

ние на технику подготовки к отталкиванию и непосредственно технику отталкивания в легкоатлетических прыжках.

1. Бризинский, Г. З. Специальная силовая подготовка юных прыгунов с шестом на основе организации движений соревновательного упражнения в искусственных условиях : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Г. З. Бризинский ; МОГИФК. – Малаховка, 1984. – 23 с.

2. Дьячков, В. М. Техника и методика обучения прыгунов с шестом : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / В. М. Дьячков ; ГЦОЛИФК. – М., 1950. – 19 с.

3. Левинштейн, С. В. Обучение подростков и юношей технически сложным видам легкой атлетики (исследование техники и методики обучения юных прыгунов с шестом) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / С. В. Левинштейн ; ГЦОЛИФК. – М., 1961. – 29 с.

4. Малютин, А. М. Исследование взаимосвязи факторов разбега и отталкивания, определяющих эффективность прыжка с фибергласовым шестом : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. М. Малютин ; ГЦОЛИФК. – М., 1974. – 26 с.

5. Мансветов, В. В. Модельные характеристики технического мастерства прыгунов с шестом и их использование в подготовке спортсменов высшей квалификации : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / В. В. Мансветов. – М., 1984. – 199 с.

6. Савиных, Б. А. Повышение эффективности обучения прыжку с шестом на начальном этапе подготовки юных прыгунов : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Б. А. Савиных ; ГЦОЛИФК. – М., 1982. – 23 с.

7. Фельд, Н. Э. Исследование оптимальных форм структурно-ритмической организации разбега в прыжках с шестом : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Н. Э. Фельд ; Тарт. гос. ин-т физ. культуры. – 1974. – 19 с.

8. Шустер, И. И. Обучение подростков и юношей прыжку с шестом : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / И. И. Шустер ; ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта. – Л., 1958. – 19 с.

9. Биомеханика : учеб.-метод. комплекс для специальности «Физическая культура» / М. С. Терзи. – Челябинск : ЧГПУ, 2004. – 106 с.

10. Ворон, А. В. Структурная гармония локомоций человека / А. В. Ворон // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму : материалы XV Междунар. науч. сессии по итогам НИР за 2016 год, посвящ. 80-летию ун-та, Минск, 30 мар. – 17 мая 2017 г. : в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: Т. Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2017. – Ч. 1. – С. 47–51.

Поступила 04.05.2018

УДК 796.01:612.76

«ЗОЛОТАЯ» ПРОПОРЦИЯ И ЛОКОМОЦИИ ЧЕЛОВЕКА

А.В. Ворон, канд. пед. наук, доцент,

Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь

Показан механизм регуляции локомоторных актов человека с позиции феномена «золотой» пропорции. Для описания динамической системы локомоций человека нами построены обобщенные геометрические модели и введено понятие «элемент структурной оппозиции». Показано также, что структура локомоций человека может быть описана посредством построенных нами обобщенных геометрических моделей.

Ключевые слова: золотая пропорция; локомоции человека; скоростная видеосъемка; обобщенная геометрическая модель; период опоры; период переноса; опорная фаза; полетная фаза; элемент структурной оппозиции.

“GOLD” PROPORTION AND HUMAN LOCOMOTION

Regulation mechanism of human's locomotion acts is shown from position of the “gold” proportion phenomenon. To describe the dynamic system of human's locomotion a generalized geometrical models have been constructed and a notion “an element of structural opposition” has been introduced. It is also indicated that the structure of human's locomotions can be described by means of the constructed by us generalized geometrical models.

Keywords: gold proportion; human locomotion; high-speed video recording; generalized geometrical model; support period; transfer period; basic phase; flight phase; element of structural opposition.

Введение. Пропорция, связанная с числом 0,618 или 1,618, получила название «золотого» сечения или «золотой» пропорции. Мера «золотой» пропорции является структурным инвариантом систем живой и неживой природы, аттрактором [1, 2]. Феномен «золотой» пропорции проявляется как в физико-химической (неживой) природе, например, в кристаллах, так и в живой природе (филлотаксис растений, строение и функционирование сердечно-сосудистой системы, пропорциональное строение тела человека) [3]. Знания о проявлении закономерностей «золотой» пропорции в «неживых» и «живых» системах стали теоретической предпосылкой нашего исследования. В этой связи нами сделано предположение: система локомоций человека – объект структурной гармонии, структурные связи которого характеризуются соотношением «золотой» пропорции.

