

# ОСОБЕННОСТИ СИЛОВЫХ И ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ ПРОИЗВОЛЬНОМ СОКРАЩЕНИИ И ВЫСТРЕЛАХ ИЗ КЛАССИЧЕСКОГО ЛУКА

А.М. Пухов, Д.П. Тарнаков

Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Россия

## Аннотация

**Цель работы** заключалась в изучении силы натяжения тетивы классического лука и уровня специальной силовой подготовленности у спортсменов различной квалификации.

**Методы и организация исследования.** В исследованиях приняли участие 37 стрелков из классического лука, с уровнем квалификации от стрелков без разряда до заслуженного мастера спорта. У спортсменов проводилась динамометрия максимального произвольного сокращения (МПС) в изготовке стрелка в момент прикладки посредством разработанного «Динамометра лучника», полученные результаты сопоставлялись с силой рабочего натяжения тетивы лука. Также сопоставлялась амплитуда электромиограмм скелетных мышц рук, плечевого пояса и спины при выполнении максимального усилия и выстрелов из лука.

**Основные результаты.** Наименьшая величина МПС зарегистрирована у начинающих стрелков из лука: у юношей –  $14,40 \pm 0,70$  кг, у девушек –  $22,61 \pm 1,45$  кг. Максимальные значения МПС показывали спортсмены с уровнем квалификации международного класса и заслуженного мастера спорта: у мужчин –  $73,12 \pm 1,70$  кг, у женщин –  $43,63 \pm 2,93$  кг. Сила натяжения тетивы лука также была наименьшей у начинающих спортсменов и увеличивалась с повышением спортивного мастерства до  $23,73 \pm 0,37$  кг у мужчин и  $21,40 \pm 1,16$  кг у женщин. Электромиографический анализ показал, что в отличие от выстрела из лука при выполнении максимального усилия в изготовке стрелка наблюдалось увеличение напряжения верхних пучков трапециевидной мышцы, поверхностного сгибателя пальцев кисти, а снижение зарегистрировано у общего разгибателя пальцев, передней части левой дельтовидной мышцы и нижних пучков трапециевидной мышцы с левой стороны. При этом задняя часть дельтовидной мышцы тянущей руки не изменяла своего напряжения.

**Заключение.** Рабочая сила натяжения тетивы у высококвалифицированных спортсменов-мужчин составляла лишь треть от их максимальных силовых способностей. У женщин с квалификацией кандидат в мастера спорта и выше сила натяжения тетивы находилась на уровне 40-60% от МПС. Начинающим спортсменам для натяжения тетивы приходилось развивать усилия до 80% от МПС, что свидетельствует о недостаточном уровне специальной физической подготовленности. При чрезмерной силе натяжения тетивы классического лука возрастает электроактивность верхних пучков трапециевидной мышцы, при этом напряжение задней части дельтовидной мышцы тянущей руки практически не изменяется.

Ключевые слова: стрельба из лука, классический лук, сила натяжения тетивы, максимальная сила, специальная физическая подготовленность, динамометрия, электромиография.

## FEATURES OF STRENGTH AND ELECTROMYOGRAPHIC CHARACTERISTICS AT MAXIMUM VOLUNTARY CONTRACTION AND SHOOTING FROM A RECURVE BOW

A.M. Pukhov, e-mail: alexander-m-p@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-8642-970X

D.P. Tarnakov, e-mail: tarnakov00@bk.ru, ORCID: 0009-0009-0236-6878

Velikie Luki State Academy of Physical Culture and Sports, Velikie Luki, Russia

## Abstract

**The research purpose** was to study the dynamics of changes in the recurve bow string tension and the level of special strength readiness in athletes of various qualifications.

**Methods and organization.** The study involved 37 archers with qualification level ranging from shooters without a rank to Honored Master of Sports. A dynamometry of the maximum voluntary contraction (MVC) and draw force of a bowstring was recorded during aiming phase. A specialized device "archer dynamometer" was developed for the registration of MVC. The amplitude of electromyograms of the skeletal muscles of the arms, shoulder girdle and back was also compared when performing MVC and archery shots.

