

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАЖНЕНИЯ «ПРИСЕДАНИЕ» В ФИТНЕСЕ

И.Н. Калинина, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии и спортивной медицины.

А.С. Остапчук, магистрант.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Краснодар. Контактная информация для переписки: 350015, Россия, г. Краснодар, ул. Буденного, 161, e-mail: kalininirina@yandex.ru.

Аннотация

Актуальность. Особую значимость правильное выполнение упражнения «приседание» приобретает ввиду его широкого использования в составе различных видов фитнеса и массовости данного вида физической активности. Разногласия между специалистами касаются в первую очередь нагрузки на суставы, глубины приседания и работы мышц. Разрешение таких противоречий возможно только путем комплексного миографического и биомеханического анализа, путем изучения основных показателей в различных вариантах «приседания».

Цель исследования: изучить электромиографические и биомеханические особенности выполнения упражнения «присед» в различных вариантах.

Методы исследования. Исследование осуществлялось на базе кафедры анатомии и спортивной медицины ФГБОУ ФО КГУФКСТ и фитнес-клуба «Orange fitness». Биомеханические и миографические особенности упражнения «приседание» изучались в условиях видеосъемки приседания вверх и вниз под углами в 45, 90 и 135°.

Результаты исследования. Установлено, что, при движении вниз без ограничения выхода колен в «приседании», наряду с увеличением угла – 45-90-135°, наблюдается уменьшение количества мышц участвующих в сохранении равновесия. При движении вверх с ограничением колен, наибольший мышечный тонус приходится на прямую мышцу



бедр и большую ягодичную мышцу. При выполнении приседания под углом 45° без ограничения движения колен больше возникает нагрузка на коленный сустав, с ограничением – на тазобедренный сустав. При приседании под углом 90° без ограничения движения колен нагрузка на тазобедренный и коленный суставы распределяется практически равномерно. При выполнении упражнения с ограничением, большую нагрузку испытывает тазобедренный сустав. При приседании под углом 135° в двух вариантах исполнения данного упражнения больше нагружается коленный сустав.

Выводы. Различные углы «приседания» и правильность выполнения упражнения влияют

на мышечный тонус мышечных групп с позиции обеспечения поддержания функции равновесия и удержания тела, а также на осевую нагрузку суставов. Использование данных позволит корректировать тренировочные занятия фитнесом с позиции нивелирования слабых сторон мышечного тонуса, а также способствовать сохранению здоровья суставов нижних конечностей.

Ключевые слова: фитнес, миография, биомеханика, «приседание», здоровье суставов, мышечный тонус, мышечное напряжение.

Для цитирования: Калинина И.Н., Остапчук А.С. Электромиографические и биомеханические характеристики упражнения «приседание» в фитнесе // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2024. – № 1. – С. 10-14.

For citation: Kalinina I., Ostapchuk A. Electromyographic and biomechanical characteristics of the "squat" exercise in fitness. *Fizicheskaja kul'tura, sport – nauka i praktika [Physical Education, Sport – Science and Practice]*, 2024, no 1, pp. 10-14 (in Russian).

Актуальность.

Упражнение «приседание» является одним из наиболее часто применяемых упражнений при составлении оздоровительной или спортивной тренировочных программ. Это базовое, многосуставное упражнение, которое способствует развитию силы мышц нижних конечностей. Существуют различные варианты выполнения «приседания», которые помогают комплексно проработать различные группы мышц [1]. Однако, несмотря на широкое применение данного упражнения, существуют расхождения во мнениях относительно правильной техники выполнения приседания [3, 4, 5]. Разногласия между специалистами касаются в первую очередь нагрузки на суставы, глубины приседания и работы мышц [5, 6]. Правильное выполнение приседания требует понимания биомеханических и электромиографических характеристик данного упражнения, что позволит занимающимся повысить эффективность тренировки и избежать травм.

Биомеханический анализ упражнения позволяет определить оптимальную глубину и траекторию движения приседания, а также наиболее эффективное положение тела и его отдельных частей. Это дает возможность учитывать индивидуальные особенности каждого занимающегося и разрабатывать специальные тренировочные программы в условиях фитнес-тренировок. С помощью электромиографии появляется возможность определить какие мышцы участвуют в процессе выполнения упражнения и как их активность меняется в зависимости от техники выполнения упражнения.

