), темпы прироста результата в жиме штанги лежа оказались немного выше (12,5±0,9 кг за 6 месяцев тренировки), чем при тренировке по контрольной методике (11,8±0,8 кг за 6 месяцев тренировки), хотя различие недостоверно ( $p > 0,05$ ). Отчасти это связано с коррекцией и индивидуализацией

защитой техники выполнения жима штанги лежа у исследуемых атлетов, а отчасти – с устранением лимитирующего фактора в виде второй “мертвой зоны” у некоторых из исследуемых.

Таблица 4.6 – Прирост изометрической силы (Н) мышц верхних конечностей и туловища экспериментальной группы после проведения эксперимента

Статистические характеристики	Исследуемая мышца							
	Передняя часть дельтовидной мышцы (m. anterior deltoid)		Средняя часть дельтовидной мышцы (m. lateral deltoid)		Большая грудная мышца (m. pectoralis major)		Трехглавая мышца плеча (m. triceps brachii)	
	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая
Прирост силы при проведении второго тестирования по сравнению с первым тестированием, %	9,3	10,4	9,8	10,7	9,1	9,5	6,6	9,1
Средний прирост, %	9,3							
Прирост силы при проведении третьего тестирования по сравнению со вторым тестированием, %	7,2	6,8	10,3	10,2	6,8	6,1	9,4	9,2
Средний прирост, %	8,3							

Следует отметить, что исходные данные тестирования не дают представления о соотношении силы основных мышечных групп, обеспечивающих жим штанги лежа. В связи с этим, для анализа предрасположенности атлета к проявлению первой или второй “мертвых зон” предлагается ввести специальный коэффициент – коэффициент “мертвой зоны” ( $K_{МЗ}$ ). Данный коэффициент представляет собой отношение суммы изометрической силы правой и левой передних частей дельтовидных мышц ( $F_{DEL}$ ) и суммы изометрической силы правой и левой частей больших грудных мышц ( $F_{PECT}$ ) к суммарной изометрической силе правой и левой трехглавых мышц плеча ( $F_{TR}$ ). По нашему мнению, этот коэффициент позволяет сделать определенный индивидуальный прогноз о возможности проявления

“мертвой зоны” в технике жима штанги лежа в первой или второй половине фазы подъема штанги от груди.

$$K_{МЗ} = \frac{F_{DEL} + F_{PECT}}{F_{TR}}$$

В таблице 4.7. представлены значения коэффициента “мертвой зоны” на всех этапах исследования.

Таблица 4.7 - Значение коэффициента “мертвой зоны” при проведении первого, второго и третьего тестирования (усл. ед.)

№	Испы- туемый	Коэффициент “мертвой зоны”		
		Перед эксперимен- том по контрольной методике (первое тестирова- ние)	После эксперимента по контрольной ме- тодике (второе тестирова- ние)	После эксперимента по эксперименталь- ной методике (третье тестирова- ние)
1	Н.А.	2,03	2,02	2,03
2	Б.А.	2,44	2,45	2,14
3	К.Р.	1,88	1,83	2,10
4	Ф.С.	1,80	1,85	1,94
5	Ф.И.	2,75	2,68	2,22
6	Б.Л.	1,73	1,75	1,94
7	С.В.	2,59	2,65	2,26
8	Ю.И.	2,21	2,24	1,96
9	М.И.	2,58	2,53	2,23
10	И.А.	1,94	1,94	2,05
$\bar{X}$ , усл. ед.		2,20	2,19	2,09
$S_{\bar{x}}$ , усл. ед.		0,11	0,11	0,04
Max, усл. ед.		2,75	2,68	2,26
Min, усл. ед.		1,73	1,75	1,94
V, %		16,9	16,4	5,9

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического; Max – максимальное значение; Min – минимальное значение; V – коэффициент вариации

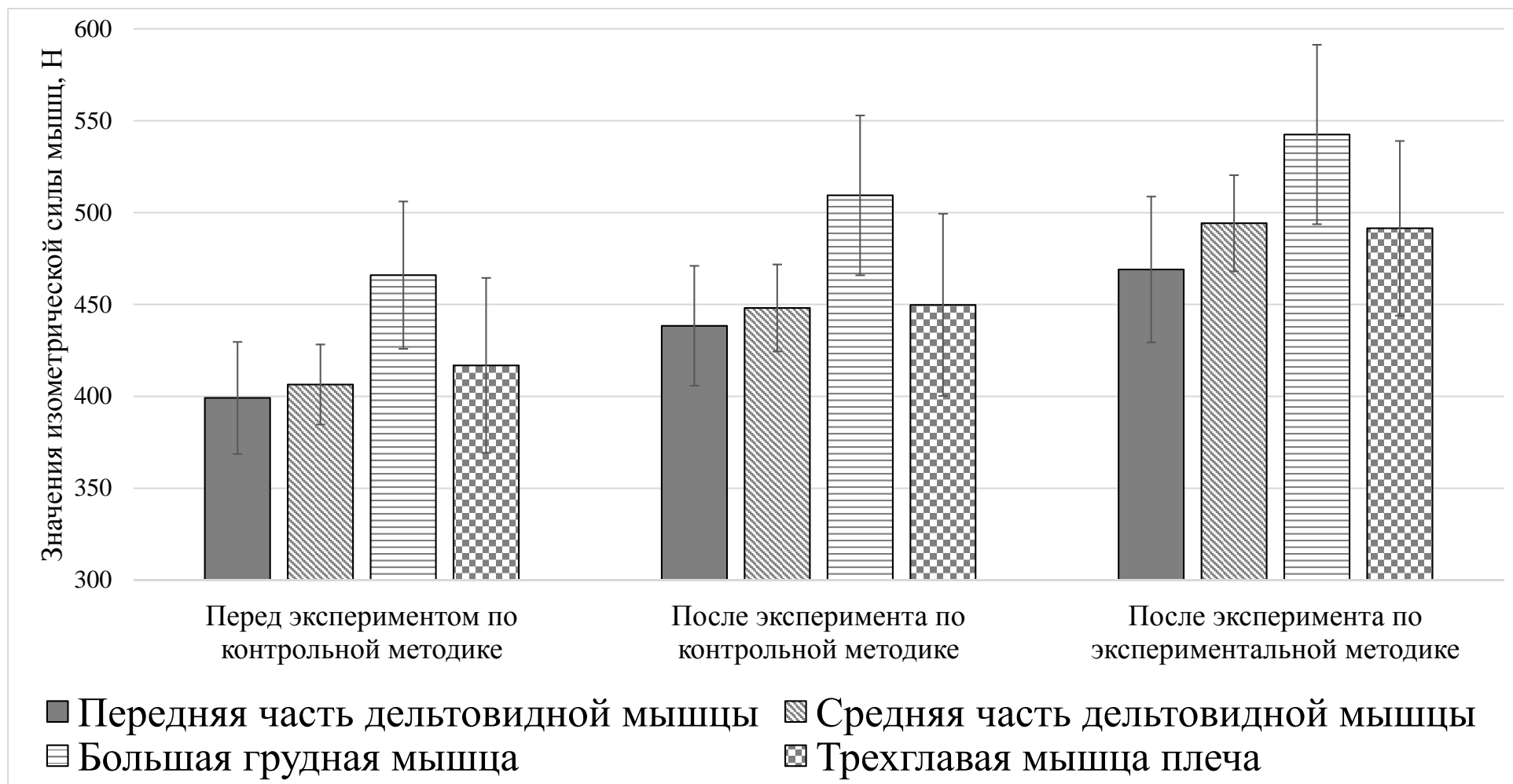


Рисунок 4.10 - Результаты тестирования изометрической силы (Н) мышц верхних конечностей и туловища экспериментальной группы

Сопоставление полученных значений коэффициента “мертвой зоны” с проявлением “мертвой зоны” у участников педагогического эксперимента позволило сделать следующие выводы.

Оптимальным значением данного коэффициента является число 2, так как при данном значении сила ни одной из групп мышц не преобладает над другой, что позволяет, во-первых, избежать проявления второй “мертвой зоны”, а во-вторых, позволяет атлету успешно преодолевать первую “мертвую зону”. При значении  $K_{МЗ} < 2$  у атлета преобладает сила трехглавых мышц плеча, что приводит к затруднениям в начальной фазе подъема штанги от груди, когда атлету необходимо преодолевать первую “мертвую зону”. При значении  $K_{МЗ} > 2$  у атлета преобладает сила дельтовидных и грудных мышц, что позволяет ему успешно преодолевать первую “мертвую зону” (скорость штанги в первой “мертвой зоне” у этих атлетов выше), однако атлет может столкнуться со второй “мертвой зоной” во второй половине фазы подъема штанги от груди.

Необходимо отметить высокую вариативность данного коэффициента до начала проведения эксперимента по экспериментальной методике ( $V=16,9\%$ ). При этом минимальное значение  $K_{МЗ}$  составляло 1,73, а максимальное – 2,75. Как мы полагаем, это можно объяснить тем, что атлеты не имели четкого представления о том, сила какой группы мышц у них в действительности преобладает, и, соответственно, не вносили необходимых изменений в тренировочный процесс. Также вероятно, что атлеты просто не видели смысла в изменении распределения тренировочных нагрузок по иной системе, так как они все-же стабильно увеличивали результаты в жиме штанги лежа и при занятиях по контрольной методике.

После проведения эксперимента по контрольной методике повторное тестирование изометрической силы мышц верхней конечности и туловища и расчета коэффициента “мертвой зоны”, показало, что среднее значение коэффициента достоверно не изменилось ( $K_{МЗ} = 2,19 \pm 0,11$ ) по сравнению с первым тестированием ( $K_{МЗ} = 2,20 \pm 0,11$ ),  $p > 0,05$ , также высокой осталась вариативность данного показателя ( $V = 16,4\%$ ).

После проведения эксперимента по экспериментальной методике значение коэффициента “мертвой зоны” приблизилось к значению 2 у всех испытуемых, при этом его среднее значение стало равным  $2,09 \pm 0,04$ . Несмотря на то, что достоверных изменений в значении коэффициента мертвой зоны не обнаружено ( $p > 0,05$ ), значительно снизилась вариативность данного показателя ( $V = 5,9\%$ ), при этом минимальное значение составило  $K_{МЗ} = 1,94$ , а максимальное –  $K_{МЗ} = 2,26$  (таблица 4.7). Это означает, что произошла индивидуальная коррекция силы мышечных групп, в связи с тем, что до проведения эксперимента по методике коррекции значения этого коэффициента учитывались при планировании тренировочных нагрузок на различные мышечные группы.

#### 4.4. Заключение по четвертой главе

В четвертой главе описана методика коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации с учетом их индивидуальных особенностей.

Содержание экспериментальной методики коррекции составлялось с учетом выявленных ранее механизмов преодоления “мертвых зон”, и для каждого механизма преодоления было подобрано упражнение либо методический прием.

Распределение атлетов на подгруппы в зависимости от недостатков в технической или специальной силовой подготовленности позволило индивидуализировать содержание методики коррекции техники жима штанги лежа для каждой подгруппы исследуемых, так как для каждой подгруппы использовался уникальный набор упражнений и методических приемов.

Тренировка как по экспериментальной, так и по контрольной методике позволила достичь прироста изометрической силы мышц верхних конечностей и туловища (9,3% для контрольной методики и 8,3% для экспериментальной). Меньший прирост силы при тренировке по экспериментальной методике мы объясняем тем, что тренировочная реакция, вызванная долгосрочным тренировочным про-

цессом, ухудшается со временем (Иссурин В.Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки. М.: Советский спорт. 2010. 288 с.).

Для оценки вклада различных мышечных групп в результирующее движение предложено использовать коэффициент “мертвой зоны”. Его оптимальным значением является число 2, так как при данном значении сила ни одной из групп мышц не преобладает над другой, что позволяет, во-первых, избежать проявления второй “мертвой зоны”, а во-вторых, позволяет атлету успешно преодолевать первую “мертвую зону”. При значении  $K_{МЗ} < 2$  у атлета преобладает сила трехглавых мышц плеча, что приводит к затруднениям в начальной фазе подъема штанги от груди, когда атлету необходимо преодолевать первую “мертвую зону”. При значении  $K_{МЗ} > 2$  у атлета преобладает сила дельтовидных и грудных мышц, что позволяет ему успешно преодолевать первую “мертвую зону” (скорость штанги в первой “мертвой зоне” у этих атлетов выше), однако атлет может столкнуться со второй “мертвой зоной” во второй половине фазы подъема штанги от груди. Значения коэффициента “мертвой зоны” у атлетов учитывались при составлении экспериментальной методики коррекции техники жима штанги лежа.

Проведенный педагогический эксперимент позволил установить, что, несмотря на несколько меньший прирост в силе мышц (8,3%) при тренировке по экспериментальной методике по сравнению с контрольной (9,3%), темпы прироста результата в жиме штанги лежа оказались немного выше ( $12,5 \pm 0,9$  кг за 6 месяцев тренировки), чем при тренировке по контрольной методике ( $11,8 \pm 0,8$  кг за 6 месяцев тренировки), хотя различие недостоверно ( $p > 0,05$ ).