The results. The lowest value of MVC was registered in novice archers: boys –  $14,40 \pm 0,70$  kg and girls –  $22,61 \pm 1,45$  kg. The maximum values of MVC were shown by athletes with an international class qualification level and an Honored Master of Sports: men –  $73,12 \pm 1,70$  kg and women –  $43,63 \pm 2,93$  kg. The draw force bowstring was also the lowest in novice athletes and increased with increasing sportsmanship to  $23,73 \pm 0,37$  kg for men and  $21,40 \pm 1,16$  kg for women. Electromyographic analysis showed that, in contrast to a bowshot, when performing MVC, an increase in the electrical activity of the upper trapezius muscle, flexor digitorum superficialis, and a decrease was registered in extensor digitorum communis, anterior deltoid and the lower trapezius muscle on the left side, while the posterior deltoid muscle of the pulling arm did not change its tension.

**Conclusion.** The draw force of bowstring in highly qualified male athletes was only a third of their maximum strength abilities. Qualified women showed the draw force of bowstring 40-60% of the MVC. Novice athletes need to develop maximum voluntary contraction up to 80%, which indicates an insufficient level of special physical fitness. With excessive tension on the string of a recurve bow, the electrical activity of the upper bundles of the trapezius muscle increases, while the tension in the posterior part of the deltoid muscle of the the draw arm practically does not change.

**Keywords:** archery, recurve bow, draw force of bowstring, maximum voluntary contraction, special physical readiness, dynamometry, electromyography.

## ВВЕДЕНИЕ

Оптимальная настройка материальной части лука, в том числе силы натяжения тетивы, позволяет спортсмену производить выстрел без приложения чрезмерной силы и с сохранением биомеханических характеристик техники его выполнения [4, 11]. При этом баллистические характеристики полета стрелы во много зависят от скорости ее вылета [12], что в свою очередь обеспечивается силой натяжения тетивы лука [8]. В настоящее время регулировка силы натяжения тетивы спортивного лука основывается на субъективных ощущениях самого спортсмена и профессиональном опыте тренера и не учитывает текущий уровень специальной силовой подготовленности спортсмена. В тренировочном процессе стрелков из лука отсутствуют объективные подходы к оценке силы и выносливости основных мышечных групп, участвующих в выполнении выстрела [9]. Вместе с тем приводятся корреляционные связи показателей общей физической подготовленности стрелков из лука и их результативности [14].

Достоверные и объективные сведения о специальной силовой подготовленности стрелков из лука могут быть использованы в качестве индикаторов для эффективной настройки лука [5].

В практике стрельбы из лука встречаются примеры создания специализированных приборов для измерения силы и выносливость мышц рук в изготовке спортсмена [13], однако открытым остается вопрос поиска критериев, отражающих соразмерность силы лука и физических способностей спортсменов. В связи с этим цель работы заключалась в изучении силы натяжения тетивы классического лука и уровня специальной силовой подготовленности спортсменов различной квалификации.

## МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследованиях приняли участие 37 стрелков из классического лука из 10 субъектов Российской Федерации, в том числе из состава национальной команды по стрельбе из лука, от начинающих спортсменов, не имеющих разрядов, до Заслуженных мастеров спорта России в возрасте от 14 до 36 лет (таблица 1). Все участвующие спортсмены и их тренеры были предупреждены о целях, задачах и условиях исследования. Спортсмены допускались к исследованиям после согласия их личного тренера или старшего тренера сборной команды.

**Таблица 1 – Общая характеристика участников исследования**  
**Table 1 – General characteristics of the study participants**

Квалификация Qualification	Возраст, лет Age, years	Стаж занятий, лет Work experience, years
Заслуженный мастер спорта России / Honored Master of Sports (n=4)	30,25±1,55	16,25±2,21
Мастер спорта международного класса / Master of Sports of International Class (n=7)	30,29±1,48	17,29±1,73
Мастер спорта России / Master of Sports (n=11)	20,91±0,95	7,59±0,48
Кандидат в мастера спорта России / Candidate of Master of Sports (n=11)	17,64±0,15	6,43±0,30
Без разряда / Novice athlete (n=4)	15,00±0,37	2,00±0,37
Итого: Total:	n=37 22,08±1,09	9,76±1,05

У спортсменов проводилась динамометрия максимального усилия посредством разработанного «Динамометра лучника». Выполнение максимального произвольного сокращения (МПС) в изготовке лучника имитировало выстрел из лука с предельно возможным для спортсмена натяжением тетивы. Спортсмены выполняли по три реализации МПС, между попытками предоставлялось время для полного восстановления, составлявшее в среднем 1-2 минуты. Полученные результаты максимального произвольного сокращения сопоставлялись с рабочей силой натяжения тетивы лука, которая измерялась с помощью динамометра EASTON Bow Weight Scale (Easton Technical Products, США) в момент полного натяжения лука.

