

УДК 796.325

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК ПЛИОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРЫЖКОВОЙ ПОДГОТОВКИ В ВОЛЕЙБОЛЕ

¹Марков К.К., ²Николаева О.О., ²⁻⁵Кудрявцев М.Д.

¹*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: k_markov@mail.ru;*

²*Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: nikolaeva-ok@mail.ru;*

³*Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, Красноярск;*

⁴*Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск;*

⁵*Сибирский юридический институт МВД России, Красноярск, e-mail: kumid@yandex.ru*

В статье рассмотрены проблемы совершенствования скоростно-силовой подготовки в волейболе на основе использования плиометрической методики тренировки. В эксперименте принимали участие 14 игроков женской волейбольной команды на этапе специальной физической подготовки. Основной задачей работы было в течение двух месяцев экспериментально определить оптимальные тренировочные нагрузки – высоты прыгивания с разновысотных опор, при которых спортсмен достигает максимальной скорости и высоты прыжка с минимизацией времени опорной реакции. Для регистрации данных показателей использовалась контактная платформа с электронно-регистрирующим блоком, позволяющим определять интервал времени на опоре и в прыжке до приземления, на основании которых определялась начальная скорость выпрыгивания и высота прыжка. В результате эксперимента были получены данные, свидетельствующие о достоверном различии уровней скоростно-силовой подготовки игроков основного и запасного составов, что определило величины нагрузок на начальном этапе. Статистически достоверные экспериментальные данные подтверждают наличие оптимальных высот, спрыгивание с которых и последующее выпрыгивание позволяет получить значимый тренировочный эффект. Представлены практические рекомендации для эффективного использования плиометрической тренировки в совершенствовании скоростно-силовой подготовленности игроков в волейболе.

Ключевые слова: спортивная тренировка, волейбол, прыжок, плиометрия

EXPERIMENTAL STUDY OF OPTIMAL TRAINING LOADS IN PLYOMETRIC JUMPING PREPARATIONS IN VOLLEYBALL

¹Markov K.K., ²Nikolaeva O.O., ²⁻⁵Kudryavtsev M.D.

¹*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: k_markov@mail.ru;*

²*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: nikolaeva-ok@mail.ru;*

³*Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk;*

⁴*Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk;*

⁵*Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Krasnoyarsk, e-mail: kumid@yandex.ru*

The article deals with the problem of improving speed-strength training volleyball through the use of plyometric training methods. 14 players of the women's volleyball team take part in experiment at the stage of special physical training. The main objective of the study was experimentally within two months to determine the optimal training load – jump off with different heights under which an athlete reaches the maximum speed and jump height with minimization of time supporting reactions. For the registration of data indicators used contact platform with electron-recording unit, which allows to determine the time interval at the contact and jump before landing on the platform of which determined the initial velocity of jumping and the height of the jump. As a result of the experiment there were received date of authentic difference levels of speed-strength training the players basic and spare team compositions that determined loads initially. Statistically reliable experimental data confirm the existence of the optimal height, drop jumping from which and the subsequent jump up allows to get meaningful speed-strength training effect.

Keywords: athletic training, volleyball, jump, pliometrija

Широкое использование плиометрических тренировок в спорте представляет значительный интерес в научном и практическом аспектах, достаточно широко отраженных в ряде научных и методических исследований [1–3]. В последние годы в работах по теории и методике спортивной тренировки в разных видах спорта и отдельных спортивных дисциплинах были проведены научные и экспериментальные

исследования, свидетельствующие о высокой эффективности данного метода, особенно у подготовленных спортсменов, и позволяющие в более короткие сроки и с меньшими энергетическими затратами получить заметный прирост уровня скоростно-силовой подготовленности [4–6]. Важно также отметить, что идея и принципиальное содержание плиометрической тренировки находятся в общем методоло-

гическом направлении, определяющем оптимальность тренировочных скоростно-силовых нагрузок в спорте, исходя из единой триады «сила – скорость – мощность» [7]. Особое значение проблема скоростно-силовой подготовки имеет в видах спорта, в которых результативность и успешность соревновательной деятельности определяется способностью спортсмена к проявлению максимальных усилий в жестких временных рамках, особенно в вариативных условиях их ответных действий, что имеет место в волейболе.

