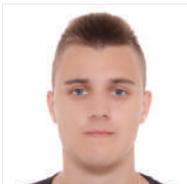
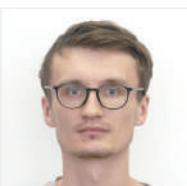


# ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ СКОРОСТНО-СИЛОВОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ НА КАЧЕСТВО СТРЕЛЬБЫ БИАТЛОНИСТОВ-ЮНИОРОВ

**Галай Н.К.**Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры**Быков Д.Ю.**Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

В работе оценивалось влияние нагрузок скоростно-силовой направленности фиксированной интенсивности (75–80 % от максимальной частоты сердечных сокращений) на устойчивость винтовки при ее наведении в цель, технику обработки спуска курка, а также колебания центра давления при стрельбе в биатлоне. Спортсмены выполняли пять стрелковых серий по пять выстрелов в каждой: 1 серия – в состоянии покоя; 2–5 серии – на фоне физической нагрузки. Установлено, что предложенная нагрузка не оказала значимого влияния ни на один из перечисленных компонентов стрелковой подготовленности. Вместе с тем выявлено, что за 1 с до выстрела у обследуемых спортсменов давление на курок находилось на уровне 30–45 % от должного. Полученные данные свидетельствуют о необходимости внедрения в учебно-тренировочный процесс молодых биатлонистов технических средств, предназначенных для совершенствования стрелкового стереотипа в части прикладываемых к спусковому курку усилий.

**Ключевые слова:** позная устойчивость; динамическая устойчивость винтовки; обработка спуска курка; центр давления; интенсивность физической нагрузки.

## INFLUENCE OF SPEED-STRENGTH PHYSICAL LOAD ON THE SHOOTING QUALITY IN JUNIOR BIATHLETES

The study assessed the effect of speed-strength loads of a fixed intensity (75–80 % of the maximum heart rate) on the rifle stability when aiming at the target, the triggering technique, and the center of pressure fluctuations in the group of junior biathletes. The study participants performed five shooting series (five shots in each): 1 – at rest; 2–5 – after the physical activity. It was found that the proposed load had no significant effect on any of the listed rifle preparedness components. However, in the examined group of athletes, it was found that 1 s before the shot firing the pressure on the trigger was at the level of 30–45 % of the required value. The findings suggest the need to introduce measuring instruments in the training process of junior biathletes to improve the triggering technique.

**Keywords:** postural stability; dynamic stability of the rifle; triggering; center of pressure; exercise intensity.

**Введение.** Известно, что на результативность стрельбы и эффективность преодоления огневого рубежа в биатлоне влияет большое количество факторов. В общем виде их можно разделить на две группы: психосоматические (эндогенные; например, уровень специальной и общей физической подготовленности, психомоторика, особенности техники и др.); технологические (экзогенные; например, качество спортивного инвентаря, климатические условия и др.) [1].

К настоящему времени проведено большое количество исследований, касающихся первой и самой важной группы факторов. Основная часть работ

сконцентрирована вокруг изучения устойчивости стойки биатлониста при стрельбе из положения стоя, колебаний ствола винтовки при прицеливании, обработки спуска, а также влияния вышеперечисленных параметров на результативность стрельбы. Так, например, в целом ряде работ отмечается, что существует зависимость между величиной колебаний общего центра давления спортсмена при стрельбе из положения стоя, в особенности вдоль передне-задней оси тела, и интенсивностью физической нагрузки. Последняя, в свою очередь, имеет первостепенное значение с точки зрения обеспечения как можно более высокого уровня постуральной устойчивости

спортсмена и, как следствие, качества стрельбы [2]. В ряде исследований установлено, что циклические упражнения субмаксимальной мощности не оказывали никакого влияния на точность стрельбы ни у мужчин, ни у женщин, специализирующихся в биатлоне. Так, например, стрелковая результативность в состоянии покоя и после 6-минутных серий катания на лыжероллерах с интенсивностью 85 % от максимальной частоты сердечных сокращений (далее –  $HR_{max}$ ) была идентичной как у биатлонистов, так и у лыжников [3–8].

Что касается молодых спортсменов, то известно, что в результате выполнения физической нагрузки циклического характера с интенсивностью 90 % от  $HR_{max}$  точность стрельбы у них не изменилась [9]. Не оказалось влияние на устойчивость системы «стрелок-оружие» и качество стрельбы у юношей и девушек старшего возраста преодоление километрового отрезка дистанции на роликовых лыжах с различной интенсивностью (70, 80 и 90 % от  $HR_{max}$ ) [1].