При выполнении МПС и выстрелов из лука производилась запись электромиографической активности мышц рук, плечевого пояса и спины (поверхностный сгибатель и общий разгибатель пальцев правой кисти; задняя часть дельтовидной правой и передняя часть дельтовидной левой руки; верхние и нижние пучки трапециевидной с правой и левой стороны) посредством телеметрического 16-канального биомонитора ME 6000 (MegaElectronics, Финляндия).

Для выявления изменений в активности исследуемых мышц при выполнении выстрелов из лука и МПС был рассчитан коэффициент (k) как частное средней амплитуды электромиограммы (ЭМГ) при выполнении выстрелов из лука к МПС:

$$k = \frac{\text{амплитуда ЭМГ при выстрелах из лука}}{\text{амплитуда ЭМГ при МПС}}, \text{ у.е.}$$

Если коэффициент был больше единицы, то напряжение данной мышцы увеличивалось при МПС по сравнению с напряжением при вы-

стреле из лука. Напротив, значение коэффициента меньше единицы свидетельствовало о снижении напряжения мышцы при МПС относительно такового при выстреле из лука. Если коэффициент был равен единице или близок к единице, то активность мышцы была одинаковой при выстрелах из лука и выполнении максимального произвольного сокращения.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью Statistica 10.0. Рассчитывали среднее арифметическое (M) и ошибку среднего арифметического (m). В некоторых случаях вычисляли изменения, выраженные в процентах. Для оценки достоверности различий в регистрируемых параметрах применяли однофакторный дисперсионный анализ для повторных измерений (ANOVA) с Post-hoc анализом Newman-Keuls. Статистически значимым уровнем считали  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для регистрации максимального произвольного сокращения, развиваемого спортсменами в положении, моделирующем изготовку стрелка из лука, был разработан прибор «Динамометр лучника» (рисунок 1А), состоящий из рукоятки классического лука, динамометра и захвата, которые связаны между собой многозвенной цепью (рисунок 1Б). Динамометр рассчитан на измерения до 100 кг. Конструкция устройства позволяла регулировать длину цепи и подбирать ее в соответствии с антропометрическими данными спортсмена. Расстояние между рукояткой и захватом соответствовало длине натяжения лука и подбиралось индивидуально для каждого спортсмена. Таким образом имитировалось положение стрелка в момент прикладки [6].

