

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Проблема управления движениями, поиск путей совершенствования точности движений интересовали еще мыслителей древности. Первые труды в этой области написаны уже в 4-ом веке до нашей эры греческим философом Аристотелем. В дальнейшем природу движений изучали римский врач Гален, Леонардо да Винчи, советские ученые Н.А. Розе, Н. Озерецкий, Н.А. Бернштейн и многие другие.

Проблема точности движений актуальна не только в физкультурной и спортивной, но в производственной, бытовой, военной сферах деятельности человека, которые требуют точной дифференцировки компонентов движений, умения правильно распределять усилия в пространстве и во времени. Любое движение человека связано с конкретным требованием к точности, что позволяет более экономно и быстро осуществлять определенный вид двигательной деятельности. Спортивная же деятельность предъявляет более высокие требования к данной двигательной способности, особенно в тех ее видах, где успешность соревновательной деятельности определяется меткостью попадания в цель или точностью «поражения» соперника. Не секрет, что и в наше время от умения точно выполнять двигательные действия или целостные движения зачастую зависит здоровье, а иногда и безопасность жизни человека.

В настоящее время изучение проблемы управления точностью движений является одним из актуальных направлений научных исследований в физической культуре и спорте, что подтверждается многочисленными исследованиями, которые особенно интенсивно проводятся в последнее время [В.И.Лях, 2000; Л.Д. Назаренко, 2001; С.М. Абрамян, 2003; Зуалькефель Даниаль Шакиба, 2003; О.Б. Немцев, 2004; А.А. Чатинян, 2004 и др.]. Биомеханические исследования точностных движений наряду с педагогическим направлением позволят изучить механизмы выполнения таких движений, что имеет практическое применение в процессе обучения точностным движениям и их совершенствованию, в том числе и в спортивной деятельности. Они способствуют выявлению конкретных показателей, характеризующих эффективность их выполнения, влияние индивидуальных особенностей человека на различные проявления точности движений, в том числе на точность целостного двигательного акта. Дополнительные знания о требованиях, предъявляемых к точностно-целевым движениям, возрастно-

половым особенностям их проявления будут способствовать индивидуализации и оптимизации процесса обучения и совершенствования точности движений как двигательной функции человека.

Подобные исследования, связанные со школьным периодом онтогенеза человека особенно актуальны, поскольку именно в это время закладываются основы большинства двигательных способностей и навыков, а имеющиеся благоприятные возможности физического и психического развития, определяющие двигательную подготовленность, позволяют успешно совершенствовать основные моторные способности, в том числе и точность движений. Изучению биомеханических характеристик физических упражнений и спортивных движений посвящены многие исследования [В.М. Зациорский., С.В. Голомазов, 1972; С.В. Голомазов, 1973, 1998; Е. Садовски, В. Болобан, А.Масталей, А.Нижковски, 2003; М. Аль Халиль, Ю.В. Скорин, 2005 и др.], которые позволили выявить пространственно-временные и динамические характеристики технических приемов, а также метаний различных спортивных снарядов.

В частности, кинематический анализ баскетбольных бросков позволил определить крайние границы параметров вылета мяча, траектории полета, зависимость увеличения дальности полета от начальной скорости при разных углах вылета мяча [С.В. Голомазов, 1973; Зуалькефель Даниаль Шчакиба, 2003]. По мнению авторов, точные действия спортсмена ограничены определенными вариациями начальных параметров вылета мяча. Причем, чем больше дальность броска, тем меньше диапазон вариаций параметров вылета. Индивидуальная траектория полета мяча предполагает выбор наиболее удобного для каждого спортсмена сочетания различных параметров вылета снаряда с возможностью их взаимокompенсации.

Для изучения кинематических характеристик метательных движений были исследованы 60 школьников 7, 9, 11, 13, 15 и 16-ти лет общеобразовательных школ г. Еревана, не занимающихся спортом систематически. С этой целью использовалась видеосъемка с последующей компьютерной обработкой полученного материала. Съемка проводилась видеокамерой Panasonic M-9000 со скоростью движения ленты 25 кадров/с. Расчетным путем были выявлены следующие показатели: скорость и координаты вылета мяча, вертикальная и горизонтальная составляющие начальной скорости мяча, максимальная высота полета, общее время полета мяча.

Мишень, используемая для метаний теннисного мяча, представляла собой квадрат размером 1х1 м. с пятью концентрическими кругами. Радиус первого круга составлял 10 см., второго – 20, третьего – 30 и т.д. Применялась пятибалльная система оценок. Метания выполнялись ведущей рукой с расстояния 5 м.