Следует отметить уменьшение вариативности коэффициента “мертвой зоны” после применения экспериментальной методики, что свидетельствует о том, что все участники педагогического эксперимента оптимизировали значения силы основных мышечных групп, исследуемых в эксперименте.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в ходе исследования результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработан критерий “мертвой зоны”, основанный на анализе вертикальной составляющей скорости штанги.

Началом “мертвой зоны” является снижение вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги менее 0,1 м/с, окончанием – превышение вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги порога в 0,1 м/с. Этот критерий устраняет противоречия в выявлении “мертвой зоны” между учеными-исследователями с одной стороны и тренерами, судьями – с другой. “Мертвая зона” – это временной промежуток фазы подъема штанги от груди в пределах от первого до последнего локальных максимумов вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги, в течение которого значение вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги находится ниже порогового значения 0,1 м/с. Неблагоприятная зона – временной промежуток фазы подъема штанги от груди в пределах от первого до последнего локальных максимумов вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги, в течение которого значение вертикальной составляющей скорости ЦТ штанги уменьшается.

2. Установлено, что при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением в фазе подъема штанги от груди могут иметь место несколько “мертвых зон”, каждой из которых предшествует “неблагоприятная зона”. Выявлены четыре варианта проявления “мертвой зоны”.

3. Причины возникновения первой и второй “мертвых зон” различаются, поэтому дифференцированный характер носят и механизмы ее преодоления, а также технические приемы, обеспечивающие реализацию данных механизмов.

4. Механизмы преодоления первой “мертвой зоны”:

- Уменьшение момента силы тяжести штанги относительно плечевого сустава (путем уменьшения плеча силы тяжести штанги), т.е. снижения нагрузки на мышечные группы, осуществляющие подъем штанги. Техническим приемом, обеспечивающим реализацию этого механизма, является коррекция траектории ЦТ штанги в сагиттальной плоскости в направлении головы, которая осуществля-



ется преимущественно передними и средними частями дельтовидной мышцы. Стабилизация плечевого сустава также осуществляется дельтовидной мышцей. Развитию силы данной мышцы необходимо уделять отдельное внимание в учебно-тренировочном процессе. Коррекцию траектории необходимо начинать при достижении неблагоприятной зоны.

- Придание штанге в момент “срыва с груди” дополнительного механического импульса (дополнительной начальной скорости) за счет использования технического приема – толчок ногами в направлении головы. Требуется передача механического импульса от ног штанге через жестко организованную систему подвижных звеньев (ноги – таз - грудная клетка). В момент передачи штанге импульс должен быть “подхвачен руками” (должны мощно активироваться мышцы плечевого пояса и туловища).

- Синхронная активность большой грудной и дельтовидной мышцы в начале фазы подъема штанги от груди, необходимая как для генерации максимально мощного сокращения и передаче штанге максимального импульса в начале движения, так и для управления траекторией штанги в начале подъема штанги от груди и в первой “мертвой зоне”. Синхронная активность мышц формирует мышечные синергии, обладающие новыми системными свойствами, превышающими по своим значениям (главное – по силовым возможностям) свойства отдельных мышц.

- Снижение энергетических затрат при подъеме штанги от груди за счет уменьшения высоты (пути) подъема штанги. Достигается использованием технического элемента “мост”, а также сведением лопаток и плеч. Поддержание “моста”, а также сведенных плеч и лопаток требует сложного сочетания активности целой группы мышц, среди которых особое место занимает широчайшая мышца спины. Активность широчайшей мышцы спины совместно с другими мышцами туловища и нижних конечностей помогает создать жесткую опору для основных мышц, выполняющих движение, что позволяет значительно эффективнее противостоять внешней нагрузке.

##### 5. Механизмы преодоления второй “мертвой зоны”:

- Повышение энергетических резервов и силы дельтовидной и трехглавой мышц плеча в результате коррекции специальной силовой подготовки атлетов.

- Сохранение достаточных энергетических ресурсов трехглавой мышцы плеча для интенсивной работы в фазе подъема штанги от груди. Достигается оптимальным временем опускания штанги к груди (не более 2 с). При слишком длительном опускании штанги (более 2 с) наступает утомление трехглавой мышцы плеча, поэтому в фазе подъема штанги от груди энергетические резервы данной мышцы истощаются, а вероятность проявления второй “мертвой зоны” возрастает.

6. На основе системного изучения механизмов преодоления “мертвых зон” разработана комплексная методика коррекции техники жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации. Особенность данной методики заключается в распределении исследованных атлетов на подгруппы, в которых использовались средства и методы коррекции технической и специальной силовой подготовки в зависимости от выявленных у данного атлета индивидуальных недостатков. Методика состоит из комплекса упражнений и методических приемов, позволяющих преодолеть либо устранить “мертвые зоны”.

Преодолеть первую “мертвую зону” позволяют следующие специальные средства и технические приемы:

- коррекция траектории ЦТ штанги в горизонтальной плоскости в направлении головы, приводящая к уменьшению плеча силы тяжести штанги относительно плечевого сустава и, соответственно, уменьшению момента силы тяжести штанги;

- толчок ногами в направлении головы, сообщающий штанге дополнительный импульс в момент “срыва” штанги с груди;

- использование жимовой майки и (или) Слинг Шота.

Для преодоления второй “мертвой зоны” необходимо развивать силу мышц-разгибателей предплечья.

Для оценки вклада различных мышечных групп в результирующее движение предложено использовать коэффициент “мертвой зоны”. Его оптимальным

значением является  $K_{МЗ} = 2$ , так как при данном значении сила ни одной из групп мышц не преобладает над другой, что позволяет атлету, во-первых, успешно преодолевать первую “мертвую зону”, а во-вторых - избежать проявления второй “мертвой зоны”.

7. Проведенный педагогический эксперимент позволил установить, что результаты в жиме штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации спортсменов достоверно возросли как после применения контрольной методики (с  $133,5 \pm 6,4$  кг до  $145,3 \pm 6,9$  кг,  $p \leq 0,001$ , прирост результатов составил  $11,8 \pm 0,8$  кг), так и при использовании экспериментальной методики, которая учитывала особенности техники выполнения жима штанги лежа (с  $145,3 \pm 6,9$  кг до  $157,7 \pm 7,4$  кг,  $p \leq 0,001$ , прирост результатов составил  $12,5 \pm 0,8$  кг).

После проведения эксперимента по экспериментальной методике среднее значение коэффициента “мертвой зоны” составило  $2,09 \pm 0,04$ . Значительно снизилась вариативность данного показателя (с  $V = 16,4\%$  до  $V = 5,9\%$ ). В результате учета имеющихся значений данного коэффициента при планировании содержания экспериментальной методики произошла индивидуализированная коррекция силы мышечных групп.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЗМС – заслуженный мастер спорта

КМС – кандидат в мастера спорта

МС – мастер спорта

МСМК – мастер спорта международного класса

ЦТ – центр тяжести

ФФШ – фаза фиксации штанги на груди

ЭА – электрическая активность

ЭАМ – электрическая активность мышц

ЭМГ – электромиограмма

1ПМ – повторный максимум

1RM – повторный максимум

$\bar{X}$  – среднее арифметическое

$s_x$  – ошибка среднего арифметического

V% – коэффициент вариации

$K_{МЗ}$  – коэффициент “мертвой зоны”

$F_{DEL}$  – сумма изометрической силы правой и левой передних частей дельтовидных мышц

$F_{PECT}$  – сумма изометрической силы правой и левой частей больших грудных мышц

$F_{TR}$  – сумма изометрической силы правой и левой трехглавых мышц плеча

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашмарин, Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании / Б.А. Ашмарин.– М.: Физическая культура и спорт, 1978.– 223 с.
2. Бегидова, С.Н. Статистические методы обработки результатов измерений в физическом воспитании / С.Н. Бегидова, В.С. Бегидов.– Майкоп: Изд-во АГУ.– 2010.– 132 с.
3. Бернштейн, Н.А. Биоэлектрические явления в мышцах и их значение в анализе спортивной техники / Н.А. Бернштейн // Сессия, посвященная итогам научно-исследовательской работы ГЦОЛИФК за 1946 г.– М.: ГЦОЛИФК, 1947.– С. 4-8.
4. Бельский, И.В. Системы эффективной тренировки: Армрестлинг. Бодибилдинг. Бенчпресс. Пауэрлифтинг / И.В. Бельский.– Минск: Вида-Н, 2003. – 352 с.
5. Бернштейн, Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн.– М.: Медгиз, 1947.– 254 с.
6. Бююль, А. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей / А. Бююль, П. Цефель.– М.– СПб.– Киев: ДиаСофт, 2002.– 608 с.
7. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю.В. Верхошанский.– 2-е изд. перераб. и доп. М.: Физкультура и спорт, 1977.– 215 с.
8. Виноградов, Г.П. Атлетизм: теория и методика тренировки / Г.П. Виноградов.– М.: Советский спорт, 2009.– 328 с.
9. Волков, Н.П. О технике жима лежа двумя руками в пауэрлифтинге / Н.П. Волков // Теория и практика физической культуры, 2012.– № 6.– С. 80-81.
10. Волков, Н.П. О технике жима лежа двумя руками в пауэрлифтинге / Н.П. Волков, М.В. Филиппов // Теория и практика физической культуры, 2011. – №11.– С 61-62.

11. Волков, Н.П. Статические характеристики техники жима штанги лежа / Н.П. Волков, М.В. Филиппов // Теория и практика физической культуры, 2012. – № 11. – С. 48-50.
12. Воробьев, А.Н. Тяжелоатлетический спорт. Очерки по физиологии и спортивной тренировке / А.Н. Воробьев. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 255 с.
13. Ворожейкин, О.В. Методика применения индивидуального подхода к развитию силы у спортсменов в пауэрлифтинге / О.В. Ворожейкин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2009.– № 9 (55).– С. 20-25.
14. Гидиков, А.А. Теоретические основы электромиографии. Биофизика и физиология двигательных единиц / А.А. Гидиков.– Л.: Наука, 1975.–182 с.
15. Глядя, С.А. Стань сильным!: Учебно-методическое пособие по основам пауэрлифтинга, книга 1 / С.А. Глядя, М.А. Старов, Ю.В. Батыгин – Харьков: К-Центр, 1998. – 33 с.
16. Глядя, С.А. Стань сильным – 2! / С.А. Глядя, М.А. Старов, Ю.В. Батыгин: учебно-методическое пособие по основам пауэрлифтинга.– Харьков: К-Центр, 1999.– 72 с.
17. Горбов, А.М. Комплексная подготовка пауэрлифтера. Победа на турнире / А.М. Горбов.– М.: АСТ-Сталкер, 2007. – 176 с.
18. Гузь, С.М. Факторы, определяющие спортивную результативность в силовом троеборье / С.М. Гузь // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2009.– № 5(51).– С. 23-27.
19. Дворкин, Л.С. Тяжелая атлетика: учебник для вузов / Л.С. Дворкин.– М: Советский спорт, 2005.– 600 с.
20. Делаеве, Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин / Ф. Делаеве: Рипол-классик, 2006.– 144 с.
21. Доронин, А.М. Физические упражнения как результат интеграции активности двигательного аппарата в качестве анализатора, двигателя и рекуператора энергии: дис... докт. пед. наук / Доронин Анатолий Михайлович. – Майкоп, 1999.– 258 с.
22. Дьячков, В.М. Совершенствование технического мастерства спортс-

менов / В.М. Дьячков.– М.: Физкультура и спорт, 1972.– 231 с.

23. Донской, Д.Д. Биомеханические характеристики тела человека и его движений / Д.Д. Донской.– В. кн.: Донской Д.Д., Зациорский В.М. Биомеханика: учебник для ин-тов физ. культ.– М.: Физкультура и спорт, 1979.– С. 16-36.

24. Дубровский, В.И. Биомеханика: учебн. для средн. высш. учебн. завед. / В.И. Дубровский, В.Н. Федорова.– М.: Владос-Пресс, 2003.– 672. с.

25. Жеков, И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений / И.П. Жеков.– М.: Физкультура и спорт, 1976.– 192 с.

26. Железняк, Ю.Д. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте: учеб. пособие для студ. высш. пед. учебн. завед. / Ю.Д. Железняк, П.К. Петров.– М.: Академия, 2002.– 264 с.

27. Жуков, В.И. Биомеханический анализ спортивной техники жима лежа / В.И. Жуков, А.Р. Мамий, И.Н. Манько, Т.А. Филимонова // Вестник АГУ, 2014.– Вып. 4 (146).– С. 136-139.

28. Зациорский, В.М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания / В.М. Зациорский 3-е изд.– М.: Советский спорт, 2009.– 200 с.

29. Иваницкий, М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учеб. для ин-тов физ. культ. / М.Ф. Иваницкий.– М.: Физкультура и спорт, 1985.– 544 с.

30. Иссурин, В.Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки / В.Б. Иссурин.– М.: Советский спорт.– 2010.– 288 с.

31. Катранов, А.Г. Компьютерная обработка данных экспериментальных исследований: учебное пособие / А.Г. Катранов, А.В. Самсонова.– СПб.: изд-во СПб ГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2005. – 131 с.

32. Кичайкина, Н.Б. Биомеханика двигательных действий: учебное пособие / Н.Б. Кичайкина, А.В. Самсонова.– СПб: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2014.– 183 с.

33. Кичайкина, Н.Б. Спортивная биомеханика: учебное пособие / Н.Б. Кичайкина.– СПб: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2015.– 128 с.

