

## ОБУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯМ: ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Г.И.Попов

Россия, 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4, Российская государственная академия физической культуры

**Аннотация:** Рассматриваются основные противоречия при обучении движениям традиционными педагогическими методами. Разрешение этих противоречий видится автору в создании искусственной предметной среды, в которой выход на более высокие двигательные режимы обеспечиваются посредством различных по конструкции упругих рекуператоров энергии, воздействующих на биомеханические параметры движений, энергетические и функциональные системы организма. Показывается, что указанные биомеханические тренировочные приспособления позволяют усиливать прежде всего процессы рекуперации энергии в двигательных действиях спортсменов. Этим обеспечивается энергетический ресурс интенсификации двигательных режимов. Показано, что при таких средствах воздействия на спортсмена можно достигать рекордной для них результативности, что является конечной целью процесса спортивной подготовки.

**Ключевые слова:** биомеханика движений, обучение бегунов, упругие рекуператоры энергии

Каждый тренер, готовящий своих учеников-спортсменов, хочет, чтобы они достигали в своем виде спорта выдающихся результатов. Если поставить перед собой и перед своим учеником задачу повышения спортивной результативности, вплоть до рекордной для него и его вида спорта, то ее можно решить двумя путями:

Первый путь – это традиционный многолетний процесс подготовки спортсменов с постепенным выходом на те биомеханические, функциональные и силовые показатели его двигательных действий, которые могут привести к значительному росту спортивных результатов.

На этом пути в процессе обучения (обучение понимается здесь не только как процесс начального освоения движения, но и как переход на более высокий уровень освоенности упражнения в рамках совершенствования движений) возникают некоторые противоречия [1,2].

Коренное противоречие обучения движениям заключается в том, что вся повседневная практика использования обучающих приемов построена на формировании внутреннего содержания движений посредством попыток обучаемого подражать каким-то эталонным внешним формам спортивного упражнения, предъявляемого тренером в качестве образца. В то же время очевидно, что сами по себе внешние формы движений представляют собой следствие изменений их внутреннего содержания, а именно, координационного взаимодействия мышечных групп (межмышечная координация) спортсмена в конкретном спортивном упражнении. Осознанию рассматриваемого противоречия препятствовали не только укоренившаяся многовековая практика обучения на основе подражания, но и практическое отсутствие каких-либо методических средств для контроля за правильностью формирования внутреннего содержания движений. Невозможность для обучаемого сразу освоить выполнение сложного движения вынудила к использованию таких обучающих схем, в

которых двигательное задание осваивалось через его упрощение и расчленение на элементы.

Второе коренное противоречие также связано с закономерностями межмышечной координации. Это противоречие заключается в том, что наибольшая вероятность формирования рациональной межмышечной координации появляется лишь в условиях отсутствия внешних помех выполнению осваиваемых спортивных упражнений. В то же время известно, что начинающие спортсмены, выполняя свои и тренерские установки на увеличение результативности движений, повышая интенсивность их выполнения, увеличивают вероятность мешающих влияний на развитие движений прежде всего за счет нарушений межмышечной координации, недостаточной физиологической готовности и отставания в развитии физических качеств. Таким образом, получается, что освоение эффективных движений невозможно без выхода на тот режим деятельности, который осуществляется без помех, тогда как сам процесс достижения этого режима приводит к этим помехам.

Третье противоречие заключается в том, что обучение какому-либо спортивному движению начинается, как правило, на относительно низких уровнях развития физических качеств. Вследствие этого формируемое движение не может быть эффективным. Повторение упражнений формирует и закрепляет двигательный навык. С закреплением навыка закрепляется низкая результативность осваиваемого движения. Выход из данного противоречия на основе традиционных методических путей заключается в постоянном многоэтапном переучивании, в применении специальных средств, препятствующих закреплению навыка.

