

**Индивидуализация тренировочного процесса
высококвалифицированных пауэрлифтеров
с поражением опорно-двигательного аппарата
на основе биомеханического контроля**

Детков Александр Константинович¹

Барябина Валентина Юрьевна²

Сытник Галина Владимировна^{2,3}, кандидат психологических наук, доцент

Черная Анастасия Игоревна², кандидат педагогических наук, доцент

¹*Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры*

²*Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург*

³*Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины*

Аннотация

Цель исследования – экспериментальное обоснование методики индивидуализации тренировочного процесса высококвалифицированных пауэрлифтеров с поражением опорно-двигательного аппарата (ОДА) на основе комплексного биомеханического контроля.

Методы и организация исследования. Применялись антропометрия, видеобиомеханический анализ жима лёжа, проба Штанге, опросники самочувствия, анализ тренировочных дневников. В исследовании приняли участие спортсмены высокой квалификации (МС и МСМК) с поражением ОДА. Экспериментальная группа занималась по разработанной индивидуализированной методике с коррекцией параметров движений в реальном времени, контрольная группа – по традиционной программе.

Результаты исследования и выводы. В ЭГ после эксперимента зафиксировано достоверное улучшение кинематических характеристик: максимальная скорость (V_{max}); длительность движения (t_{move}). Снижено число болевых жалоб и эпизодов перенапряжения. Обоснована необходимость перехода от индивидуально-групповой тренировки к увеличению доли индивидуализированной самостоятельной работы. Установлено, что разработанная методика биомеханического контроля с использованием программы «Silicon Coach» позволяет вносить корректировки в реальном времени, повышая надёжность соревновательной деятельности.

Ключевые слова: адаптивный спорт, пара пауэрлифтинг, спортсмены с поражением опорно-двигательного аппарата, индивидуализация тренировки, биомеханический контроль, кинематические параметры

Для цитирования: Индивидуализация тренировочного процесса высококвалифицированных пауэрлифтеров с поражением опорно-двигательного аппарата на основе биомеханического контроля / Детков А. К., Барябина В. Ю., Сытник Г. В., Черная А. И. DOI 10.5930/1994-4683-2026-9-93-98 // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2026. № 9 (259). С. 93–98.

**Individualization of the training process of highly qualified powerlifters
with musculoskeletal disorders based on biomechanical control**

Detkov Aleksandr Konstantinovich¹

Baryabina Valentina Yurevna²

Sytnik Galina Vladimirovna^{2,3}, candidate of psychological sciences, associate professor

Chernaya Anastasia Igorevna², candidate of pedagogical sciences, associate professor

¹*Saint-Petersburg scientific-research institute for physical culture*

²*Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg*

³*Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine*

Abstract

The purpose of the study is to experimentally substantiate a methodology for individualizing the training process of highly qualified powerlifters with musculoskeletal disorders based on comprehensive biomechanical control.

Research methods and organization. Anthropometry, video-biomechanical analysis of the bench press, the Stange test, well-being questionnaires, and analysis of training diaries were used.

Highly qualified athletes (Masters of Sports and Masters of Sports of International Class) with musculoskeletal disorders took part in the study. The experimental group followed the developed individualized methodology with real-time correction of movement parameters, while the control group followed a traditional program.

Research results and conclusions. In the experimental group, a significant improvement in kinematic characteristics was recorded after the experiment: maximum speed (V_{max}) and movement duration (t_{move}). The number of pain complaints and episodes of overexertion was reduced. The necessity of transitioning from individual-group training to an increased proportion of individualized independent work was substantiated. It was established that the developed biomechanical control methodology using the "Silicon Coach" software allows for real-time adjustments, increasing the reliability of competitive performance.

Keywords: adaptive sports, para powerlifting, athletes with musculoskeletal disorders, training individualization, biomechanical control, kinematic parameters

For citation: Detkov A. K., Baryabina V. Y., Sytnik G. V., Chemaya A. I. (2026), "Individualization of the training process of highly qualified powerlifters with musculoskeletal disorders based on biomechanical control", *Scientific notes of P.F. Lesgaft university*, No 9 (259), pp. 93–98, DOI 10.5930/1994-4683-2026-9-93-98.

