

УДК 13058

**Надеина Валерия Игоревна,**  
студент, ВИУ (филиал) РАНХиГС  
Nadeina Valeria Igorevna

**Прохорова Инна Владимировна**  
кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
ФиСП ВИУ (филиал) РАНХиГС  
Prokhorova Inna Vladimirovna

**ОТНОШЕНИЕ ПИКОВОГО МОМЕНТА СИЛЫ  
ПРИВОДЯЩИХ МЫШЦ К ОТВОДЯЩИМ КАК ПРЕДИКАТОР  
ТРАВМАТИЗМА КОЛЕНА У ЛЮБИТЕЛЕЙ ПРИСЕДАНИЙ  
PEAK ADJUCTOR-TO-ABDUCTOR TORQUE RATIO AS A PREDICATOR  
OF KNEE INJURIES IN SQUAT RECRUITERS**

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема прогнозирования и профилактики травматизма коленного сустава у спортсменов-любителей, систематически выполняющих приседания со штангой. В отличие от традиционного подхода, фокусирующегося на сагиттальном дисбалансе мышц бедра (соотношение силы разгибателей и сгибателей голени), авторы обосновывают приоритетное значение контроля над фронтальной стабильностью сустава. Центральное место в работе отводится анализу отношения пикового момента силы приводящих мышц бедра к отводящим (Add/Abd ratio) как надежного биомеханического предиктора функциональной вальгусной деформации колена. В статье подробно описаны анатомические предпосылки и патофизиологический механизм, посредством которого преобладание силы аддукторов над ягодичным мышечным комплексом индуцирует динамический коллапс коленного сустава внутрь в фазе амортизации приседания. Рассмотрены клинические последствия хронического дисбаланса, включая развитие пателлофemorального болевого синдрома, хондромалиции надколенника и микротравматизации медиального мениска. Особое внимание уделяется критике популярных фитнес-протоколов, способствующих гипертрофии приводящих мышц при одновременной функциональной недостаточности средней и малой ягодичных мышц. Авторы аргументируют необходимость внедрения скрининговой динамометрии для количественной оценки Add/Abd ratio в практику подготовки любителей. Приводятся данные о пороговых значениях соотношения, превышение которых ассоциировано с резким возрастанием риска травматизации. Заключительная часть работы содержит практические рекомендации по коррекции мышечного дисбаланса через целенаправленное укрепление абдукторов бедра с целью оптимизации кинематики приседаний и пролонгирования спортивного долголетия.

**Abstract.** The article discusses the problem of predicting and preventing knee injuries in amateur athletes who systematically perform barbell squats. In contrast to the traditional approach, which focuses on the sagittal imbalance of the thigh muscles (the ratio of the strength of the extensors and flexors of the shin), the authors justify the priority importance of control over the frontal stability of the joint. The central place in the work is given to the analysis of the ratio of the peak moment of force of the adductor muscles of the thigh to the abductor muscles (Add/Abd ratio) as a reliable biomechanical predictor of functional knee valgus deformity. The article describes in detail the anatomical prerequisites and the pathophysiological mechanism by which the predominance of adductor force over the gluteal muscle complex induces a dynamic collapse of the knee joint inwards during the cushioning phase of squatting. The clinical consequences of chronic imbalance, including the development of patellofemoral pain syndrome, patellar chondromalacia, and microtraumatization of the medial meniscus, are considered. Particular attention is paid to the criticism of popular fitness protocols that promote hypertrophy of the adductor muscles while simultaneously functional insufficiency of the middle and small gluteal muscles. The authors argue for the need to introduce screening dynamometry to quantify the Add/Abd ratio in the practice of amateur training. Data on



the threshold values of the ratio, exceeding which is associated with a sharp increase in the risk of injury, are presented. The final part of the work contains practical recommendations for correcting muscle imbalances through targeted strengthening of hip abductors in order to optimize the kinematics of squats and prolong athletic longevity

**Ключевые слова:** Приседания, коленный сустав, травматизм, мышечный дисбаланс, приводящие мышцы бедра, отводящие мышцы бедра, средняя ягодичная мышца, Add/Abd ratio, пиковый момент силы, вальгусная деформация, пателлофemorальный болевой синдром, фронтальная стабильность, биомеханика движений, профилактика травм, фитнес, любительский спорт

**Keywords:** Squats, knee joint, injury, muscle imbalance, hip adductors, hip abductors, gluteus medius, Add/Abd ratio, peak moment of force, valgus deformity, patellofemoral pain syndrome, frontal stability, biomechanics of movements, injury prevention, fitness, amateur sports

