

О КАУЗАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ СПОРТИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Резюме. Описано структуру спортивных рухів, запропоновано класифікацію казуальних типів рухів.

Summary. Structure of sports movement has been described, classification of casual types of movement has been suggested.

В статье затрагивается проблема, практически не отраженная в специальной литературе по спорту. Между тем она чрезвычайно важна, так как непосредственно связана с обучением спортивным движениям. Речь идет о причинно-следственной, каузальной структуре последних, без понимания которой никакой эффективный, в том числе дидактически ориентированный, анализ движений невозможен. А это, в свою очередь, обуславливает многочисленные затруднения и ошибки, которыми так “богат” процесс освоения спортивных упражнений, в особенности сложных.

Если принять концепцию программности движений человека, предложенную в свое время Г.В. Корневым и в дальнейшем развитую В.Т. Назаровым (1970), то движение спортсмена, выполненное согласно избранной кинематической программе, представляет собой результат активной целеполагающей работы спортсмена. При этом, однако, конечный результат двигательных действий исполнителя зависит не только от его намерений, но и от целого ряда привходящих факторов. Нередко даже самые “бесхитростно” построенные упражнения включают в себя компоненты, не предусмотренные исполнителем и мало, а порой и совсем не зависящие от его воли.

Обыкновенный вис углом, показанный на рис. 1, всегда отличается от его формальной программы (показана пунктиром): гимнаст может непосредственно контролировать горизонтальное положение ног, но не властен повлиять на компенсаторное движение рук и туловища; под действием момента силы тяжести общий центр масс (ОЦМ) тела автоматически установится точно под опорой, туловище и руки, отклоняясь назад, займут положение, несколько наклонное к вертикали (хочет этого гимнаст или не хочет), а тазобедренный угол при горизонтальном положении ног не будет равен 90° .

Приведенный пример элементарен, но это — модель множества произвольных движений человека, в которых тесно переплетаются произвольные и непроизвольные, программные и непрограммные компоненты, связанные неоднозначными и часто сложными каузальными отношениями.

Обобщенные физические факторы движений спортсмена. На рис. 1 приведена схема, в которой отражена причинно-следственная зависимость, принципиально существующая между различными факторами программного спортивного движения.

Прежде всего это мышечные усилия, которые в физическом отношении являются активной первоосновой всякого произвольного движения человека. Имеет смысл разделить их на две категории.

Первая из них, важнейшая, — это произвольные мышечные усилия¹ (А). Данная категория связана с преднамеренным включением в работу той или иной мышечной группы.

Вторая — инициированные мышечные усилия (Б), под которыми подразумеваются произвольные усилия, спровоцированные двигательной ситуацией. Например, сильно и быстро натянутая мышца, подчиняясь действию миотатического рефлекса, всегда будет стремиться к сокращению, даже если этого не требует техника данного движения. При этом может возникнуть как полезное, так и ненужное в данном случае, “паразитное”, движение. Иначе говоря, первичное изменение позы может инициировать произвольные мышечные усилия и вызвать тем самым некое вторичное суставное движение (см. фиг. σ — α на рис. 1).

Естественные факторы движения весьма разнообразны и поэтому проявляют себя и, соответственно, используются по-разному. Однако и они могут быть сведены к двум условным категориям.

Факторы одной из них проявляют себя независимо от действий спортсмена и его намерений. Таковы все особенности движения, обусловленные имманентными свойствами физических тел и естественных силовых полей, в которых происходит движение, т. е. инертностью, действием силы тяготения и др. Это — произвольные естественные факторы движения (Г).

Другая категория естественных факторов характерна тем, что опосредуется действиями спортсмена. Таковы реактивные силы в разных их проявлениях, эффекты, связанные с законами сохранения, и проч. Например, опорная реакция действует на тело спортсмена лишь постольку, поскольку это “провоцируется” давлением на опору, а ускорение безопорного вращательного движения (положительное или отрицательное) возникает лишь в том случае, если гимнаст, изменяя позу тела, изменит и его момент инерции относительно оси вращения. Это — категория инициированных естественных факторов движения (В).

