

# Устойчивость равновесия в вертикальной стойке и управление произвольным движением у спортсменов-стрелков в процессе изготовления и стрельбы по мишени

Приймаков А.А.<sup>1</sup>, Эйдер Е.<sup>1</sup>, Омельчук Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Щецинский университет, Щецин, Польша

<sup>2</sup>Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова, Киев, Украина

## Аннотации:

**Цель:** изучение взаимосвязей системы регуляции равновесия в вертикальной стойке и системы управления произвольным движением у спортсменов-стрелков в процессе изготовления и стрельбы по мишени. **Материал:** Обследовано 19 спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в стрельбе из пистолета. Для оценки физиологических и биомеханических характеристик позы и произвольных движений применялись методы стабиллографии, электромиографии, треморометрии, регистрировалась точность стрельбы по мишени. **Результаты:** Выявлена высокая зависимость точности стрельбы от соматических параметров позы, из которых наибольшее влияние на результат оказывают низкочастотные колебания общего центра массы тела, поддающиеся произвольному управлению. Разработаны прогностические модели зависимости точности стрельбы от характера регуляции позы в период изготовления и выстрела. **Выводы:** Полученные результаты раскрывают механизмы функционирования и взаимодействия двух систем управления – позы и произвольного движения. Разработанные регрессионные модели позволяют моделировать и прогнозировать устойчивость позы и точность стрельбы в период изготовления и выстрела.

## Ключевые слова:

ортоградная поза, равновесие, точность, взаимосвязи, спортсмены-стрелки.

**Приймаков О.О., Эйдер Е., Омельчук О.В. Стійкість рівноваги у вертикальній стойці і управління довільним рухом у спортсменів-стрілків наповготі і стрільби по мішені. Мета:** вивчення взаємозв'язків системи регуляції рівноваги у вертикальній стойці і системи управління довільним рухом у спортсменів-стрілків наповготі і стрільби по мішені. **Матеріал:** Обстежено 19 спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються у стрільбі з пістолета. Для оцінки фізіологічних і біомеханічних характеристик пози і довільних рухів застосовувалися методи стабілографії, електроміографії, треморометрії, реєструвалася точність стрільби по мішені. **Результати:** Виявлено високу залежність точності стрільби від соматичних параметрів пози, з яких найбільший вплив на результат надають низькочастотні коливання загального центру маси тіла, що піддаються довільному управлінню. Розроблено прогностичні моделі залежності точності стрільби від характеру регуляції пози наповготі і пострілу. **Висновки:** Отримані результати розкривають механізми функціонування та взаємодії двох систем управління - пози і довільного руху. Розроблені регресійні моделі дозволяють моделювати і прогнозувати стійкість пози і точність стрільби наповготі і пострілу.

ортоградна поза, рівновага, точність, взаємозв'язки, спортсмени-стрілки.

**Pryimakov A.A., Eider E., Omelchuk E.V. Stability of equilibrium in upright stance and voluntary motion control in athletes-shooters in the process of ready position and target shooting. Purpose:** consists in studying the relationships between the system of equilibrium regulation in upright stance and voluntary motion control in athletes-shooters during ready position and target shooting. **Material:** 19 highly skilled athletes specialized in pistol shooting were studied. Physiological and biomechanical characteristics of posture and voluntary motions were assessed by methods of stabilography, electromyography and tremorometry; besides, accuracy of target shooting was registered. **Results:** high degree of shooting accuracy dependence on posture somatic parameters has been revealed, of which the greatest impact upon the result is exerted by low-frequency vibrations of the body general centre of mass, subjected to voluntary control. Prognostic models of shooting accuracy dependence upon the character of posture regulation during ready position and the shot have been developed. **Conclusions:** obtained results reveal the mechanisms of functioning and interacting of two systems of management – posture and voluntary motion. Elaborated regression models permit to model and predict posture stability and shooting accuracy during ready position and the shot.

orthograde posture, equilibrium, accuracy, relationships, athletes-shooters.

## Введение.

Известно, что в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам (ФН) у спортсменов совершенствуются механизмы регулирования вертикальной позы, обеспечивающие не только высокое качество и надежность сохранения равновесия в экстремальных условиях спортивной деятельности, но и в значительной мере определяющие качество и надежность управления произвольными движениями [8, 14, 16, 19, 20].