Параллельно с видеосъемкой определялась меткость метаний, что позволило выявить пространственно-временные параметры вылета мяча, характеризующие различную величину точности попаданий. Для изучения особенностей управления школьниками различных возрастных групп точностно-целевыми движениями исследуемые показатели рассчитывались для учеников младших (7,9 лет), средних (11,13 лет) и старших (15,16 лет) классов. Анализ полученных данных выявил, что величина точности попадания мяча в мишень обусловлена начальной скоростью (V), углом вылета и их составляющей - максимальной высотой полета мяча (табл.). Оказалось, что чем меньше величина начальной скорости и больше угол вылета мяча, тем точнее школьник выполняет метание. В частности, чтобы попасть в центр мишени, мальчикам необходимо произвести метание в среднем со скоростью 12,16 м/с. Угол вылета при этом может находиться в пределах $18,88 \pm 1,13$ град.

Основная причина неточного метания, при котором школьник попадает в наружный круг мишени, получая всего 1 очко, состоит в том, что к мячу прилагается большая, чем необходимо, величина силы, а значит и большая начальная скорость вылета мяча (V). При этом мяч выбрасывается с меньшим начальным углом. Это означает, что неудачные попытки в целом характеризуются большей скоростью и меньшим углом вылета мяча. Закономерными являются также установленные однонаправленные зависимости максимальной высоты полета мяча от изменения начальной скорости и угла вылета мяча.

Анализ полученных данных по половому признаку выявил схожую картину увеличения угла вылета при уменьшении начальной скорости вылета мяча также у девочек. По абсолютным кинематическим показателям они несколько уступают мальчикам. К примеру, для наиболее точного попадания девочки должны метнуть мяч с оптимальной начальной скоростью 11,1 м/с. При этом угол вылета составляет в среднем 20,3 градуса.

Результаты нашего исследования подтверждают известное положение: с увеличением скорости выполнения движения ухудшается результативность точностно-целевых движений: попадание в мишень, поражение цели [И.А. Гусева, 1973; Г.А. Смирнов, 1979]. Надо полагать, что при этом начальная скорость вылета мяча не уменьшается ниже оптимальной.

Изучение индивидуальных показателей вылета мяча при одинаковой величине точности попаданий позволило определить, что такие метания характеризуются различным сочетанием пространственно-временных параметров. В частности, при попадании мяча в центр мишени показатели начальной скорости и угла вылета мяча у одного и того же испытуемого в одной попытке составили 14,1 м/с, 22,5 град., а в другой - 13,1 м/с, и 20,1 град соответственно. Это означает, что добиться

одинаковой степени меткости метаний можно различным сочетанием начальной скорости, угла вылета и связанной с ними вариацией максимальной высоты полета мяча. Возможность достижения определенной точности выполнения движения различными сочетаниями начальной скорости и угла вылета мяча подтверждают коэффициенты корреляции, рассчитанные между кинематическими параметрами метаний.

В частности, установлено, что наиболее сильно взаимосвязаны между собой показатели начальной скорости и угла вылета мяча ($r = -0,62$), чуть слабее оказалось влияние угла вылета на высоту полета мяча ($r = 0,45$). Это означает, что влияние начальной скорости на угол вылета мяча составляет 38,4 %, а угла вылета на начальную скорость мяча - 20,25 %.

Изучение зависимости результативности точностного движения от начальной скорости, угла вылета и максимальной высоты полета мяча показало, что на конечный результат точностного движения наиболее сильно влияют угол ($r = 0,33$) и начальная скорость вылета мяча ($r = 0,17$). Расчет коэффициентов детерминации позволил установить, что результат метаний у школьников на 10,9 и 9 % обусловлен соответственно оптимальным углом и оптимальной начальной скоростью вылета мяча. Влияние максимальной высоты полета мяча оказалось наименьшим – всего 2,9 %.

На основании данных, приведенных в таблице, нами определен диапазон параметров метаний мяча, который позволяет с учетом величины начальной скорости, угла вылета и максимальной высоты полета мяча прогнозировать конкретные показатели точности попадания мяча в мишень. Так, чтобы выполнить точно-целевое движение наиболее точно (попадание в центр мишени), школьнику необходимо метнуть мяч с начальной скоростью 14,14-10,18 м/с, с углом вылета находящимся в пределах 21,64-16,2 град. При этом максимальная высота полета мяча может варьировать от 2,78 до 2,34 м. В том случае, когда начальная скорость вылета мяча составляет 17,82-12,0 м/с., а угол вылета – 17,6-8,6, метания характеризуются наименьшей точностью попадания, составляющей всего 1 балл.

В теоретическом аспекте интерес представляют все исследуемые параметры. Но их практическое применение связано прежде всего с показателем максимальной высоты полета мяча, являющейся наиболее доступным критерием точности выполнения двигательного акта, который можно без затруднений использовать на уроках физической культуры в процессе обучения и совершенствования целевой точности метаний мяча.

Изучение пространственно-временных характеристик в возрастном аспекте позволило определить особенности управления точностными движениями учеников на отдельных этапах школьного периода развития. Оказалось, что метания в каждой возрастной группе характеризуются определенными пространственно-временными параметрами вылета мяча.