На этом основании актуальность темы обусловлена важностью определения правильной техники упражнения «приседание» в контексте повышения эффективности тренировочного процесса и сохранения здоровья, а в частности сохранности опорно-двигательного аппарата занимающихся фитнесом.

Цель исследования – изучить электромиографические и биомеханические особенности выполнения упражнения «приседание» в различных вариантах.

Организация и методы исследования. Исследование проводилось в городе Краснодаре на базе кафедры анатомии и спортивной медицины и фитнес-клуба «Orange fitness». В исследовании приняли участие 8 девушек 19-20 лет, нормостенического типа телосложения, занимающиеся фитнесом.

В процессе исследования были использованы следующие методы: теоретический анализ и обобщение данных научно-методической литературы, комплекс биомеханических и электрофизиологических методов (антропометрия, электромиография, гониометрия, биомеханический анализ, видеосъемка), методы математической статистики.

Биомеханические и миографические особенности упражнения приседания изучались в условиях видеосъемки приседания вверх и вниз под углами в 45, 90 и 135°. Запись электромиограммы для изучения мышечного напряжения производилась с помощью 8-ми канального аппаратно-программного комплекса «Миотон» (ОКБ «РИТМ» г. Таганрог, Россия). Электроды устанавливались на коже исследуемых на двигательной точке. Заземляющий электрод устанавливался на внутренней поверхности голени правой ноги. Регистрация и обработка миограммы осуществлялась посредством программного обеспечения BENCH.

Для изучения осевой нагрузки на суставы нижних конечностей использовалась методика определения общего центра тяжести (ОЦТ) тела человека [2], с последующим расчетом крутящего момента или момента силы действия на сустав.

Результаты исследования.

Сравнительный анализ результатов исследования показал следующее: при движении вниз под углом 45° без ограничения выхода колен в большей степени включается в работу двуглавая мышца бедра ($1,96 \pm 0,1$ мВ), прямая мышца бедра ($0,52 \pm 0,07$ мВ), большая ягодичная ($1,71 \pm 0,04$ мВ), медиальная икроножная (рис. 1) ($1,91 \pm 0,3$ мВ) ($P < 0,05$), о чем свидетельствует достоверно более высокое мышечное напряжение этих мышечных групп по отношению к полученным значениям приседания с ограничением выхода колен.

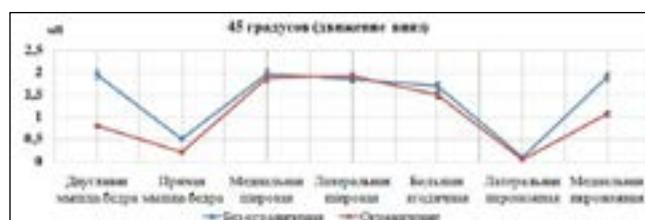


Рисунок 1. Миографические параметры девушек 19-20 лет, при выполнении приседания под углом 45° (движение вниз).

При движении вверх с ограничением выхода колен достоверно более высокие значения мышечного напряжения испытывает прямая мышца бедра ($1,69 \pm 0,06$ мВ). При выполнении упражнения без ограничения выхода колен более высокие значения миограммы получены для двуглавой мышцы бедра ($1,73 \pm 0,06$ мВ) и медиальной широкой мышцы ($1,77 \pm 0,06$ мВ) (рис. 2).

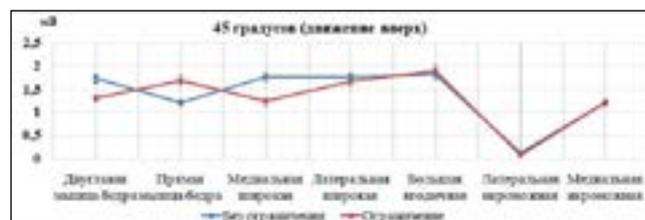


Рисунок 2. Миографические параметры девушек 19-20 лет, при выполнении приседания под углом 45° (движение вверх).

При движении вниз под углом 90° без ограничения выхода колен, мышечное напряжение наиболее высоко на двуглавой мышце бедра ($1,73 \pm 0,02$ мВ) и медиальной икроножной ($1,86 \pm 0,04$ мВ). С ограничен-

ным движением колен – большее мышечное напряжение наблюдается в большой ягодичной мышце ($1,46 \pm 0,08$ мВ), разгибающая бедро (рис. 3) ($P < 0,05$).