Системный подход в биологических исследованиях показал, что как регулирование позы, так и управление произвольными движениями осуществляется иерархически организованными функциональными системами (ФС) с четко очерченными конечным приспособительным результатом деятельности каждой системы [1, 2, 8, 10]. Взаимодействие же ФС может осуществляться на различных уровнях каждой из систем [8]. Это зависит от структурно-функциональной

организации как произвольного движения, так и принимаемой позы, которая ему предшествует и взаимодействует с ним, как в стадии «афферентного синтеза» и «принятия решения» [1, 9] так и в процессе формирования, и реализации программы произвольного движения [2, 3, 18]. Однако механизмы взаимодействия функциональных систем регуляции вертикальной позы и управления произвольными движениями недостаточно освещены в литературе с системных позиций: то есть, с позиций взаимодействия их иерархически организованных компонентов, а также - конечных приспособительных результатов каждой системы [5, 10, 11]. Недостаточно освещены в литературе также особенности совершенствования этих взаимосвязей в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

## Цель, задачи работы, материал и методы.

Целью данной работы является изучение взаимосвязей системы регуляции равновесия в вертикальной стойке и системы управления произвольным движением у спортсменов-стрелков в процессе изготовления и

стрельбы по мишени.

Методы исследований. В работе использовались методы сочетанной мультипараметрической регистрации физиологических и биомеханических характеристик позы и произвольных движений, включающие стабิโลграфию, электромиографию, треморометрию, пульсометрию, регистрацию точности стрельбы по мишени [8, 9, 12].

В исследованиях принимало участие 19 спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в стрельбе из пистолета.

Изучение механизмов регулирования позы у стрелков осуществлялось при сохранении равновесия в трех вертикальных стойках: в позе Ромберга (поза 1), обычной (поза 2) и в усложненных вертикальных стойках (позы 3-4) во время изготовления, непосредственно перед и во время выстрела по мишени.

Усложнение позы достигалось, в одном случае, четырехкратным подъемом пистолета и удержанием его в вытянутой руке до утомления (поза 3), в другом - сохранением вертикальной стойки при угле в коленном суставе равным  $110^\circ$  (поза 4). В обоих случаях тестирование завершалось наступлением явных признаков утомления вследствие изометрического режима активности мышц верхней или нижних конечностей.

Во время изготовления и выстрела осуществлялась синхронная регистрация соматических и вегетативных параметров позы и сформированного движения, рассчитывались энерготраты. Фиксировалась точность стрельбы по мишени.

В качестве параметров «конечных приспособительных результатов» двух функциональных систем рассматривались: перемещения общего центра массы (ОЦМ) тела при сохранении равновесия в вертикальной стойке, тремор руки удерживающей пистолет, точность стрельбы по мишени.

Синхронная регистрация соматических, вегетативных и биомеханических показателей и последующая соответствующая математическая обработка позволили исследовать физиологические механизмы, лежащие в основе взаимосвязанной активности двух систем управления, интегрирующихся для реализации программы точностного движения в различных условиях. Для обработки экспериментального материала использовались методы вариационной статистики, в том числе, корреляционный, регрессионный, дисперсионный и др. методы статистического анализа в системе STATISTICA в среде Windows [4].

#### Результаты исследований.

Результаты исследований показали, что удержание пистолета в вытянутой руке в специфической стойке стрелка незначительно сказывается на устойчивости равновесия: высокая устойчивость равновесия проявлялась у спортсменов как в удобной, так и в специфической позе стрелка. Амплитуда высокочастотных перемещений ОЦМ тела колебалась от  $0,6 \pm 0,09$  до  $0,8 \pm 0,03$  мм, низкочастотных - от  $0,9 \pm 0,1$  до  $1,6 \pm 0,16$  мм. Отдельные же соматические характеристики позы, активность мышечной и сердечно-сосудистой

систем (ССС) существенно изменялись, как в момент изготовления, так и непосредственно перед выстрелом по мишени.

Так, стояние с пистолетом в вытянутой руке в специфической позе стрелка сопровождалось во время прицеливания существенным повышением по отношению к исходной позе амплитуды тремора (АТ) руки и электрической активности плечелучевой мышцы (ПЛМ), тенденцией к увеличению электрической активности дельтовидной мышцы (ДМ), усилением деятельности ССС и энерготрат.

Непосредственно же перед выстрелом характер регулирования позы и управления произвольным движением руки в процессе прицеливания изменялся: наблюдалось снижение амплитуды медленных высокоамплитудных перемещений ОЦМ тела во фронтальной, и в сагиттальной проекциях, быстрых - во фронтальной плоскости, повышение частоты быстрых колебаний ОЦМ тела и уменьшение - медленных в сагиттальной проекции, тенденция к снижению частоты сердечных сокращений (ЧСС), амплитуды тремора (АТ) руки, удерживающей пистолет, и амплитуды электромиограмм (ЭМГ) ПЛМ и ДМ.

Коэффициенты корреляции ( $r$ ) между соматическими параметрами позы колебались во время изготовления от  $-0,44 \pm 0,03$  до  $0,738 \pm 0,0002$ , отражая различную, взаимозависимость функционирования мышц верхних конечностей, колебаний ОЦМ тела и тремора руки, удерживающей пистолет. Характерно, что при этом проявилась также зависимость функционирования ССС и расхода энергии от соматических параметров устойчивости позы.