Необходимо отметить, что контингент испытуемых в подавляющем большинстве научных работ ограничивается лишь высококвалифицированными спортсменами. Однако проецировать полученные выводы не только на соревновательный, но и на тренировочный процесс спортсменов более молодых и, соответственно, менее квалифицированных не совсем справедливо. В связи с этим вызывает интерес оценка факторов, влияющих на качество стрельбы во время тренировочной деятельности у биатлонистов юниорских категорий.

**Цель исследования** – анализ потенциальной зависимости между устойчивостью винтовки при ее наведении в цель, особенностями обработки спуска курка и колебаниями центра давления спортсмена при стрельбе из положения стоя после нагрузок скоростно-силовой направленности фиксированной интенсивности (75–80 % от  $HR_{max}$ ).

**Методы и организация исследования.** В исследовании принимали участие спортсмены сборной

команды Республики Беларусь по биатлону ( $n=5$ , возраст  $21,7 \pm 0,9$  лет, масса тела  $78,3 \pm 5,1$  кг). Все участники перед началом исследования были проинформированы о его целях и задачах, ознакомлены с протоколом проведения и инструментальными методами исследования.

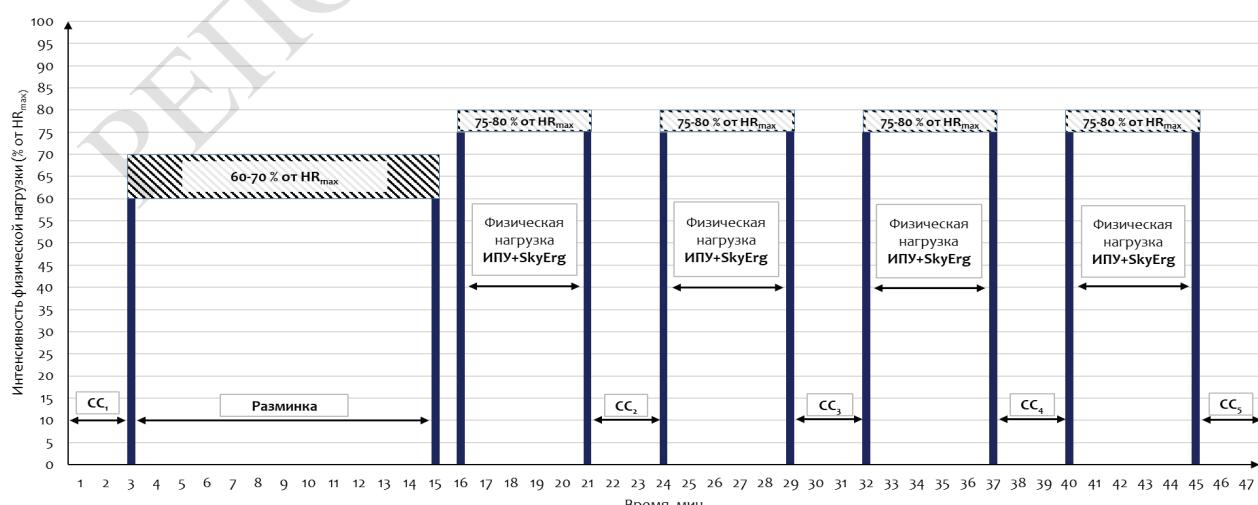
Экспериментальная часть исследования проводилась на базе учреждения «Республиканский центр олимпийской подготовки по зимним видам спорта “Раубичи”».

Для оценки особенностей обработки спуска курка использовалась система Grip (Tekscan Inc., Boston, USA). С ее помощью проводились измерения контактного давления: тонкопленочный эластичный сенсор размещался в зоне соприкосновения фаланги указательного пальца спортсмена со спусковым курком винтовки. Сенсор крепился с помощью двухстороннего скотча. Его коннектор подключался к приемнику данных, который с помощью липкой манжеты располагался на предплечье спортсмена.

Колебания винтовки регистрировались с помощью оптического «захвата движений» (Qualisys, Qualisys AB, Göteborg, Sweden). На основании «захваченных» при стрельбе координат светоотражающего маркера, размещенного на стволе, рассчитывались следующие параметры: скорость изменения положения винтовки в пространстве во время прицеливания ( $V$ , мм/с); площадь фигуры, охватывающая траекторию прицеливания ( $S$ , мм<sup>2</sup>).