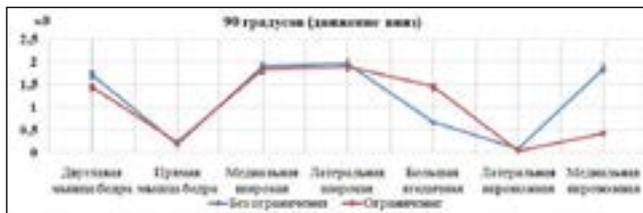


Рисунок 3. Миографические параметры девушек 19-20 лет, при выполнении приседания под углом 90°(движение вниз).

Анализ результатов показал, что при движении вверх без ограничения выхода колен при приседании под углом 90° большее напряжение испытывают: четырехглавая мышца бедра, двуглавая ($1,93 \pm 0,03$ мВ) и медиальная икроножная ($1,38 \pm 0,08$ мВ) ($P < 0,05$), (рис. 4).

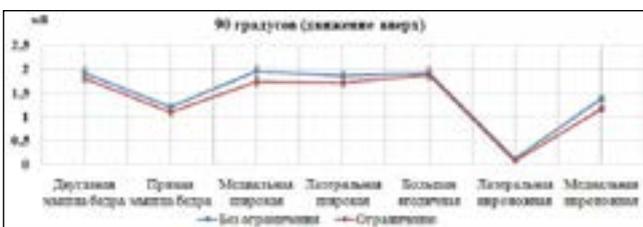


Рисунок 4. Миографические параметры девушек 19-20 лет, при выполнении приседания под углом 90°(движение вверх).

При движении вниз под углом 135° с ограничением выхода колен в большей степени включается в работу двуглавая мышца бедра ($1,81 \pm 0,01$ мВ), прямая мышца бедра ($0,19 \pm 0,03$ мВ), большая ягодичная. А без ограничения – напряжение больше на медиальной икроножной мышце ($1,88 \pm 0,03$ мВ) (рис. 5) ($P < 0,05$).

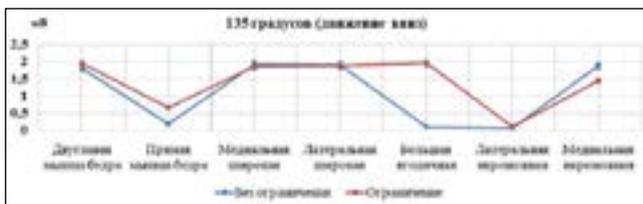


Рисунок 5. Миографические параметры девушек 19-20 лет, при выполнении приседания под углом 135° (движение вниз).

При движении вверх без ограничения выхода колен в большей степени задействована двуглавая мышца бедра ($1,81 \pm 0,04$ мВ), а с ограничением – прямая мышца бедра ($0,73 \pm 0,07$ мВ), большая ягодичная ($1,90 \pm 0,03$ мВ), медиальная икроножная ($1,52 \pm 0,06$ мВ) ($P < 0,05$), (рис. 6). Все данные сравнения представлены для выяснения различий между вариантами выполнения упражнений (без ограничения выхода колен за пределы стопы – с ограничением выхода).

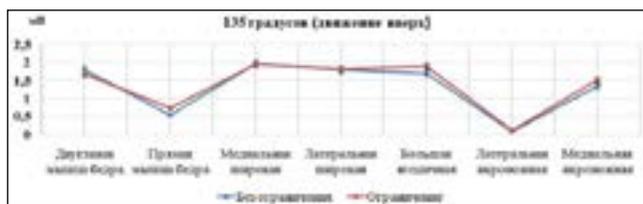


Рисунок 6. Миографические параметры девушек 19-20 лет, при выполнении приседания под углом 135 градусов (движение вверх).

В таблице 1 представлена осевая нагрузка на суставы в случае правильного и неправильного выполнения приседания.