34. Кичайкина, Н.Б. Электрическая активность мышц верхней конечности

и туловища при жиме штанги лежа атлетами разной технической подготовленности / Н.Б. Кичайкина, Г.А. Самсонов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2015.– № 5 (123).– С. 97-102.

35. Кичайкина, Н.Б. Биомеханика / Н.Б. Кичайкина, И.М. Козлов, А.В. Самсонова.– Учебно-методическое пособие.– СПб: СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2008.– 160 с.

36. Козлов, И.М. Электромиографическое исследование бега / И.М. Козлов // Физиологическая характеристика высокой работоспособности спортсменов.– М.: Физкультура и спорт, 1966.– С. 62-70.

37. Кострюков, В.В. Совершенствование специальной силовой подготовки квалифицированных пауэрлифтеров на основе применения упражнений с переменными отягощениями: автореф. дис...канд. пед. наук. 13.00.04 / Кострюков Вячеслав Вадимович.– Чебоксары, 2011.– 26 с.

38. Кострюков, В.В. Зависимость динамики мышечных усилий от характера отягощений в пауэрлифтинге / В.В. Кострюков // Теория и практика физической культуры, 2011. – № 11. – С. 76-80.

39. Кострюков, В.В. Динамика мышечных усилий в жиме лежа с постоянными и переменными отягощениями // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева, 2011.– № 1(69).– Ч.2.– С. 82-86.

40. Костюченко, В.Ф. Методика регистрации электрической активности мышц при выполнении физических упражнений (ЭМГ) / В.Ф. Костюченко, В.С. Степанов, С.В. Вадюхин, С.Л. Вадюхина // Ученые записки Университета имени П.Ф. Лесгафта, 2007.– № 9 (31).– С. 52-56.

41. Костюченко, В.Ф. Профессионализм в сфере физической культуры: учебно-методическое пособие / В.Ф. Костюченко.– СПб: СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 2003.– 162 с.

42. Кузин, Ф.А. Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты / Ф.А. Кузин.– М.: ОСЬ-89, 1997.– 304 с.

43. Кузнецов, А. Анатомия фитнеса / А.Ю. Кузнецов.– Ростов н/Д: Феникс, 2008.– 224 с.



44. Курамшин, Ю.Ф. Средства формирования физической культуры личности. Глава 4. В кн.: Теория и методика физической культуры: учебник / Ю.Ф. Курамшин.– М.: Советский спорт, 2004. – С. 40-57.
45. Мак-Комас, А.Дж. Скелетные мышцы. Строение и функции / А. Дж Мак-Комас.– Киев: Олимпийская литература, 2001.– 407 с.
46. Манько, И.Н. Биомеханические особенности проявления силы в пауэрлифтинге у квалифицированных спортсменов / И.Н. Манько // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2008.– № 9 (43).– С. 42-46.
47. Мартьянов, С.С. Анализ кинематики движения грифа штанги при выполнении жима лежа / С.С. Мартьянов // Теория и практика физической культуры, 1991.– № 1.– С. 38-40.
48. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры: учебник для ин-тов физ. культуры / Л.П. Матвеев.– М.: Физкультура и спорт, 1991.– 543 с.
49. Медведев, А.С. Система многолетней подготовки в тяжелой атлетике / А.С. Медведев.– М.: Физкультура и спорт, 1986. – 272 с.
50. Муравьев, В.Л. Жим лежа. Начиная с нуля / В.Л. Муравьев.– М. Лана, 2001.– 32 с.
51. Муравьев, В.Л. Жми лежа – 2! Универсальная жимовая система / В.Л. Муравьев, 2008. – 65 с.
52. Муравьев, В.Л. Пауэрлифтинг. Путь к силе / В.Л. Муравьев.– Москва: Светлана П.– 1998.– 153 с.
53. Назаренко, Ю.Ф. Техника соревновательных упражнений в силовом троеборье (пауэрлифтинг) / Ю.Ф. Назаренко, С.Ю. Те, С.В. Матук.– Омск: Сиб-ГУФК.– 2001.– 27 с.
54. Остапенко, Л.А. Силовое троеборье: особенности тренировочного процесса на этапе отбора и начальной подготовки: учебное пособие / Л.А. Остапенко. – М.: Физкультура и спорт, 2002. – 150 с.
55. Писаренко, О.А. Аппаратно-программный комплекс очувствления скамьи для жима лежа в пауэрлифтинге / О.А. Писаренко, А.Н. Тюленев, А.Б. Трембач, Ю.В. Шкабарня, И.Н. Федорова, М.А. Липатникова // Известия ЮФУ.

Технические науки, 2012. – № 9 (134).– С. 240-243.

56. Персон, Р.С. Электромиография в исследованиях человека / Р.С. Персон.– М.: Наука, 1969.– 231 с.

57. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов.– М.: Советский спорт, 2005.– 820 с.

58. Попов, Г.И. Биомеханика двигательной деятельности / Г.И. Попов, А.В. Самсонова: учебник.– М.: Издательский центр «Академия», 2011.– 320 с.

59. Попов, Г.И. Научно-методическая деятельность в спорте: учебник для студ. учреждений высш. образования / Г.И. Попов.– М.: Издательский дом «Академия», 2015.– 192 с.

60. Рыбалко, Б.М. Экспериментальное исследование взаимосвязи между функциональной топографией мышечной силы и техникой спортивной борьбы / Болеслав Михайлович Рыбалко: дис. ... канд. пед. наук. 13.00.04.– М., 1967. – 240 с.

61. Самсонов, Г.А. Методика коррекции технической и специальной силовой подготовки пауэрлифтеров с целью преодоления “мертвых зон” в жиме штанги лежа / Г.А. Самсонов, Б.И. Шейко // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф. Лесгафта. 2015. Вып.9. С. 46-51.

62. Самсонов, Г.А. Новый подход к определению понятия и выявлению “мертвой зоны” в жиме штанги лежа / Г.А. Самсонов // Российский журнал биомеханики, 2015.– Т. 19.– № 3.– С. 296-306.

63. Самсонов, Г.А. Преодоление “мертвых зон” при выполнении жима штанги лежа / Г.А. Самсонов, Н.Б. Кичайкина, Б.И. Шейко // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2015.– № 10 (128).– С. 171-176.

64. Самсонов, Г.А. Устройство для фиксации отрыва таза при выполнении жима штанги лежа / Г.А. Самсонов, С.Н. Забавный // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф. Лесгафта, 2015.– Вып.9.– С. 43-45.

65. Самсонов, Г.А. Электрическая активность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа на горизонтальной скамье / Г.А. Самсонов, Д.Д. Дальский // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2015.– № 8 (126).– С. 137-142.

66. Самсонова, А.В. Электрическая активность мышц нижних конечностей при выполнении жима штанги лежа / А.В. Самсонова, Б.И. Шейко, Н.Б. Кичайкина, Г.А. Самсонов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2014.– № 5 (111).– С. 159-165.
67. Самсонова, А.В. Механизм передачи импульса от ног штанге при выполнении жима штанги лежа /А.В. Самсонова, Б.И. Шейко, Н.Б. Кичайкина, Г.А. Самсонов // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф. Лесгафта, 2014.– Вып. 8.– С. 34-37.
68. Селуянов, В.Н. Основы научно-методической деятельности в физической культуре: учебное пособие / В.Н. Селуянов, М.П. Шестаков, И.П. Косьмина.– М.: СпортАкадемПресс, 2001.– 184 с.
69. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека / Р.Д. Синельников. Т.1. Учение о костях, связках и мышцах.– М.: Медицина, 1972. – 458 с.
70. Талибов, А.Х. Основы спортивной тренировки в пауэрлифтинге: учебное пособие / А.Х. Талибов, В.Д. Зверев, А.Н. Сурков.– СПб, 2011.– 116 с.
71. Ткачук, М.Г. Анатомия: учебник для студентов высших учеб. заведений / М.Г. Ткачук, И.А. Степаник.– М.: Советский спорт, 2010. – 392 с.
72. Фураев, А.Н. Автоматизированное определение ошибок при выполнении рывка штанги и оценка вероятности их сочетаний / А.Н. Фураев // Социально-экономические явления и процессы, 2013.– № 12.– С. 252-256.
73. Фураев А.Н. Построение автоматизированных информационных систем для оперативной коррекции биомеханических параметров спортивных упражнений / А.Н. Фураев // Теория и практика физической культуры, 2012.– № 6.– С. 19-22.
74. Хартманн, Ю. Современная силовая тренировка / Ю. Хартманн, Х. Тюннеманн. Пер с нем.– Берлин: Шпортферлаг.– 1988.– 335 с.
75. Хасин, Л.А. Диагностика ошибок в тяжелоатлетических упражнениях на основе скоростной видеосъемки / Л.А. Хасин, В.И. Фролов // Теория и практика физической культуры, 2013. – № 1. – С. 35-36.
76. Хасин, Л.А. Биомеханический анализ тяжелоатлета при выполнении

рывка классического на основе скоростной видеосъемки и компьютерного моделирования / Л.А. Хасин // Теория и практика физической культуры, 2013. – № 11. – С. 100-104.

77. Уилмор, Дж. Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Уилмор, Д.Л. Костил. Киев: Олимпийская литература, 1997.– 503 с.

78. Ципин, Л.Л. Методы исследования в спортивной биомеханике: лабораторный практикум / Л.Л. Ципин.– СПб.: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, 2012. – 36 с.

79. Чермит, К.Д. Электромиографическая характеристика приседания со штангой в пауэрлифтинге / К.Д. Чермит, А.В. Шаханова, А.Г. Забалотный, А.В. Тхагова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки, 2011.– № 4.– С. 105-112.

80. Чермит, К.Д. Классификация биоэлектрической активности мышц при выполнении приседания со штангой в пауэрлифтинге / К.Д. Чермит, А.Г. Забалотный, А.В. Шаханова, А.В. Тхагова // Вестник АГУ, 2012.– № 1.– С. 76-85.

81. Шалманов, А.А. Биомеханический контроль технической и скоростно-силовой подготовленности спортсменов в тяжелой атлетике / А.А. Шалманов В.Ф. Скотников // Теория и практика физической культуры, 2013.– №2.– С. 103-106.

82. Шалманов, А.А. Сравнительный анализ движения штанги в классических тяжелоатлетических упражнениях при подъеме субмаксимальных и максимальных весов / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников, А.П. Баюрин // Экстремальная деятельность человека, 2015.– №1.– С. 38-45.

83. Шейко, Б.И. Пауэрлифтинг: учебное пособие для студ. / Б.И. Шейко.– М.: ЕАМ Спорт сервис, 2005. –539 с.

84. Шейко, Б.И. История развития пауэрлифтинга. Глава 1 / Б.И. Шейко, П.С. Горулев. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера / Б.И. Шейко, П.С. Горулев, Э.Р. Румянцева, Р.А. Цедов; под общ. ред. Б.И. Шейко.– М.: Медиагрупп “Активформула”, 2013. С. 9-77.

85. Шейко, Б.И. Методика обучения технике соревновательных упражне-

ний. Глава 6 / Б.И.Шейко. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера / Б.И. Шейко, П.С. Горулев, Э.Р. Румянцева, Р.А. Цедов; под общ. ред. Б.И. Шейко.– М.: Медиагрупп “Активформула”, 2013.– С. 279-312.

86. Шейко, Б.И. Основные понятия биомеханики и техники в пауэрлифтинге. Глава 5 / Б.И. Шейко. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера / Б.И. Шейко, П.С. Горулев, Э.Р. Румянцева, Р.А. Цедов; под общ. ред. Б.И. Шейко.– М.: Медиагрупп “Активформула”, 2013. – С. 177- 278.

87. Шейко, Б.И. Учебно-тренировочные программы спортсменов разного уровня подготовленности. Глава 9 / Б.И. Шейко. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера / Б.И. Шейко, П.С. Горулев, Э.Р. Румянцева, Р.А. Цедов; под общ. ред. Б.И. Шейко М.: Медиагрупп “Активформула”, 2013.– С. 382-467.

88. Шейко, Б.И. Что дает спортсмену жимовая майка? / Б.И. Шейко, Б.Г. Лукьянов, В.С. Фетисов, О.А. Дудов, П.В. Репина // Железный мир, 2007. – № 4.– С. 128-133.

89. Шейко, Б.И., Техника выполнения жима лежа / Б.И. Шейко, Б.Г. Лукьянов, Д.А. Смольников, И.С. Фролов, Г.С. Фролов // Железный мир, 2007.– №6. – С.128-133.

90. Энока, Р. Основы кинезиологии / Р. Энока.– Киев: Олимпийская литература, 1998. – 399 с.

91. Янанис, С.В. Средства физического воспитания. Глава 4 / С.В. Янанис В кн.: Теория и методика физического воспитания: учебник для ин-тов физ. культ. Т.1. / Под общ. ред. Л.П. Матвеева и А.Д. Новикова.– М.: Физкультура и спорт. 1976.– С. 64-86.

92. Яхонтов, Е.Р. Методология спортивно-педагогических исследований: курс лекций / Е.Р. Яхонтов. – СПб: Олимп, 2008.– 187 с.

93. Arandjelovich O., Kompf J. Understanding and Overcoming the Sticking Point in Resistance Exercise // Sports Medicine. – 2016.– Vol.46.– P.1-12.

