

УДК 796.412.2

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЕДМЕТОВ НА СЛОЖНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕБРОСОК В ГРУППОВЫХ УПРАЖНЕНИЯХ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКИ**

*Елена Николаевна Медведева, доктор педагогических наук, профессор, Татьяна Юрьевна Давыдова, аспирантка, Александра Александровна Супрун, кандидат педагогических наук, доцент, Ольга Анатольевна Двейрина, кандидат педагогических наук, доцент, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (НГУ имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)*

**Аннотация**

Переброски являются наиболее оцениваемым и зрелищным видом взаимодействий. В настоящее время обязательным требованием к групповым комбинациям является наличие, как минимум, пяти. Качество, сложность и оригинальность выполнения перебросок характеризует исполнительское мастерство группы и ее конкурентоспособность на соревнованиях самого различного уровня. В данной статье рассматриваются физические свойства предмета, как кинематические факторы, влияющие на сложность и точность перебросок предметов в групповых упражнениях художественной гимнастики. На основе данных биомеханических исследований установлено, что сложность и трудность выполнения перебросок определяют не только способ броска и ловли предмета, расстояние между гимнастками, сложность движений телом, которые выполняются во время броска, полета предмета и ловли, но и, прежде всего, физические свойства предмета.

**Ключевые слова:** групповые упражнения, сложность перебросок предметов, кинематические характеристики движений, физические свойства предметов.

**INFLUENCE OF PHYSICAL PROPERTIES OF OBJECTS ON COMPLEXITY AND ACCURACY OF PERFORMANCE OF THROWING OVER IN GROUP EXERCISES IN RHYTHMIC GYMNASTICS**

*Elena Nikolaevna Medvedeva, the doctor of pedagogical sciences, professor, Tatiana Yurievna Davidova, the post-graduate student, Aleksandra Aleksandrovna Suprun, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, Olga Anatolyevna Dveyrina, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, The Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg*

**Annotation**

Transfers of objects are the most valued and spectacular type of interaction. Currently, the mandatory requirement for group combinations is the presence of at least five. The quality, complexity and originality of the transfers of objects characterize the performance skills of the group and its competitiveness in competitions of various levels. This article discusses the physical properties of the subject as kinematic factors affecting the complexity and accuracy of the transfer of objects in group exercises of rhythmic gymnastics. On the basis of biomechanical investigations, the authors showed that the complexity and difficulty of implementation of lift is determined not only by the way of throwing and catching the object, the distance between the gymnasts, the difficulty of the body movements that are performed during the throw, the flight of the object, and catching, but above all, the physical properties of the object.

**Keywords:** group exercise, complexity of the transfer of objects, kinematic characteristics of movements, physical properties of objects.

**ВВЕДЕНИЕ**

В соответствии с правилами соревнований по художественной гимнастике на каждый олимпийский цикл содержание соревновательных комбинаций постоянно изменяется. Группы гимнасток на соревнованиях выполняют две различные композиции – с

однородными предметами и с разнородными предметами, демонстрируя технику выполнения элементов без предмета и с предметами, различные построения и перестроения, взаимодействия между гимнастками. Изменяются предметы и их количественное сочетание в одном из видов многоборья (таблица 1).

Таблица 1 – Вариативность сочетания предметов в соревновательных комбинациях групповых упражнений

Год	1 вид	2 вид
2000	5 пар булав	3 ленты и 2 обруча
2004	5 лент	3 обруча и 2 мяча
2008	5 скакалок	3 обруча и 2 пары булав
2012	5 мячей	3 ленты и 2 обруча
2016	5 лент	3 пары булав и 2 обруча
2020	5 обручей	3 мяча и 2 скакалки