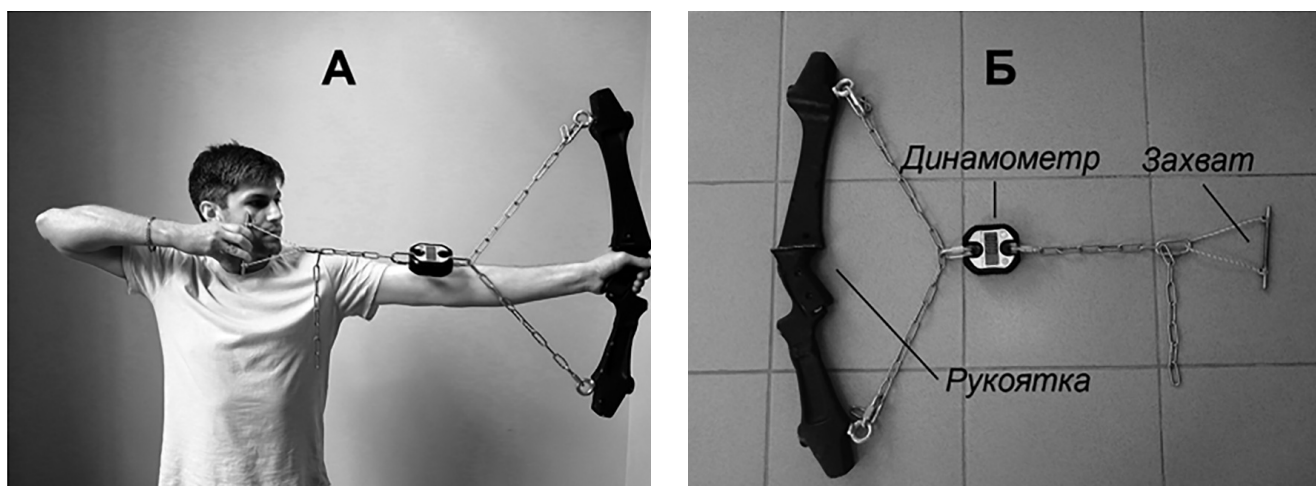


Рисунок 1 – Внешний вид (А) и конструкция (Б) прибора «Динамометр лучника»  
Figure 1 – Appearance (A) and design (B) of the "Archer Dynamometer" device

Повышение уровня спортивного мастерства неразрывно связано с увеличением физических способностей спортсменов, происходящем не только под действием специфических нагрузок вида спорта [1-2], но и в силу их естественного биологического развития [3]. Наименьшие значения максимального произвольного сокращения зарегистрированы у спортсменов без разряда: у юношей –  $14,40 \pm 0,70$  кг, у девушек –  $22,61 \pm 1,45$  кг. У спортсменов-мужчин выявлено линейное увеличение максимальной силы с повышением квалификации. Кандидаты в мастера спорта демонстрировали МПС на уровне  $42,69 \pm 1,48$  кг, у мастеров спорта она была больше на 32,51% ( $p < 0,05$ ) и достигала  $56,57 \pm 1,70$  кг, а у МСМК/ЗМС был зарегистрирован максимальный уровень специальной силовой под-

готовленности –  $73,12 \pm 1,70$  кг, что на 29,25% больше по сравнению с МС ( $p < 0,05$ ) (таблица 2). У женщин с квалификацией КМС и МС средние значения максимальной произвольной силы не имели статистически значимых отличий и составляли  $36,58 \pm 0,63$  кг и  $33,16 \pm 1,76$  кг соответственно. Однако у высококвалифицированных спортсменок (МСМК/ЗМС) средняя величина МПС была на 40,33% больше по сравнению с таковой у мастеров спорта ( $p < 0,05$ ). Вместе с тем

темпы развития специальной силовой подготовленности у мужчин значительно выше, чем у женщин: различия у КМС составляли 14,31% ( $p < 0,05$ ), а на уровне МСМК/ЗМС достигали 40,33% ( $p < 0,05$ ) (таблица 2).

Таблица 2 – Величины максимального произвольного сокращения и силы натяжения тетивы у стрелков из классического лука, кг ( $M \pm m$ )

Table 2 – Values of the maximum voluntary contraction and the draw force of a recurve bowstring, kg ( $M \pm m$ )

	Пол Gender	Разряд/звание Qualification			
		б/р NA	КМС CMS	МС MS	МСМК/ЗМС MSIC/HMS
МПС MVC	Мужчины Men	$14,40 \pm 0,70$	$42,69 \pm 1,48^{* \#}$	$56,57 \pm 1,70^{* \#}$	$73,12 \pm 1,70^{* \#}$
	Женщины Women	$22,61 \pm 1,45$	$36,58 \pm 0,63^{*}$	$33,16 \pm 1,76$	$43,63 \pm 2,93^{*}$
Сила натяжения тетивы Draw force of a bowstring	Мужчины Men	$10,89 \pm 0,96$	$18,00 \pm 0,60^{\#}$	$20,75 \pm 0,52^{* \#}$	$23,73 \pm 0,37^{*}$
	Женщины Women	$13,68 \pm 0,93$	$16,75 \pm 0,32^{*}$	$17,98 \pm 0,65$	$21,40 \pm 1,16^{*}$

**Примечание.** \* – достоверность различий по отношению к предыдущему спортивному разряду при  $p < 0,05$ ; # – достоверность различий между мужчинами и женщинами одинаковой квалификации при  $p < 0,05$