Из анализа указанных противоречий предлагается второй, принципиально иной путь обучения движениям. Суть его в том, что двигательный навык может формироваться не в естественных условиях, а в условиях специально созданной для этого внешней среды. В этом случае начальная целевая направленность обучения движению заключается в формировании новой ритмически-скоростной компоненты двигательного навыка, вплоть до соответствующей рекордной результативности. Т.е. основа предлагаемого способа – формирование координационного компонента на рекордных режимах. Но функциональные и физические возможности спортсмена не могут обеспечить рекордные движения в обычных условиях. А для этого и создана искусственная внешняя среда, задача которой – дать спортсмену силовые и энергетические добавки, которые необходимы для компенсации недостающих занимающемуся естественных сил и функциональных возможностей. Хотя в подобном подходе итоговый рекордный результат обеспечивается сочетанием естественных и искусственных сил, сами же системы движений и присущие им связи межмышечных координаций носят вполне естественный характер, способствующий формированию и постепенному закреплению ритмически-скоростной основы двигательного навыка. Задача тренера в последующем состоит в разумном сочетании естественных движений и движений в искусственных условиях выполнения упражнений и в последующем снижении доли искусственных добавок за счет роста объема упражнений, выполняемых в естественных условиях. Спортсмен и окружающая его внешняя среда (это, как правило, комплекс технических средств) представляют собой как бы две взаимосвязанные части единого управляющего контура, который настраивает всю систему естественных движений и искусственных влияний на них таким образом, чтобы при постепенно уменьшающейся искусственности постоянно обеспечивать максимальную реализацию естественных потенциальных возможностей спортсмена.

Специально (искусственно) созданные внешние условия реализуются в виде тренировочных приспособлений, тренажеров, спортивного инвентаря и экипировки. В каждом конкретном спортивном упражнении они обеспечивают энергетическую,

силовую, координационную помощь спортсмену, предохранение опорно-двигательного аппарата от перегрузок, улучшение управления двигательными действиями.

Назначение всего вышеперечисленного - помочь спортсмену выполнить упражнение с повышенными, в том числе и рекордными для него показателями. И прежде всего – помочь преодолеть энергетический барьер, который является главным препятствием при выходе на повышенную или рекордную результативность. Средством решения указанной проблемы являются упругие рекуператоры энергии [ 3 ].

### **Упругие рекуператоры энергии в тренажере «система облегчающего лидирования»**

Тренажер «система облегчающего лидирования» содержит вертикальную упругую связь, приложенную к спортсмену или со стороны передвижного устройства (мотоцикл), или от каретки на монорельсе, или от неподвижного кронштейна при беге на тредбане. Одним концом вертикальная упругая связь крепится к устройству на системе облегчающего лидирования, а другой – к телу спортсмена через ремень. Вертикальная упругая связь состоит из набора резиновых шнуров, количество которых меняется в соответствии с задачами подготовки. Вертикальная упругая связь может воздействовать на спортсмена двумя способами: изменением величины статического тягового усилия, приложенного к спортсмену за счет предварительного растяжения упругой связи и направленного противоположно вектору ускорения свободного падения, и изменением жесткости вертикальной упругой связи (увеличение числа резиновых шнуров).

В первой серии педагогических экспериментов проверялось воздействие вариаций вертикального тягового усилия на рекуперационные процессы в теле бегунов. Использовался тренажер системы облегчающего лидирования на базе тредбана. Испытуемые – бегуны на средние и длинные дистанции высокой квалификации (всего 11 человек в возрасте 18 лет – 21 год, все мастера спорта). Бег проводился на скорости 4.5 м/с.

Если уменьшаются абсолютные значения работы на перемещение звеньев опорно-двигательного аппарата, а по условиям опыта величина скорости бега спортсмена на тредбане остается неизменной при любых условиях воздействия, значит движения бегуна сопровождаются усилением механизмов рекуперации энергии.

Изменение величины тягового усилия влияет в большей степени на рекуперацию энергии за счет ее перехода из потенциальной в кинетическую и обратно (коэффициент  $k_1$  [4]). Результаты приведены в таблице 1.

Во второй серии экспериментов, проведенных с этими же бегунами на средние и длинные дистанции проверялось воздействие вертикальной упругой связи различной жесткости (упругости) на процессы рекуперации энергии: (при двух коэффициентах упругости  $C$  и  $2C$ ). Тяговое усилие со стороны вертикальной упругой связи бралось минимальным (1-2% от веса спортсмена). Некоторые результаты приведены в таблице 2.

Условия бега, создаваемые вертикальной упругой связью изменяемой жесткости, могут рассматриваться как средство усиления процессов рекуперации энергии механического движения с преобладанием механизма обмена энергией между звеньями тела бегуна.

Если за счет процессов рекуперации энергии уменьшаются абсолютные затраты механической энергии на перемещение спортсмена на одном скоростном режиме, то можно скорость бега повышать до таких величин, при которых передвижение спортсмена будет обеспечиваться соответствующими его уровню подготовленности и доступными для него затратами абсолютной механической энергии.

Таблица 1. Параметры, характеризующие механическую работу при различных величинах тягового усилия.