При оптимальной тренировочной программе плиометрия позволяет улучшить быстроту игрока, общее гармоничное развитие силы мышц ног, обеспечивающих выполнение прыжковых действий и их общую мышечную мощность. Плиометрические упражнения предназначены для тренировки быстрых мышечных волокон с позитивным влиянием на быстроту и прыгучесть [8–10]. Кроме таких, достаточно очевидных изменений механических двигательных возможностей спортсменов, плиометрическая тренировка, в которой эксцентричные и концентрические действия объединяются в упражнениях с единым мышечным циклом растяжение-сокращение и стреч-фактором, предшествующем позитивной работе, оказывает существенное влияние на такие важные физиологические и биохимические факторы как ферментативная активность прыжковых мышц, повышая механическую эффективность прыжковых действий, когда расходы энергии малы по сравнению с механической работой [11; 12].

Основным тренирующим фактором в плиометрических упражнениях, реализующих в едином двигательном акте прыгивание с определенной высоты и мгновенное выпрыгивание, в первую очередь является высота прыгивания, индивидуально оптимальная величина которой определяет эффективность такой подготовки. Дополнительными влияющими факторами являются: характер опорной поверхности, на которую приземляется спортсмен, ее жесткость и амортизационные свойства, поглощающие энергию приземления, время нахождения спортсмена на опоре (временной интервал между моментом касания опоры на приземлении и отрывом при выпрыгивании) и психологический фактор мотивации спортсмена на достижение максимальной высоты выпрыгивания в каждой тренировочной попытке [2; 3].

Критерием оптимальности сочетаний тренирующих факторов является такая высота прыгивания, при которой на данном

индивидуальном уровне скоростно-силовой подготовки спортсмена он способен:

- в фазе амортизации погасить энергию падения за счет сгибания коленей до оптимального для данного спортсмена угла;
- находясь в опорной фазе, обеспечить оптимальное время контакта с опорой, необходимое для эффективного перехода к выпрямлению ног и выталкиванию;
- в фазе отталкивания и разгона тела действовать максимально мотивированно.

Материалы и методы исследования

В эксперименте участвовали 14 спортсменок женской волейбольной команды «Политехник» на этапе специальной физической подготовки после шестинедельной общефизической тренировки в условиях летнего лагерного сбора. Эксперименты проходили в рамках единого недельного тренировочного процесса с общим объемом 4,5 часа трижды в неделю на протяжении двух месяцев. В связи с принципиальным отсутствием контрольной группы для оценки динамики результатов и достоверности изменений использовался непараметрический парный критерий Т-Вилкоксона.

Для оперативной вариации индивидуально оптимальной высоты прыгивания были изготовлены два легких деревянных параллелепипеда с разными размерами сторон: один – 30–40–50 см и второй для более подготовленных игроков – 60–70–80 см, что охватывало обозримый и практически необходимый диапазон размеров. Путем их простого переворачивания оперативно менялась индивидуально необходимая для спортсмена высота прыгивания.

Техническое обеспечение тренировочного процесса состояло из металлической контактной платформы достаточной жесткости с тонким резиновым покрытием рабочей поверхности, контактного устройства под этим покрытием и измерительного контактно-электронного блока, позволявшего регистрировать первый момент контакта спортсмена с опорой, промежуточный момент его отрыва от платформы и заключительный момент приземления в одной попытке. Компьютерная обработка позволяла в реальном масштабе времени получать и регистрировать время нахождения спортсмена на опоре, время безопорной фазы полета, а также расчетным путем определять начальную скорость отрыва спортсмена от опоры и высоту прыжка. Из теоретической механики [13, с. 21] известны закономерности свободного падения тела, связывающие начальную скорость V_0 , время движения t и вертикальную высоту h .

Экспериментальное исследование эффективности плиометрической подготовки в волейболе

Значения	Группа 1 – Основной состав n = 7						Группа 2 – Запасной состав n = 7					
	V_0 , м/с		H , см		$T_{оп}$, с		V_0 , м/с		H , см		$T_{оп}$, с	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
X	3,04	3,17	47,4	51,4	0,19	0,17	2,82	2,91	40,7	43,3	0,25	0,22
s	0,15	0,17	4,7	5,6	0,05	0,04	0,12	0,13	3,5	3,9	0,07	0,05
m	0,06	0,06	1,77	2,1	0,01	0,01	0,05	0,05	1,3	1,5	0,02	0,02
Стьюдент 1–2 до	2,75 $p < 0,05$	–	3,05 $p < 0,05$	–	2,7 $p < 0,05$	–	2,75 $p < 0,05$	–	3,05 $p < 0,05$	–	2,7 $p < 0,05$	–
T-Вилкоксон	$p < 0,05$		$p < 0,05$		$p < 0,05$		$p < 0,05$		$p < 0,05$		$p < 0,05$	