Непосредственно же перед выстрелом наблюдается усиление взаимосвязей соматических параметров позы между собой и с ЧСС.

Длительное статическое напряжение мышц верхних и нижних конечностей при удержании вытянутой руки с пистолетом в усложненной стойке (при сохранении угла в коленном суставе равным  $110^\circ$ ), вызывает более выраженные сдвиги параметров устойчивости позы, мышечной и сердечной активности, ускоряет развитие утомления, активизирует механизмы коррекции равновесия в ортоградной позе. Это сопровождается синхронизацией колебаний руки и нижних конечностей, появлением на ЭМГ спайковых разрядов мотонейронов, повышением энерготрат. Что выражается в появлении высоких корреляционных взаимосвязей между параметрами.

Совершенствование механизмов регулирования устойчивости позы и управления произвольным движением у стрелков высокого класса характеризуется кратковременным снижением амплитуды ЭМГ дельтовидной и плечелучевой мышц, амплитуды тремора руки удерживающей пистолет и основных колебаний ОЦМ тела в момент непосредственно предшествующий выстрелу.

У ряда стрелков в специфической позе в момент предшествующий выстрелу происходит также незначительное снижение ЧСС. Несмотря на то, что прямое

произвольное управление дискретными произвольными колебаниями ОЦМ тела не является возможным, (так как, по Н.А. Бернштейну (2), их регуляция осуществляется с участием руброспинального уровня управления движениями), спортсмены высокого класса опосредованно активизируют механизмы снижения амплитуды тремора, колебаний ОЦМ тела и ЧСС.

Искусственное внесение сбивающих факторов (изменение привычной позы, дополнительные вестибулярные раздражения, длительный изометрический режим мышечной активности) ухудшает качество регуляции позы, сопровождается ростом энергозатрат, ухудшением точности стрельбы (табл. 1).

Несмотря на то, что сбивающие факторы (длительное удержание пистолета в вытянутой руке и низкой стойки до утомления) снижают устойчивость позы, увеличивают и синхронизируют различные колебания стоящего человека, более подготовленные спортсмены перед выстрелом гасят эти колебания, не «пропускают» их на руку, удерживающую пистолет. Неподготовленные же спортсмены такой способностью не обладают и выстрел совершается на фоне снижения устойчивости равновесия, повышения АТ руки, ЭМГ ДМ и ПЛМ, ЧСС, энергозатрат, в результате чего ухудшается точность стрельбы.

Корреляционный анализ показал, что в усложненных условиях стояния (при удержании пистолета в вытянутой руке до утомления, или угла в коленном суставе в 110), усиливается взаимодействие функциональных систем управления устойчивостью позы и точностью произвольного движения.

Анализ взаимосвязей в момент изготовления и непосредственно перед выстрелом свидетельствует о том, что управление устойчивостью позы, колебаниями тремора руки, удерживающей пистолет, ЧСС в мо-

мент предшествующий выстрелу зависит от характера регулирования позы во время изготовления (за 15-10 сек до выстрела). Об этом свидетельствуют выявленные высокие положительные корреляции, отражающие зависимость амплитуды перемещений ОЦМ тела, тремора руки, ЭМГ в момент непосредственно предшествующий выстрелу от соответствующих показателей, зарегистрированных в момент изготовления (табл.2).

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что чем выше в процессе изготовления АТ руки, колебаний ОЦМ тела, электрической активности мышц, ЧСС в процессе изготовления (за 15-10 сек до выстрела), тем выше их значения непосредственно перед выстрелом и наоборот. Подготовленные же спортсмены проявляют более выраженную способность к уменьшению амплитуды этих колебаний и снижению ЧСС перед выстрелом.

Чем ниже устойчивость позы в начале изготовления, тем более выражены у спортсменов коррекционные перестройки позы непосредственно перед выстрелом: между амплитудой ОЦМ тела и тремора во время изготовления и степенью их снижения непосредственно перед выстрелом получены высокие корреляционные взаимосвязи ( $r=0,913 < 0,01$  и  $r=0,717 < 0,01$ , соответственно), что является свидетельством управления по отклонению на основе сигналов отрицательной обратной связи [2].