Практической предпосылкой исследования послужили непосредственные наблюдения и анализ техники движений легкоатлетических упражнений – разбега в прыжковых легкоатлетических дисциплинах, техники ходьбы, спринтерского и барьерного бега. В результате наблюдений нами фиксировалось, что в спринтерском беге, например, в одном из циклов бегового шага (когда бегун произвольно увеличивает длину одного из беговых шагов) – последующий шаг пропорционально короче предшествующего шага, а еще через цикл бегового шага – длиннее. И так далее, колеблясь и закономерно сменяя позиции «волны» до тех пор, пока полностью не стабилизируется динамическая структура движений бега.

Тот же «волновой» эффект корректирующих влияний на движения мы наблюдали при разбеге в легкоатлетических прыжках в момент подготовки к отталкиванию, когда прыгун выполняет предпоследний шаг разбега длиннее завершающего. Этот завершающий шаг вынужденно получается короче предпоследнего, а вместе с этим – быстрее происходит отталкивание – ведь при условии укорочения бегового шага горизонтальная скорость продвижения спортсмена не изменилась. Подобный технический прием в легкоатлетических прыжках имеет практический смысл – он позволяет спортсменам-прыгунам добиться более быстрого, а значит, более мощного отталкивания.

Еще один пример можно привести из легкоатлетической дисциплины – барьерного бега. Преодоление барьера, с точки зрения сохранения соразмерности и постоянства структуры системы движений, является возмущающим и отрицательно воздействующим фактором. После преодоления барьера наблюдается «волновая» коррекция структуры бега – на сходе с барьера длительность полетной фазы 1-го шага всегда меньше последующего (2-го), а продолжительность 3-го шага незначительно, но больше 1-го. Подобный «волновой» эффект наблюдается в беге между барьерами на дистанциях 100 м (110 м) и 400 м (таблица 1).

Таблица 1. – Длительность полетных фаз беговых шагов в барьерном беге после схода с барьера у спортсменов на дистанциях 110 и 400 м

Дисциплина л/а	Спортсмены, №	Длительность полетных фаз беговых шагов после схода с барьера, с			
		1-й бег. шаг	2-й бег. шаг	3-й бег. шаг	4-й бег. шаг
Барьерный бег 110 м	1	0,083	0,154	0,100	–
	2	0,096	0,142	0,100	–
	3	0,0875	0,150	0,096	–
	4	0,104	0,133	0,108	–
$\bar{X} \pm \sigma$		0,0926	0,1475	0,101	–
		0,0093	0,00929	0,005	
Барьерный бег 400 м	1	0,117	0,200	0,167	0,175
	2	0,133	0,200	0,175	0,183
	3	0,142	0,183	0,175	0,183
	4	0,125	0,192	0,171	0,179
$\bar{X} \pm \sigma$		0,12925	0,1937	0,172	0,18
		0,0107	0,008	0,0038	0,0038

В связи с этим мы предполагаем, что подобная «волна» коррекций не сможет своевременно сформироваться посредством механизма сенсорных коррекций [4] ввиду скорости происходящих движений – по дуге обратной связи корректирующий нервный импульс не успевает попасть к работающей мышце. Сенсорные коррекции не успевают формироваться в баллистических движениях. Не успевает также сформироваться решение о коррекции движений [5]. В то же время корректирующее воздействие на структуру баллистических движений легкоатлетических упражнений все же происходит. Разрешение описанных противоречивых положений также послужило основанием к проведению настоящего исследования.

Методы исследования. Исследование проводилось на основе материалов видеосъемки, произведенной на Республиканских соревнованиях «Призы М. Желобовского» (10 июня 2016 г. СК «Олимпиец», г. Минск, ул. Калиновского, 111). В качестве видеокамеры нами использовался цифровой фотоаппарат Canon PowerShot SX 510 HS. Видеозапись велась в режиме скоростной видеосъемки с частотой 240 кадров в секунду. Длительность моментов опоры и отталкивания рассчитывалась с точностью до 1/240 секунды. Анализ снятого материала производился при посредстве программы «VirtualDub». Объектом исследования стали временные параметры техники ходьбы, бега, отталкивания в прыжках с разбега.