Анализ изменений в правилах соревнований показал, что при определении предметов и их сочетаний экспертами Технического комитета наибольшее предпочтение отдается обручу и наименьшее – скакалке. Можно предположить, что связано это, прежде всего, с различиями в физических свойствах предметов и сложности техники двигательных действий с ними. Это, в свою очередь, может обуславливать сложность согласования движений гимнасток с предметом в групповых упражнениях, а фактор качества взаимодействий с предметом выдвигать на одно из первых мест по значимости. В связи с этим существует необходимость в получении объективных данных о влиянии физических свойств предметов на сложность выполнения перебросок в групповых упражнениях художественной гимнастики, позволяющих выявить причины ошибок, связанных с трудностью бросков на протяжении всей соревновательной комбинации и разработать научно-обоснованные рекомендации по их устранению [1, 2].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучив кинематические характеристики техники перебросок и их взаимосвязи, удалось оценить сложность синхронизации данных элементов в различных сочетаниях предметов художественной гимнастики при выполнении броска и ловли, как правой, так и левой руками.

В процессе анализа кинематических характеристик техники движений каждого из 8-ми упражнений, выполняемого правой и левой рукой, установлено, что степень различий между показателями углов, длин траекторий и ускорений перемещения точек звеньев тела приоритетной и неприоритетной сторон различна (таблица 2).

Таблица 2 – Достоверные различия в межзвенных углах при выполнении перебросок предметами правой и левой руками (N=12;  $p < 0,05$ )

Предмет	Межзвенные углы									
	Плечевые		Локтевой		Тазобедренный		Коленный		Голеностопный	
	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый
	Бросок									
Обруч	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Мяч	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Булавы	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Лента	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
	Ловля									
Обруч	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Мяч	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Булавы	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Лента	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$

Установлено, что при выполнении перебросок различными предметами больше всего достоверных различий присутствует в межзвенных углах коленного и голеностопного суставов. То есть, вспомогательные движения ногами, обеспечивают «подстройку»

гимнастики под предмет и, тем самым, предотвращают возможные ошибки при ловле предмета. При этом одновременное проявление различий в угловых показателях локтевого и плечевого суставах, зафиксированное в 25% случаев, подтвердило, что это зависит от физических свойств предмета.

Корреляционный анализ позволил установить, насколько форма тела определяет кинематику броска и ловли конкретного предмета. Так было выявлено, что 77,14% положительных высокой и выше средней степени связей между показателями межзвенных углов и длинами траекторий перемещения точек звеньев тела существует при выполнении броска булавы (таблица 3). Это указывало на то, что точность движений рукой, выполняющей бросок, обеспечивается характерными двигательными действиями другими частями тела.

Таблица 3 – Взаимосвязь траекторий точек и межзвенных углов при выполнении бросков предметов (r; N=12)

Точки	Межзвенные углы									
	Плечевые		Локтевой		Тазобедренный		Коленный		Голенистоопный	
	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый
Бросок обруча										
1		0,72				0,94	0,83	0,53	0,89	0,80
2	0,56	0,62	0,69		0,54	0,99		0,57		0,93
3		0,54	0,54	0,62					0,56	0,56
4	0,98		0,97	0,66	1,00		0,51	0,84		0,60
5							0,56	0,54	0,99	
6				0,55			0,95	0,64		
7				0,71			0,51	0,52	0,98	
Бросок мяча										
1	0,81	0,93	0,71	0,63	0,77	0,86	0,77	0,91	0,78	0,91
2	0,92		0,89		0,91		0,92		0,93	
3	0,96	0,83	0,94		0,96	0,81	0,96	0,84	0,98	0,85
4						0,09				
5		0,75		0,68		0,63		0,71		0,71
6	0,53	0,58			0,52		0,52	0,57	0,57	0,59
7		0,91				0,85		0,89		0,89
Бросок булавы										
1	0,79	0,90	0,69	0,76	0,68		0,73	0,78	0,68	0,83
2	0,66	0,94	0,68	0,99	0,71	0,85	0,75	0,99	0,71	0,98
3	0,58	0,62	0,62		0,66		0,68		0,65	
4	0,92	0,94	0,85	1,00	0,85	0,71	0,90	0,98	0,85	0,98
5	0,73	0,66	0,62		0,61		0,68		0,61	0,56
6		0,66								0,54
7	0,70	0,78	0,58	0,76	0,59	0,92	0,70	0,83	0,59	0,79
Бросок ленты										
1	0,68	0,72			0,53	0,56	0,93		0,93	
2	0,78	0,96			0,67	0,99		0,99		0,94
3			0,54	0,98						
4				0,72						0,64
5			0,72	0,69						
6			0,96		0,67					0,52
7	0,65				0,62		0,73	0,57	0,71	0,75