94. Baechle, T. Essentials of Strength training and Conditioning / T. Baechle, R. Earle.– Champaign, IL.: Human Kinetics.– 2008.– 640 p.

95. Barnett, C. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG

activity of five shoulder muscles / C. Barnett, V. Kippers, and P. Turner // *Journal of Strength and Conditioning Research*.– 1995.– Vol. 9.– No. 4.– P. 222-227.

96. Clemons, J.M. Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press / J.M. Clemons, C. Aaron// *Journal of Strength and Conditioning Research*.– 1997.– Vol.11.– No. 2.– P. 82-87.

97. daSilva, S. Supino com Halteres: Um Estudo Eletromiográfico / S. daSilva, M. Gonçalves // *Motriz*.– 2001.– Vol.7.– No. 1.– P.1-5.

98. Duffey, M.J. A biomechanical analysis of the bench press / M.J. Duffey: Diss. of Degree of Doctor of Philosophy, 2008. – Pennsylvania.– 120 p.

99. Duffey M.J. Load supported by the upper extremities during incline and decline pushups / M.J. Duffey, V.M. Zatsiorsky // *Medicine and Science in Sports and Exercise*.– 2003.– Vol.35.– No. 5.– P. 62.

100. Elliott, B.C. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press / B.C. Elliott, G.J. Wilson, G. Kerr // *Medicine and Science in Sports and Exercise*.– 1989.– Vol.21.– No. 4.– P. 450-462.

101. Evangelista, P. DCSS. Power Mechanics for Power Lifters / P. Evangelista: *Olympian's News*, 2011. – 768 p.

102. Glass, S.C. Electromyographical Activity of the Pectoralis muscle during Incline and Decline Bench Presses / S.C. Glass, T. Armstrong // *Journal of Strength and Conditioning Research*.– 1997.– No. 11(3).– P. 163-167.

103. Gilbert, G. Maximum grip width regulations in powerlifting discriminate against larger athletes/ G. Gilbert, A. Lees // *Journal of Sport Sciences*.– 2003.– Vol. 21.– No. 4.– P. 299-300.

104. Gomo, O.M. The effect of grip width on sticking region in bench press / O.M. Gomo: Thesis of Master Science, Noth-Trondelag University, 2013.– 23 p.

105. Gołaś, A., Biomechanical analysis of Flat Bench Pressing (Case study) / A. Gołaś., H. Król // *Selected problem of biomechanics of sport and Rehabilitation*.– Vol. II.– Warsaw.– 2014.– P. 32-42.

106. Green, C.M. The Effect of Grip Width on Bench Press Performance and risk of Injury / C.M. Green, P. Comfort // *National Strength and conditioning Associa-*

tion.– 2007.– Vol. 29.– No. 5.– P. 10-14.

107. Hochmuth, G. Biomechanik sportlicher Bewegungen / G. Hochmuth.– Berlin: Sportferlag, 1967.– 215 s.

108. Hof, A.L. Linearity between the weighted sum of the EMGs of the human triceps surae and the total torque / A.L. Hof, J. van den Berg // *Journal of Biomechanics*, 1977, Vol. 10.– No. 9.– P. 529–539.

109. Júnior, V.R. Comparison among the EMG activity of the pectoralis major, anterior deltoid and triceps brachii during the bench press and peck deck exercises / V.R. Júnior, P. Gentil, E. Oliveira, J. do Carmo // *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2007.– Vol. 13.– No. 1.– P.43-46.

110. Keogh, J. A technical report for the Oceania Powerlifting Federation and their member federations / J. Keogh, 2005.– 22p.

111. Kratiuk, M. Kinematik analysis of flat bench press using the classical technique and in a bench shirt / M. Kratiuk, A. Madej, C. Urbanik, D. Iwanska // *Selected problem of biomechanics of sport and Rehabilitation*, 2014.– Warsaw.– Vol. II.– P. 76-87.

112. Król, H. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance / H. Król, G. Sobota, A. Nawrat, M. Wilk // *XXIV International Symposium of Sport Biomechanics*, 2006.– Salzburg. – Austria.– P. 1-4.

113. Król, H. Complex analysis of movement in evaluation of flat bench press performance / H. Król, A. Golas, G. Sobota // *Acta of bioengineering and biomechanics*.– 2010.– Vol.12.– No. 2.– P. 93-98.

114. Lander, J.E. A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing / J.E. Lander, B.T. Bates, J.A. Sawhill, J. Hamill // *Medicine and Science in Sports and Exercise*.– 1985. – Vol. 17.– No. 3.– P. 344-353.

115. Madsen, N. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise / N. Madsen, T. McLaughlin // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 1984. – Vol.16.– No. 4.– P. 376-381.

116. Miyano, H. Theoretical analysis of surface EMG in voluntary Isometric Contraction / H. Miyano, T. Sadoyama // *European Journal of Applied Physiology*, 1979.– Vol.40.– No 3.– P. 155-164.

117. McLaughlin, T. Grip spacing and arm position / T. McLaughlin // *Power Research*.– 1985.– Vol. 8.– No. 6.– P. 24.
118. McGill, S. *Ultimate back fitness and performance* / S. McGill.– 2009, Waterloo: Wabuno Publishers, Backfitpro Ink.– 317 p.
119. Medrano, C.I. Eficacia y seguridad del press de banca. Revisión / C.I. Medrano, D.A. Cantalejo // *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Fisica y del Deporte*.– 2008.– Vol. 8.–No. 32.– P. 338-352.
120. Norwood, J. Electromyographic Activity of the Trunk Stabilizers during Stable and Unstable Bench Press / J. Norwood, G.S. Anderson, M. Gaetz, P. Twist // *Journal of Strength and conditioning Research*.– 2007.–Vol. 21.– No. 2.– P. 343-347.
121. Pearson, S. Kinematics and Kinetics of the Bench Press and Bench Pull Exercises in a Strength-trained sporting population / S. Pearson, J. Cronin, P. Hume, D. Slyfield // *XXVI International Symposium of Sport Biomechanics, 2007*.– Ouro Preto. – Brazil.– P. 27-30.
122. Rippetoe, M. *Starting Strength Basic Barbell Training* / M. Rippetoe, S. Bradford.– 3rd ed., 2011: Aasgard Company, Wichita Falls, Texas.– 371 p.
123. Roberts, R. The effect of hip flexion on lumbar hyperextension during the bench press / R. Roberts, L. Noble, D. Poole // *15 International Symposium on Biomechanics in Sports, 1997*.– Denton, Texas, USA.
124. Roczniok, R. Flat bench press on the perspective of regression modeling / R. Roczniok, A. Maszczyk, H. Krol, T. Socha et al. // *Life Science Journal*.– 2013.– Vol. 10.– No. 4.– P. 1933-1938.
125. Sadri, I A Comparison of EMG Fluctuation of Deltoid and Pectoralis Major Muscles in Bench Press / I. Sadri, M. Jourkesh, S.M. Ostojic, J. Calleja-Gonzalez, A. Ojagi, A. Abolfazi Neshati // *Sport Science*.– 2011.– Vol.4.– No.1.– P.30-33.
126. Santana, J.C. A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press / J.C. Santana, F.J. Vera-Garcia, S.M. McGill // *Journal of Strength and Conditioning Research*.– 2007.– Vol. 21.– No 4.– P. 1271-1279.
127. Sheiko, B. Bench press technique / B. Sheiko, V. Fetisov// *Powerlifting USA*.– 2010. – No.1.– P.12-13, 70-71.



128. Sheiko, B. What's the use of a bench press shirt for the athlete / B. Sheiko, B. Lukyanov, V. Fetisov // *Powerlifting USA*, 2010.– No. 3 (MAR).– P. 12-13, 74-75.
129. Silver, T. Effects of the bench shirt on sagittal bar path / T. Silver, D. Fortenbaugh, R. Williams // *Journal of Strength and Conditioning Research*.– 2009. – Vol.23.– No.4. – P. 1125–1128.
130. Stone, M.H. Principles and practice of resistance training / M.H. Stone, M. Stone, W.A. Sands. – Campaign IL.: Human Kinetics, 2007.– 376 p.
131. Trebs, A.A. An electromyography analysis of 3 muscles surrounding the shoulder joint during the performance of a chest press exercise at several angles / A.A. Trebs, J.P. Brandenburg, W.A. Pitney // *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010.– Vol. 24.– No. 7.– P. 1925-1930.
132. Wagner, L.L. The effect of grip width on bench press performance / L.L. Wagner, S.A. Evans, J.P. Weir, T.J. Housh, G.O. Johnson // *International Journal of Sports Biomechanics*.– 1992.– No 8.– P. 1-10.
133. Wagner, R. Ueber die Zusammenarbeit der Antagonisten bei der Willkurbewegung, Abhängigkeit von mechanische Bedingungen / R. Wagner // *Zeitschrift für Biologie*.– 1925.– Bd. 83.– S. 59-93.
134. Van den Tillaar, R. A comparison of kinematics and muscle activity between successful and un-successful attempts in bench press // R. van den Tillaar, G. Ettema // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 2009.– Vol. 41.– No. 11.– P. 2056-2063.
135. Van den Tillaar, R. The “sticking period” in bench press / R. van den Tillaar, G. Ettema // *Journal of Sports Sciences*.– 2010.– Vol. 28.– No. 5.– P. 529-535.
136. Van denTillaar, R. Is the occurrence of the sticking region the result of diminishing potentiation in bench press? / R. van den Tillaar, A.H. Saeterbakken, G. Ettema // *Journal of Sports Sciences*.– 2012. – Vol. 30.– No 6.– P. 591-599.
137. Welsch, E. Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lift / E.A. Welsch, M. Bird, J.L. Mayhew // *Journal of Strength and conditioning Research*. – 2005.– No. 19.– P. 449-452.
138. Wilson, G.J. The Effect on Performance of Imposing a Delay during a

Stretch-Shorten Cycle movement / G.J. Wilson, B.C. Elliott, G.K. Kerr // National Sports Research Centre, University of Western Australia, 1991.– 14 p.

139. Williams, R. Effects of the bench shirt on sagittal bar path / R. Williams, T. Silver, D. Fortenbaugh, K. Ludwig // XXV ISBS Symposium, 2007, Ouro Preto. – Brazil.– P.306-309.

140. Zatsiorsky, V.M. Science and Practice of Strength / V.M. Zatsiorsky, W.J. Kramer. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.– 251 p.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При планировании тренировочных нагрузок необходимо учитывать соотношение силы мышц, обеспечивающих выполнение жима штанги лежа. Это соотношение определяется значением коэффициента “мертвой зоны”. Если у спортсмена хорошо развиты большая грудная и дельтовидная мышца и слабо – трехглавая мышца плеча – это означает, что возможно проявление второй “мертвой зоны”. Если значения коэффициента “мертвой зоны” близки к двум, это означает, что соотношение силы мышц, обслуживающих локтевой и плечевой суставы достаточное, чтобы избежать возникновения второй “мертвой зоны” в жиме штанги лежа и упростить прохождение первой “мертвой зоны”. Косвенно о данном коэффициенте можно судить по наличию или отсутствию второй “мертвой зоны”.

2. Рекомендуемая длительность фазы опускания штанги на грудь – от 1,5 до 2 с. Исследования показывают, что слишком медленное опускание штанги к груди также может привести к возникновению второй “мертвой зоны”, так как трехглавая мышца расходует энергетические ресурсы и в фазе опускания штанги на грудь.

3. Рекомендуется использовать технические и методические приемы, позволяющие задействовать широчайшую мышцу спины в первой половине фазы подъема штанги от груди. Для этого можно использовать методический прием “сгибание грифа штанги”. При обучении этому приему атлету дается установка как бы “сгибать” гриф штанги в сторону ног (с супинацией кисти). Использование данного приема позволит лучше удерживать “мост” в начале фазы подъема штанги от груди.

4. Рекомендуется использовать технический прием - толчок ногами в направлении головы в начале фазы подъема (одновременно со “срывом” штанги с груди). Это позволяет повысить скорость штанги в начале движения и повышает вероятность преодоления первой “мертвой” зоны. Для обучения этому приему предлагается использовать упражнения, предложенные в методике

коррекции техники жима штанги лежа. Следует учесть, что изучение данного приема – весьма длительный процесс. При обучении этому приему необходимо избегать отрыва таза от скамьи.

5. Необходимо уделять внимание развитию силы четырехглавой мышцы бедра, широчайшей мышцы спины и средней части дельтовидной мышцы. Эти мышцы, хотя и не участвуют напрямую в перемещении штанги, выполняют очень важные функции в поддержании жесткой опорной конструкции, уменьшающей потери энергии при передаче импульса от ног штанге. Средняя часть дельтовидной мышцы, помимо этого, еще и участвует в коррекции траектории ЦТ штанги в горизонтальной плоскости.

6. Атлет должен быть способен корректировать траекторию ЦТ штанги во время первой “мертвой зоны”. Корректировать траекторию необходимо при наступлении первой неблагоприятной зоны (при снижении скорости штанги) – это создает более выгодные механические условия для передней части дельтовидной мышцы и ключичной части большой грудной мышцы.