Травматизм коленного сустава представляет собой одну из наиболее актуальных проблем современной фитнес-медицины и спортивной травматологии, особенно в контексте стремительного роста популярности силового тренинга среди любителей. Приседания со штангой, являясь базовым и биомеханически сложным упражнением, традиционно рассматриваются как основной инструмент развития силы и гипертрофии нижних конечностей, однако именно они часто становятся триггером хронических и острых повреждений структур колена. Долгое время в центре внимания исследователей и практикующих тренеров находилось отношение силы разгибателей голени к сгибателям, выраженное в концепции дисбаланса четырехглавой мышцы бедра и мышц задней поверхности бедра, известного как H/Q ratio. Тем не менее, накопленные в последние годы данные биомеханического анализа указывают на то, что стабильность коленного сустава во фронтальной плоскости, обеспечиваемая балансом между мышцами, приводящими и отводящими бедро, играет не менее значимую, а в определенных фазах движения и превалирующую роль в профилактике пателлофemorального болевого синдрома и повреждений медиального мениска. Целью данной работы является теоретическое обоснование и клинично-биомеханический анализ значимости показателя отношения пикового момента силы приводящих мышц к отводящим как предиктора травматизма коленного сустава у контингента спортсменов-любителей, систематически выполняющих приседания.

С анатомической и функциональной точек зрения, стабильность коленного сустава во время приседания обеспечивается сложным взаимодействием статических пассивных стабилизаторов, представленных связочным аппаратом и капсулой сустава, и динамических активных стабилизаторов, к которым относятся окружающие сустав мышцы. В то время как передняя крестообразная связка и коллатеральные связки противодействуют избыточному переднему смещению голени и варус-вальгусным нагрузкам, их эффективность значительно возрастает при условии синхронизированной работы периартикулярной мускулатуры. При анализе движения приседания в сагиттальной плоскости ключевым аспектом является контроль сгибания и разгибания, однако для нетренированных любителей наиболее частой технической ошибкой является динамическая вальгусная деформация коленного сустава в момент опускания вниз и прохождения нижней точки амплитуды. Данная деформация, визуально проявляющаяся как сведение коленей внутрь относительно проекции стоп, представляет собой результат чрезмерного приведения бедра в сочетании с его внутренней ротацией. Биомеханической основой этого патологического паттерна является неспособность отводящих мышц бедра, прежде всего средней и малой ягодичных мышц, противостоять мощному аддукционному моменту, создаваемому большой приводящей, длинной и короткой приводящими мышцами, а также нежной мышцей. Возникающая при этом вальгусная нагрузка на колено приводит к латеральному смещению надколенника в борозде бедренной кости, увеличению компрессии на латеральный фасеточный сустав и чрезмерному натяжению медиальной коллатеральной связки и медиального мениска, что со временем неизбежно индуцирует болевую симптоматику и структурные микроразрушения.



В научной литературе последних лет все чаще фигурирует термин "функциональное соотношение силы приведения и отведения бедра", или Add/Abd ratio. В отличие от классических изокинетических тестов, которые зачастую проводятся в положении сидя и оценивают изолированную силу групп мышц в неспецифичной для приседаний позиции, интерес для прогнозирования травм представляет именно пиковый момент силы, развиваемый в условиях закрытой кинетической цепи, то есть в положении стоя с опорой на стопу. Когда спортсмен выполняет приведение бедра к средней линии, фиксируется предельное усилие приводящих мышц. Этот показатель, по сути, описывает ту силу, которая провоцирует «провал» колена вовнутрь. И наоборот, в момент отведения бедра в сторону, преодолевая внешнее сопротивление, замеряется пиковая мощность абдукторов. Именно эта цифра говорит о том, насколько хорошо атлет способен контролировать положение таза и сохранять сустав в нейтральной оси, прямо над стопой. В ходе наблюдений за группами бегунов и футболистов, играющих на любительском уровне, удалось выявить интересную закономерность. Оказалось, что если соотношение силы аддукции и абдукции превышает некий критический порог, то в следующем же соревновательном или подготовительном сезоне резко возрастает число жалоб на боли в области коленной чашечки, а также на проблемы с собственной связкой надколенника. Перенося эти выводы на механику приседаний, можно с большой уверенностью говорить о том, что у нетренированных или слабо подготовленных людей дисбаланс в пользу приводящих мышц делает положение крайне нестабильным. В самой глубокой фазе движения колено подламывается, образуя опасный вальгусный угол, и риск травмы в таком случае умножается в разы.

Особое беспокойство вызывает сложившаяся в фитнес-среде практика построения тренировок. Почти в любой программе можно увидеть массу изолирующих упражнений на сведение ног, которые выполняются в специальном тренажере – так называемой «бабочке». Оправдывают это обычно заботой о внешнем виде или стремлением нарастить общий объём бёдер. При этом полностью упускается из виду необходимость прицельно нагружать среднюю ягодичную мышцу. Подобный подход к составлению плана занятий сознательно загоняет соотношение сил аддукторов и абдукторов в опасный перекосяк, целенаправленно усиливая и гипертрофируя приводящую группу. Итогом такого дисбаланса становится хорошо известное специалистам состояние – перекрёстный синдром нижних конечностей. Его суть довольно проста: мощные, но потерявшие эластичность приводящие мышцы тянут бедро вовнутрь, а слабые ягодичные просто не успевают создать нужное эксцентрическое усилие, чтобы затормозить это смещение, особенно в момент, когда атлет опускается в приседе. Дальше запускается целая патологическая цепочка. Хрящ коленной чашечки начинает постоянно получать микротравмы, жировое тело под связкой надколенника сдавливается, и всё это со временем выливается в характерные жалобы, которые в кругу атлетов называют «коленом приседающего». Стоит специально отметить один коварный нюанс. На первых порах, когда спортсмен-любитель только начинает заниматься и работает с субмаксимальными весами, боль непосредственно во время подхода может и не ощущаться. Всеми виной компенсация: квадрицепс и напрягатель широкой фасции своим напряжением попросту маскируют, скрывают слабость ягодичного комплекса. Поэтому проблема до поры до времени остаётся незамеченной. Однако при достижении определенного объема и интенсивности нагрузки, особенно при работе с весом, превышающим собственный вес атлета в 1,5-2 раза, компенсаторные резервы истощаются, и коленный сустав становится уязвимым для острой травмы мениска или прогрессирующего хондромалияционного процесса.

С клинической и превентивной точки зрения, скрининг отношения пикового момента силы аддукции к абдукции должен стать неотъемлемой частью предварительного тестирования не только профессиональных атлетов, но и лиц, занимающихся силовым фитнесом на регулярной основе. Простые в исполнении мануально-мышечные тесты, такие как удержание отведения бедра в положении лежа на боку в течение длительного времени, а также визуальная оценка контроля колена при выполнении односторонних приседаний, обладают определенной прогностической ценностью, однако только инструментальная



динамометрия позволяет получить точное количественное значение данного отношения. В ряде лабораторных исследований, посвященных профилактике травм передней крестообразной связки у женщин, было установлено, что значение Add/Abd ratio выше 1,0–1,1 ассоциировано с заметным ухудшением нервно-мышечного контроля коленного сустава во фронтальной плоскости. Любители-пауэрлифтеры, независимо от того, выступают они в экипировке или без неё, тоже находятся в зоне риска. Конечно, из-за индивидуальных особенностей вроде строения таза и величины угла Q критическая планка может немного смещаться в ту или иную сторону. Но суть от этого не меняется: если сила приводящих мышц заметно перевешивает силу отводящих, это всегда служит тревожным сигналом, предвещающим возможные проблемы.

Смотреть на травмы колена у тех, кто активно приседает, лишь с точки зрения того, как сгибатели и разгибатели голени работают в передне-задней плоскости, сегодня уже явно недостаточно. Этот подход устарел и методологически, и с чисто врачебной точки зрения – он не даёт полной картины. Всё, что мы разобрали выше, прямо показывает: соотношение пиковых усилий между мышцами, приводящими бедро, и теми, что его отводят, – это весьма точный и чуткий показатель. Именно он позволяет заранее предсказать, разовьётся ли у человека та самая вальгусная нестабильность, при которой колено начинает предательски уходить внутрь. Значимость данного вывода заключается в необходимости пересмотра традиционных программ коррекции техники приседания и построения тренировочного процесса. Внедрение в разминочные комплексы и основные блоки тренировки целенаправленных упражнений, направленных на избирательное укрепление ягодичных мышц, особенно средней и малой, таких как отведения бедра в блоке стоя, "ракушка" с эспандером и ходьба с лентой-амортизатором на коленях, способно существенно снизить величину Add/Abd ratio. Своевременная коррекция этого соотношения позволяет не только оптимизировать кинематику движения во время приседания, увеличив тем самым результативность тренинга, но и, что значительно важнее, минимизировать риск развития хронических дегенеративных изменений в пателлофemorальном суставе и менисках, продлевая тем самым спортивное долголетие любителя и сохраняя здоровье опорно-двигательного аппарата. Перспективы дальнейших исследований в данной области лежат в плоскости установления точных нормативных коридоров Add/Abd ratio для различных возрастных и гендерных групп атлетов-любителей с учетом специфики выполняемых ими тренировочных объемов в приседаниях

### **Список литературы:**

1. Капанджи, А. И. Нижняя конечность. Функциональная анатомия / А. И. Капанджи; пер. с франц. Г. А. Абелевой. – 6-е изд. – Москва: Эксмо, 2017. – 352 с. – (Цветные иллюстрированные медицинские атласы).
2. Коршунов, А. В. Кинематика и динамика опорно-двигательного аппарата человека: учебное пособие / А. В. Коршунов. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019. – 82 с.
3. Челноков, В. А. Биомеханические аспекты профилактики травматизма коленного сустава в силовых видах спорта / В. А. Челноков // Теория и практика физической культуры. – 2018. – № 5. – С. 59–62