С помощью педографической системы HR-Mat (Tekscan Inc., Boston, USA) регистрировались колебания центра давления в продольном ( $ЦД_y$ , см) и поперечном ( $ЦД_x$ , см) направлениях относительно линии прицеливания. Колебания винтовки и  $ЦД$  спортсмена регистрировались на протяжении одной секунды перед выстрелом.

Дизайн экспериментальной части исследования в графической форме представлен на рисунке. Спортсмены использовали личные винтовки и перед началом эксперимента проводили пристрелку цели



ИПУ – имитационные прыжковые упражнения; СС1...к – стрелковая серия и её номер

Рисунок – Графическая схема экспериментальной части исследования

(дистанция – 50 м, диаметр мишени – 11,5 см), после которой были проинструктированы о необходимости ведения огня с точностью и в темпе, близком к соревновательному. Регистрация исследуемых параметров осуществлялась в рамках пяти стрелковых серий (по пять выстрелов в каждой) из стандартного положения стоя: 1 серия – в состоянии покоя; 2–5 серии – на фоне физической нагрузки.

Физическая нагрузка заключалась в выполнении сначала имитационных прыжковых упражнений, а затем работы на тренажере SkyErg (время выполнения каждого упражнения – 150 с). Ее интенсивность контролировалась частотой сердечных сокращений и поддерживалась на уровне 75–80 % от индивидуального максимума, который был рассчитан по формуле Робергса – Ландвера.

Статистический анализ полученных результатов проводился с помощью 12 версии программного обеспечения STATISTICA (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA). В качестве описательных статистик массива данных в работе использовалось среднее значение наблюдаемой величины и ее стандартное отклонение. Для проверки гипотезы о совпадении средних значений зарегистрированных параметров в представленных выборках использовался тест Фридмана.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Полученные в ходе исследования значения параметров, характеризующих колебания ЦД спортсмена и винтовки, представлены в таблицах 1 и 2, в таблице 3 – значения давления на курок при его обработке.

Таблица 1. – Описательная статистика параметров, характеризующих колебания ЦД

Номер стрелковой серии	Условия стрельбы	ЦД <sub>x</sub> , см		ЦД <sub>y</sub> , см	
		̄x	σ	̄x	σ
1	В покое	4,28	1,02	4,60	0,70
2		5,06	1,65	5,26	1,23
3		5,50	1,38	6,97	1,42
4		7,77	4,26	6,99	2,51
5		5,55	2,22	7,40	1,75
p-значение		*0,1712		*0,3420	

Примечание – \* – статистически не значимы; p≤0,01.

Таблица 2. – Описательная статистика параметров, характеризующих колебания винтовки

Номер стрелковой серии	Условия стрельбы	V, мм/с		S, мм <sup>2</sup>	
		̄x	σ	̄x	σ
1	В покое	3,23	0,85	0,29	0,18
2		3,43	0,96	0,31	0,22
3		3,70	0,82	0,54	0,39
4		3,75	0,25	0,79	1,05
5		3,74	0,31	0,41	0,25
p-значение		*0,0961		*0,0162	

Примечание – \* – статистически не значимы; p≤0,01.

Они нормализованы, т. е. приведены к виду 0–100 %, где 100 % – усилие натяжения спуска курка. Параметры «T<sub>1</sub>», «T<sub>0,5</sub>», «T<sub>0,2</sub>», «T<sub>0,02</sub>» соответствуют 1, 0,5, 0,2 и 0,02 с до выстрела, а «Tp» характеризует максимальное давление через 0,2 с после выстрела.

Анализируя описательную статистику зарегистрированных параметров, можно отметить тенденцию к некоторому незначительному увеличению их средних значений. Тем не менее, можно заключить, что ни на постуральную устойчивость спортсменов, ни на динамическую устойчивость винтовки при ее наведении в цель у биатлонистов физическая нагрузка избранной интенсивности не оказала никакого влияния. Данный факт может свидетельствовать о хорошем уровне физической подготовленности спортсменов [10].

Поскольку частота сердечных сокращений в стрелковых сериях после физической нагрузки была идентичной, можно предположить, что тенденция к незначительному увеличению параметров позной устойчивости спортсменов и динамической устойчивости винтовки обусловлена, в первую очередь, снижением качества зрительно-моторного контроля и психомоторной регуляции [11–13].