Для усиления мотивации, кроме сообщения спортсмену о достигнутой в попытке высоте прыжка, перед ним на различной, но доступной высоте находились отметки для их доставания в полете. Дополнительной психологической особенностью такого тренировочного процесса был также и достаточно высокий уровень соревнования между спортсменами команды, особенно между игроками первого и второго составов, подкрепляемый пунктуальной, оперативной информацией о результатах и различными педагогическими приемами стимуляции и награждения достигших наилучших тренировочных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

В начале экспериментального периода для определения исходного уровня прыжковой подготовленности вся группа спортсменов была протестирована по единой методике на контактной платформе с определением максимально возможной высоты выпрыгивания с двух ног и начальной скорости выталкивания для вертикального прыжка. В результате статистической обработки полученных первичных результатов (таблица) было выявлено наличие в команде двух подгрупп из игроков основного и запасного составов со статистически достоверным ($p < 0,05$) по критерию Стьюдента различием оцениваемых параметров. Этот факт послужил дополнительным доводом в пользу индивидуализации тренировочных нагрузок плиометрического характера с помощью описанных выше регулируемых по высоте опор для прыгивания. В дальнейшем обе подгруппы тренировались в общей группе по единой методике, но регистрация и анализ результатов производились отдельно (таблица) для каждой подгруппы с использованием непараметрического парного критерия Т-Вилкоксона.

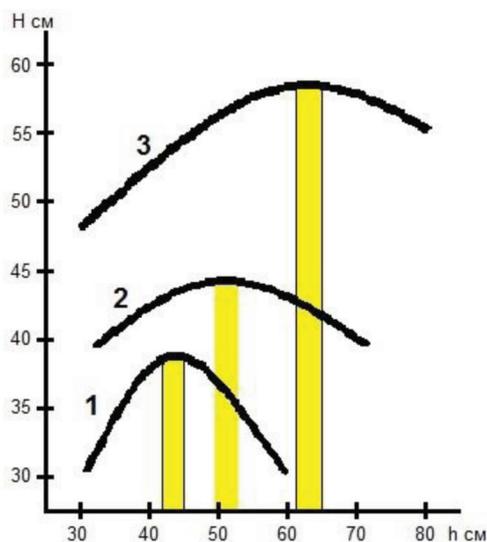
Следующим этапом подготовки было определение оптимальных плиометриче-

ских нагрузок, значений высот прыгивания, при использовании которых спортсменом достигается максимальная на данный момент высота выпрыгивания. Основываясь на ряде теоретических работ [9–11], предполагалось, что при малых высотах прыгивания стреч-эффекты и биохимическая активация ряда ферментов прыжковых мышц будут недостаточными для реализации положительных эффектов плиометрического метода, особенно для спортсменов высокого класса. С другой стороны, предельные для возможностей конкретного спортсмена высоты прыгивания значительно удлиняют фазу амортизации (в данном случае время на опорной поверхности) и при более глубоком подседе уменьшаются углы сгибания коленей. Это снижает эффективность плиометрического метода развития скоростно-силовых возможностей спортсмена и высоты прыжка, особенно для игроков менее подготовленных для данной тренировочной работы.

Учитывая доминирующий групповой метод тренировки в волейболе, в том числе и в специальной физической подготовке, основной задачей этого этапа была классификация всех игроков относительно их оптимальных индивидуальных возможностей в упражнении «спрыгивание с выпрыгиванием». Для этой цели, используя возможности быстро менять разновысотные опоры, все спортсмены последовательно прошли начальное тестирование по описанной выше методике на высотах прыгивания от 30 до 80 см с шагом 10 см по три попытки на каждой высоте с полной регистрацией всего комплекса параметров: время на опоре в фазе амортизации, время полета от выталкивания до приземления – и автоматическим компьютерным расчетом скорости отталкивания и достигнутой высоты прыжка.