Введение. Современный пара пауэрлифтинг предъявляет повышенные требования к индивидуализации подготовки спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата (ОДА). Как отмечают С.П. Евсеев, О.Э. Евсеева, А.А. Шелехов и др. [1], эффективность адаптивного спорта напрямую зависит от учёта нозологических, функциональных и психофизических особенностей каждого атлета. Согласно принципам, обеспечивающим эффективность технологий использования адаптивной двигательной рекреации и адаптивного спорта [2], одним из ключевых условий является непрерывный педагогический контроль с обратной связью. В свою очередь, И.Н. Ворошин и С.П. Евсеев [3] подчёркивают, что спорт лиц с поражением ОДА требует дифференцированного подхода в зависимости от типа и степени инвалидизации.

Анализ литературных данных показывает, что, несмотря на декларируемую важность индивидуального подхода, научно обоснованные методики для высококвалифицированных пауэрлифтеров с поражением ОДА практически отсутствуют. В работе В.Ю. Барябиной, Ю.С. Сидоровой и А.К. Деткова [4] рассматриваются лишь общие вопросы специальной подготовки в пара пауэрлифтинге, не затрагивая инструментарий биомеханического контроля. А.Г. Абалян, С.П. Евсеев [5] указывают, что существующая система педагогического контроля в адаптивных видах спорта использует преимущественно этапные и текущие формы, которые не позволяют оперативно корректировать параметры движений в реальном времени. Это приводит к закреплению ошибочных двигательных стереотипов, снижению соревновательной надёжности и росту травматизма.

Как отмечено в работе А.А. Баряева, В.Ю. Барябиной и Д.В. Красильникова [6], особенности технической подготовки в пауэрлифтинге лиц с поражением ОДА остаются недостаточно изученными. Зарубежный опыт, обобщённый в работе Y. Vanlandewijck и W. Thompson [7], подтверждает, что без учёта индивидуальных биомеханических паттернов невозможно достичь высоких соревновательных результатов у спортсменов с поражением ОДА.

На этапе спортивного совершенствования проблема становится особенно значимой, поскольку спортсмены демонстрируют стабильные, однако не всегда биомеханически оптимальные индивидуальные паттерны жима лёжа – ключевого соревновательного упражнения. В связи с этим цель настоящей работы заключается в разработке и экспериментальной проверке методики индивидуализации тренировочного процесса на основе объективного биомеханического контроля кинематических параметров.

Методика и организация исследования. Исследование проводилось в период 2024–2026 гг. на базе ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» и Центра адаптивного спорта НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. В исследовании приняли участие 22 пауэрлифтера с поражением ОДА (мужчины, возраст 22–34 года, стаж занятий от 5 до 12 лет). Квалификация: 12 мастеров спорта (МС) и 10 мастеров спорта международного класса (МСМК). Нозологии: спинальная травма (14 чел.), ампутация нижних конечностей (5 чел.), полиомиелит (3 чел.). Как подчёркивают И.Н. Ворошин и С.П. Евсеев [3], такая гетерогенность нозологий требует строго дифференцированного подхода.

После предварительного тестирования (антропометрия, максимальный результат в жиме лёжа по правилам ИРС, функциональные пробы) все спортсмены были разделены на экспериментальную (ЭГ, $n = 11$) и контрольную (КГ, $n = 11$) группы. Проверка однородности по исходным данным проводилась с помощью t -критерия Стьюдента ($p > 0,05$ по всем показателям).

Методы исследования:

1. Видеобиомеханический анализ жима лёжа (частота 120 Гц, стандартизированная проекция) с использованием программы «Silicon Coach». Анализировались: максимальная скорость подъёма штанги (V_{max} , с), длительность движения штанги вверх (t_{move} , с), время достижения максимальной скорости (t_{max} , с).

2. Педагогическое тестирование: ступенчатое увеличение веса штанги (от 55% до 95–100% от максимума), специально-вспомогательные упражнения (жим с паузой 3 с, узким хватом, тяга штанги лёжа на максимум повторений).

3. Функциональные пробы: проба Штанге, ЧСС, АД до и после нагрузки.

4. Субъективные шкалы: ежедневный опросник готовности (5 пунктов по шкале 1–5), анализ дневников самочувствия и болевых ощущений.

5. Анкетирование тренеров и специалистов ($n=24$) по проблемам индивидуализации.

ЭГ занималась по разработанной методике, включающей:

- еженедельный биомеханический анализ техники с выдачей индивидуальных рекомендаций по углам в плечевом суставе и траектории грифа;
- коррекцию интенсивности на основе отношения веса отягощения к индивидуальному максимуму с учётом нозологии;
- увеличение доли индивидуализированной самостоятельной работы (специальные подводящие упражнения, коррекция разминочных комплексов);
- использование опросника готовности для ежедневной коррекции объёма нагрузки.

КГ тренировалась по традиционной программе, без биомеханической обратной связи.

Продолжительность эксперимента – 8 месяцев (два макроцикла). Статистическая обработка выполнена в программе Statistica 12.0 с использованием параметрических и непараметрических критериев (t -Стьюдента, U -Манна-Уитни, χ^2). Организация исследования соответствовала принципам, изложенным в работах [1] и [5].

Результаты исследования. До начала эксперимента мы зафиксировали заметные различия в технике выполнения жима лёжа между спортсменами. В экспериментальной группе у атлетов с асимметричными формами поражения ОДА значения максимальной скорости изменялись от 0,38 до 0,70 с, а общее время подъёма штанги – в пределах 0,36–0,91 с (табл. 1). Самый высокий разброс показателей пришёлся на диапазон весов от 55% до 75% от повторного максимума. Это говорит о том, что именно в этой зоне интенсивности нужна наиболее тонкая настройка движений. Полученные данные перекликаются с выводами работы [2] о том, что в адаптивном спорте важно зонировать интенсивность по биомеханическим маркерам.

Таблица 1 – Биомеханические показатели соревновательного упражнения (жим лёжа) до эксперимента (n=22)

Показатель	КГ	p	ЭГ	p
Vmax, с (удачная попытка)	0,62	< 0,05	0,45	< 0,05
Vmax, с (неудачная попытка)	0,70		0,38	
tmove, с (удачная)	0,61	< 0,05	0,36	> 0,05
tmove, с (неудачная)	0,30		0,91	
tmax, с (удачная)	0,32	> 0,05	0,51	< 0,05
tmax, с (неудачная)	0,60		0,68	

Примечание: Vmax – максимальная скорость, tmove – длительность движения, tmax – время достижения максимальной скорости.

После восьми месяцев тренировок в экспериментальной группе наметились явные положительные сдвиги (табл. 2). Скорость подъёма штанги в удачных попытках выросла достоверно ($p < 0,001$), а расхождение между удачными и неудачными подходами сократилось. В контрольной группе значимых изменений не произошло: разброс параметров остался большим, а улучшения оказались статистически незначимыми. Эти результаты подтверждают, что предложенная нами система биомеханического контроля работает. Она хорошо вписывается в принципы индивидуального подхода, о которых говорится в настольной книге тренера по адаптивному спорту [3] и в работе [6], где подчёркивается ценность биомеханического мониторинга.

Таблица 2 – Биомеханические показатели после эксперимента (n=22)

Показатель	КГ	p	ЭГ	p
Vmax, с (удачная попытка)	0,61	< 0,05	0,43	< 0,001
Vmax, с (неудачная попытка)	0,70		0,38	
tmove, с (удачная)	0,61	< 0,05	0,35	> 0,05
tmove, с (неудачная)	0,40		0,92	
tmax, с (удачная)	0,33	> 0,05	0,42	< 0,05
tmax, с (неудачная)	0,60		0,60	

Примечание: Vmax – максимальная скорость, tmove – длительность движения, tmax – время достижения максимальной скорости.

Кроме того, в экспериментальной группе заметно сократилось число жалоб на боли в плечевых суставах – с 63,6% до 27,3% ($\chi^2 = 4,79$, $p < 0,05$). Количество случаев перенапряжения снизилось с шести до одного за макроцикл. В контрольной группе эти показатели почти не изменились. Думается, такой эффект связан с тем, что мы старались следовать принципам адаптивной двигательной рекреации, описанным в источнике [2]: когда нагрузку дозируют с учётом текущего функционального состояния, удаётся избежать накопления усталости.

Если говорить о соревновательных результатах, то по итогам чемпионата России (2025 и 2026 годы) в экспериментальной группе девять человек из одиннадцати улучшили личные рекорды – в среднем на 6,2%. В контрольной – только пятеро, и прирост составил всего 1,8%. Стабильность выступлений (доля удачных подходов от всех попыток) в экспериментальной группе поднялась с 72% до 89%, тогда как в контроле осталась на уровне 71%. Эти цифры хорошо согласуются с зарубежными данными [7], где также отмечается, что биомеханическая обратная связь повышает надёжность выступлений.

Анкетирование тренеров показало: главные помехи для индивидуализации – это нехватка научно-методических материалов (71%), большая загруженность тренера (58%) и слабое материально-техническое оснащение (46%). При этом все опрошенные (100%) считают, что методика индивидуальной подготовки для спортсменов высокого класса необходима. В реальной практике, как выяснилось, на самостоятельную индивидуализированную работу отводится всего 26,6% времени, а остальные 73,4% занимает индивидуально-групповая тренировка. Этого явно недостаточно для этапа спортивного совершенствования. В учебнике «Адаптивный

спорт» [1] справедливо отмечено, что с ростом квалификации спортсмена доля гибких индивидуализированных моделей должна увеличиваться. Аналогичную мысль высказывают авторы работы [4], указывая на необходимость расширять набор специальных упражнений уже в разминке.

Выводы. Наиболее объективными показателями интенсивности нагрузки в пара пауэрлифтинге следует считать отношение веса снаряда к индивидуальному максимуму, а также скорость-временные характеристики концентрической фазы жима. Ключевая зона для отработки техники – 55–75% от максимума: здесь требуется самая тщательная индивидуальная настройка. При планировании тренировок у этой группы спортсменов стоит опираться на зонное нормирование нагрузок.

Предложенная нами методика биомеханического контроля с помощью программы «Silicon Coach» даёт тренеру возможность в реальном времени отслеживать максимальную скорость, длительность движения и время выхода на максимум. Это позволяет незамедлительно корректировать технику. В экспериментальной группе применение этого подхода привело к достоверному ($p < 0,001$) улучшению кинематических характеристик по сравнению с контрольной группой, что говорит о высокой эффективности методики.

Если строить тренировочный процесс с учётом индивидуальных особенностей — увеличивать долю самостоятельной работы до 40–45%, включать специальные подводящие упражнения и ежедневно оценивать готовность по опроснику, — то удастся снизить частоту болевых ощущений и перенапряжений, а также повысить стабильность выступлений на соревнованиях. Поэтому существующее соотношение (индивидуально-самостоятельная работа – 26,6%, индивидуально-групповая – 73,4%) полезно пересмотреть в пользу первой.

Экспериментально доказано, что унифицированные программы пора заменять индивидуальным подходом. Управление нагрузками на базе комплексного биомеханического и функционального контроля — эффективный способ повышения спортивного мастерства пауэрлифтеров с поражением ОДА на этапе совершенствования. Полученные результаты можно использовать для переработки действующих тренировочных программ и внедрения биомеханического мониторинга в подготовку сильнейших пара пауэрлифтеров.

Список источников

- 1 Адаптивный спорт / С. П. Евсеев, О. Э. Евсеева, А. А. Шелехов [и др.] ; Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. Санкт-Петербург : Политех-Пресс, 2023. 273 с. ISBN 978-5-7422-8048-4. EDN: LCIEPQ.
- 2 Принципы, обеспечивающие эффективность технологий использования адаптивной двигательной рекреации и адаптивного спорта / С. П. Евсеев, А. А. Шелехов, О. Э. Евсеева, А. В. Аксенов // Теория и практика физической культуры. 2023. № 9. С. 71–72. EDN: DWDLX.
- 3 Ворошин И. Н., Евсеев С. П. Спорт лиц с поражением опорно-двигательного аппарата // Адаптивный спорт. Настольная книга тренера. Москва : ООО "ПРИН-ЛЕТО", 2021. С. 232–345. EDN: KRUMKD.
- 4 Барябина В. Ю., Сидорцова Ю. С., Детков А. К. Специальная подготовка в пауэрлифтинге спорт лиц с поражением опорно-двигательного аппарата (пара пауэрлифтинг) //

References

- 1 Evseev S. P., Evseeva O. E., Shelekhov A. A. [et al.] (2023), "Adaptive sport", Polytechnic-Press, St. Petersburg, 273 p., ISBN 978-5-7422-8048-4.
- 2 Evseev S. P., Shelekhov A. A., Evseeva O. E., Aksenov A. V. (2023), "Principles providing the efficiency of technologies for using adaptive motor recreation and adaptive sport", *Theory and Practice of Physical Culture*, no. 9, pp. 71–72.
- 3 Voroshin I. N., Evseev S. P. (2021), "Sports for persons with musculoskeletal disorders", *Adaptive sport: Trainer's handbook*, PRINTLETO, Moscow, pp. 232–345.
- 4 Baryabina V. Yu., Sidortsova Yu. S., Detkov A. K. (2025), " Special training in powerlifting sport for persons with musculoskeletal system damage (para-powerlifting)", *The role*

- Роль и место физической культуры в системе высшего образования. Санкт-Петербург : «Buxoro Determinanti» LLC, Kamolot Publishing House, 2025. С. 397–404. EDN: UPLUNE.
- 5 Абалян А. Г., Евсеев С. П. Комплексный педагогический контроль в подготовке спортсменов-паралимпийцев // Адаптивный спорт. Настольная книга тренера. Москва : ООО "ПРИНЦИТО", 2021. С. 119–165. EDN: EYNVEG.
 - 6 Баряев А. А., Барябина В. Ю., Красильников Д. В. Научно-методическое обеспечение в пауэрлифтинге спорта лиц с поражением опорно-двигательного аппарата // История, современность и инновации в спортивной науке : сборник материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной 90-летию СПбНИИФК, 02–03 ноября 2023 года. Санкт-Петербург, 2023. С. 172–178. EDN: KUBHAN.
 - 7 Vanlandewijck Y., Thompson W. The Paralympic Athlete. Oxford : Wiley-Blackwell, 2011. 304 p. DOI 10.1002/9781444328356.
 - 5 Abalyan A. G., Evseev S. P. (2021), "Comprehensive pedagogical control in the training of Paralympic athletes", *Adaptive sport: Trainer's handbook*, PRINTLETO, Moscow, pp. 119–165.
 - 6 Baryayev A. A., Baryabina V. Yu., Krasilnikov D. V. (2023), "Scientific and methodological support in powerlifting for athletes with musculoskeletal disorders", *History, modernity and innovations in sports science*, St. Petersburg Research Institute of Physical Culture, St. Petersburg, pp. 172–178.
 - 7 Vanlandewijck Y., Thompson W. (2011), "The Paralympic Athlete", Wiley-Blackwell, Oxford, 304 p., DOI 10.1002/9781444328356.

Информация об авторах:

Детков А.К., аспирант, SPIN-код: 5212-1676.

Барябина В.Ю., научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории, SPIN-код: 8351-9790.

Сытник Г.В., доцент кафедры физического воспитания и основ военной подготовки СПбГУВМ, руководитель сектора научно-технической информации научно-исследовательского отдела НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, ORCID: 0000-0001-6655-0695, SPIN-код: 9191-0854.

Черная А. И., ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории, SPIN-код: 8772-4666.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 12.06.2026.

Принята к публикации 30.06.2026.