**Note:** \* – statistically significant difference compared to the previous qualification at  $p < 0,05$ ; # – statistically significant difference between men and women of the same qualifications at  $p < 0,05$



Низкий уровень физической подготовленности у начинающих спортсменов отражался и на силе натяжения тетивы их луков, которая была наименьшей по сравнению с таковой у квалифицированных спортсменов: у юношей –  $10,89 \pm 0,96$  кг, у девушек –  $13,68 \pm 0,93$  кг. На каждом уровне спортивной квалификации сила натяжения тетивы лука была больше по отношению к предыдущей, максимальные значения зарегистрированы у стрелков международного класса и заслуженных мастеров спорта (у мужчин –  $23,73 \pm 0,37$  кг, у женщин –  $21,40 \pm 1,16$  кг). Необходимо отметить, что у квалифицированных спортсменов сила натяжения мужского лука в среднем была на 10% больше по сравнению с силой натяжения женского, однако при достижении уровня МСМК/ЗМС эти различия не достигали статистически значимого уровня (таблица 2).

Оценивая процентное отношение силы натяжения тетивы к уровню силовой подготовленности стрелков из лука, можно отметить, что с повышением спортивного мастерства данная величина снижается. В частности, сила натя-

жения тетивы мужского лука у начинающих спортсменов, не имеющих разряда, составляла  $83,76 \pm 5,07\%$  от их максимальных силовых способностей, у стрелков уровня КМС –  $46,75 \pm 3,85\%$  от МПС ( $p < 0,05$ ), а у МС и МСМК/ЗМС –  $38,36 \pm 1,73\%$  ( $p < 0,05$ ) и  $33,10 \pm 0,93\%$  ( $p < 0,05$ ) соответственно (рисунок 2). У девушек, не имеющих разряда, сила натяжения тетивы лука составляла  $61,01 \pm 4,25\%$  от МПС. При достижении уровня спортивного мастерства КМС и выше у женщин не выявлено значимых изменений отношения силы натяжения тетивы к максимальной произвольной силе и оно находилось на уровне 45-60%. Между мужчинами и женщинами с квалификацией мастер спорта и МСМК/ЗМС наблюдаются значимые различия в силе натяжения тетивы лука к МПС. Можно заключить, что у мужчин темпы развития специальной силовой подготовленности выше относительно увлечения силой натяжения тетивы лука, а у женщин сила натяжения лука возрастает пропорционально их физическим способностям (рисунок 2).