Считается, что фаза амортизации начинается с момента постановки ноги на опору и длится до момента вертикали, когда проекция ОЦМТ находится над точкой опоры. Амортизация заканчивается в момент пересечения проекцией ОЦМТ точки опоры (низшая точка траектории ОЦМТ). С момента вертикали до момента отрыва толчковой ноги от опоры длится фаза отталкивания [6, С. 66–67]. Подобный подход к исчислению длительности фаз амортизации и отталкивания, на наш взгляд, не во всем совершенен. Например: условия выполнения локомоций могут существенно отличаться – в локомоциях человека, осуществляемых с ускорением, ОЦМТ вынесен несколько вперед относительно стопы толчковой ноги. Так же ОЦМТ находится несколько впереди из-за того, что динамическая система локомоторных движений не статична – она постоянно находится в некотором «падении» вперед. Другую проблему исчисления длительности фаз амортизации

и отталкивания представляет неясность в этой связи определения понятия «отталкивание». Если мы принимаем лингвистическое определение понятия отталкивания как «толчком отодвигать, отстранять», то логично ориентироваться в этом случае не на положение ОЦМТ, а на перемещение или движение звеньев тела относительно друг друга (или же на суставное движение, например, в голеностопном суставе). В предлагаемом нами подходе к исчислению длительности фаз опоры при ходьбе и беге фаза амортизации будет происходить при уступающем и изометрическом режимах работы мышц, а фаза отталкивания – при динамическом режиме.

Основная часть. На основе временных параметров движений ходьбы нами были построены обобщенные геометрические модели (рисунок 1). Каждый из элементов построенных геометрических моделей (в данном случае – опора и перенос ноги) мы отобразили в виде квадратов с длиной сторон, пропорциональных периодам опоры и переноса. Мы разделили по диагонали прямой линией полученный квадрат, в результате чего получили два прямоугольных треугольника. Образованные вышеописанным способом гипотенузы двух треугольников геометрических моделей (опоры и переноса) совпали по направлению, а их соотношение колебалось в диапазоне 58–62 и 42–38 % (соответствует в среднем отношению «золотой» пропорции). Таким образом (преобразованием подобия) нами преобразован треугольник ABO , обозначающий опору в ходьбе, в треугольник A^1B^1O , обозначающий перенос ноги катетом OB^1 . При этом преобразовании расстояния между точками A и O и B и O изменяются в одно и то же число раз: произвольные точки A и B треугольника при этом преобразовании переходят в точки A^1 и B^1 другого треугольника с центром гомотетии O и коэффициентом подобия, равным отношению «золотой» пропорции (0,618 в одном случае и 1,618 – в другом) (рисунок 1).

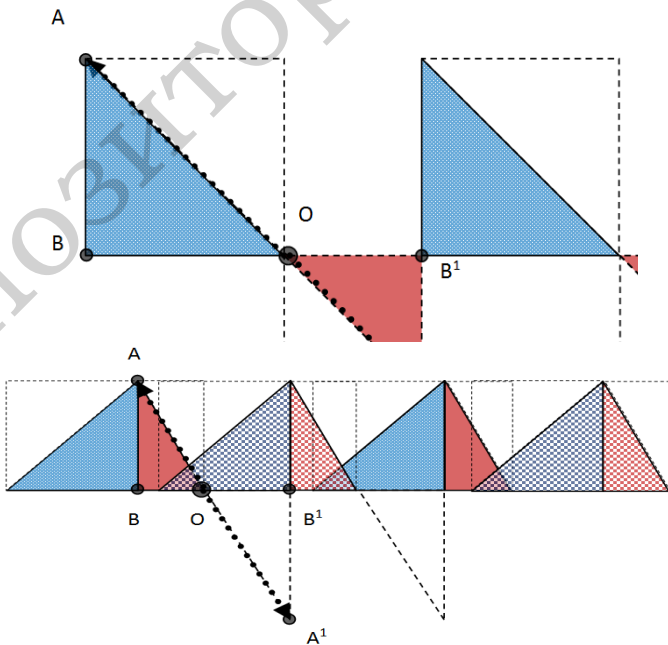


Рисунок 1. – Обобщенные геометрические модели ходьбы периодов опоры и переноса (сверху) и двойного шага ходьбы (снизу)

