**Татарова С.Ю., Татаров В.Б.**

**Биомеханические аспекты организации точностного движения**

**(на примере баскетбольных бросков)**

Финансовый университет при Правительстве РФ

(г. Москва)

При выпуске мяча в определенной точке пространства траектория его полета определяется углом и скоростью вылета. Бросок оказывается успешным, лишь если выбранные значения угла и скорости вылета хорошо соответствуют друг другу.

Проводились две серии экспериментов. В одной из них четыре испытуемых, баскетболисты высокой квалификации, мастера спорта, выполнили по 100 бросков с места и в прыжке с трех дистанций: 3, 5 и 7 метров (всего 2400 бросков). Регистрировали угловые скорости движения в коленном, локтевом и лучезапястном суставах, вертикальный угол и скорость вылета мяча, а также момент его выпуска. В отдельных попытках регистрировалась электрическая активность некоторых мышечных групп.

Во второй серии 7 баскетболистов высшей квалификации выполняли по 350 бросков с одной точки без прыжка. Для 12 значений скорости в каждом суставе взятые через 0,02 сек. были рассчитаны парные коэффициенты корреляции.

**Результаты**

С увеличением дистанции, естественно, растет скорость вылета мяча. Одновременно увеличивается скорость разгибания в коленном суставе. Движения в суставах ног при бросках образуют функциональную энергию: изменения угла и скорости движений в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах происходит строго согласованно. Поэтому можно сказать, что разгибания в коленном суставе отражает скорость движения в суставах нижних конечностей в целом. Поскольку скорость движения в локтевом суставе с движением скорости вылета мяча не меняются, а лучезапястного сустава не может обеспечить столь значительное повышении скорости полета, можно заключить, что основная причина возрастания скорости вылета мяча лежит в скорости движения ног.

Эти флюктуации скорости мяча не связаны с вариациями скорости разгибания коленного сустава, но зависят статистически существенно от скорости разгибания локтевого сустава (таблица №1).

Таким образом, между суставами верхних и нижних конечностей ног задают необходимую величину скорости, точная коррекция скорости осуществляется верхними конечностями. Нижние конечности несут и при этом по преимуществу переместительную функцию, верхние – коррекционно-одстроечную. Руки при этом работают в примерно постоянном диапазоне скоростей, не зависящих от скорости вылета мяча.

**Корреляция между угловой скоростью движений в суставах и скоростью вылета мяча при баскетбольных бросках (=100)**

**Таблица №1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ испытуемого** | **сустав** | **дальность (м)** | | | |
| **3** | | **5** | **7** |
| 1 | локтевой  коленный | 0,63  0,00 | 0,78  0,14 | | 0,58  0,22 |
| 2 | локтевой  коленный | 0,50  0,10 | 0,45  0,20 | | 0,62  0,15 |
| 3 | локтевой  коленный | 0,56  0,11 | 0,63  0,13 | | 0,48  0,18 |
| 4 | локтевой  коленный | 0,71  0,15 | 0,39  0,31 | | 0,54  0,01 |

В принципе возможен еще один путь коррекции скорости (помимо изменения скорости рук), а именно – более раннее или, наоборот, более позднее движение руки относительно движения ног.

Действительно при бросках в прыжке движение рук начинается тем раньше, чем длиннее дистанция броска и выше скорость. При бросках с 7 метров руки кончают движение до отрыва ноги от пола. При этом скорость движения ног и рук суммируется. При бросках с коротких дистанций руки начинают разгибание уже в воздухе и нередко заканчивают разгибание уже в верхней точки полета, когда скорость движения центра масс тела равна нулю. Однако ни на одной из дистанций значение интервала времени между началом движения рук и момент отрыва ноги от опоры не коррелировали со скоростью полета мяча. Из этого можно заключить, что время начального движения руки существенно для сообщения мячу необходимой скорости вылета, однако он не входит в число биохимических переменных, используемых для точной корректировки финальной скорости движения основного рабочего дня.

Хотя скорость движения ног не коррелирует с флюктуациями скорости вылета снаряда (при бросках с одной и той же дистанции) все же грубая подстройка необходимых значений скорости имеет место. Свидетельством этому могут быть не только приведенные выше данные, но и результаты опытов с регистрацией ЭМГ. Если при обычных прыжках вверх одновременная активность антагонистов не регистрируется, то при прыжках, сопровождающихся броском мяча в цель, всегда имеет место содружественная одновременная активность мышц-антагонистов коленного и голеностопного суставов. Подобная активность антагонистов наиболее характерный признак координации движений с повышенными требованиями к точности их выполнения.

При корреляционном анализе угловых скоростей в суставах обратило на себя внимание наличие низкой, но значимой отрицательной связи между движениями в отдельных суставах. Этот факт, видимо, говорит о наличии некоторой взаимокомпенсации в работе отдельных звеньев. Низкий уровень связи между скоростями можно объяснить тем, что для достижения необходимой точности броска испытуемые должны соблюдать не только определенную скорость выброса, но также и направление, и соблюдать строго определенное сочетание этих параметров. Следовательно, коррекция может производиться и за счет изменения направления выброса, что в настоящем случае не поддавалось регистрации.

Отметим, что отрицательная связь наблюдается между показателями скорости в разных суставах на очень коротком промежутке времени. В этом случае коррекция не может быть внесена в ответ на раздражение, полученное по ходу движения. Есть основание предполагать, что подобный характер межсуставной координации движения является препрограммированным.