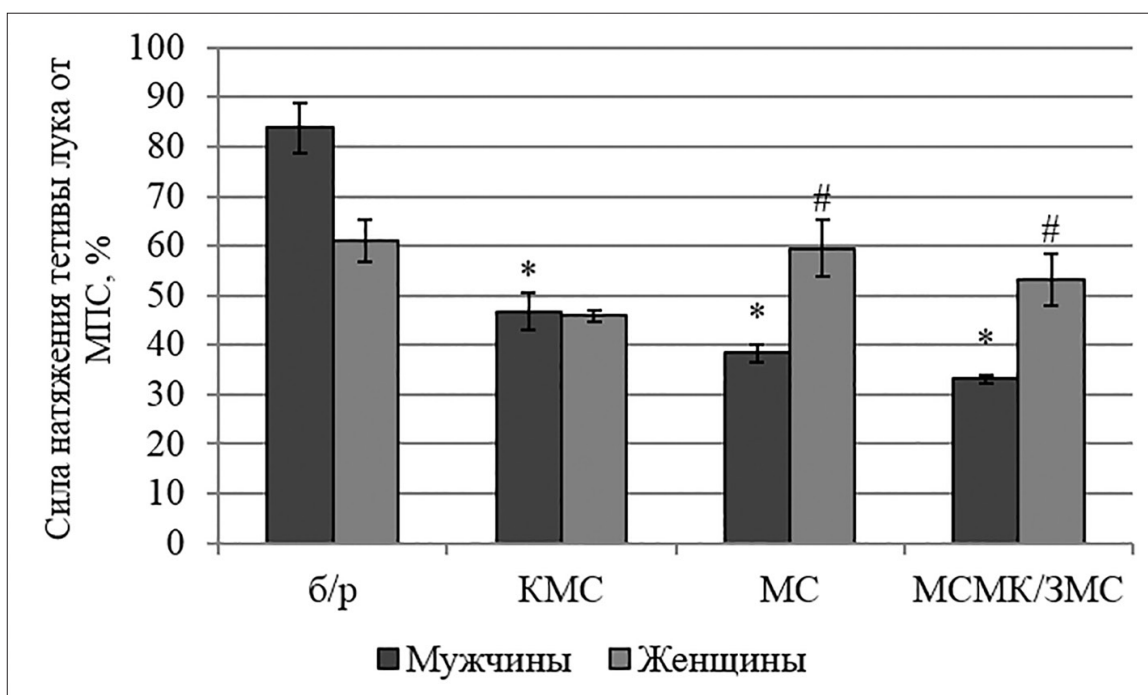


Рисунок 2 – Отношение силы натяжения тетивы классического лука к МПС по уровню квалификации спортсменов  
 Figure 2 – The ratio of draw force of a recurve bowstring to the MVC by the sports qualification level

Примечание. \* – достоверность различий по отношению к предыдущему спортивному разряду при  $p < 0,05$ ; # – достоверность различий между мужчинами и женщинами одинаковой квалификации при  $p < 0,05$

Note: \* – statistically significant difference compared to the previous qualification at  $p < 0,05$ ; # – statistically significant difference between men and women of the same qualifications at  $p < 0,05$

Сила натяжения тетивы лука, непропорциональная физическим возможностям спортсмена, проявляется в нарушении биомеханики техники выполнения выстрела [10] и, соответственно, в изменениях напряжения скелетных мышц. Амплитуда электромиограммы косвенно отражает усилия, развиваемые скелетной мышцей в процессе выполнения как выстрела в целом, так и одной технической фазы, следовательно, чем она больше, тем больше напряжение, развиваемое изучаемой мышцей [16]. Относительно выстрела из лука выполнение МПС проявлялось в увеличении амплитуды ЭМГ верхних пучков трапецевидной мышцы с правой и левой стороны ( $k=2,02$  у.е. и  $k=1,28$  у.е. соответственно) и поверхностного сгибателя пальцев правой кисти ( $k=1,35$  у.е.); также можно отметить некоторое повышение напряжения нижних пучков трапецевидной мышцы с правой стороны ( $k=1,16$  у.е.). Преобладание активности верхних пучков трапецевидной мышцы над активностью нижних при выполнении выстрела из лука встречается у низкоквалифицированных спортсменов [15], при травмах плечевого сустава [7] и, как демонстрируют собственные результаты, при предельной силе натяжения тетивы лука, которая соответствовала МПС.

Вместе с тем, коэффициент у задней части правой дельтовидной мышцы, основной функцией которой является отведение плеча назад, составлял 1,01 у.е., то есть напряжение данной мышцы было постоянным при выстрелах из классического лука и при развитии МПС. Значения коэффициента меньше единицы были зарегистрированы у общего разгибателя пальцев правой кисти (0,64 у.е.), передней части левой дельтовидной (0,82 у.е.) и нижних пучков трапецевидной мышцы с левой стороны (0,79 у.е.). Следовательно, напряжение этих мышц

сократилось при демонстрации максимальной силы в изготовке стрелка из лука по сравнению с напряжением при выстреле.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рабочая сила натяжения тетивы от МПС у высококвалифицированных спортсменов-мужчин составляла лишь треть от их максимальных силовых способностей. У женщин с квалификацией КМС и выше сила натяжения тетивы находилась на уровне 45-60% от МПС. Начинаящим спортсменам для натяжения тетивы приходилось развивать усилия 80% от МПС, что свидетельствует о недостаточном уровне специальной физической подготовленности. Вместе с тем уровень специальной силовой подготовленности и сила натяжения тетивы лука у квалифицированных спортсменов-мужчин значительно выше по сравнению с таковыми у женщин, однако при достижении квалификации международного класса и заслуженного мастера спорта не наблюдалось статистически значимых различий в силе натяжения лука, хотя она и оставалась выше у мужчин.