Анализируя особенности обработки спуска курка винтовки можно прийти к выводу о ее невысокой эффективности, а также недостаточно качественной автономии работы указательного пальца. Об этом свидетельствуют значения величины давления за 1–0,5 с до выстрела, которые находятся на уров-

Таблица 3. – Описательная статистика параметров, характеризующих особенности обработки спуска курка

Номер стрелковой серии	Условия стрельбы	$T_{1, \text{ср}} \%, \text{ср}$		$T_{0,5, \text{ср}} \%, \text{ср}$		$T_{0,2, \text{ср}} \%, \text{ср}$		$T_{0,02, \text{ср}} \%, \text{ср}$		$T_{n, \text{ср}} \%, \text{ср}$	
		$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
1	В покое	31,55	32,35	55,07	26,80	70,73	16,06	79,51	13,88	111,20	6,92
2	После нагрузки	34,18	34,80	50,78	29,55	73,24	17,67	84,01	16,58	117,95	16,38
3		37,47	28,99	59,93	21,98	74,41	12,92	86,19	11,02	112,97	11,00
4	(75–80 % от $HR_{\text{max}}$ )	49,77	26,23	63,20	25,21	79,99	10,17	86,65	9,58	117,67	21,50
5		44,01	34,66	54,77	39,94	60,00	38,82	64,82	39,78	85,56	48,06
р-значение		*0,2533		*0,2914		*0,2052		*0,6057		*0,0342	

Примечание – \* – статистически не значимы;  $p \leq 0,01$ .

не 30–45 % от необходимого для его совершения. В подтверждение этому можно привести результаты исследований австрийских и чешских ученых, в соответствии с которыми на аналогичной временной отметке уровень давления у юношей и девушек составляет уже около 75 %, а у юниоров и юниорок – более 85 % и далее лишь продолжает расти [1, 14].

Стоит отметить, что давление через 0,2 с после выстрела превышало необходимое для его производства в среднем лишь на 9,1 %. Это, безусловно, является положительным моментом, поскольку чем больше превышение, тем потенциально более значительные могут быть и колебания оружия после выстрела. Это, в свою очередь, будет требовать от спортсмена приложения дополнительных усилий, чтобы их погасить.

Наибольший интерес представляют результаты, продемонстрированные в тестах с интенсивностью упражнений, максимально близкой к соревновательной, в том числе и по пульсовой составляющей. При этом известно, что даже юноши и девушки способны поддерживать идентичную качественную автономию работы указательного пальца на спусковом курке как без предшествующей физической нагрузки, так и после специфической гоночной работы [1]. В связи с этим можно предположить, что с большой долей вероятности полученный в данном исследовании не столь хороший результат будет справедлив и при нагрузках, значительно более близких к соревновательным, а в соревновательных условиях и во-все может быть значительно хуже.

Прямой зависимости между качеством обработки спуска и успешностью стрельбы нет. Тем не менее установлено, что более высокое давление в последние 1–0,5 с перед выстрелом способствует значительно более высокой стабильности прицеливания [1]. Говоря иными словами, большая разница между необходимым для спуска курка и наблюдаемым в ходе тестирования на данных временных отметках давлением приводит к большей дестабилизации винтовки и смещению ее прицельных приспособлений относительно цели. В худшем случае результатом этого станет промах.

Известно, что рост стрелковой результативности у биатлонистов замедляется при переходе спортсменов из категории юношей в юниоры ввиду закрепления сформированного статодинамического стереотипа. В этот период прогресс в поддержании позной устойчивости, стабильности прицеливания существенно замедляется и в последующие годы, как правило, менее значителен [15]. При этом дальнейший тренировочный процесс в первую очередь сконцентрирован вокруг технических деталей исполнения выстрела, к которым, в частности, относится и работа со спуском.

Безусловно, спортсмен, обладающий отличной техникой обработки курка винтовки, далеко не обязательно становится хорошим стрелком, поскольку на это влияет действительно большое количество факторов. Однако, не соблюдая данное условие (одно из обязательных), в долгосрочной перспективе обеспечить высокую и стабильную результативность стрельбы будет проблематично [16, 17].

**Заключение.** Установлено, что физическая нагрузка скоростно-силовой направленности с интенсивностью 75–80 % от  $HR_{\text{max}}$  не оказывает существенного влияния ни на динамическую устойчивость винтовки при ее наведении в цель, ни на постуральную устойчивость биатлонистов-юниоров. В связи с этим можно предположить, что лишь наиболее близкая по всем характеристикам к соревновательной нагрузка способна повлиять на качество стрельбы биатлонистов.

Не выявлено значимых различий и в динамике прикладываемого к курку давления. Сравнивая результаты настоящего исследования с зарубежными данными, можно констатировать, что обследуемые спортсмены не обладают должным навыком качества обработки спуска курка. Это может быть связано с методическими ошибками тренеров на ранних этапах технической подготовки биатлонистов.