В тоже время, ухудшение в процессе изготовления устойчивости равновесия в сагиттальной плоскости активизирует компенсаторные реакции, направленные на снижение амплитуды ( $r=-0,677 \pm 0,008$ ) и повышение частоты ( $r=0,736 \pm 0,003$ ) тремора, повышение частоты основных колебаний фронтальной стабилотаммы ( $r=0,623 \pm 0,02$ ) непосредственно перед выстрелом. С увеличением во время изготовления ампли-

Таблица 1

*Соматовегетативные показатели и точность стрельбы в различных условиях сохранения вертикальной позы у стрелков*

Показатели	Исходная поза стрелка		Удержание пистолета до утомления		Сохранение низкой стойки до утомления	
	X	±m	X	±m	X	±m
Амплитуда тремора, мм	7,5	0,9	8,0	0,27	10,9	1,6
Ампл. сагиттальной стабилотаммы, мм	1,6	0,1	1,78	0,14	4,76	0,57
ЭМГ ДМ, мкВ	321	20,0	382,9	25,0	513,0	53,3
ЭМГ ПЛМ, мкВ	232	17,6	219,6	19,9	295,3	17,9
ЭМГ ЧМБ, мкВ*	74,6	1,4	16,7	3,0	221,1	9,2
ЭМГ ИМ, мкВ*	74,6	3,4	107,4	8,4	184,2	14,4
ЧСС, уд·мин <sup>-1</sup>	92,8	1,7	102,4	2,5	111,2	3,2
Расход энергии, ккал	4,2	0,2	4,45	0,12	5,15	0,12
Результат при стрельбе (5 выстрелов)	49,4	0,29	48,45	0,53	46,74	0,91

\* ЭМГ ЧМБ – Электромиограмма четырехглавой мышцы бедра, ЭМГ ИМ - Электромиограмма икроножной мышцы голени.

*Взаимосвязи соматических показателей и ЧСС, зарегистрированных непосредственно перед выстрелом, с аналогичными показателями, зарегистрированными в период изготовления у спортсменов-стрелков.*

Позиция	Показатели:		Перед выстрелом:						ЧСС
			тремор	стабилограмма		ЭМГ			
			амплит.	саг.А <sub>1</sub> *	фр.С <sub>2</sub>	фр.А <sub>2</sub>	ДМ	ПЛМ	
И з г о т в о р к а	тремор	частота	-0,725		-		-	-	-0,770
		амплитуда	0,966		-		-	-	0,921
	стаби- лограм- ма	саг.А <sub>1</sub>	-	0,605	-	-0,617	-	-	0,654
		саг.А <sub>2</sub>	-	0,685	-	0,630	-	-	-
		саг.С <sub>1</sub>	-	0,751	-	-	-	-	-
		фр. С <sub>2</sub>	-	-	-0,778	-			-
	ЭМГ	ДМ	-	-	-	-	0,878	0,898	
		ПЛМ		-	-	-	0,898	0,918	0,748
	ЧСС					-		0,748	0,789

\* Примечание: саг. – сагиттальная, фр. – фронтальная, А<sub>1</sub> - амплитуда высокочастотных колебаний, А<sub>2</sub> - амплитуда низкочастотных колебаний, С<sub>1</sub> – частота низкоамплитудных колебаний, С<sub>2</sub> – частота высокоамплитудных колебаний.

туды основных колебаний ОЦМ тела во фронтальной плоскости уменьшается амплитуда ЭМГ дельтовидной мышцы ( $r = -0,669 \pm 0,009$ ) непосредственно перед выстрелом.

Анализ механизмов регулирования устойчивости позы во время изготовления свидетельствует о том, что программирование реакций обеспечивающих выполнение стрельбы с максимальной точностью при регулярности помех сохранению позы, включает в себя выработку эффективной программы предваряющей позной перестройки, заключающейся в активизации двигательных единиц, стабилизации равновесия и суставного угла в момент изготовления и непосредственно перед выстрелом, между параметрами которых и точностью произвольного движения проявляются высокие корреляционные взаимосвязи.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что тремор руки, зависящий от ЭМГ-активности ДМ во время изготовления, оказывает наибольшее влияние на точность стрельбы: между АТ руки, электрической активностью ДМ и точностью стрельбы имеются сильные отрицательные линейные зависимости - чем выше АТ руки, электрическая активность ДМ, тем ниже результат в стрельбе.

Коэффициенты корреляции и детерминации, регрессионные модели, представленные на рис. 1, отражают высокую зависимость результата точностного движения от соматических параметров позы, зарегистрированных во время изготовления и непосредственно перед выстрелом - в обычных и усложненных условиях стояния: чем выше амплитуда тремора, колебаний ОЦМ тела и электрической активности ДМ и ПЛМ, тем ниже результат в стрельбе и наоборот.

Коэффициенты парных и множественных корреляций, детерминации и регрессионных уравнений свидетельствуют о том, что точность произвольного движения определяется не только парциальным вкладом отдельных параметров исследуемых систем, но

также и их взаимодействием, в результате которого и возникает зависимость отличная по степени и форме от парных взаимосвязей, аппроксимируемая достаточно точно с помощью уравнений множественной регрессии, представленных на рисунке.