Результаты сопоставительного анализа напряжения мышц при выполнении выстрела и МПС позволяют заключить, что при чрезмерной силе натяжения тетивы классического лука значительная часть нагрузки распределяется на верхние пучки трапецевидной мышцы, при этом задняя часть дельтовидной мышцы, непосредственно участвующая в натяжении тетивы за счет отведения плеча, практически не изменяет своего напряжения. Вместе с тем повышение силы натяжения тетивы лука сопровождается снижением напряжения дельтовидной мышцы левой руки, участвующей в удержании лука, ввиду увеличения ее пассивного упора в рукоятку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбанева, Е. П. Значение качественных характеристик и особенностей в структуре функциональной подготовленности спортсменов / Е. П. Горбанева, А. Д. Викулов // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – № 3(2). – С. 74-82.
2. Тарасевич, Н. Р. Возрастная динамика антропометрических показателей юных спортсменок / Н. Р. Тарасевич, В. Ю. Давыдов // Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – № 11(1). – С. 51-57.
3. Челноков, А. А. Возрастные особенности неречепрокового торможения мышц голени в регуляции произвольных движений человека / А. А. Челноков // Медицина и образование в Сибири. – 2013. – № 1. – С. 3-8.
4. Ahmad Z., Taha Z., Hassan H.A., Abid M.A., Johary N.H., Kadirgama K. Biomechanics measurements in archery. Journal of Mechanical Engineering and Sciences, 2014. on. 6(5). – pp. 762-771.
5. Arkin I., Budak M. Trunk stabilization, body balance, body perception, and quality of life in professional physically disabled and able-bodied archers. Sport Sciences for Health, 2021. on 10(3). – pp. 44-59.
6. Aslan E., Yoncalik O. Overdraw Prevention and Imaginary Shooting Line Practice in Archery. Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 2023. on. 94(3). – pp. 49-51.

7. Cools A.M., Witvrouw E.E., De Clercq G.A., Vanderstraeten G.G., Cambier D. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *British Journal of Sports Medicine*, 2004. on. 38. – pp. 64-68.
8. Denny M. Bow and catapult internal dynamics. *European Journal of Physics*, 2003. on. 24(4) – pp. 367-378.
9. Komarudin H.Y., Novian G. Neurotracker training to improve shooting performance of archery athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 2021. on. 9(4). – pp. 66-70.
10. Liao C.-N., Fan C.-H., Hsu W.-H., Chang C.-F., Yu P.-An, Kuo L.-T., Lu B.-L., Hsu R. Twelve-week lower trapezius-centred muscular training regimen in university archers. *Healthcare*, 2022. on. 10(1). – pp. 171-182.
11. Lu Q., Li P., Wu Q., Liu X., Wu Y. Efficiency and Enhancement in Attention Networks of Elite Shooting and Archery Athletes. *Frontiers in Psychology*, 2021. on. 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.638822>.
12. Miyazaki T., Mukaiyama K., Komori Y., Okawa K., Taguchi S., Sugiura H. Aerodynamic properties of an archery arrow. *Sports Engineering*, 2013. on. 16. – pp. 43-54.
13. Prasetyo A., Siswantoyo, Prasetyo Y., Wali C.N. Development of measuring tools for muscle strength and endurance arm for archery sport holding bow digitec test. *Journal Sport Area*, 2022. on. 7(2). – pp. 271-286.
14. Saleh M.M., Linoby A., Razak F., Abu Kasim N.A., Mohamad Kassim N.A. The relationship between arm muscle strength, muscle endurance, balance and draw force length on archery performance. *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation*, 2022. on. 18(1). – pp. 83-91.
15. Shinohara H., Yukio U. Analysis of muscular activity in archery: a comparison of skill level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2017. on. 58(12). – pp. 1752-1758.
16. Wang J.-H., Kim J.-Y. Development of a whole-body walking rehabilitation robot and power assistive method using EMG signals. *Intelligent Service Robotics*, 2023. on. 16(2). – pp. 1-15.