Каузальные типы спортивных упражнений. Таким образом, названные выше факторы исполнения спортивных упражнений находятся в определенной причинно-следственной связи друг с другом, что, соответственно, предопределяет пути решения спортсменом поставленных перед ним двигательных задач. Тренер должен уметь выделять в каузальной цепочке явлений, определяющих движение (здесь — в пределах биомеханических эффектов), те элементы, которые должны стать объектом непосредственного воздействия в обучении, т. е. верно определять истинную причину возникшей формы движения и знать, каким должно или может быть закономерное следствие конкретного двигательного дей-

ствия. Ошибки в анализе такого рода (весьма характерные для спортивной практики) обычно дорого обходятся всем участникам учебно-тренировочного процесса. Наиболее характерная из этих ошибок — смешение причины и следствия в действиях и результирующих движениях спортсмена.

Проследим в этой связи за некоторыми моментами по символическим иллюстрациям. В построении на рис. 1 помимо прокомментированных выше факторов движения показаны также его программные компоненты, которые в данном случае соответствуют результату действий спортсмена. Это изменения по программ (Д) и положения (Е), являющиеся суммой программ места и ориентации (по Г.В. Кореневу и ВТ. Назарову). Анализируя эту схему, можно установить, что любые произвольные движения могут быть начаты только мышечными усилиями, приводящими к изменению позы (А—Д), и никак иначе. Только активно изменяя позу, можно, например, вызвать усиленное давление на опору, необходимое для выполнения отталкивания (А—Д—В). Естественным ответом на это давление — уже независимо от воли исполнителя — будет опорная реакция (В—Г), благодаря которой можно сообщить всему телу ускорение и как следствие получить движение с изменением программы положения (Г—Е). В форме такой же кау-



Рис. 1. Характер взаимосвязей между факторами произвольного и involuntary движения

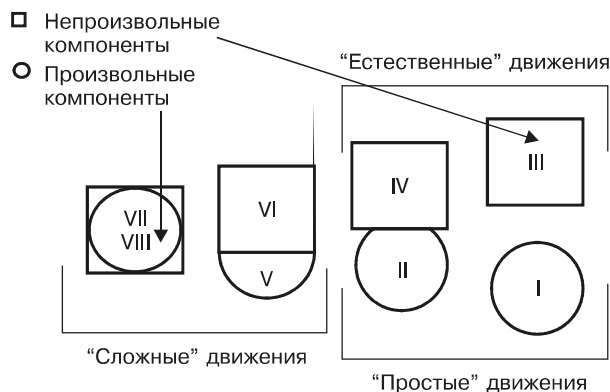
зальной цепочки выстраиваются многие, особенно сложные спортивные упражнения, хотя, как будет показано ниже, существует и масса иных действий-движений, имеющих другую каузальную структуру.

Прослеживая таким образом за воздействием различных факторов движения на его программные изменения, можно выявить наиболее характерные типы действий-движений, каузальные различия которых обуславливают и существенную разницу в подходах к их освоению. Выделим три таких кардинальных типа, различающихся причинно-следственной структурой, каждый из которых, в свою очередь, имеет разновидности.

Каузально простые движения (фиг. α на рис. 1). Так чисто условно можно назвать спортивные движения, выполнение которых наиболее полно определяется факторами, зависящими прежде всего от воли исполнителя. В плане обучения это обуславливает ту важную особенность “простых” движений, что они носят предельно непосредственный характер, когда управляющие действия (движения)² спортсмена прямо совпадают с программой упражнения. Выделим две разновидности этих движений, известных из практики (рис. 2).

I. Свободные произвольные движения (СПД) выполняются в отсутствие внешних нагрузок и наложенных на тело спортсмена связей, т. е. в безопорных положениях или в условиях, физически близких к ним. Физическая легкость манипуляций, свойственная действиям в невесомости, в известном смысле избыточна. Упорядочить такое движение, даже вне зависимости от характера его перемещения и вращения, довольно трудно, СПД могут быть легко вызваны мышечными усилиями, но трудно организуются, что представляет собой почву для возникновения разного рода затруднений и ошибок. Поэтому важнейшую роль в освоении безопорных движений играет предварительная подготовка, особенно батутная. Последняя дает возможность гораздо больше, чем при любых других упражнениях³, находиться в состоянии невесомости и позволяет тем самым наиболее эффективно тренировать вестибулярный аппарат, совершенствовать психомоторные качества, тонкую координацию движений.

II. Нормальные произвольные движения (НПД). Это разновидность малоинерционных движений, преимущественно по программе позы, выполняемых в условиях нормы тяготения, т.е. суставные движения как в стойках на ногах, так и в иных рабочих положениях — при отсутствии перегрузок опорно-двигательного аппарата. Наиболее типичные примеры НПД — движе-



- I. Свободные произвольные движения в полете (СПД)*
- II. Нормальные произвольные движения в ортоградной форме (НПД)*
- III. Неуправляемые естественные движения в полете (НЕД)*
- IV. Корректируемые естественные движения в полете (КЕД)*
- V. Отягощенные произвольные движения (ОПД)*
- VI. Поддерживаемые естественные движения (ПЕД)*
- VII. Вызванные произвольные движения I типа (ВНД-I)*
- VIII. Вызванные произвольные движения II типа (ВНД-II)*

Рис. 2. Варианты сочетаний произвольных и произвольных компонентов движений

ния в стойках на ногах, непрыжковые хореографические “шаги”, аналогичные повороты, движения телом и конечностями типа выразительной пластики, пантомимы и т.п. Как отмечалось, во всех “простых” движениях действия функционально совпадают с вызываемым ими программным движением, т.е. любое суставное движение вызывается действием одноименных движению мышц и не иначе. Образно говоря, подобные движения “равны самим себе”. (Заметим в этой связи, что множество других произвольных движений вовсе не обязательно строятся так же, а чаще — определенно не так. Элементарный пример — медленное опускание руки с гантелью, когда кинематически рука совершает приведение, а динамически — это работа отводящих мышц плеча.)

НПД обладают той парадоксальной особенностью, что к ним, по существу, малоприменимо понятие техники движения. Работая даже над относительно трудным НПД, тренер может не искать скрытые технические эффекты, “хитрости”, от которых зависели бы возможность или качество выполнения движения. Практически здесь лишаются своего принципиального смысла и какие-либо изощренные методы, приемы обучения типа сложного “расчленения” (обычно чревато нарушением целостной структуры движения) и т.п. Обучение происходит в данном случае предельно непосредственно, так как указания тренера направлены на формирование самого ви-

димого результата действия, а всякие реальные изменения в них прямо отражаются на качестве выполнения.

Описанные свойства НПД решительно отличают их от других, технически более рациональных типов движений. С этим, в частности, связана полная свобода, которой сопровождается видоизменение таких движений, включая соединение их элементов, деление на фрагменты, комбинирование частей упражнения и проч.

Важно, однако, подчеркнуть, что “простота” НПД — чисто условная. Она заключается единственно в том, что выполнение таких движений инспирируется только волевым посылом спортсмена и практически не зависит от внешних физических факторов. Но это вовсе не означает высокой доступности НПД. Напротив, естественные факторы, которые в данном случае не используются, в движениях других каузальных разновидностей, играют структурирующую роль и определенным образом упорядочивают, организуют действия спортсмена, чего нет в НПД. Поэтому координационная сложность последних и, соответственно, трудность их освоения могут быть чрезвычайно высокими, так как успех в конечном итоге определяется исключительно волей исполнителя. При этом существенно возрастает роль внешнего контура управления, позволяющего возможно более полно направлять и контролировать процесс непосредственного выполнения движения, Велико, в частности, значение образного слова, адресованного ученику, показов, “проводок” (императивных приемов построения и коррекции движения), звукокодирования, а в технико-эстетических видах спорта — музыки как средства темпо-ритмового упорядочивания движения и повышения его выразительности. Классический внеспортивный пример такого рода — взаимодействие артиста балета, работающего над ролью, и балетмейстера-репетитора, сопровождающего исполнителя своими указаниями, апеллирующими вовсе не к биомеханике движения артиста, а к его художественному мышлению, психике и тем самым помогающими извне формировать систему произвольного управления движением.

Естественные движения — антипод каузально “простых” движений (фиг. γ на рис. 1). Если последние всецело находятся во власти исполнителя, то при естественном движении спортсмен, напротив, находится полностью в подчинении возникшей двигательной ситуации. Выделим две разновидности таких движений (см. рис. 2).

III. *Неуправляемые естественные движения (НЕД)* определяются имманентными физическими свойствами тела спортсмена и силового поля, в

котором тело движется. Прежде всего это относится к действию внешних сил, эффектам инерционности движения и так называемым законам сохранения. Оценивая НЕД в плане обучения, важно подчеркнуть непреложность их природы. Так, прыгун, получивший при отталкивании некоторое движение, с момента потери опоры и до ее восстановления не в состоянии как-либо повлиять на это движение, а может лишь предвосхищать те или иные эффекты НЕД в ранних, опорных, фазах упражнения или (в доступных пределах), корректировать их последствия по возвращении на опору. Конкретно это означает, в частности, что никакие ухищрения в полете не могут изменить высоту, дальность, направление (плоскость) и скорость переместительного движения, время в полете, так же, как и вектор кинетического момента, включая физическое направление и величину механического вращения тела, полученного от опоры. Таким образом, тренер должен ясно понимать, что НЕД не могут быть объектом непосредственного воздействия при обучении. Скорректировать такое движение можно лишь путем воздействия на предшествующие ему фазы, т.е. только при повторных исполнениях.

IV. *Корректируемые естественные движения (КЕД)* представляют собой инерционное “продолжение” естественного движения в условиях возобновившейся опоры, когда спортсмен уже может в определенной степени вмешиваться в ход событий. Типичный пример — действия в момент приземления, при “дохватах” (возвращении в опорное положение на руках) и резких спадах в вис на гимнастических снарядах, при приеме быстро движущегося мяча и т.п. Во всех случаях такого рода спортсмен не столько привносит в систему определенную энергию, сколько распоряжается уже имеющейся, трансформируя движение активными действиями на опоре или в контакте со снарядом, т.е. корректируя его, перенаправляя или в нужной мере демпфируя.

Одна из трудностей освоения КЕД заключается в том, что спортсмен не всегда ясно понимает истинную картину движения в силу его быстротечности, а также по причине несоответствия между направленностью движения и действиями самого спортсмена при эксцентрических режимах работы мышц. Наиболее эффективны в этом случае приемы упреждающего характера, адресованные начальным опорным действиям спортсмена. Иначе говоря, строить КЕД необходимо не по следам уже создавшейся двигательной ситуации, а по возможности прогнозируя или программируя ее возможные последствия заранее благодаря указаниям тренера и организации среды.

Каузально сложные движения (фиг. α — β — γ на рис. 1). В отличие от простых и естественных движений существует множество спортивных упражнений, в которых произвольные и непроизвольные компоненты тесно переплетаются и взаимообуславливают друг друга. Как освоение, так и осмысление таких упражнений на практике всегда более сложно. Наиболее показательные разновидности таких движений заслуживают отдельного комментария (см. рис. 2).

V. Отягощенные произвольные движения (ОПД) — разновидность, близкая к нормальным произвольным движениям (II), но отличающаяся от последних более высокой трудностью, обусловленной той или иной формой внешнего отягощения. Наиболее характерные примеры такого рода — силовые перемещения тяжелых снарядов (штанга и т.п.), веса своего тела в усложненных опорных условиях (силовые и равновесно-силовые упражнения гимнастического типа), а также действия, выполняемые на фоне инерционных перегрузок (например, при эксцентрическом режиме работы мышц во время отталкиваний и др.). Во всех подобных случаях исполнение программного движения требует от спортсмена достаточно высокого уровня развития специальных двигательных качеств, особенно силовых и скоростно-силовых. Физические трудности исполнения ОПД, часто предельные, заставляют спортсмена действовать весьма рационально; нарушение технических требований в таких движениях может приводить к потере контроля над ситуацией, что подчеркивает здесь подвижность границы произвольного и непроизвольного движения. В процессе обучения таким упражнениям спортсмену могут предлагаться задания, благодаря которым он сначала в адаптированных условиях знакомится с собственно произвольным компонентом движения (средством имитаций и проч.), а затем, по мере освоения нужной координации (и при условии владения необходимыми двигательными качествами), к нему постепенно добавляется непроизвольный компонент движения.