7. Синхронная работа мышц, выполняющих движение (большой грудной мышцы, передней части дельтовидной мышцы и трехглавой мышцы плеча) позволяет придать штанге большую начальную скорость. А чем выше скорость штанги в фазе подъема, тем вероятнее преодоление первой “мертвой зоны”.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

## Акты внедрения результатов диссертационного исследования

## А К Т

внедрения результатов научной разработки в практику

Мы, нижеподписавшиеся, президент РОО "Федерации пауэрлифтинга Санкт-Петербурга" – заслуженный тренер России, профессор, мастер спорта СССР Муминов Василий Иванович с одной стороны и аспирант кафедры биомеханики НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург Самсонов Глеб Александрович с другой составили настоящий акт о том, что в учебно-тренировочный процесс РОО "Федерации пауэрлифтинга Санкт-Петербурга" в 2015 г. внедрена авторская разработка методики коррекции техники выполнения жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации.

Ф.И.О. автора внедрения	Наименование научной разработки	Эффект от внедрения
Самсонов Глеб Александрович	Методика коррекции техники выполнения жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации	Повышение результатов в жиме штанги лежа.

Представители РОО "Федерация пауэрлифтинга Санкт-Петербурга":

Президент Федерации

В.И. Муминов

Аспирант

Г.А. Самсонов



Почтовый адрес: Санкт-Петербург, 198260, пр. Ветеранов, д. 78.


**АКТ**  
внедрения результатов научных исследований в практику

Санкт-Петербург

23 ноября 2015 г.

Мы, нижеподписавшиеся, проректор по учебно-воспитательной работе НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, профессор, к.п.н. М.Ю. Щенникова, зав. кафедрой биомеханики НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, профессор, д.п.н. А.В.Самсонова с одной стороны и аспирант кафедры биомеханики НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург Г.А. Самсонов с другой составили настоящий акт в том, что на основании результатов диссертационной работы Г.А. Самсонова в учебный процесс кафедры биомеханики внедрены следующие предложения и рекомендации:

ФИО автора	Наименование предложения	Эффект внедрения
Самсонов Глеб Александрович	Результаты биомеханического анализа жима штанги лежа пауэрлифтеров высокой квалификации	Результаты проведенного исследования используются при проведении занятий по биомеханике избранного вида спорта с аспирантами кафедр биомеханики и атлетизма.

Проректор по учебно-воспитательной работе  М.Ю. Щенникова

Зав. кафедрой биомеханики  А.В. Самсонова

Аспирант  Г.А. Самсонов

Почтовый адрес: 190121, Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

Графики вертикальной и горизонтальной составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением

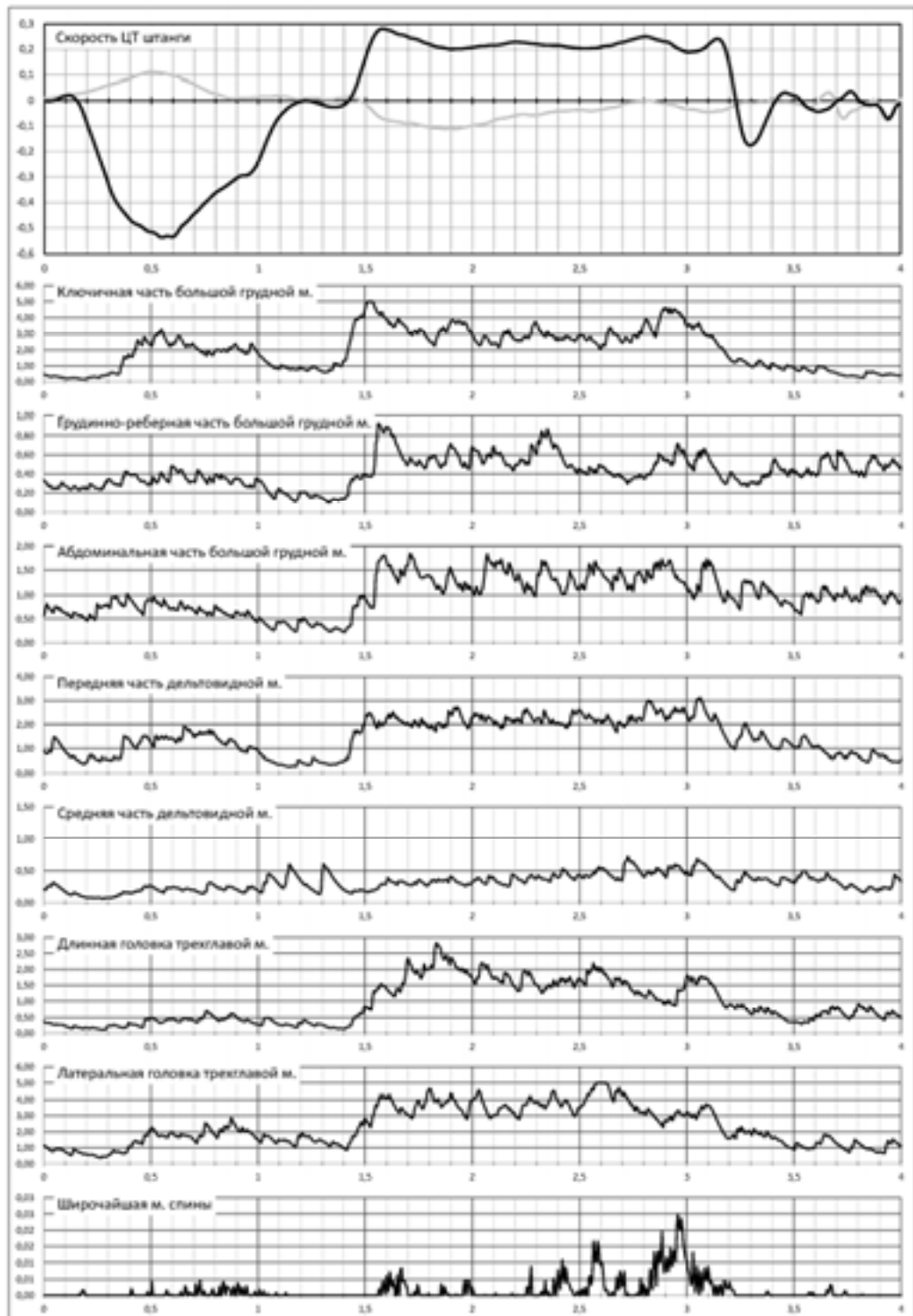


Рисунок Б.1 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом Б.А.



Рисунок Б.2 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом Б.Л.



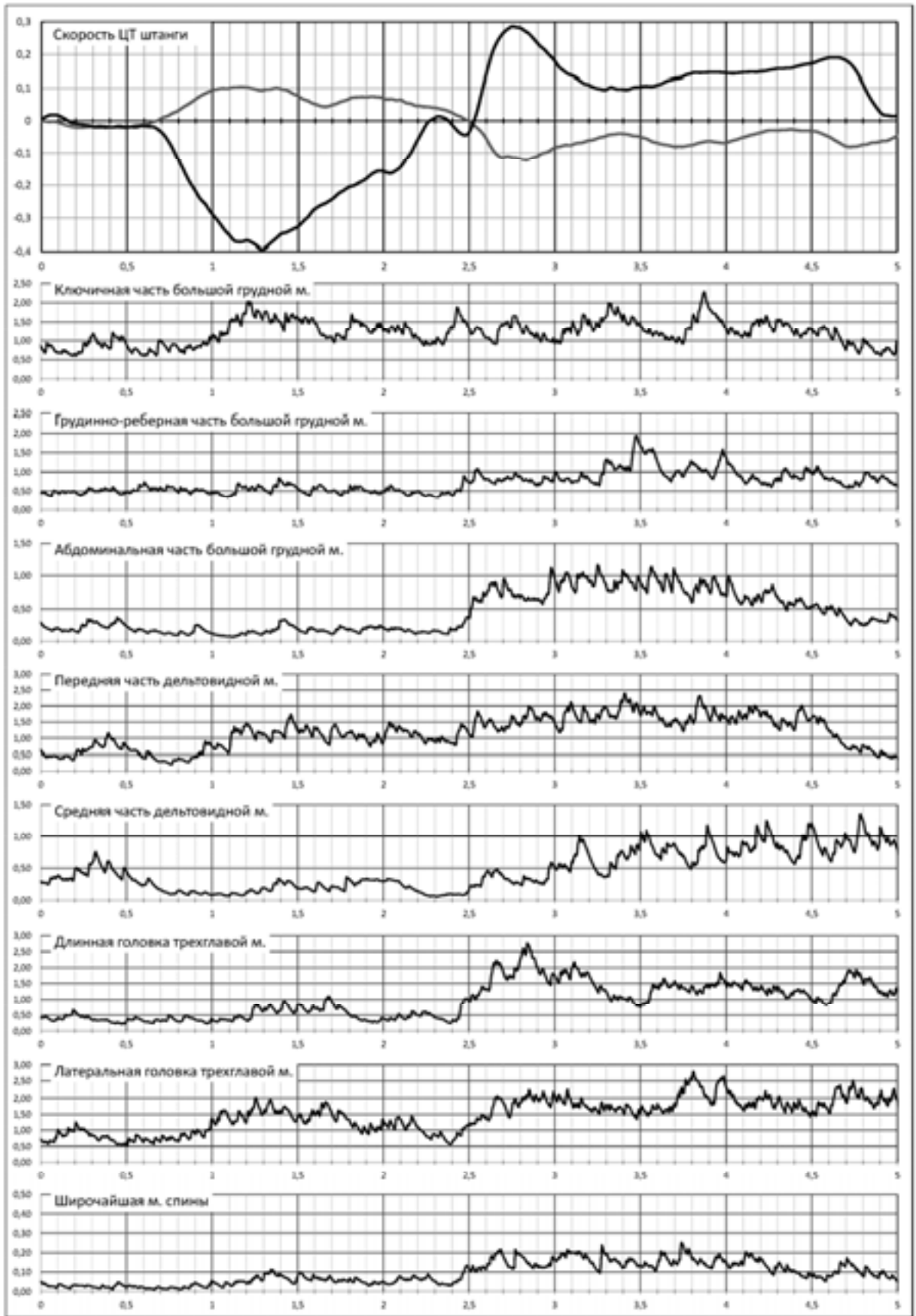


Рисунок Б.3 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом Ф.И.



Рисунок Б.4 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом Ф.С.

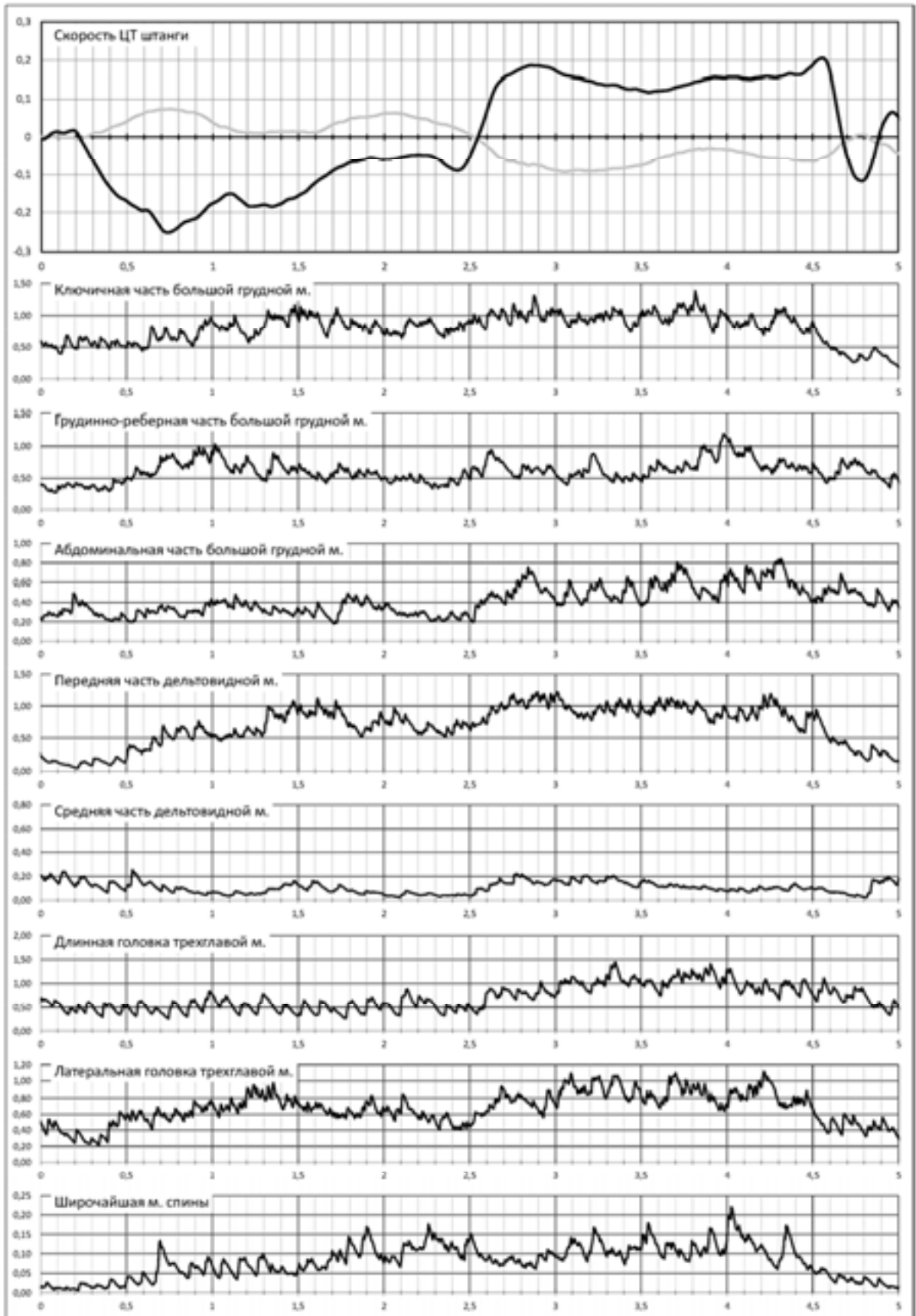


Рисунок Б.5 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом И.А.