Таблица 1. Осевая нагрузка на суставы девушек 19-20 лет, занимающихся фитнесом

Варианты выполнения приседания	Тазобедренный (М±m)	Коленный (М±m)	Голеностопный (М±m)
45° без ограничения	74,2±1,3	97,4±3,5	37,4±3,2
45° ограничение	99,2±2,4	76,7±2,4	30,7±1,9
P	<0,05	<0,05	<0,05
90° без ограничения	81,4±2,7	85,9±3,6	33,9±4,2
90° ограничение	92,8±4,3	71,4±4,0	10,0±2,1
P	<0,05	<0,05	<0,05
135° без ограничения	47,5±2,3	74,8±2,7	31,6±2,0
135° ограничение	56,4±1,5	63,6±2,5	13,8±1,7
P	<0,05	<0,05	<0,05

Выявлено, что при выполнении приседания под углом 45° без ограничения движения колен больше возникает нагрузка на коленный сустав, а с ограничением – на тазобедренный сустав ($P < 0,05$).

При приседании под углом 90° без ограничения движения колен нагрузка на тазобедренный и коленный суставы практически распределяется равномерно, а с ограничением большую нагрузку испытывает тазобедренный сустав ($P < 0,05$). При приседании под углом 135° в двух вариантах исполнения данного упражнения больше нагружается коленный сустав.

Выводы.

Установлено что, при движении вниз без ограничения выхода колен в «приседании», наряду с увеличением угла – 45-90-135°, наблюдается уменьшение количества мышц участвующих в сохранении равновесия. При движении вверх с ограничением в большей степени в работу включаются крупные мышечные группы (прямая мышца бедра и большая ягодичная мышца).

Различные углы «приседания» и правильность выполнения упражнения влияют на осевую нагрузку суставов.

Использование полученных данных позволит корректировать тренировочные занятия фитнесом с позиции нивелирования слабых сторон мышечного тонуса и уровня координации, а также способствовать сохранению здоровья суставов нижних конечностей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Коняева, О. Н. Зависимость техник выполнения приседаний и работы мышц / О. Н. Коняева, Т. В. Борсук // Спорт, здоровье и физическая культура, в современном обществе: перспективы развития : сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 20 апреля 2023 года / Курская

- государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова, 2023. – С. 154-157.
2. Бегун, П. И. Биомеханика опорно-двигательного аппарата человека / П. И. Бегун, А. В. Самсонова ; Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург : Кинетика, 2020. – 179 с.
 3. Фролович, В. В. Влияние приседаний со штангой на рост мышц / В. В. Фролович // Актуальные проблемы, современные тенденции развития физической культуры и спорта с учетом реализации национальных проектов: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 18–19 мая 2023 года. – Москва : Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. – С. 609-612.
 4. Шикалов, Н. М. Базовые принципы техники приседания применительно к тренировкам в рамках «фитнес-индустрии» / Н. М. Шикалов // Актуальные проблемы развития и совершенствования системы физического воспитания для подготовки специалистов в транспортной отрасли: Труды II Международной научно-практической конференции, Москва, 02 декабря 2020 года. – Москва : Российский университет транспорта, 2020. – С. 260-262.
 5. Dooley E, Carr J, Carson E, Russell S. The effects of knee support on the sagittal lower-body joint kinematics and kinetics of deep squats. J Biomech. 2019 Jan 3;82:164-170. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.10.024. Epub 2018 Oct 26. PMID: 30446216.
 6. Illmeier G, Rechberger JS. The Limitations of Anterior Knee Displacement during Different Barbell Squat Techniques: A Comprehensive Review. J ClinMed. 2023 Apr 19;12(8):2955. doi: 10.3390/jcm12082955. PMID: 37109294; PMCID: PMC10143703.

ELECTROMYOGRAPHIC AND BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE SQUAT EXERCISE IN FITNESS

I. Kalinina, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy and Sports Medicine.

A. Ostapchuk, undergraduate.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism”, Krasnodar.

Contact information for correspondence: 161 Budyonny str., Krasnodar, 350015, Russia,

e-mail: kalininirina@yandex.ru.

Annotation

Relevance. The correct performance of the “squat” exercise is of particular importance due to its widespread use as part of various types of fitness and the mass character of this type of physical activity. Disagreements between specialists relate primarily to the load on the joints, the depth of squatting and muscle work. The resolution of such contradictions is possible only through a comprehensive myographic and biomechanical analysis, by studying the main indicators in various variants of the “squat”.

The purpose of the study: to study the electromyographic and biomechanical features of performing the “squat” exercise in various variants.

Research methods. The study was carried out on the basis of the Department of Anatomy and Sports Medicine of the Federal State Budgetary Educational Institution KSUFKST and the “Orange fitness” club. The biomechanical and myographic features of the squat exercise were studied under conditions of video shooting squats up and down at angles of 45, 90 and 135 degrees.

The results of the study. It was found that, when moving downwards without limiting the output of the knees in

a “squat”, along with an increase in the angle – 45-90-135°, there is a decrease in the number of muscles involved in maintaining balance. When moving up with knee restriction, the greatest muscle tone occurs in the rectus femoris and gluteus maximus. When performing a squat at an angle of 45 ° without restricting knee movement, there is more stress on the knee joint, with a restriction on the hip joint. When squatting at an angle of 90 ° without restricting knee movement, the load on the hip and knee joints is distributed almost evenly. When performing exercises with restriction, the hip joint experiences a lot of stress. When squatting at an angle of 135 ° in two versions of this exercise, the knee joint is more loaded.

Conclusions. The different angles of the “squat” and the correctness of the exercise affect the muscle tone of the muscle groups from the position of ensuring the maintenance of the function of balance and body retention, as well as the axial load of the joints. The use of these data will allow you to adjust fitness training sessions from the position of leveling the weaknesses of muscle tone, as well as contribute to maintaining the health of the joints of the lower extremities.

Keywords: fitness, myography, biomechanics, “squatting”, joint health, muscle tone, muscle tension.

References:

1. Konyaeva O.N., Borsuk T.V. Dependence of techniques for performing squats and muscle work. *Sport, zdorov'e i fizicheskaya kul'tura, v sovremennom obshchestve: perspektivy razvitiya: sbornik nauchnyh statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kursk, 20 aprelya 2023 goda* [Sport, Health and Physical Culture, in Modern Society: Prospects for Development: Collection of Scientific Articles of The All-Russian Scientific And Practical Conference, Kursk, April 20, 2023]. Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, 2023, pp. 154-157. (in Russian).
2. Begun P.I., Samsonova A.V. Biomechanics of the human musculoskeletal system. *Nacional'nyj gosudarstvennyj universitet fizicheskoy kul'tury, sporta i zdorov'ya im. P.F. Lesgafta, Sankt-Peterburg* [P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sport and Health, St. Petersburg]. St. Petersburg: Kinetics, 2020, 179 p. (in Russian).
3. Frolovich V.V. The Influence of Barbell Squats on Muscle Growth. *Aktual'nye problemy, sovremennye tendencii razvitiya fizicheskoy kul'tury i sporta s uchetom realizacii nacional'nyh proektov: materialy V Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 18–19 maya 2023 goda* [Actual Problems, Modern Trends in the Development of Physical Culture and Sports, Taking Into Account the Implementation of National Projects: Materials of the v All-Russian Scientific and Practical Conference With International Participation, Moscow, May 18-19, 2023]. Moscow: Plekhanov Russian University of Economics, 2023, pp. 609-612. (in Russian).
4. SHikalov N.M. Basic principles of squatting technique in relation to training within the framework of the "fitness industry". *Aktual'nye problemy razvitiya i sovershenstvovaniya sistemy fizicheskogo vospitaniya dlya podgotovki specialistov v transportnoj otrasli: Trudy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 02 dekabrya 2020 goda* [Actual Problems of Development and Improvement of the Physical Education System for Training Specialists in the Transport Industry: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Moscow, December 02, 2020]. Moscow: Russian University of Transport, 2020, pp. 260-262. (in Russian).
5. Dooley E, Carr J, Carson E, Russell S. The effects of knee support on the sagittal lower-body joint kinematics and kinetics of deep squats. *J Biomech.* 2019 Jan 3;82:164-170. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.10.024. Epub 2018 Oct 26. PMID: 30446216.
6. Illmeier G, Rechberger JS. The Limitations of Anterior Knee Displacement during Different Barbell Squat Techniques: A Comprehensive Review. *J ClinMed.* 2023 Apr 19;12(8):2955. doi: 10.3390/jcm12082955. PMID: 37109294; PMCID: PMC10143703.

Поступила / Received 01.03.2024
Принята в печать / Accepted 29.03.2024