Представленное исследование в очередной раз указывает на то, что вопросы, связанные с подбором адекватных тренировочных средств и методов, направленных на совершенствование техники обработки спуска курка, весьма актуальны. В связи с

этим тренерам необходимо искать возможности использовать инструментальные методики для оценки стрелковой подготовленности биатлонистов, поскольку невооруженным глазом невозможно определить уровень давления на спусковой курок во время выполнения выстрела.

Современные информационно-измерительные средства могут быть крайне полезны не только в рамках проведения процедур диагностики текущего уровня подготовленности биатлонистов, но также и в процессе тренировочной работы на любом из этапов многолетней подготовки. Предоставляя обратную связь, такие средства существенным образом способны повысить эффективность взаимодействия в системе «спортсмен – оружие – выстрел».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Dynamic rifle stability is not influenced by exercise intensity in young biathletes / M. Žák [et al.] // Journal of Human Sport and Exercise. – 2020. – № 15 (4). – P. 762–771.
2. The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects of shooting, and psychophysiological factors on biathlon performance: A review / M. S. Laaksonen [et al.] // Journal of sport and health science. – 2018. – Т. 7. – №. 4. – P. 394–404.
3. The influence of physical exercise on the relation between the phase of cardiac cycle and shooting accuracy in biathlon / G. Gallicchio [et al.] // European journal of sport science. – 2019. – Т. 19. – №. 5. – P. 567–575.
4. Haug, B. I. B. Computer Vision For Aimpoint Tracking In Biathlon (Master's thesis) / B. I. Haug // Trondheim: Norwegian University of Science and Technology. – 2018.
5. Technical determinants of biathlon standing shooting performance before and after race simulation / S. Ihlainen [et al.] // In Scandinavian journal of medicine & science in sports. – 2018. – Т. 28. – № 6. – P. 1700–1707.
6. Effects of biathlon specific fatigue on shooting performance / G. Sattlecker [et al.] // 3rd International Congress on Science and Nordic Skiing. – 2015. – Т. 5. – P. 38.
7. Factors discriminating high from low score performance in biathlon shooting / G. Sattlecker [et al.] // In International journal of sports physiology and performance. – 2017. – Т. 12. – № 3. – P. 377–384.
8. Vonheim, A. The effect of skiing intensity on shooting performance in biathlon / A. Vonheim // Master Thesis Human Movement Science Programme. – Trondheim: Spring. – 2012. – 34 c.
9. Shooting under cardiovascular load: Electroencephalographic activity in preparation for biathlon shooting / G. Gallicchio [et al.] // International Journal of Psychophysiology. – 2016. – Т. 109. – P. 92–99.
10. Biathlon, shooting performance after exercise of different intensities / M. D. Hoffman [et al.] // International journal of sports medicine. – 1992. – № 13. – P. 270–273.
11. Validation of simple tests of biathlon shooting ability / A. Groslambert [et al.] // International journal of sports medicine. – 1999. – Т. 20. – № 3. – P. 179–182.
12. Forestier, N. The effects of muscular fatigue on the coordination of a multijoint movement in human / N. Forestier, V. Nougier // Neurosci Lett. – 1998. – № 252. – P. 187–190.
13. Minvielle, G. Study of anticipatory postural adjustments in an air pistol-shooting task / G. Minvielle, M. Audiffren // Perceptual and Motor Skills. – 2000. – № 91 (3, Pt. 2). – P. 1151–1168.
14. Biomechanical factors of biathlon shooting in elite and youth athletes / G. Sattlecker, E. Müller, S. Lindinger // Müller, Erich, Lindinger, Stefan, Stögg, Thomas (Eds.), Science & Skiing IV. – Meyer & Meyer, 2009. – P. 641–646.
15. How one-year of systematic training changes the shooting performance in a group of young biathletes? / M. Žák [et al.] // Proceedings of the 11th International Conference on Kinanthropology / Martin Zvonař, Zuzana Sajdlová. – Brno : Masarykova univerzita, 2017. – P. 994–1003.
16. Nitzsche, K. Biathlon. Leistung-Training-Wettkampf. Ein Lehrbuch für Trainer, Übungsleiter und Aktive / K. Nitzsche. – Limpert, 1998. – P. 108–109.
17. Siebert, D. Untersuchungen zur weiteren Vervollkommenung der Anschlagtechniken Liegend und Stehend im Biathlonschießen / D. Siebert, N. Espig // BISP-Jahrbuch : Forschungsfeorderung. – 2010. – C. 193–198.

10.03.2021