Для описания динамической системы локомоций человека нами введено понятие «элемент структурной оппозиции», которое характеризует диалектическое взаимоотношение между структурными элементами системы. Элементы структурной оппозиции образованы точками катетов А В, В О и точками гипотенузы АО преобразуемой фигуры, а также точками катетов А¹ В¹, В¹ О и точками гипотенузы А¹О преобразованной фигуры (рисунок 1). Поэтому нами определены два типа элементов структурной оппозиции – преобразуемый элемент структурной оппозиции и преобразованный. По размерности оба элемента могут быть по отношению друг к другу как большим, так и меньшим элементом с коэффициентом подобия, равным отношению «золотой» пропорции (0,618 или соответственно 1,618). Большой и меньший элемент структурной оппозиции может выступать в качестве преобразующего, так и преобразуемого элемента. Преобразующий элемент оппозиции в технике ходьбы и бега определяет соподчиненность элементов в структуре техники движений. Катеты преобразуемых фигур соразмерны времени опоры (рисунок 1, сверху): времени амортизации (катет с точками А В) и отталкивания (катет с точками В О) (рисунок 1, снизу). Отношение площадей элементов структурной оппозиции – прямоугольных треугольников – равно квадрату числа «золотой» пропорции – 2,61803...

Таблица 2. – Длительность моментов амортизации и отталкивания в опорной фазе бегового шага, отталкивания в прыжках в длину с разбега и длительность полетных фаз беговых шагов

Дисциплина л/а	Спортсмены, №	Длительность моментов, с			Отношение длин гипотенуз прямоугольных треугольников и отрезков согласно обобщенным геометрическим моделям беговых шагов и отталкивания в прыжке в длину
		опора		полет	
		амортизация	отталкивание		
Бег	1	0,0332	0,0667	0,1	1,5
	2	0,0375	0,0667	0,1125	1,68
	3	0,0332	0,0792	0,1292	1,63
	4	0,0417	0,1	0,1542	1,54
	5	0,0292	0,108	0,1542	1,42
	6	0,0417	0,0667	0,1292	1,94
$\bar{X} \pm \sigma$		0,0361	0,081	0,1299	1,6183
		0,0051	0,018	0,0218	0,1827
Прыжок в длину	1	0,0458	0,075	–	1,6364
	2	0,05	0,075	–	1,5
	3	0,0542	0,0792	–	1,4615
	4	0,0417	0,0792	–	1,9
	5	0,0375	0,0583	–	1,5556
	6	0,0417	0,0667	–	1,6
	7	0,0375	0,0625	–	1,6667
	8	0,0458	0,075	–	1,6364
$\bar{X} \pm \sigma$		0,0443	0,0714	–	1,6196
		0,0059	0,0079	–	0,1337

В ходьбе структурные связи между элементами структурной оппозиции проявляются в двух случаях: когда фаза опоры одной ноги является большим преобразующим элементом по отношению к переносу другой (рисунок 1, сверху);

когда фаза отталкивания одной ноги является меньшим преобразующим элементом по отношению к преобразованному элементу при амортизации другой ноги (рисунок 1, снизу). Если преобразование при гомотетии в первом случае может характеризоваться коэффициентом подобия равным 0,618, то во втором случае – 1,618. Таким образом, в ходьбе нами выделено два вида структурных связей с соотношением «золотой» пропорции – опоры и переноса, отталкивания одной ноги и амортизации другой.

В беге преобразующим элементом оппозиции является период опоры, преобразуемым – период полета. Аналогично обобщенной геометрической модели рисунка 1 нами представлена обобщенная геометрическая модель элементов структурной оппозиции периодов опоры и полета бегового шага, где точки катетов A B и B O фигуры преобразующего элемента оппозиции образуют соразмерные времени проявления фаз амортизации и отталкивания отрезки этой фигуры (рисунок 2). Аналогичен и механизм преобразования фигур.

Если в ходьбе и беге катеты преобразующих элементов структурной оппозиции пропорционально изменялись в связи с изменениями в скорости передвижения – один катет уменьшался при соразмерном увеличении другого, то при построении обобщенной геометрической модели отталкивания в прыжках в длину с разбега элементы структурной оппозиции (меньший преобразующий элемент – фаза амортизации и больший преобразованный элемент – фаза отталкивания) сохраняли соотношение и были близки к соотношению «золотой» пропорции.