#### Дискуссия.

Проведенные исследования подтвердили результаты исследований ряда авторов о тесной взаимосвязи параметров устойчивости вертикальной позы стрелка с точностью стрельбы по мишени [6, 7, 14-16]. Выявлена также зависимость точности стрельбы от особенностей сердечной деятельности, что согласуется с результатами исследований ряда авторов [6, 13].

В тоже время, проведенные исследования конкретизировали механизмы регулирования позы в процессе изготовления и непосредственно перед выстрелом, их взаимосвязи обеспечивающие оптимальные фоновые условия для реализации произвольного точностного движения - стрельбы по мишени.

Так, выявлено, что с началом прицеливания проявляется характер регулирования позы по отклонению, обеспечивающий изменение управления устойчивостью равновесия во время выстрела в зависимости от устойчивости во время изготовления.

Статистическая обработка полученных результатов проявила достаточно сильное влияние отдельных соматических характеристик позы и их взаимодействия на механизмы управления точностным произвольным движением во время изготовления и стрельбы по мишени. Это свидетельствует также о тесном взаимодействии механизмов регулирования двух систем управления: системы стабилизации вертикальной позы и системы произвольного движения.

Анализ коэффициентов корреляции, детерминации и регрессионных уравнений, представленных на рис. 1, показывает высокую степень зависимости точности стрельбы от одновременного взаимодействующего влияния соматических параметров позы, из

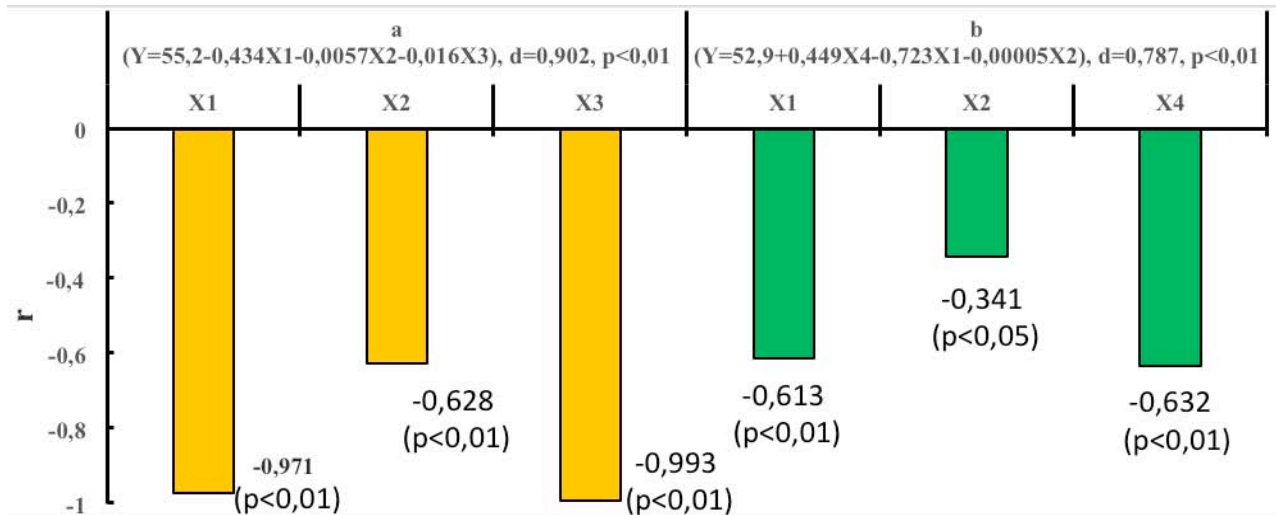


Рис.1. Коэффициенты корреляций и регрессионные модели, отражающие взаимосвязь точности стрельбы по мишени с соматическими параметрами позы, зарегистрированными во время изготовления (а) и непосредственно перед выстрелом (б):  $r$  – коэффициенты корреляции;  $Y$  – результат стрельбы по мишени, очки;  $X1$  – амплитуда тремора, мм;  $X2$  – ЭМГ ДМ, мкв;  $X3$  – ЭМГ ПЛМ, мкв;  $X4$  – амплитуда сагиттальной стабиллограммы, мм.

которых наибольшее влияние на результат оказывают относительно медленные - низкочастотные колебания ОЦМ тела, поддающиеся произвольному управлению. Спортсмены высокого класса обладают способностью гасить их, проявляя более высокое качество управления устойчивостью позы в момент реализации точностного движения.

Полученные результаты дают основание считать, что сформированная программа реализации предстоящего точностного движения содержит в себе не только эталонные параметры позы и произвольного движения, но и механизмы коррекции их взаимодействия при действии сбивающих факторов и помех, обеспечивая управление как по возмущению, так и по отклонению.