Отношение тягового усиления к весу спортсмена, %	k1, %	W <sub>p</sub>	$\frac{W_{\text{пц}}}{W}$		
			стопа	голень	бедро
0	17	10	1.00	1.00	1.00
6	25.5	15.5	0.79	0.85	0.89
9	—	—	0.72	0.90	0.80
10	23	12	0.70	—	—
11.5	29	17	0.71	0.85	0.82
12.2	25	18.5	0.77	0.97	0.89
14	16	10	0.72	0.88	0.96
18.	25	8.5	0.94	1.1	1.05

W<sub>пц</sub> – внешняя работа в полувосстановлении, W<sub>p</sub> – величина рекуперированной энергии, W – работа при беге на тредбане без вертикальной упругой связи.

Таблица 2. Некоторые энергетические показатели бега при различных коэффициентах упругости упругой связи.

Величина коэффициента упругости	k <sub>1</sub> , %	k <sub>2</sub> опоры, %	k <sub>2</sub> полувосстановления, %
Естественный бег	16.5 ± 0.5	72.0 ± 0.1	76.5 ± 0.3
C	16.8 ± 0.6	73.2 ± 0.6	77.3 ± 0.5
2C	18.8 ± 0.6	76.5 ± 0.5	80.0 ± 0.3

k<sub>2</sub> – коэффициент рекуперации, дающий верхнюю оценку возможного перехода полной механической энергии между звеньями тела[4].

### Упругие рекуператоры энергии типа «искусственная мышца»

Упругие рекуператоры энергии типа «искусственная мышца» – это набор резиновых шнуров, крепящийся одним концом к пяточной части кроссовок, а другим – к проксимальной части голени через манжет, т.е. располагающийся параллельно икроножной мышце. Это позволяет за счет деформации резиновых шнуров накапливать энергию в одних фазах движения, а в процессе отдачи этой энергии искусственным образом усиливать эффект другой фазы движения.

Назначение искусственных мышц – усилить процессы энергетической экономизации движений за счет передачи энергии от звена к звену. Искусственные мышцы могут использоваться в качестве дополнительной односуставной или двухсуставной мышцы.

Были проведены различные эксперименты по определению воздействия рекуператора «искусственная мышца» на показатели двигательной деятельности спортсменов-бегунов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции. На основе этого проведено сравнение теоретических расчетов с реальными показателями экономизации метаболической энергии, полученными на основе данных непрямой калориметрии. Показано, что расчетная экономия энергии за счет передачи ее от звена к звену составляет 8.8%, реальная экономия 7%. Смысл энергетической экономизации в том, чтобы через нее выйти на тренировки на повышенных скоростных режимах. В ряде экспериментов была проверена возможность обеспечения этого. В первом эксперименте (12 бегунов в возрасте 18-28 лет, мастера спорта и кандидаты в мастера спорта) с бегунами на средние и длинные дистанции ставилась задача

определения эффекта от применения искусственной мышцы в коротком периоде – 3 недели (острое воздействие). Максимальная частота сердечных сокращений в беге снизилась на 3-5%, пульс - сумма восстановления за 3 минуты - на 7.5÷11.6%. Тестирование времени пробегания одного из тренировочных отрезков (600 м) показало, что в группе бегунов, использовавших искусственные мышцы, средний результат снизился с  $96.9 \pm 0.75$  с до  $95.5 \pm 0.71$  с ( $P < 0.05$ ). В контрольной группе - с  $96.9 \pm 0.68$  с до  $96.4 \pm 0.53$  с ( $P > 0.05$ ). Межгрупповые различия недостоверны. Второй эксперимент (8 бегунов в возрасте 18 лет – 21 год, мастера спорта и кандидаты в мастера спорта) был посвящен отработке методических приемов индивидуализированной подготовки высококвалифицированных бегунов на средние дистанции. Эксперимент проводился в мае-июне. Методика подготовки строилась следующим образом: искусственные мышцы использовались по 3 раза в недельном микроцикле в основное время тренировки, которое включало в себя пробегание тренировочных отрезков (300÷600 м) со скоростью 85-90% от максимальной соревновательной. Отмечены в результате положительные изменения в биомеханических показателях и улучшение результативности у участников экспериментальной группы ( $P < 0.05$ ). В контрольной группе это не наблюдается.

### Опыты по выведению спортсменов на рекордную для них результативность в беге на средние дистанции.

Как элемент в общей системе подготовки к крупным международным соревнованиям бегуны-средневики высшей квалификации использовали тренажер системы облегчающего лидирования на базе тредбана с вертикальной упругой связью. Тренировки проходили на рекордной скорости (6.35 м/с). В настоящем сообщении приводятся данные исследовательской части проекта, когда бег на рекордной скорости спортсмены выполняли до отказа.