Младшие школьники выполняют метания с большей скоростью и меньшим углом вылета мяча. В частности, ученики 7, 9-ти лет выпускают мяч из рук со скоростью, равной в среднем 14,0 м/с. Угол вылета при этом составляет 15,5 град., а максимальная высота полета мяча - 2,21 м. Управление точностным движением 15, 16-летних школьников принципиально иное. Старшеклассники более рационально выполняют метание, которое характеризуется меньшей начальной скоростью ($V = 11,6$ м/с) и соответственно большим углом вылета мяча (18,2 град.), что определяет максимальную высоту полета мяча (2,55 м.). Параметры вылета мяча и их определенное сочетание, выявленное у юношей старших классов, по-видимому, является оптимальным, поскольку нашими исследованиями [А.А.Чатинян, 2004] определено, что наиболее высокие показатели целевой точности метаний установлены у 15 и 16-летних школьников. Метательные движения учащихся средней возрастной группы характеризуются средними величинами начальной скорости и угла вылета мяча, которые составляют соответственно 13,65 м/с и 15,45 град.

В ходе исследования выявлено, что кинематические параметры метаний у старшеклассников достоверно отличаются от показателей школьников 7 лет, которые характеризуются меньшей скоростью и большим углом вылета мяча. Таким образом, установлено, что возрастные изменения кинематических параметров метательных движений свидетельствуют о различных подходах школьников к управлению точностно-целевыми движениями, связанными не только с возрастным совершенствованием психомоторных механизмов выполнения двигательных действий и физическим развитием учащихся, но также с увеличением их двигательного опыта и арсенала моторных действий.

Сравнительный анализ параметров метаний у одного и того же школьника, при которых достигается схожая величина точности попадания, выявил различные индивидуальные сочетания величин начальной скорости и угла вылета мяча. Вместе с тем изучение кинематических показателей метательных движений у разных школьников идентичного возраста при одинаковой точности попаданий установило наличие между ними достоверных различий. Все это позволяет заключить: одинаковая целевая точность двигательного действия может быть достигнута различными сочетаниями величин параметров вылета мяча, которые, однако, должны находиться в определенных нами допустимых пределах.

Данную концепцию подтверждают величины коэффициентов взаимосвязей, рассчитанных между начальной скоростью и углом вылета мяча ($r = 0,68$). С учетом величин точности попаданий разработана таблица оптимального диапазона кинематических характеристик, в которой приведены допустимые значения исследуемых показателей, позволяющие показывать схожие величины целевой точности двигательного акта.

Определено, что в отличие от мальчиков девочки предпочитают выполнять точностное движение с относительно меньшей начальной скоростью и с большим углом вылета мяча, что в целом отрицательно сказывается на меткости попаданий. С целью обучения и совершенствования точностно-целевых движений из исследованных кинематических характеристик движений на уроках физической культуры может быть использован наиболее простой, доступный и одновременно информативный показатель – максимальная высота полета мяча. Для этого целесообразно использовать натянутые на определенной высоте две параллельные бечевки с оптимальным расстоянием между ними.

Поскольку в спортивных соревнованиях успешность выполнения точностных движений, помимо других факторов, обусловлена в том числе и быстротой их выполнения, то это дает основание для продолжения исследования проблемы точности движений в видах спорта, требующих быстроты выполнения точностно-целевых движений.

Литература

1. Аль Халиль М., Скорин Ю.В., Шестаков М.П. Биомеханические особенности выполнения подач в теннисе// Тезисы IX международного научного конгресса «Олимпийский спорт и спорт для всех». - Киев, 2005, с.213.
2. Голомазов С.В. Биомеханический анализ организации управления двигательными действиями как альтернатива теории утомления // Человек в мире спорта: Новые идеи, технологии, перспективы: Тезисы докл. международного конгресса. - М., 1998.-Т.1, с. 19-20.
3. Зашиорский В.М., Голомазов С.В. Биомеханическое исследование баскетбольного броска // Теория и практика физической культуры, 1972, № 11, с.17-24.
4. Лях В.И. Координационные способности школьников // Физическая культура в школе. – 2000, № 4, с. 6 – 13.
5. Назаренко Л.Д. Место и значение точности как двигательного-координационного качества . Физ. культура: воспитание, образование, тренировка. 2001, № 2, с. 30 – 36.
6. Немцев О.Б. Место точности в структуре физических качеств // Теория и практика физической культуры. 2003, № 8, с. 22 – 25.
7. Садовски Е., Болобан В., Масталез А., Нижковски А. Компоненты структуры технической подготовленности акробатов // Теория и практика физической культуры, 2003, № 9, с. 19-23.
8. Смирнов Г.А. Исследование факторов, влияющих на меткость футболистов и некоторые пути ее воспитания: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. - М.1975 -21 с.
9. Чатинян А.А. Целевая точность метаний и определяющие ее факторы // Материалы VII международного научного конгресса «Современный олимпийский спорт и спорт для всех». Том I. - Алматы, 2004, с. 236-238.