В результате этого у адаптированных спортсменов высокая точность при выстреле достигается при своевременной (в соответствии с созданным эталоном и характером коррекционной обратной афферентации) предварительной перестройки позы - ее устойчивости и биомеханических параметров.

У менее адаптированных к физической нагрузке спортсменов при утомлении растет амплитуда и синхронность колебаний различных звеньев тела в вертикальной позе, теряется способность гасить эти колебания и они передаются стволу пистолета, в результате чего качество стрельбы ухудшается тем больше, чем больше амплитуда этих колебаний и чем более они синхронизированы.

Чем хуже устойчивость позы в начале изготовления, тем более выражены коррекционные перестройки позы непосредственно перед выстрелом: тем больше уменьшается АТ руки, колебаний ОЦМ тела, проявляется тенденция к урежению ЧСС. Что является отражением управления по отклонению на основе отрицательной обратной связи.

Отсюда вытекают важные задачи:

а) разработки средств и методов стабилизации позы в момент изготовления, направленных на повышение устойчивости в зоне равновесия, снижение амплитуды тремора, электрической активности мышц, ЧСС непосредственно перед выстрелом;

б) использования прогностических моделей позволяющих по исходным данным предсказать состояние системы, характер управления позой непосредственно перед выстрелом и точность реализации произвольного движения.

#### Выводы.

1. Полученные результаты раскрывают механизмы функционирования и взаимодействия двух систем управления – позы и произвольного движения.

2. Выявлена высокая степень зависимости точности стрельбы по мишени от одновременного взаимодействующего влияния соматических параметров позы, из которых наибольшее влияние на результат оказывают относительно медленные - низкочастотные колебания ОЦМ тела, поддающиеся произвольному управлению.

3. Разработанные регрессионные модели позволяют моделировать и прогнозировать:

1) устойчивость позы, характер ее регуляции непосредственно перед выстрелом в зависимости от аналогичных параметров в период изготовления;

2) изменение активности ССС в момент выстрела в зависимости от устойчивости позы, активности мышц, величин тремора руки удерживающей пистолет во время изготовления и непосредственно перед выстрелом;

3) точность стрельбы в зависимости от характера регуляции позы в период изготовления и выстрела.

### Литература

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. - М.: Медицина, 1975. - 448 с.
2. Бернштейн Н. А. О построении движений. - Бернштейн Н.А. О ловкости и ее развитии. - М.: Физкультура и спорт, 1991. - 288 с.
3. Бернштейн Н.А. О ловкости и ее развитии. - М.: Физкультура и спорт, 1991. - 288 с.
4. Боровиков В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows / В.П. Боровиков, Г.И. Ивченко// - М.: изд-во Финансы и Статистика (2-е изд.), 2006. - 275 с.
5. Бозержан Ж. Справочник по спортивной стрельбе / пер. с франц. Е. Исаковой - Ростов н/Д: Феникс, 2006. -192 с.
6. Иванов К.О. Влияние ощущений от сердца и стабильности позы на точность стрельбы в представлении элитных стрелков/ К.О. Иванов, О.В. Кубряк // Вестник спортивной науки. - «Издательство "Советский спорт"». 2011. №5. С. 13-22.
7. Куделин А. Как повысить устойчивость? // Оружие. 2005. № 2. С. 64-66
8. Приймаков О.О. Взаємозв'язок механізмів регулювання стійкості постави та свавільного точнісного руху у спортсменів // Фізіологічний журн. - 1995 - т.41.-№ 3-4. С.23-28.
9. Приймаков А.А. Взаимосвязи систем регулирования равновесия в вертикальной стойке и управления произвольными движениями у спортсменов-стрелков// Физическое воспитание студентов. 2010. - №3. - С.75-77.
10. Судаков К.В. Функциональные системы организма. - М.: Медицина, 1987. - 432 с.
11. Тарасова Л.В. Факторы устойчивости системы «стрелок-оружие» в тренировке высококвалифицированных стрелков// Вестник спортивной науки. М., 2009. -№3. -С.25-27.
12. Boloban V. Systemic stabilography: methodology of measuring, estimating and controlling sportsman body balance and the system of bodies/ V. Boloban Coordination motor abilities in scientific research. Edited by: Jerzy Sadowski. - Biala Podlaska, 2005. - P. 102-109.
13. Christodoulou V.X., Dinas P.C., Baliamis N.G., Felouris A.D. Changes in heart rate variability during an archery competition / V.X. Christodoulou, P.C. Dinas, N.G.Baliamis, Felouris A.D. - 15th annual congress of the European College of Sport Science: book of abstracts. 2010. - Vol. №15. - P. 339.
14. Era P., Konttinen N., Mehto P., Saarela P., Lyytinen H. Postural stability and skilled performance - a study on top-level and naive rifle shooters / P. Era, N. Konttinen, P. Mehto, P. Saarela, H. Lyytinen. - J. Biomech. - 1996. - Mar; 29 (3): 301-6.
15. Herpin G., Gauchard G.C., Lion A., Collet P., Keller D., Perrin P.P. Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters / G. Herpin, G.C. Gauchard, A. Lion, P. Collet, D. Keller, P.P. Perrin. - J. Electromyogr. Kinesiol. - 2010, Feb; 20 (1): 162-9.
16. Lakie M. The influence of muscle tremor on shooting performance / M. Lakie. - Exp. Physiol. - 2010, Mar; 95 (3) : 441-50.
17. Matthias E., Schandry R., Duschek S., Pollatos O. On relationship between interoceptive signal information and the process of visual stimulus processing / E. Matthias, R. Schandry, S. Duschek, O. Pollatos. - Int. J. Psychophysiol. 2009, May; 72 (2) : 154-9.
18. Perrot C. Influence of training on postural and motor control in a combative sport/ C. Perrot, D. Deviterne, P. Perrin. - J. Hum. Mov. Studies. - 1998. - V. 35. -P. 119-135.
19. Terekhov A.V. Concerning the nature of slow component in postural sway / A.V. Terekhov. - European Workshop on Movement Science. - 2005. - Vienna. - 2005. - P. 123.
20. Terekhov A.V., Levik Yu.S. The forming of the reference vertical in the orthograde posture stabilization task / A.V. Terekhov, Yu.S. Levik. - Progress in motor contro. 2006. - N5, pp. 4-20.