В эксперименте приняли участие 3 мастера спорта и 3 мастера спорта международного класса. Преимущественное время бега до отказа у испытуемых составило 12 мин. На такой скорости, как была задана, в естественных условиях бега такое время не показывал ни один из испытуемых. Коэффициент рекуперации энергии  $k_1$  составил: фон – 17.7%, 2-я минута – 10.4%, 8-я минута – 18.5%, 12-я минута – 24.6%. И это все при достоверно более низких (до 12%) параметрах внешнего дыхания по сравнению с бегом в естественных условиях.

Некоторые фактические данные, полученные в эксперименте, приведены в таблице 3.

Длительное сохранение рекордного режима бега можно объяснить только резко возрастающей величиной рекуперированной энергии.

Таблица 3. Кинематические и энергетические параметры движения общего центра масс бегунов в процессе эксперимента

Параметры	Обычные условия	Вертикальное тяговое усилие		
		2-я минута	8-я минута	12-я минута
$t_{\text{опоры}}$ , с	$0.203 \pm 0.005$	$0.195 \pm 0.005$	$0.162 \pm 0.006$	$0.155 \pm 0.006$
$t_{\text{полуцикла}}$ , с	$0.295 \pm 0.010$	$0.300 \pm 0.011$	$0.291 \pm 0.013$	$0.305 \pm 0.012$
$W_{\text{в.полуц}}$ , Дж	$40.8 \pm 2.2$	$49.2 \pm 3.2$	$41.5 \pm 3.2$	$37.6 \pm 3.6$
$W_{\text{р}}$ , Дж	$5.7 \pm 1.1$	$5.7 \pm 1.1$	$9.4 \pm 1.3$	$12.3 \pm 1.2$

$t_{\text{опоры}}$  – время опоры,  $t_{\text{полуцикла}}$  – время одного бегового шага,  $W_{\text{в.полуц}}$  - внешняя работа за беговой шаг,  $W_{\text{р}}$  - величина рекуперированной энергии.

### **Заключение**

Рассмотренные в статье положительные эффекты воздействия упругих рекуператоров энергии на бегунов сохраняются и в попытках ближайшего последствия. При длительных циклах подготовки с использованием различных модификаций упругих рекуператоров энергии эффект от их применения сохраняется достаточно долго, чтобы можно было решить основную планируемую на цикл подготовки задачу – надежное повышение спортивного результата в основных соревнованиях сезона. Следовательно, механизмы рекуперации энергии поддаются направленному воздействию, а это в свою очередь обеспечивает формирование у спортсмена энергетически более рациональной структуры движения, а значит - дает возможность реально решить проблему преодоления энергетического барьера при переходе к бегу на большей скорости.

Использование приведенных в качестве примеров модификаций упругих рекуператоров энергии позволяет создать устойчиво воспроизводимую и объективизированную ориентировочную основу действия, что во многом позволяет разрешить первое и второе из указанных в начале противоречий.

Преодоление энергетического барьера в беге, а в более общем случае – оказание энергосиловых добавок спортсмену со стороны тренажеров различной направленности позволяет разрешить третье из указанных противоречий и сразу проводить тренировки на таких ритмо-скоростных режимах, которые соответствуют повышенным или даже рекордным результатам.

### **Литература**

1. РАТОВ И.П. Противоречия совершенствования в движениях. **Совершенствование управления системой подготовки квалифицированных спортсменов (теоретические аспекты)**: 4 – 26, Москва, 1980.
2. РАТОВ И.П. Проблемы преодоления противоречий в процессе обучения движениям и реализация дидактических принципов. **Теория и практика физической культуры**, 7: 40-44, 1983.
3. ПОПОВ Г.И. **Биомеханические основы создания предметной среды для формирования и совершенствования спортивных движений**. Дисс. докт. педаг. наук. Москва, 1992.
4. ЗАЦИОРСКИЙ В.М., ЯКУНИН Н.А. Механическая работа и энергия при локомоциях человека. **Физиология человека**, 4(6): 579-596, 1980.

## **TRAINING OF SPORTSMEN: CONTRADICTIONS AND METHODS OF THEIR OVERCOMING**

**G.I. Popov (Moscow, Russia)**

The main contradictions of sportsmen training by traditional pedagogical methods are considered. The overcoming of these contradictions in author's opinion may be realized by creation of artificial medium. It will allow to receive new motive conditions with elastic recuperators of energy. It is shown that these methods of training lead to records of sportsmen.

Key words: biomechanics of motion, training of runners, elastic recuperators of energy

*Получено 29 мая 2000*