Примечание. Точки: 1 – акромиальная, 2 – плечелучевая, 3 – шиловидная, 4 – переднеподвздошная, 5 – СЛМБК, 6 – нижняя большеберцовая, 7 – конечная.

Наоборот, при выполнении броска ленты эти связи проявляются менее всего (40% от возможных), свидетельствуя о том, что только длины траекторий акромиальной, плечелучевой, нижней большеберцовой и конечной точек наиболее связаны с характеристиками межзвенных углов других частей тела. Соответственно, управление бросковыми движениями и контроль точности их выполнения с лентой значительно меньше. При выполнении броска булавы точность воспроизведения движений зависит от перемещения почти всех

точек и изменения каждого межзвенного угла биомеханической системы. Поэтому при отработке бросков необходимо учитывать особенности предметов. Для повышения точности броска отдельных целесообразно использовать разные средства, методы и сложность заданий.

При ловле предметов (таблица 4) наблюдается общее снижение взаимовлияния изучаемых кинематических характеристик, а положительные корреляционные связи наиболее ярко выражены при ловле ленты и обруча (51,4%).

Прием этих предметов зависит от перемещений каждого звена тела и показателей межзвенных углов. Это связано с большими размерами обруча и ленты, их инерционностью. Наименьшее количество взаимосвязей межзвенных углов и длин траекторий перемещения точек звеньев тела зафиксировано при броске булав (37,14%). При этом более плотный ряд корреляций присутствовал в локтевом и коленном суставах.

Таблица 4 – Взаимосвязь траекторий точек и межзвенных углов при выполнении ловли предметов (r; N=12)

Точки	Межзвенные углы									
	Плечевой		Локтевой		Тазобедренный		Коленный		Голенистопопный	
	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	Левый
Ловля обруча										
1	0,79	0,54	0,80	0,81	0,79	0,84	0,87	0,84	0,51	
2				0,54					0,52	
3									0,56	
4	0,64		0,51	0,93	0,52	0,86	0,63	0,98	0,58	0,65
6	0,61		0,50	0,76	0,52	0,57		0,82	0,83	0,69
7	0,55	0,94	0,61		0,59	0,60	0,67			0,65
Ловля мяча										
1	0,92	0,89	0,79	0,90		0,93	0,93	0,54	0,98	
2					0,94		0,58	0,52		0,58
3					0,94		0,53			
4	0,60	0,59	0,91	0,83	0,18	0,68	0,69		0,81	
5	0,92		-0,85		0,60		0,96	0,52	1,00	0,56
6			-0,79		0,18					
7					0,62					
Ловля булавы										
1				0,99				0,67		
2				0,89	0,51			0,75		
3				0,91				0,83		
4				0,97				0,86		
5	0,60		0,61	1,00				0,73		
6				0,80	0,74	0,69	0,65	0,99	0,67	0,52
7		0,78	0,64							0,68
Ловля ленты										
1				0,73		0,93	0,73	0,97		0,93
2	0,96	0,68	0,90	0,57	0,94				0,94	
3	0,90		0,94	0,57	0,92	0,98		0,73	0,99	0,58
4		1,00					0,79			
5			0,93	0,67	0,89	0,82	0,82	0,57	0,76	
6		0,81				0,53	0,92	0,59		0,82
7						0,63	0,71			0,88

Примечание. Точки: 1 – акромиальная, 2 – плечелучевая, 3 – шиловидная, 4 – переднеподвздошная, 5 – СЛМБК, 6 – нижняя большеберцовая, 7 – конечная.