### References:

1. Anokhin P.K. *Ocherki po fiziologii funkcional'nykh sistem* [Essays on the physiology of functional systems], Moscow, Medicine, 1975, 448 p. (in Russian)
2. Bernshtejn N. A. *O postroenii dvizhenij* [On the construction of movements], Moscow, Medicine, 1947, 255 p. (in Russian)
3. Bernshtejn N.A. *O lovkosti i ee razvitiia* [About dexterity and its development], Moscow, Physical Culture and Sport, 1991, 288 p. (in Russian)
4. Borovikov V.P., Ivchenko G.I. *Prognozirovaniie v sisteme STATISTICA v srede Windows* [Forecasting in the STATISTICA for Windows], Moscow, Finance and Statistics, 2006, 275 p. (in Russian)
5. Bozerzhan Zh. *Spravochnik po sportivnoj strel'be* [Handbook of sports shooting], Rostov on Don, Phoenix, 2006, 192 p. (in Russian)
6. Ivanov K.O., Kubriak O.V. *Vliianie oshchushchenij ot serdca i stabil'nosti pozy na tochnost' strel'by v predstavlenii elitnykh strelkov* [Influence of feelings from the heart and stability pose on accuracy in the representation of elite shooters]. *Vestnik sportivnoj nauki*, 2011, no.5, pp. 13-22. (in Russian)
7. Kudelin A. *Kak povysit' ustojchivost'?* [How to improve stability?]. *Oruzhie*. 2005, no.2, pp. 64-66. (in Russian)
8. Priymakov O.O. *Vzaiemoz'v'язok mekhanizmiv reguliuvannia stijkosti postavu ta svavil'nogo tochnist'n'ogo rukhu u sportsmeniv* [Relationship resistance mechanisms regulating posture and arbitrary precision motion in athletes]. *Fiziologichnij zhurnal*. 1995, vol.41, no.3-4, pp. 23-28. (in Ukrainian)
9. Priymakov A.A. *Vzaimosv'язi sistem regulirovaniia ravnovesiia v vertikal'noj stojke i upravleniia proizvol'nymi dvizheniiami u sportsmenov-strelkov* [Relationship management systems of equilibrium in the vertical rack and control voluntary movements in athletes-riflemen]. *Fizicheskoe vospitanie studentov*. 2010, no.3, pp. 75-77. (in Russian)
10. Sudakov K.V. *Funkcional'nye sistemy organizma* [Body functional systems], Moscow, Medicine, 1987, 432 p. (in Russian)
11. Tarasova L.V. *Faktory ustojchivosti sistemy «strelok-oruzhie» v trenirovke vysokokvalificirovannykh strelkov* [Resistance factors of the "shooter-weapon" in the training of highly skilled riflemen]. *Vestnik sportivnoj nauki*, 2009, no.3, pp. 25-27. (in Russian)
12. Boloban V. Systemic stabilography: methodology of measuring, estimating and controlling sportsman body balance and the system of bodies. *Coordination motor abilities in scientific research*. Biala Podlaska, 2005, pp. 102-109.
13. Christodoulou V.X., Dinas P.C., Baliamis N.G., Felouris A.D. *Changes in heart rate variability during an archery competition*. *15th annual congress of the European College of Sport Science: book of abstracts*. 2010, no.15, pp. 339.
14. Era P., Konttinen N., Mehto P., Saarela P., Lyytinen H. Postural stability and skilled performance - a study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics*, 1996, vol.29, no.3, pp. 301-306.
15. Herpin G., Gauchard G.C., Lion A., Collet P., Keller D., Perrin P.P. Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010, vol.20, no.1, pp. 162-169.
16. Lakie M. The influence of muscle tremor on shooting performance. *Exp. Physiol*. 2010, vol.95, no.3, pp. 441-450.
17. Matthias E., Schandry R., Duschek S., Pollatos O. On relationship between interoceptive signal information and the process of visual stimulus processing. *Int. J. Psychophysiol*. 2009, vol.72, no.2, pp. 154-159.
18. Perrot C., Deviterne D., Perrin P. Influence of training on postural and motor control in a combative sport. *J. Hum. Mov. Studies*. 1998, no.35, pp. 119-135.
19. Terekhov A.V. *Concerning the nature of slow component in postural sway*. *European Workshop on Movement Science*. 2005, Vienna, 2005, 123 p.
20. Terekhov A.V., Levik Yu.S. The forming of the reference vertical in the orthograde posture stabilization task. *Progress in motor control*. 2006, no.5, pp. 4-20.

**Информация об авторах:**

**Приймаков Александр Александрович:** докт. биол. наук, проф.; <http://orcid.org/0000-0003-0351-486X>; [aprim@bk.ru](mailto:aprim@bk.ru); Щецинский университет; ал. Пиаст, 40В, блок 6, 71-065 г.Щецин, Польша.

**Эйдер Ежи:** докт. пед. наук, проф.; <http://orcid.org/0000-0002-8401-6442>; [sekretariat.wkfpz@univ.szczecin.pl](mailto:sekretariat.wkfpz@univ.szczecin.pl); Щецинский университет; ал. Пиаст, 40В, блок 6, 71-065 г.Щецин, Польша.

**Омельчук Елена Владимировна:** <http://orcid.org/0000-0001-6184-1362>; [omelchuk58@mail.ru](mailto:omelchuk58@mail.ru); Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова; ул. Тургеневская 3-9, г. Киев, 01000, Украина.

**Цитируйте эту статью как:** Приймаков А.А., Эйдер Е., Омельчук Е.В. Устойчивость равновесия в вертикальной стойке и управление произвольным движением у спортсменов-стрелков в процессе изготовления и стрельбы по мишени // Физическое воспитание студентов. – 2015. – № 1 – С. 36-42. <http://dx.doi.org/10.15561/20755279.2015.0106>

Электронная версия этой статьи является полной и может быть найдена на сайте: <http://www.sportpedu.org.ua/html/arhive.html>

Это статья Открытого Доступа распространяется под терминами Creative Commons Attribution License, которая разрешает неограниченное использование, распространение и копирование любыми средствами, обеспечивающими должное цитирование этой оригинальной статьи (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.ru>).

Дата поступления в редакцию: 12.11.2014  
Принята: 12.12.2014; Опубликована: 30.12.2014

**Information about the authors:**

**Pryimakov O.O.:** <http://orcid.org/0000-0003-0351-486X>; [aprim@bk.ru](mailto:aprim@bk.ru); Szczecin University; al. Piast 40B, Block 6, 71-065 Szczecin, Poland.

**Eider Ezhy:** <http://orcid.org/0000-0002-8401-6442>; [sekretariat.wkfpz@univ.szczecin.pl](mailto:sekretariat.wkfpz@univ.szczecin.pl); Szczecin University; al. Piast 40B, Block 6, 71-065 Szczecin, Poland.

**Omelchuk O.V.:** <http://orcid.org/0000-0001-6184-1362>; [omelchuk58@mail.ru](mailto:omelchuk58@mail.ru); M.P. Dragomanov National Pedagogical University; ul. Turgenevskaia 3-9, Kiev, 01000, Ukraine.

**Cite this article as:** Pryimakov A.A., Eider E., Omelchuk E.V. Stability of equilibrium in upright stance and voluntary motion control in athletes-shooters in the process of ready position and target shooting. *Physical education of students*, 2015, no.1, pp. 36-42. <http://dx.doi.org/10.15561/20755279.2015.0106>

The electronic version of this article is the complete one and can be found online at: <http://www.sportpedu.org.ua/html/arhive-e.html>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>).

Received: 12.11.2014  
Accepted: 12.12.2014; Published: 30.12.2014