

Devices / D. Cooper [et al.] // Nano Lett. – 2011. – V. 11. – P. 4585-4590.

3. Zharin, A.L. Contact Potential Difference Techniques as Probing Tools in Tribology and Sur-

УДК 612.76

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ СИЛОВЫХ ТРЕНАЖЕРОВ К ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ СПОРТСМЕНОВ

Сотский Н.Б.

*Белорусский государственный университет физической культуры
Минск, Республика Беларусь*

Биомеханика движений человека предполагает логичным представлением двигательного действия, как совокупность трех характеристик или программ. Это – программы места, ориентации и позы. Первая описывает перемещение общего центра масс тела человека, вторая – его ориентацию, как целого в пространстве, а третья – пространственную конфигурацию звеньев тела [1]. Именно эффективное выполнение последней программы обеспечивает выполнение первых двух и, соответственно, всего многообразия двигательных действий человека. Поэтому исследование и контроль позы человека является одной из важнейших задач биомеханики движений человека.

Выделение позы, человека, как самостоятельного объекта исследования, было предложено в работах по механике управляемого тела Г.В. Коренева и известного специалиста по спортивной биомеханике В.Т. Назарова [2,3]. В последующих работах была предложена и успешно адаптирована методика записи и исследования позы и ее изменений в процессе выполнения двигательных действий [1]. Предложенные способы были удобны при практическом исследовании плоскостных движений человека, в которых было задействовано минимальное количество степеней свободы опорно-двигательного аппарата. Анализ изменения позы при выполнении более сложных пространственных движений наталкивался на ряд проблем, связанных с учетом двух или трех анатомических движений, одновременно выполняемых в одном и том же суставе.

В недавно вышедшей нашей работе [4] было предложено и проиллюстрировано решение данной проблемы. Его суть в установлении соответствия суставных углов анатомических движений (сгибательно-разгибательных, ротаций и циркумдукций) углам Эйлера, образованным системами координат, жестко связанными с каждым из сочлененных в суставе звеньев тела. При таком подходе стало возможным анализировать практически любые изменения позы человека вообще и в частности, при выполнении спортивных движений.

face Mapping // Applied Scanning Probe Methods. – 2010. – V. 14. – P. 687-720.

В дальнейшем нами было проведено исследование изменения позы при выполнении силовых упражнений с использованием стационарных тренажеров с целью адаптации тренировки к реальным анатомическим и физиологическим режимам работы мышц человека [5]. В ходе анализа были рассмотрены упражнения на стационарных тренажерах известной фирмы PRESSOR [6]. Поза и ее изменения определялись, для идеального варианта упражнения, рекомендованного производителем.

Пример исследования изменения позы при выполнении силового упражнения приведен на рисунке 1



Рисунок 1 – Пример изменения позы во время выполнения упражнения

Закон изменения позы при выполнении данного упражнения, в соответствии с разработанной методикой, может быть представлен в матричном виде, где строки обозначают биокинематические цепи (ноги, руки, позвоночник), столбцы – суставы, индексы 1,2 и 3 соответствуют анатомическому типу суставного движения, а в ячейках записаны суставные углы:

$\Phi_{ij1} =$	0	180	0	0
	0	180	0	0
	180	0	0	0
	180	0	0	0
	0	0	0	0

Ф _{ij2} =	110-90t	110-90t	-30t	0
	110-90t	110-90t	-30t	0
	0	100	0	0
	0	100	0	0
	0	0	0	0
Ф _{ij3} =	0	0	0	0
	0	0	0	0
	-45	0	0	0
	45	0	0	0
	0	0	0	0

В приведенных матрицах серым цветом выделены суставы, в которых происходит движение. Анализ изменения позы при выполнении данного упражнения показал, что динамической нагрузке подвергается только один тип суставного движения – сгибательно-разгибательный. Остальные находятся в статике и зафиксированы не естественными действиями мышц, а благодаря жесткой конструкции тренажера. Аналогичная ситуация наблюдается практически для всех исследованных тренажеров, использование которых характеризуется чрезмерной искусственностью условий для активизации адаптационных механизмов, что ограничивает результаты, если иметь в виду проявление развиваемых качеств в естественных двигательных действиях человека. Кроме этого в ходе тренировки отрицательно сказывается инерционность нагрузочных элементов и необходимость рассеивания энергии при повторных движениях.

Таким образом, использование метода определения позы человека при исследовании сило-

вых упражнений позволило выявить системную проблему применения традиционных силовых тренажеров - невозможность одновременного обеспечения эффективной нагрузкой одновременно нескольких анатомических степеней свободы каждого сустава, что в значительной мере снижает эффект силовой тренировки при подготовке к сложным пространственным движениям.

Решение данной проблемы видится в разработке тренажерных систем со многими степенями свободы, использующих для обеспечения нагрузки диссипативные силы с минимальной инерционностью конструкции. Оптимальным, на наш взгляд, подходом здесь представляется использование шарнирно-рычажных конструкций, сочленения которых обладают несколькими степенями свободы с возможностью регулировки сопротивления изменению конфигурации шарниров за счет использования сил трения.

1. Сотский, Н.Б. Биомеханика: учебник для студентов специальности спорт.-пед. деятельность / Н.Б. Сотский ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2005. – 192 с.
2. Назаров, В.Т. Движения спортсмена / В.Т. Назаров. – Минск: Польша, 1984. – 176 с
3. Корнев, Г.В. Введение в механику человека / Г.В. Корнев. – М.: Наука, 1977. – 264 с.
4. Сотский, Н.Б. Поза спортсмена: Определение и измерение / Н.Б. Сотский // Метрология и приборостроение. – 2014. – № 2. – С. 37–40.
5. Сотский, Н.Б. Кинематика и динамика выполнения упражнений на стационарных силовых тренажерах / Н.Б. Сотский // Наука и техника. – 2014. – № 4. – С 87-94.
6. Pressor [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа <http://www.precor.com/intl/commercial/products/strength/discovery-strength/selectORIZED>