Из вышесказанного следует, что успешность перебросок групповых упражнений зависит не только от точности кинематики движений тела гимнасток, но и от способности быстро ее перестраивать с учетом физических свойств предмета. Необходимость постоянного согласования действий в группе требует от спортсменок проявления в большей степени дифференцировки параметров движений в пространстве и во времени, концентрации и переключения внимания с учетом особенностей предмета.

Это подтверждают и данные стабиллографических исследований при выполнении перебросок.

Установлено, что степень влияния кинематики техники движений с предметом на сохранение равновесия различна. Так, межзвенные углы в броске обруча на 80% определяли среднее направление колебаний проекции центра массы тела, показатели которых были наивысшими. Менее всего проявлялось влияние в булавах (10%). В ловле характер взаимосвязей менялся, и большее влияние межзвенных углов было зафиксировано в булавах (70%) и ленте (60%), а меньшее – в обруче (0%). При одновременном обмене предметом было зафиксировано 70% от возможного количества значимых связей. Данный факт указывал на значимое влияние на точность и устойчивость равновесия в переброске не только фактора «амплитуда движений звеньев тела», но и факторов «свойства предмета» и «сочетание предметов» [3].

## ВЫВОДЫ

Таким образом, как физические свойства предмета, так и характер работы им влияют на устойчивость и определяют возникновение отклонений в технике, приводящее к рассогласованию движений гимнасток при выполнении перебросок в групповых упражнениях. Свойства предмета, обуславливающие угловые характеристики техники броска и ловли, влияют на качество оценки движений гимнастками, и, следовательно, на возможность перераспределения внимания, определяя точность, надежность и синхронизацию взаимодействий с помощью предмета. Все это указывает на необходимость оптимизации содержания тренировки в групповых упражнениях, ориентированной на повышение точности перебросок посредством применения специальных упражнений для совершенствования мышечных дифференцировок и пространственной ориентации в совместной работе спортсменок различными предметами художественной гимнастики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила по художественной гимнастике FIG за 2017-2020 г. [Электронный ресурс] // URL : <http://www.vfgr.ru/upload/iblock/b0e/b0ef90036571278987c9d657f05e9394.pdf> (дата обращения: 01.10.2018).
2. Соотношение сил в мировой художественной гимнастике в начале нового олимпийского цикла / Р.Н. Терехина, Е.С. Крючек, Е.Н. Медведева, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 3 (145). – С. 220-223.
3. Объективные факторы успешного выполнения перебросок в групповых упражнениях художественной гимнастики / Е.Н. Медведева, Р.Н. Терехина, А.А. Супрун, О.А. Двейрина, Т.Ю. Давыдова, А.Ю. Давыдова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 6 (160). – С. 117-123.

## REFERENCES

1. *Rules of rhythmic gymnastics FIG for 2017-2020*, available at: <http://www.vfgr.ru/upload/iblock/b0e/b0ef90036571278987c9d657f05e9394.pdf>.
2. Terekhina, R.N., Kryuchek, E.S., Medvedeva, E.N. and Viner-Usmanova, I.A. (2017), "Ratio of forces in world rhythmic gymnastics at the beginning of a new Olympic cycle", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 145, No. 3, pp. 220-223.
3. Medvedeva, E.N., Terekhina, R.N., Suprun, A.A., Dveyrina, O.A., Davydova, T.Y., Davydova, A.Y. (2018), "Objective factors of successful performance of transfers in group exercises of rhythmic gymnastics", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 160, No. 6, pp. 117-123.

**Контактная информация:** zavkaf58mail.ru

*Статья поступила в редакцию 19.10.2018*