Рисунок Б.6 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом К.Р.

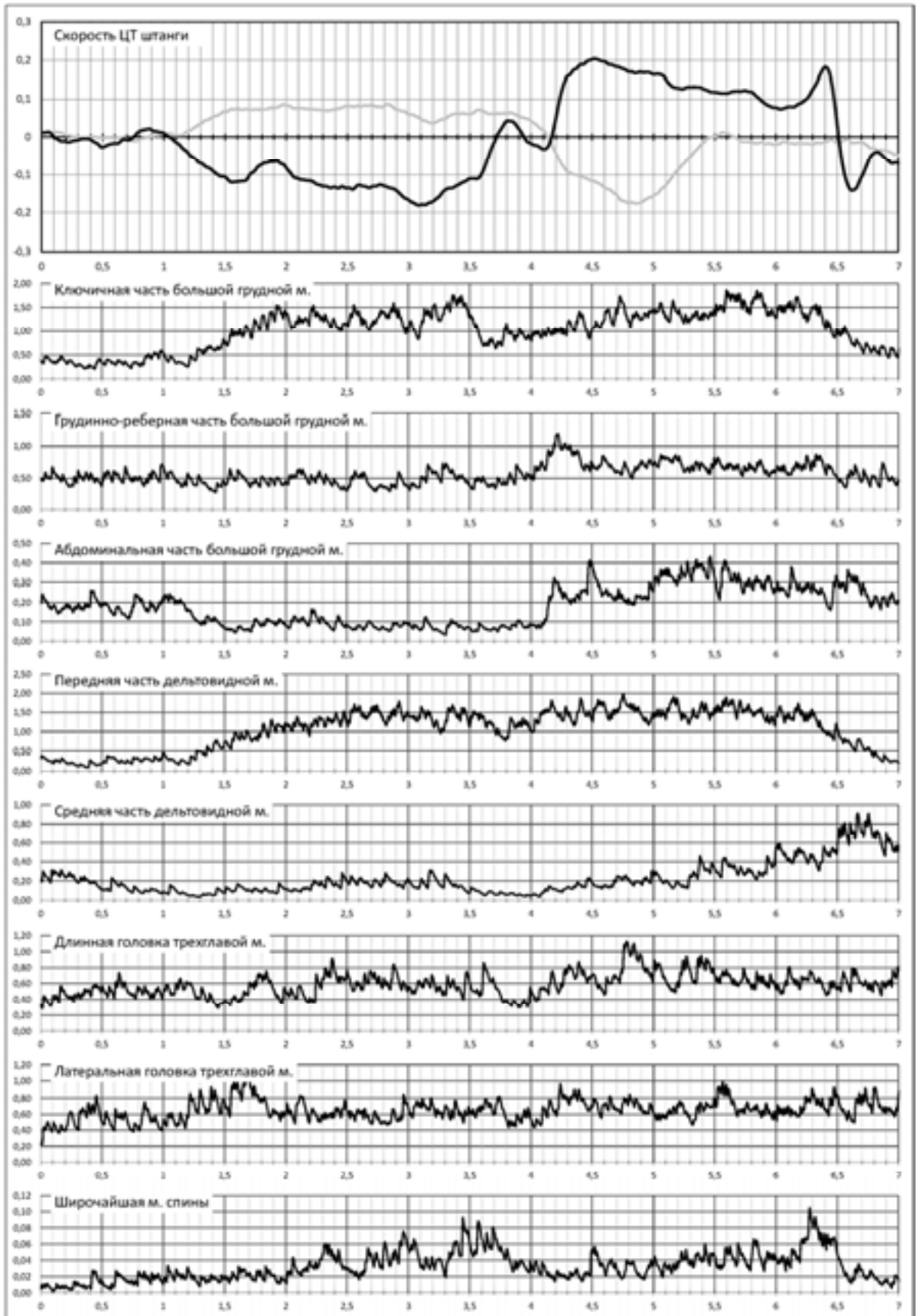


Рисунок Б.7 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом М.И.



Рисунок Б.8 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом Н.А.



Рисунок Б.9 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом С.В.

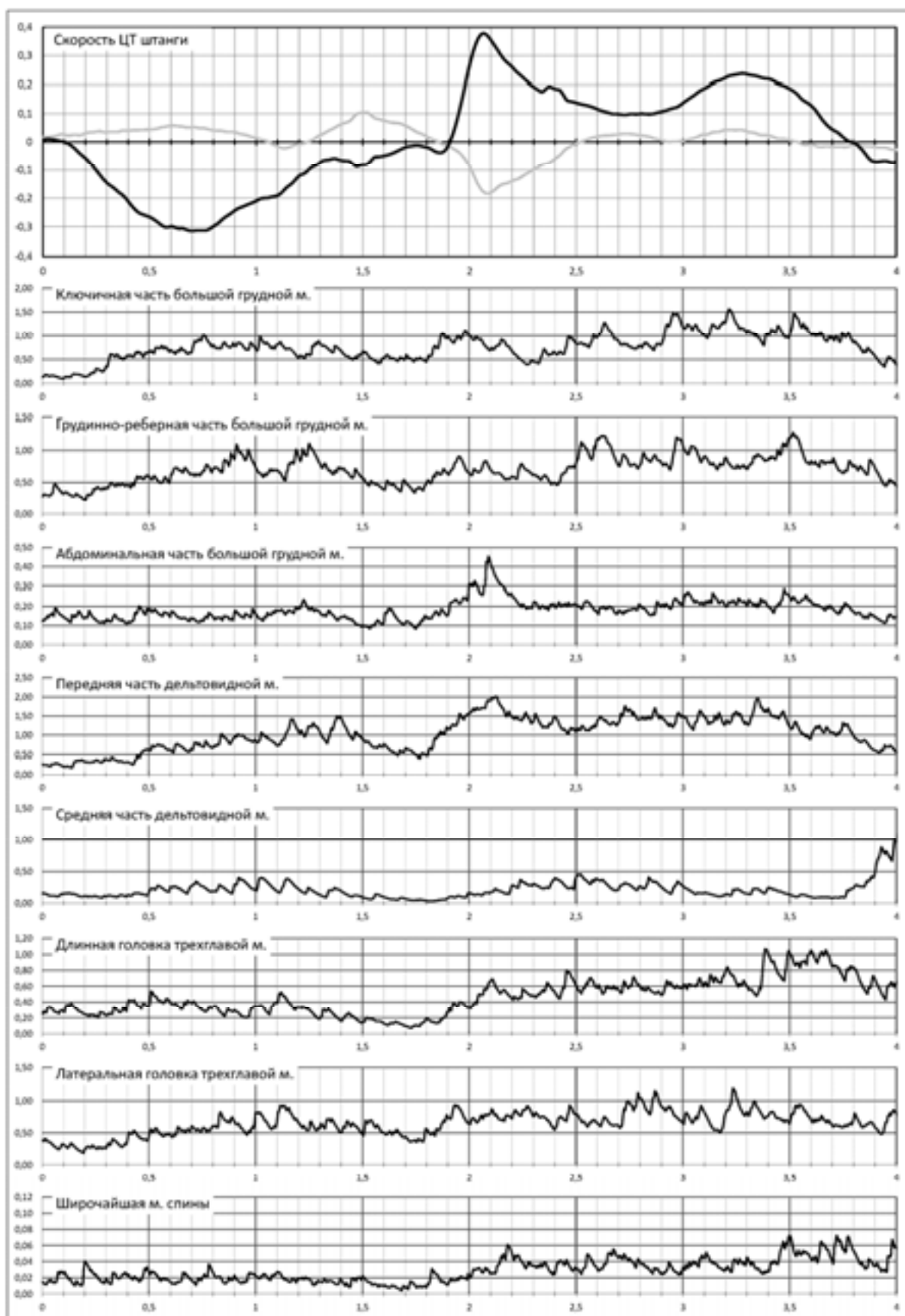


Рисунок Б.10 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с максимальным отягощением атлетом Ю.И.



ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(рекомендуемое)

Графики вертикальной и горизонтальной составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачные попытки)



Рисунок В.1 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом Б.А.



Рисунок В.2 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом Б.Л.

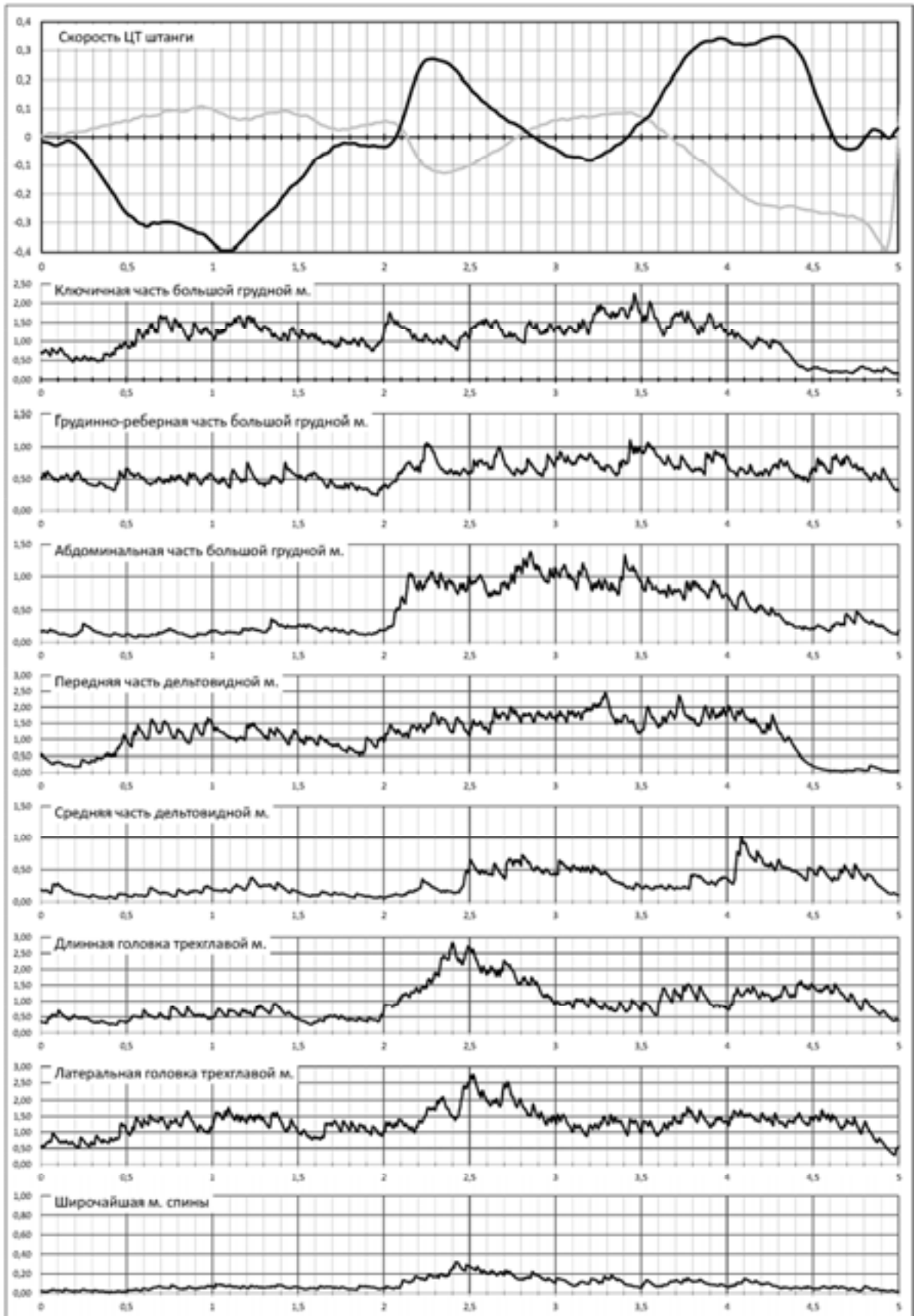


Рисунок В.3 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом Ф.И.