## REFERENCES

1. Gorbaniova E.P., Vikulov A.D. Qualitative characteristics meaning and peculiarities in the structure of sportsmen's functional readiness. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 2011. № 3(2). – pp. 74-82.
2. Tarasevich N.R., Davydov V.Yu. Age dynamics of anthropometric indicators of young athletes. *Science and sport: current trends*, 2023. № 11(1). – pp. 51-57.
3. Chelnokov A.A. Functional features of unreciprocal inhibition of lower leg muscles in regulation of human autokinetic movements of person. *Journal of Siberian Medical Sciences*, 2013. № 1. – pp. 3-8.
4. Ahmad Z., Taha Z., Hassan H.A., Abid M.A., Johary N.H., Kadirgama K. Biomechanics measurements in archery. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 2014. on. 6(5). – pp. 762-771.
5. Arkin I., Budak M. Trunk stabilization, body balance, body perception, and quality of life in professional physically disabled and able-bodied archers. *Sport Sciences for Health*, 2021. on. 10(3). – pp. 44-59.
6. Aslan E., Yoncalik O. Overdraw Prevention and Imaginary Shooting Line Practice in Archery. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 2023. on. 94(3). – pp. 49-51.
7. Cools A.M., Witvrouw E.E., De Clercq G.A., Vanderstraeten G.G., Cambier D. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *British Journal of Sports Medicine*, 2004. on. 38. – pp. 64-68.
8. Denny M. Bow and catapult internal dynamics. *European Journal of Physics*, 2003. on. 24(4) – pp. 367-378.
9. Komarudin H.Y., Novian G. Neurotracker training to improve shooting performance of archery athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 2021. on. 9(4). – pp. 66-70.
10. Liao C.-N., Fan C.-H., Hsu W.-H., Chang C.-F., Yu P.-An, Kuo L.-T., Lu B.-L., Hsu R. Twelve-week lower trapezius-centred muscular training regimen in university archers. *Healthcare*, 2022. on. 10(1). – pp. 171-182.
11. Lu Q., Li P., Wu Q., Liu X., Wu Y. Efficiency and Enhancement in Attention Networks of Elite Shooting and Archery Athletes. *Frontiers in Psychology*, 2021. on. 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.638822>.
12. Miyazaki T., Mukaiyama K., Komori Y., Okawa K., Taguchi S., Sugiura H. Aerodynamic properties of an archery arrow. *Sports Engineering*, 2013. on. 16. – pp. 43-54.
13. Prasetyo A., Siswantoyo, Prasetyo Y., Wali C.N. Development of measuring tools for muscle strength and endurance arm for archery sport holding bow digitec test. *Journal Sport Area*, 2022. on. 7(2). – pp. 271-286.
14. Saleh M.M., Linoby A., Razak F., Abu Kasim N.A., Mohamad Kassim N.A. The relationship between arm muscle strength, muscle endurance, balance and draw force length on archery performance. *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation*, 2022. on. 18(1). – pp. 83-91.
15. Shinohara H., Yukio U. Analysis of muscular activity in archery: a comparison of skill level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2017. on. 58(12). – pp. 1752-1758.
16. Wang J.-H., Kim J.-Y. Development of a whole-body walking rehabilitation robot and power assistive method using EMG signals. *Intelligent Service Robotics*, 2023. on. 16(2). – pp. 1-15.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

Пухов Александр Михайлович (Pukhov Aleksandr Mikhailovich) – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник НИИ ПСОФК; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»; 182105, Псковская обл., г. Великие Луки, пл. Юбилейная, 4; e-mail: alexander-m-p@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8642-970X

Тарнаков Дмитрий Павлович (Tarnakov Dmitry Pavlovich) – магистрант кафедры физиологии и спортивной медицины; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»; 182105, Псковская обл., г. Великие Луки, пл. Юбилейная, 4; e-mail: tarnakov00@bk.ru; ORCID: 0009-0009-0236-6878

Поступила в редакцию 9 октября 2023 г.

Принята к публикации 2 ноября 2023 г.

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Пухов, А. М. Особенности силовых и электромиографических характеристик при максимальном произвольном сокращении и выстрелах из классического лука / А.М. Пухов, Д.П. Тарнаков // Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – Т. 11, № 4 – С. 45-52. DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-4-45-52

**FOR CITATION**

Pukhov A.M., Tarnakov D.P. Features of power and electromyographic characteristics with maximum voluntary contraction and shots from a recurve bow. Science and sport: current trends.,2023, vol. 11, no. 4. – pp. 45-52. DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-4-45-52

---