VI. Поддерживаемые естественные движения (ПЕД). Первичную основу этой разновидности составляет естественное движение (IV), однако в значительной степени подвластное управлению. В этом случае спортсмен может не только уверенно направлять уже имеющееся движение в “программное русло”, но и подпитывать его собственной мышечной энергией. Примеры ПЕД общеизвестны и широчайшим образом практикуются. Таковы, по существу, все локомоции, включая обычный бег, представляющий собой в этом контексте естественное инерционное движение

тела спортсмена, поддерживаемое постоянными отталкиваниями от опоры. К этой же категории относятся, как ни парадоксально, самые разнообразные гимнастические и акробатические упражнения. Так, при выполнении серии переворотов назад спортсмен быстро перемещается по дорожке, поддерживая инерционное движение тела попеременными толчками, т.е. “бежит фляками”, используя опору и ногами, и руками. Принципиально так же строятся и так называемые “маховые” гимнастические упражнения, в которых естественное движение тела спортсмена, вызываемое внешними силами и продолжающееся инерционно, поддерживается импульсными энергетическими “вливаниями” за счет рационально выстроенных мышечных действий на опоре. При этом чем больше удастся использовать в таких движениях их естественный компонент, тем выше класс выполнения упражнения, рациональнее его техника. Например, серия размахиваний, больших оборотов на перекладине или кольцах выполняется как естественное движение в силовом поле, при котором общая энергия тела в нужной мере пополняется благодаря “бросковым” действиям, позволяющим не только повторять данное упражнение, несмотря на диссипацию энергии, но и наращивать ее. Если же спортсмен не умеет в полной мере использовать естественные факторы и заменяет их действие собственной физической работой, эффективность выполнения упражнения во всех отношениях снижается.

С точки зрения биомеханики, ПЕД представляют собой наиболее гармоничное сочетание средств обеспечения программного движения: они достаточно полно реализуют природные физические факторы, чтобы быть экономичными, и одновременно настолько подвластны управляющим воздействиям, насколько это необходимо, чтобы быть точными, организованными.

VII. Вызванные непроизвольные движения типа (ВНД-1). В отличие от уже рассмотренных каузальных разновидностей, существуют упражнения, в которых программное движение не является ни прямым результатом произвольных действий (как в ОПД), ни следствием поддержанного естественного движения (как в ПЕД). В этих случаях программное движение есть непроизвольное следствие других действий спортсмена, обычно прямо не связанных с формальной программой упражнения, но являющихся необходимым средством ее выполнения.

В отношении причинно-следственных связей такие упражнения (или их фазы) представляют собой наиболее сложный предмет обучения. Характерный образец такого рода — так называемое

мые безынерционные повороты в гимнастике, акробатике, прыжках в воду. С точки зрения обучения, такие движения характерны тем, что ключевым объектом усвоения в них является вовсе не программное движение, а вызывающие его “побочные” действия, как бы “запускающие” всю причинно-следственную цепочку действий-движений. Так, батутисту, выпрыгнувшему вверх без какого либо начального вращения, чтобы повернуться вокруг продольной оси влево, нужно выполнить противоположные по направлению 4 действия типа “хула-хуп”, т.е. конусовидные обращения звеньями тела относительно его центральной продольной оси. В свою очередь, прыгун с вышки, обычно использующий для аналогичных целей механизм другого типа, будет в сальто назад “запускать” поворот налево асимметричными действиями руками. При этом ни действия “хула-хупа”, ни асимметричные “винтообразующие” действия вовсе “не нужны” судье, оценивающему качество прыжков. Его интересует исключительно номинальное программное движение. Если бы спортсмен мог обойтись без технических приемов, вызывающих описанные повороты, выполнение упражнения казалось бы “идеальным”. Однако это так же невозможно в принципе, как бег или плавание без работы ногами и руками. Таким образом, ВНД-1 представляют собой категорию движений, построенных как бы на скрытых физических эффектах, овладение которыми и есть первоочередная задача обучения этим упражнениям (тогда как цель движения — собственно поворот). Непонимание этого обстоятельства часто становится причиной серьезных трудностей в работе тренера. Поэтому очевидно, что тренер, соприкасающийся с упражнениями, двигательными ситуациями такого рода, должен особенно хорошо знать их глубинную физическую природу, биомеханику, помогая на этой основе своему ученику в формировании эффективных двигательных представлений и грамотно управляя процессом обучения.

VIII. *Вызванные произвольные движения типа (ВНД-II)*. Предыдущий вид движений характерен одновременно следования его каузальных компонентов: спортсмен немедленно получает результат своего действия и получает его лишь постольку, поскольку действует именно в данный момент. В этом фактически проявляется известная физическая закономерность, согласно которой эффект действия силы (например, ускорение) не может быть отложен во времени. Между тем существуют виды ВНД, в которых произвольное движение как итог активных действий существует в форме отсроченного

кинематического результата. Таковы прежде всего все двигательные структуры типа бега, прыжков, махов, соскоков, бросков, гребли и подобных действий, вызывающих последующее инерционное движение либо тела самого спортсмена (или его звена), либо ускоряемого им снаряда. С дидактической точки зрения эти, сложные движения, т.е. ВНД-II (впрочем, как и ВНД-I), характерны необходимостью опосредованного формирования программного движения, которое является здесь лишь следствием предшествующих — причинных — действий. Сказанное имеет, в частности, прямое отношение к распознаванию ошибок, которые всегда представляют собой более или менее длинные каузальные цепочки.

О разнообразии структуры каузально сложных движений. Представления о причинно-следственных взаимосвязях в структуре спортивных движений будут неполными, если не учесть соотношения между признаками произвольного/непроизвольного и программного/непрограммного действия-движения. Однако прежде уточним смысл этих терминов.

Понятие произвольности связано в данном случае с двигательным действием, подчиняющимся воле исполнителя (см. каузально “простые” движения, рис.1, б). Это понятие не предполагает квалификации качества полученного движения, поскольку произвольное движение не всегда соответствует намерениям исполнителя и может быть ошибочным. Соответственно произвольное движение, как было отмечено, обуславливается его физической, биомеханической природой и в определенных условиях возникает помимо воли исполнителя, желает он того или нет (см. рис.1, фиг. γ).

Понятие программного движения соответствует случаям, когда результат действий спортсмена — независимо от использованных для этого средств — соответствует формально поставленной задаче движения и может служить предметом судейской оценки (например, толчком одной переход через планку при прыжках в высоту или безопорный переворот через голову с приходом на ноги при акробатическом сальто). Непрограммное же движение суть всякий результат двигательных действий исполнителя, выходящий за рамки формальной программы — независимо от квалификации этих движений при судействе. Такие непрограммные действия/движения прежде всего апеллируют к понятию техники исполнения упражнения (например характер маха свободной ногой в прыжках в высоту или степень группирования при акробатическом сальто).

Как отмечалось, могут существовать разнообразные сочетания случаев произвольного, произвольного, программного и непрограммного компонентов движения.

В каждом отдельном случае тренер и спортсмен должны иметь представление о конкретных особенностях каузальных связей в данном движении. Основной путь решения этой важнейшей дидактической задачи — грамотный биомеханический анализ упражнения, в частности в форме, позволяющей систематизировать такие познания о движении.

¹ Здесь и далее будут использоваться условные термины, принятые в рамках статьи.

² Термин «управляющие движения» использовался В.Т Назаровым.

³ При исполнении серии достаточно высоких прыжков на батуте время безопорного движения на порядок больше, чем время взаимодействия с опорой.

⁴ Векторы соответствующих кинетических моментов, ориентированные по «правилу буравчика», будут скалярно равны, но направлены в противоположные стороны: вектор поворота — вверх, а вектор «хула-хупного» обращения — вниз. Таким образом, общая сумма кинетических моментов останется равной нулю.