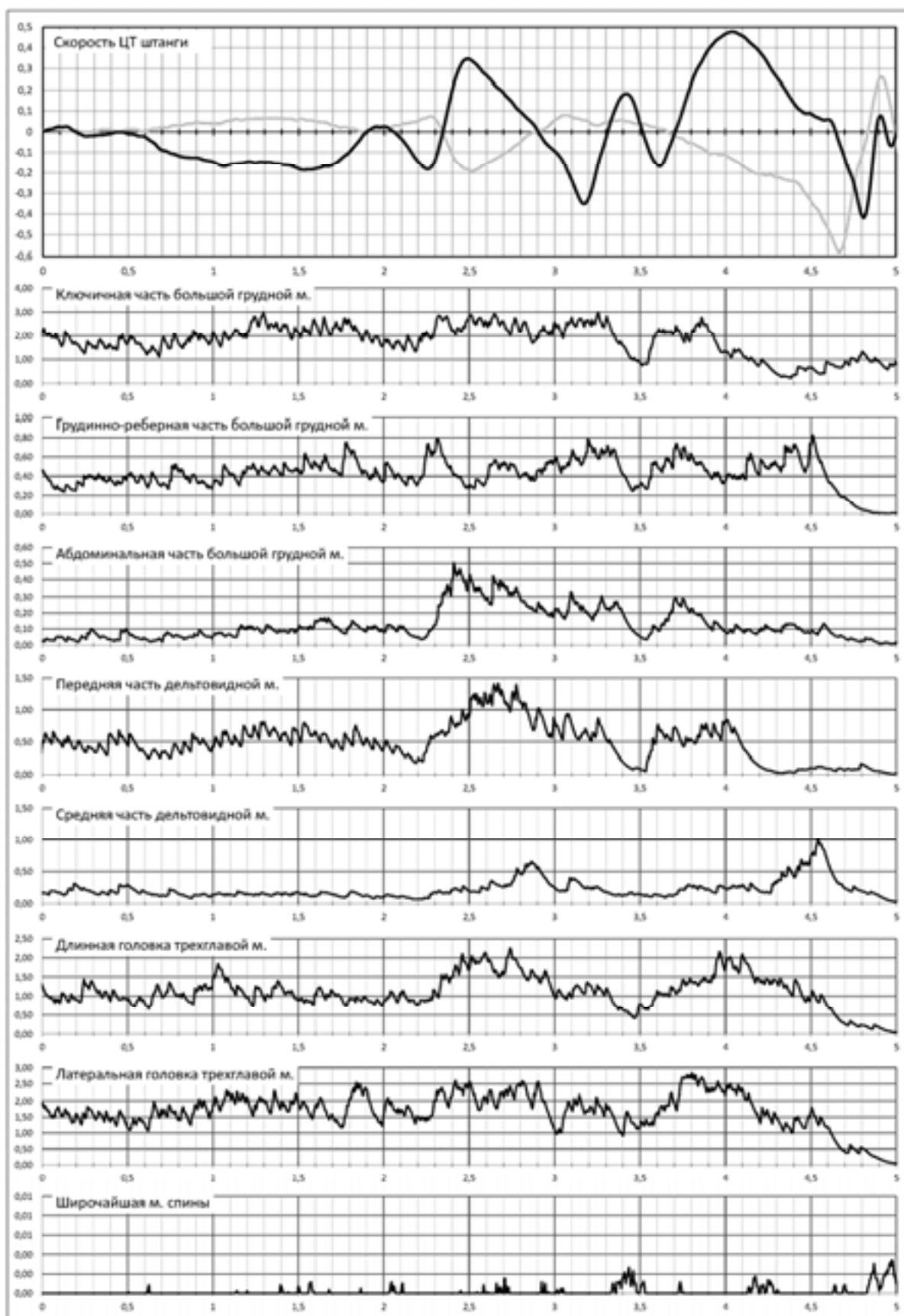


Рисунок В.4 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом Ф.С.



Рисунок В.5 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом И.А.

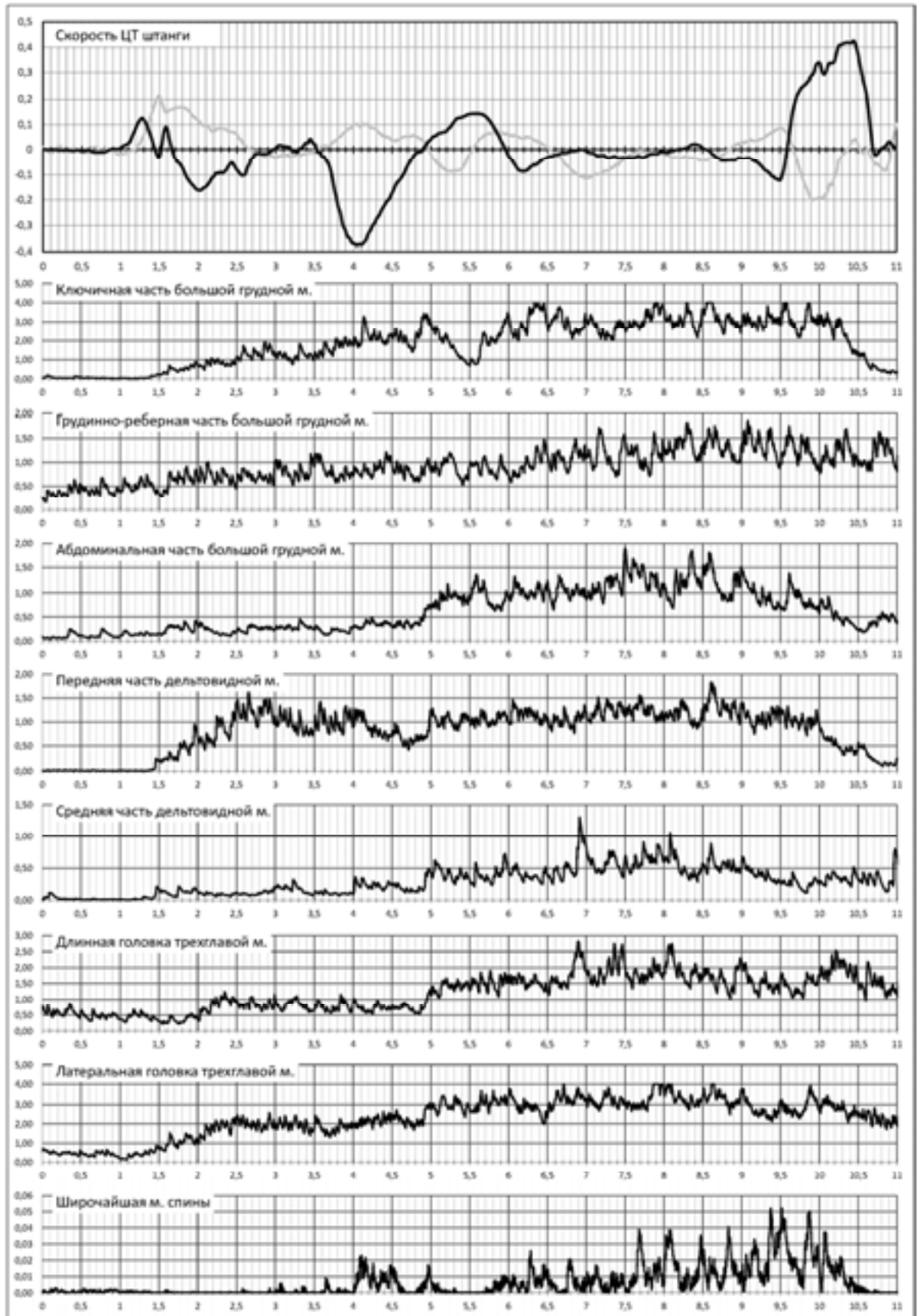


Рисунок В.6 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом К.Р.

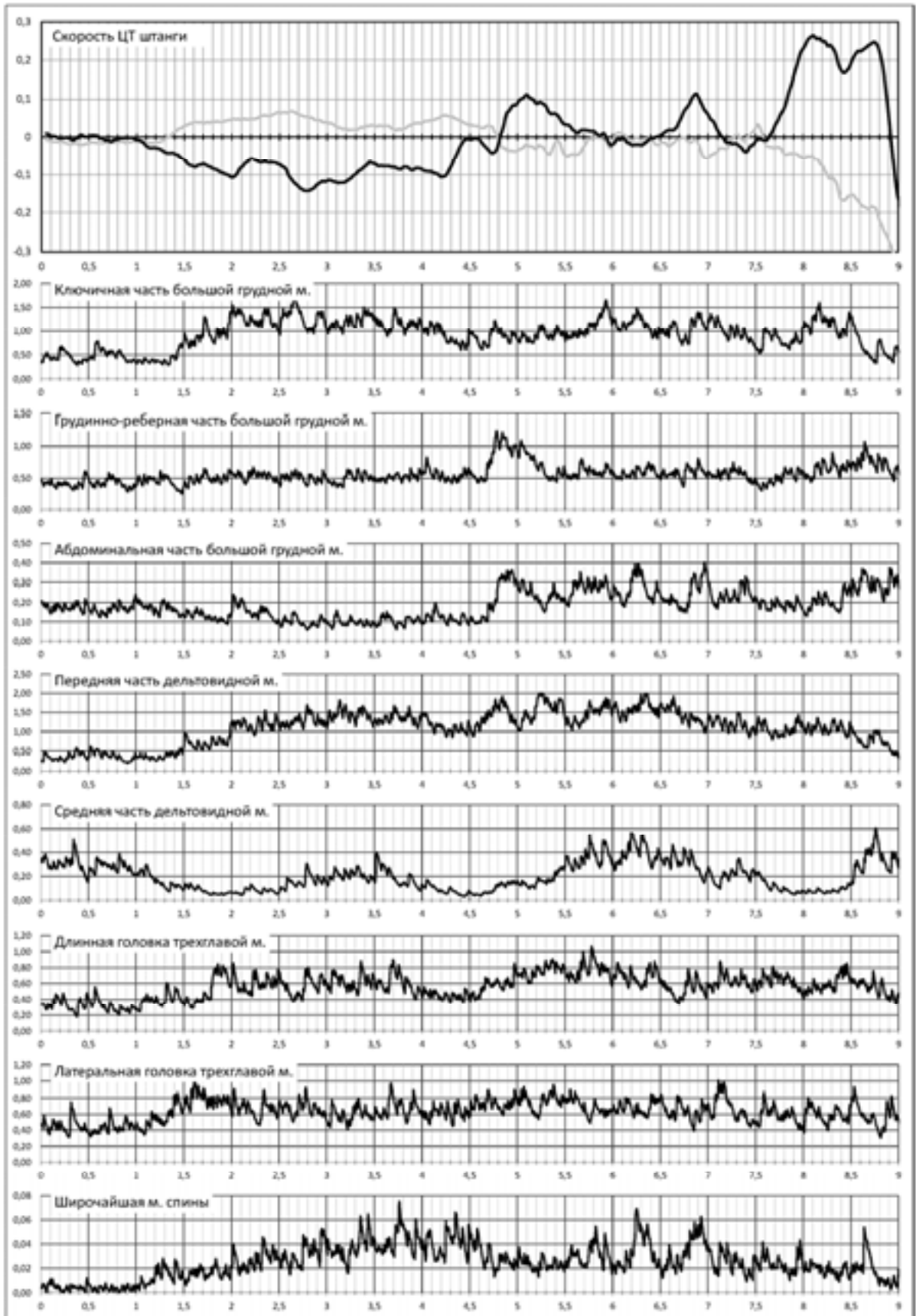


Рисунок В.7 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом М.И.





Рисунок В.8 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом Н.А.





Рисунок В.9 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом С.В.



Рисунок В.10 – График вертикальной (черная линия) и горизонтальной (серая линия) составляющих скорости штанги и электрической активности мышц верхних конечностей и туловища при выполнении жима штанги лежа с отягощением массой 102% от максимума (неудачная попытка) атлетом Ю.И.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

План недельных микроциклов для атлетов, тренирующихся по контрольной методике

Таблица Г.1 – План недельных микроциклов для атлетов, тренирующихся по контрольной методике (Шейко Б.И. Учебно-тренировочные программы спортсменов разного уровня подготовленности. Глава 9. В кн.: Пауэрлифтинг. От новичка до мастера М.: Медиагрупп “Активформула”. 2013. С.382-467)

№ недели	День	№	Упражнение
1 неделя	1-й день (понедельник)	1	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 80% 2рх4п (20).
		2	Жим штанги лежа 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 80% 3рх5п (27).
		3	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 5рх1п, 70% 4рх4п (26).
		4	Тяга верхнего блока за голову (сидя) 8рх5п.
		5	Гиперэкстензии туловища (с весом) 5рх5п.
			Итого: 73 подъема.
	3-й день (среда)	1	Жим штанги лежа 50% 6рх1п, 60% 5рх1п, 70% 4рх1п, 75% 3рх1п, 80% 2рх2п, 75% 3рх1п, 70% 5рх1п, 60% 7рх1п, 50% 9рх1п (46).
		2	Тяга штанги с одной остановкой ниже уровня коленей (на 5 см) 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 75% 2рх4п (19).
		3	Разведение-сведение рук в стороны с гантелями (лежа) 6рх4п.
		4	Тяга верхнего блока за голову (сидя) 8рх4п.
		5	Жим ногами 5рх5п.
			Итого: 65 подъемов.