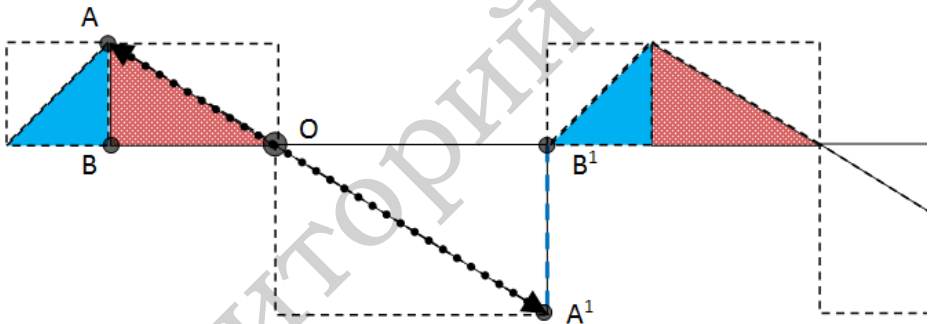


Рисунок 2. – Обобщенные геометрические модели периодов опоры и полета беговых шагов

Обсуждая результаты исследования, следует отметить, что феномен «золотой» пропорции непосредственно связан с энергетической эффективностью или оптимальным отношением противоположны, по сути, процессов. Например, при исследовании сердечных систем В.Д. Цветковым [3] было показано, что сердечная деятельность обеспечивается свойствами «золотой» пропорции и чисел Фибоначчи. Наличие «золотой» пропорции выступает в данном случае как качественный показатель энергетической эффективности и рациональности сердечных систем и сердца в целом. Наличие феномена «золотой» пропорции во временных показателях локомоций человека мы так же, как и В.Д. Цветков, (по аналогии) связываем с энергетической оптимальностью и эффективностью (в данном случае – биомеханических систем локомоций человека). В связи с этим нами выдвигается гипотеза, требующая экспериментальной проверки: соотношение «золотой» пропорции является оптимумом биомеханических систем локомоций человека.

Заключение

1. Показан механизм регуляции локомоторных актов человека с позиции феномена «золотой» пропорции, проявляющейся в объектах неживой и живой природы. Для описания динамической системы локомоций человека нами построены обобщенные геометрические модели и введено понятие «элемент структурной оппозиции».

2. Колебания размерности преобразующих элементов структурной оппозиции приводит к соразмерному изменению подчиненных преобразуемых элементов структурной оппозиции с коэффициентом подобия, равным соотношению «золотой» пропорции (0,618 или 1,618).

3. Механизм компенсации возникающих отклонений в локомоциях человека на основе взаимодействия структурных элементов оппозиции и оптимума «золотой» пропорции является одним из принципов локомоторных автоматизмов.

1. Сороко, Э. М. Структурная гармония систем / Э. М. Сороко. – Минск : Наука и техника, 1984. – 264 с.

2. Стахов, А. П. Новая математика для живой природы: гиперболические функции Фибоначчи и Люка / А. П. Стахов. – Винница : ІТІ, 2003. – 352 с.

3. Цветков, В. Д. Золотая гармония и сердце / В. Д. Цветков. – Пущино : Фотон-век, 2008. – 204 с.

4. Бернштейн, Н. А. Физиология движений и активность / Н. А. Бернштейн. – М. : Наука, 1990. – 495 с.

5. Чхаидзе, Л. В. Об управлении движениями человека / Л. В. Чхаидзе. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 136 с.

6. Легкая атлетика : учеб. пособие / А. И. Жилкин, В. С. Кузьмин, Е. В. Сидорчук. – М. : Академия, 2003. – 464 с.

Поступила 16.05.2018

УДК 796.323.2–055.2+796.093.1(4) “2017”

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БРОСКОВ С РАЗЛИЧНЫХ ДИСТАНЦИЙ НА ЧЕМПИОНАТЕ ЕВРОПЫ 2017 Г. ПО БАСКЕТБОЛУ СРЕДИ ЖЕНЩИН

Т.Н. Давидович,

Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь

В статье посредством изучения, обобщения и обработки статистических данных соревновательной деятельности (на основании официальных протоколов Евробаскета-2017) осуществлена попытка анализа показателей бросковой деятельности спортсменок – участниц чемпионата Европы 2017 г. по баскетболу среди женщин, проходившего в Чехии (Градец-Кралове, Прага).

Ключевые слова: баскетбол; соревновательная деятельность; технико-тактические действия; результативность и эффективность бросков с различных дистанций в баскетболе.