В результате этих исследований было установлено, что зависимость между высотой прыгивания h (нагрузка уступающего характера) и высотой последующего прыж-

ка H (преодолевающая нагрузка) имеет параболический характер, индивидуальный в зависимости от генетических факторов и начального уровня скоростно-силовой подготовки конкретного спортсмена. На рисунке представлены характерные формы зависимости указанных характеристик для трех спортсменов разной подготовленности: 1 – низкой, 2 – средней и 3 – высокой.



Определение оптимальной плиометрической нагрузки

Полученные результаты послужили практической основой для начала планирования и организации плиометрической подготовки игроков команды в реальном тренировочном режиме. По окончании экспериментов было также достоверно установлено, что величины начальных оптимальных высот за счет роста специальной физической тренированности сдвигаются в сторону ее повышения.

Важной особенностью описываемого экспериментального исследования было дополнительное рассмотрение такой значимой в ряде видов спорта характеристики скоростно-силовой работы спортсмена, как время опорной реакции при контакте его ступней с рабочей поверхностью. К сожалению, в практической тренерской работе в разных видах спорта этот показатель фигурирует довольно редко и, как правило, у тренера и спортсмена нет технических средств для ее измерения и оценки, а также и методик совершенствования. Во введении в работу была обоснована особая значимость времени контакта с опорой в конкретной плиометрической методике прыжковой тренировочной работы в волейболе.

Технические возможности экспериментальной контактной платформы позволяют

измерять, регистрировать и анализировать реактивную способность спортсмена в проявлении скоростно-силовых качеств, что дает возможность установить корреляцию между временем опорной реакции и двигательным результатом, в данном случае высотой прыжка. Очевидно, что в выборе критериев оптимальности времени спортсмена на опоре тренеру приходится оперировать двумя разными соображениями.

С одной стороны, рационально стремление к снижению этого показателя, и в ряде классических отечественных работ по скоростно-силовой подготовке [1; 2] именно этим фактором характеризуется реактивная способность к мышечной работе. С другой стороны, учитывая биомеханику спортивных движений в беговых видах легкой атлетики (особенно в спринте), в большинстве различных прыжковых специализаций и целом ряде технических приемов в спортивных играх, очевидно, что время опорного контакта должно быть **достаточным** для сгибания и разгибания отдельных частей тела спортсмена в эффективной реализации нужного движения (выталкивания, выпрыгивания, в бросках и метаниях, в ударных действиях и т.д.).

Математико-статистическая обработка результатов (таблица) свидетельствует, прежде всего, о достоверных различиях ($p < 0,05$) в начале эксперимента в скоростно-силовой подготовке спортсменов основной и запасной составов по всем основным критериям: скорости и высоте выпрыгивания, а также во времени опорной реакции при спрыгивании с возвышения и последующим свободным вертикальным выпрыгиванием. Это делает актуальными определенные коррективы в тренировочном процессе с акцентом на второй состав.

Технологически и концептуально подтверждена эффективность использования в типовом тренировочном процессе волейбольной команды мобильной разновысотной опоры, позволяющей достаточно просто реализовать идею оптимизации плиометрической тренировки игроков в зависимости от уровня их скоростно-силовой подготовленности.

Для оценки динамики каждого из тестируемых показателей в каждой группе отдельно использовался парный критерий Т-Вилкоксона, применяемый для оценки различий экспериментальных данных, полученных в двух разных условиях в начале и в конце эксперимента на одной и той же выборке испытуемых. Анализ «оси значимости» по всем трем тестам в двух различных группах показал, что величина не-типичного сдвига $T_{эмп}$ находится во всех

случаях в зоне 5% значимости, что свидетельствует о закономерности изменений, произошедших в результате применения эффективной тренировочной методики.

Представленные на рисунке экспериментальные индивидуальные характеристики зависимости высоты выпрыгивания от высоты спрыгивания для спортсменов различной скоростно-силовой подготовленности подтверждают гипотезу о наличии оптимальной высоты спрыгивания для каждого игрока. Это дает тренеру необходимую информацию для реализации максимально эффективной тренировочной работы в данном направлении.

Многoletние экспериментальные данные, полученные в Центре медико-биологических исследований Иркутского государственного технического университета [14; 15] при тестировании функциональной подготовки обширного контингента спортсменов в различных видах спорта показали также высокую значимость временных характеристик опорной реакции, их достоверную корреляцию с реактивными качествами спортсменов, с высотой выпрыгивания в самых разнообразных спортивных дисциплинах и соревновательных ситуациях. Тестирование опорной реакции спортсмена в указанных работах проводилось в двух прыжковых движениях на контактной платформе по описанной выше методике: в однократном выпрыгивании с места для определения максимальной высоты отрыва и в серийных прыжках, мышечная работа в которых идентична плиометрической методике спрыгивания с выпрыгиванием. У высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах, время опорной реакции находилось в пределах 0,1–0,15 с, в игровых видах спорта – 0,16–0,20 с. Дополнительно при этих тестированиях была также обнаружена высокая информативность времени опорной реакции о степени природной одаренности, которая может служить надежным маркером на стадии первичного отбора юных спортсменов. У некоторых из них уже в возрасте 10–12 лет обнаруживались высокие задатки реактивной способности организма.

Представляется обоснованным на данном уровне наших знаний о природе исследуемого показателя ограничиваться стремлением к разумному снижению времени опорного контакта, постоянно сопоставляя его динамику с результативностью основных соревновательных действий. Анализ экспериментальных данных (таблица) подтвердил гипотезу о существенной корреляционной связи в данном тренировочном

упражнении между временем нахождения на опоре после приземления и высотой выпрыгивания. Используя критерий Пирсона, были получены значения коэффициента корреляции в пределах $r = 0,64-0,82$, причем важно отметить, что для группы 1 основного состава команды он был статистически достоверно более высоким, чем в группе 2 запасного состава. Это также подтверждает необходимость использования наиболее эффективных методик прыжковой подготовки.

Список литературы

1. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. – М.: ФИС, 2009. – 264 с.
2. Верхошанский Ю.В. Принципы построения тренировки в скоростно-силовых видах легкой атлетики // Легкая атлетика. – 1979. – № 8. – С. 8–10.
3. Марков К.К., Николаева О.О., Янов В.В. Специальная силовая подготовка в современном волейболе: монография. – Красноярск, КГПУ, 2008. – 140 с.
4. Марков К.К., Николаева О.О., Сидорова Е.Н. Психомоторные особенности двигательных действий спортсмена в прыжках в высоту // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–14. – С. 3159–3163.
5. Markov K.K., Nikolaeva O.O. Theoretical and methodological problems of psychomotor qualities formation in volleyball // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2013. – Т. 6. № 7. – С. 1043–1056.
6. Марков К.К., Николаева О.О. Проблемы плиометрической тренировки в скоростно-силовой подготовке прыгунов в длину // В сборнике: Основные направления развития физической культуры и спорта в регионе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции факультета физической культуры и спорта. – Калининград, 2006. – С. 99–102.
7. Марков К.К., Николаева О.О. Определение тренировочных скоростно-силовых нагрузок на основе кривых «сила – скорость – мощность» // В сборнике: Физическая культура и спорт в системе образования. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2006. – С. 225–231.
8. Aura O., Komi P.V. Effects of pre-stretch intensity on mechanical efficiency of positive work and on elastic behavior of skeletal muscle in stretch-shortening cycle exercise // *Int. J. Sports Med.* – 1986. – № 7(3). – P. 137–143.
9. Bobbert M.F. Drop jumping as a training method for jumping ability // *Sports Medecine.* – 1990. – № 9 (1). – P. 7–22.
10. Marullo F. Plyometrics – the link between speed and strength training // *The Coach.* – 2008. – № 1. – P. 18–21.
11. Kyrolainen H. (and all) Effects of power training on mechanical efficiency in jumping // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2014. – № 91. – P. 155–159.
12. Joyce D., Lewindon D. High-performance training for sports. – *Human Kinetics*, 2014. – 377 p.
13. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Часть 2. Динамика. – М.: Высшая школа, 2015. – 171 с.
14. Сивохов В.Л., Сивохова Е.Л., Иванова О.А., Кириллов Ю.К. Использование инновационных технологий в медико-биологическом обеспечении физической культуры и спорта: монография. – Иркутск: ООО Призма, 2016. – 210 с.
15. Сивохов В.Л., Сивохова Е.Л., Миролевич Д.В. Современное медико-биологическое обеспечение занимающихся физической культурой и спортом. – Иркутск: Центр медико-биологических исследований ИргТУ, 2010. – 164 с.