№ не-дели	День	№	Упражнение
	5-й день (пятница)	1	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 5рх1п, 65% 4+7+5+8 (34).
		2	Жим штанги лежа 50% 5рх1п, 60% 5рх1п, 70% 5рх4п (30).
		3	Жим гантелей лежа брх5п.
		4	Подъем рук в стороны с гантелями брх5п.
		5	Наклоны со штангой на плечах (сидя) 5рх5п.
			Итого: 64 подъема.
	6-й день (суббота)	1	Тяга штанги, стоя на подставке, 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 65% 2рх4п (14).
		2	Жим штанги, сидя под углом, 3рх5п.
		3	Сгибание-разгибание рук в упоре на параллельных брусьях брх5п.
		4	Разведение-сведение рук в стороны с гантелями (лежа) брх4п.
		5	Подъем прямых ног в висе на тренажере 8рх4п.
			Итого: 14 подъемов.
Всего за неделю: 216 подъемов.			
2-я неделя	1-й день (понедельник)	1	Жим штанги лежа 55% 5рх1п, 65% 4рх1п, 75% 3рх1п 85% 2рх4п (20).
		2	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 80% 3рх4п (24).
		3	Жим штанги лежа 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 80% 3рх4п (21).
		4	Тяга верхнего блока за голову (сидя) 8рх4п.
		5	Гиперэкстензии туловища (с весом) 8рх4п.
			Итого: 65 подъемов.

№ недели	День	№	Упражнение
	3-й день (среда)	1	Тяга стоя со штангой на подставке 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 65% 2рх1п, 70% 1рх4п (12).
		2	Жим штанги, лежа под углом (вниз головой), 50% 4рх1п, 60% 4рх1п, 70% 4рх1п, 75% 4рх4п (28).
		3	Тяга штанги с 1 остановкой выше уровня коленей на 5 см 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 75% 2рх4п (17).
		4	Разведение-сведение рук в стороны с гантелями (лежа) 6рх4п.
		5	Приседания «в глубину» 5рх5п.
			Итого: 57 подъемов.
	5-й день (пятница)	1	Приседания со штангой на плечах 55% 5рх1п, 65% 4рх1п, 75% 3рх1п, 85% 2рх4п (20).
		2	Жим штанги лежа с доски 65% 3рх1п, 75% 3рх1п, 85% 3рх4п (18).
		3	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 5рх1п, 70% 5рх5п (35).
		4	Тяга верхнего блока за голову (сидя) 8рх5п.
		5	Наклоны со штангой на плечах (сидя) 5рх5п.
			Итого: 73 подъема.
	6-й день (суббота)	1	Тяга штанги с цепями 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 75% 2рх4п (14).
		2	Жим штанги лежа 50% 6рх1п, 60% 6рх1п, 70% 6рх4п (36).
		3	Тяга штанги с плинтов выше уровня коленей (на 5 см) 60% 4рх1п, 70% 4рх1п, 80% 4рх4п (24).
		4	Французский жим лежа 6рх4п.
		5	Жим ногами 4рх5п.
			Итого: 74 подъема.

№ не-дели	День	№	Упражнение
Всего за неделю: 269 подъемов.			
3-я неделя	1-й день (понедельник)	1	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 80% 2рх2п, 90% 1рх3п (19).
		2	Жим штанги лежа 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 75% 3рх3п (18).
		3	Разведение-сведение рук в стороны с гантелями (лежа) 8рх4п.
		4	Сгибание-разгибание рук в упоре на параллельных брусьях 5рх5п.
		5	Наклоны со штангой на плечах (стоя) 8рх4п.
			Итого: 37 подъемов.
	3-й день (среда)	1	Жим штанги лежа 50% 5Р*1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 80% 2рх1п, 90-95% 1рх3п (17).
		2	Тяга штанги 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 80% 2рх1п, 90% 1рх3п (14).
		3	Тяга верхнего блока за голову (сидя) 8рх4п.
		4	Подъем туловища на наклонной скамье 10рх4п.
			Итого: 31 подъем.
	5-й день (пятница)	1	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 75% 3рх4п (24).
		2	Жим штанги лежа с доски 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 80% 3рхгп, 85% 3рх3п (21).
		3	Разведение-сведение рук в стороны с гантелями (лежа) 8рх4п.
		4	Сгибание-разгибание рук на брусьях 8рх5п.
		5	Гиперэкстензии туловища (с весом) 8рх4п.
			Итого: 45 подъемов.

№ недели	День	№	Упражнение
	6-й день (суббота)	1	Тяга штанги с цепями 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх4п, 75% 2рх4п (17).
		2	Жим штанги, сидя под углом (45 градусов), 3рх5п.
		3	Жим гантелей лежа брх5п.
		4	Жим ногами 4рх5п.
			Итого: 17 подъемов.
Всего за неделю: 130 подъемов.			
4-я неделя	1-й день (понедельник)	1	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 80% 2рх4п (20).
		2	Жим штанги лежа 50% 5рх1п, 60% 4рх1п, 70% 3рх1п, 80% 3рх5п (27).
		3	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 5рх1п, 70% 4рх4п (26).
		4	Разведение-сведение рук в стороны с гантелями (лежа) 8рх4п.
		5	Подъем прямых ног в висе на тренажере 10рх4п.
			Итого: 73 подъема.
	3-й день (среда)	1	Тяга штанги с 1 остановкой ниже уровня коленей (5 см) 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 75% 2рх4п (17).
		2	Жим штанги лежа 50% брх1п, 60% 5рх1п, 70% 4рх1п, 80% 3рхгп, 85% 2рх2п, 75% 4рх1п, 65% брх1п, 55% 8рх1п (43).
		3	Тяга штанги с плинтов выше уровня коленей (на 5 см) 60% 4рх1п, 70% 4рх1п, 80% 4рх4п (24).
		4	Подъем рук через стороны (с гантелями) брх4п.
		5	Гиперэкстензии туловища (с весом) 8рх4п.
	Итого: 84 подъема.		

№ не-дели	День	№	Упражнение
	5-й день (пятница)	1	Приседания со штангой на плечах 50% 5рх1п, 60% 5рх1п, 70% 5Рх4п (30).
		2	Жим штанги лежа 50% 5рх1п, 60% 4рхчп, 70% 3рх1п, 80% 2рх5п (22).
		3	Тяга верхнего блока за голову (сидя) 8рх5п.
		4	Французский жим (лежа) 8рх5п.
		5	Подъем туловища на наклонной скамье 10рх3п.
			Итого: 52 подъема.
	6-й день (суббота)	1	Тяга штанги 50% 3рх1п, 60% 3рх1п, 70% 3рх1п, 75% 2рх4п (17).
		2	Жим штанги лежа 50% 6рх1п, 60% 6рх1п, 70% 6рх5п (42).
		3	Жим ногами 6рх5п.
		4	Наклоны со штангой на плечах (сидя) 5рх5п.
			Итого: 59 подъемов.
			Всего за неделю: 268 подъемов.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

## Результаты тестирования экспериментальной группы

Таблица Д.1. - Результаты тестирования экспериментальной группы в жиме штанги лежа, кг

№	Испытуемый	Максимальный результат в жиме штанги лежа без экипировки, кг		
		Перед экспериментом по контрольной методике (первое тестирование)	После эксперимента по контрольной методике (второе тестирование)	После эксперимента по экспериментальной методике (третье тестирование)
1	Н.А.	105,0	115,0	125,0
2	Б.А.	127,5	140,0	155,0
3	К.Р.	110,0	120,0	130,0
4	Ф.С.	147,5	160,0	175,0
5	Ф.И.	122,5	135,0	150,0
6	Б.Л.	140,0	152,5	165,0
7	С.В.	145,0	155,0	162,5
8	Ю.И.	120,0	130,0	140,0
9	М.И.	145,0	155,0	170,0
10	И.А.	172,5	190,0	205,0
$\bar{X}$ , кг		133,5	145,3	157,7
$S_{\bar{x}}$ , кг		6,4	6,9	7,4
V, %		15,2	15,1	14,9
Статистический вывод		$p_{12} \leq 0,001$		
			$p_{23} \leq 0,001$	

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического; V – коэффициент вариации;  $p_{12}$  – уровень значимости, свидетельствующий о достоверности различия результатов первого и второго тестирования;  $p_{23}$  – уровень значимости, свидетельствующий о достоверности различия результатов второго и третьего тестирований.

Таблица Д.2 - Результаты тестирования изометрической силы (Н) мышц верхних конечностей и туловища экспериментальной группы до проведения эксперимента по контрольной методике (первое тестирование)

Испытуемый	Изучаемая мышца							
	Передняя часть дельтовидной мышцы (m. anterior deltoideus)		Средняя часть дельтовидной мышцы (m. lateralis deltoideus)		Большая грудная мышца (m. pectoralis major)		Трехглавая мышца плеча (m. triceps brachii)	
	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая
Н.А.	328,7	337,3	388,3	336,7	239,7	250,0	299,7	280,0
Б.А.	370,7	385,0	449,0	436,7	429,7	443,3	320,3	355,7
К.Р.	334,0	358,7	318,0	358,7	459,3	432,0	434,3	434,7
Ф.С.	444,3	490,3	424,3	432,3	602,3	474,7	530,7	626,3
Ф.И.	366,0	404,0	441,0	427,3	410,0	469,3	284,0	316,7
Б.Л.	479,0	465,3	465,7	503,3	607,3	347,0	514,0	592,3
С.В.	301,3	368,3	287,0	377,0	502,7	452,7	307,7	320,7
Ю.И.	324,0	363,7	407,7	383,0	377,7	401,3	318,7	349,0
М.И.	292,7	323,0	287,3	353,0	476,0	438,7	288,7	319,7
И.А.	631,3	615,7	516,7	535,7	770,7	735,0	655,7	787,7
$\bar{X}$ , Н	387,2	411,1	398,5	414,4	487,5	444,4	395,4	438,3
$S_{\bar{x}}$ , Н	33,0	28,2	24,7	20,7	46,1	38,7	41,3	54,1

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического

Таблица Д.3 - Результаты тестирования изометрической силы (Н) мышц верхних конечностей и туловища экспериментальной группы после проведения эксперимента по контрольной методике (второе тестирование)

Испытуемый	Исследуемая мышца							
	Передняя часть дельтовидной мышцы (m. anterior deltoideus)		Средняя часть дельтовидной мышцы (m. lateralis deltoideus)		Большая грудная мышца (m. pectoralis major)		Трехглавая мышца плеча (m. triceps brachii)	
	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая
Н.А.	364,7	375,3	411,7	377,7	266,0	263,0	320,0	307,3
Б.А.	405,0	435,3	500,3	488,7	457,3	503,7	349,0	389,3
К.Р.	378,0	385,7	360,7	388,0	484,3	484,7	471,7	477,7
Ф.С.	503,3	552,7	453,7	479,7	684,3	522,3	551,7	669,3
Ф.И.	392,7	426,3	484,7	470,3	456,7	496,0	311,7	353,3
Б.Л.	519,3	529,7	508,3	538,0	668,3	396,3	549,3	659,7
С.В.	325,3	408,3	319,0	412,7	540,0	511,7	324,0	353,0
Ю.И.	361,0	387,3	454,7	435,0	404,3	440,3	337,7	380,7
М.И.	318,0	364,7	313,7	400,3	507,3	481,3	315,3	349,7
И.А.	663,7	671,7	570,0	595,0	852,3	767,3	682,3	842,3
$\bar{X}$ , Н	423,1	453,7	437,7	458,5	532,1	486,7	421,3	478,2
$S_{\bar{x}}$ , Н	34,1	31,5	26,9	22,1	52,2	39,6	42,0	57,3
Прирост силы по сравнению с первым тестированием, %	9,3	10,4	9,8	10,7	9,1	9,5	6,6	9,1
Средний прирост, %	9,3							

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического

Таблица Д.4 - Результаты тестирования изометрической силы (Н) мышц верхних конечностей и туловища экспериментальной группы после проведения эксперимента по экспериментальной методике (третье тестирование)

Испытуемый	Исследуемая мышца							
	Передняя часть дельтовидной мышцы (m. anterior deltoideus)		Средняя часть дельтовидной мышцы (m. lateralis deltoideus)		Большая грудная мышца (m. pectoralis major)		Трехглавая мышца плеча (m. triceps brachii)	
	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая
Н.А.	398,0	409,3	452,3	413,7	291,0	286,3	341,3	326,7
Б.А.	420,3	451,0	556,7	538,3	475,3	523,0	412,7	457,3
К.Р.	394,7	403,0	397,7	430,3	507,0	505,3	436,7	442,0
Ф.С.	562,3	616,7	500,0	533,7	764,3	582,7	605,0	737,7
Ф.И.	396,0	429,3	532,7	521,7	461,3	500,7	371,3	418,7
Б.Л.	592,0	603,0	564,0	589,3	762,0	451,0	564,0	677,0
С.В.	318,0	398,7	350,3	452,3	527,7	500,0	369,3	401,7
Ю.И.	414,0	442,7	501,0	478,0	463,0	503,0	444,0	496,3
М.И.	316,7	362,0	349,7	439,7	505,0	478,0	355,7	392,7
И.А.	723,0	730,7	625,0	658,0	927,7	835,7	707,3	871,7
$\bar{X}$ , Н	453,5	484,6	482,9	505,5	568,4	516,6	460,7	522,2
$S_{\bar{x}}$ , Н	41,2	38,4	29,5	24,5	59,8	42,9	39,0	56,1
Прирост силы по сравнению со вторым тестированием, %	7,2	6,8	10,3	10,2	6,8	6,1	9,4	9,2
Средний прирост, %	8,3							

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического