

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ПОЗНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ

### THE USE OF BIOMECHANICAL RESEARCH METHODS IN THE ASSESSMENT OF POSITIVE POSITIONS OF MOTION

Бондаренко К.К. канд. пед. наук, доцент,  
Бондаренко А.Е. канд. пед. наук, доцент

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель

*В исследовании оценивалось влияние сгибания и разгибания звеньев тела при перемещении в посадке хоккеиста на положение суставов относительно общего центра масс тела. Проведён биомеханический анализ движений методами видеоанализа, тензодинамометрии и миографии. Выявлены наиболее оптимальные диапазоны суставных углов коленного и тазобедренного суставов в посадке хоккеиста.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** посадка хоккеиста; биомеханика движения; проприоцепция положения.

*The study evaluated the effect of flexion and extension of body links during movement in the position of a hockey player on the position of the joints relative to the general center of body mass. Biomechanical analysis of movement was conducted with the use of methods of video analysis, strain gauge and myometrial method. The most optimal ranges of articular angles of the knee and hip joints in the landing of a hockey player are revealed.*

**KEY WORDS:** landing of a hockey player; biomechanics of movements; proprioception of position.

Спортивная деятельность обеспечивается рациональностью движений по определённым траекториям перемещающихся звеньев тела и силами, действующим в результате движения тела спортсмена. Изменение кинематических параметров движения может создавать излишнее напряжение в скелетных мышцах и суставах спортсмена [1].

Взаимосвязь влияния звеньев тела при удержании позных положений оказывают влияние на создание усилий на суставно-связочный аппарат спортсмена, задействованный при выполнении стоек или посадок. Различные условия посадки, связанные с углами сгибания колена и движения туловища являются значительными факторами риска для получения травмы [2]. Жесткая посадка, характеризующаяся уменьшенным сгибанием колена и бедра и увеличенной вертикальной силой реакции опоры [3]. Взаимосвязь перемещений звеньев тела относительно друг друга и общего центра масс тела (ОЦМт) влияет на биомеханику посадки [4]. Её эффективность связана со спецификой выполняемого движения и коэффициентом жесткости опоры [5]. При оценке движения хоккеиста не до конца решены вопросы оптимальности диапазонов углов

суставных положений [6]. Решение этих вопросов предопределяет использование биомеханических методов исследования в спорте.

Оценка влияния сгибания и разгибания звеньев тела при перемещении в посадке хоккеиста на положение суставов относительно ОЦМт послужила основной целью нашего исследования.

Ранее проведённые исследования позволили выдвинуть гипотезу, что удлинение позы спортсмена при двигательном перемещении может вызвать движение бедер и коленей вперёд, относительно всего ОЦМт, что создаст биомеханически невыгодное положение посадки. Это способно вызвать более жесткую посадку и уменьшение сгибания колена и бедра с созданием дополнительного напряжения на суставно-связочный аппарат хоккеиста.

Исследование проводилось на базе хоккейного клуба «Пинские ястребы», участвующего в играх экстралиги дивизиона Б.

На звеньях тела были прикреплены светоотражающие маркеры в точках большого бугра головки плечевой кости, большого вертела бедренной кости, наружного надмыщелка бедренной кости и наружной лодыжки большеберцовой кости. Посредством видеосъемки в сагитальной плоскости двумя камерами выполнялся видеоанализ движений при выполнении заданных движений на ледовой площадке (при оценке проприоцептивных положений скольжения на коньках) и на тензоплатформе (при оценке перемещения в посадку хоккеиста).

Исследование на тензометрической платформе выполнялось при выполнении движения в выпад с ноги на ногу с фиксацией положения. В момент нахождения спортсмена на тензометрической платформе определялись: мощность отталкивания, показатели величины силы реакции опоры, изменение положения центра давления на опоре, величину импульса силы реакции опоры и ее мощности. По данным видеосъемки исследовалась скорость и траектория перемещения общего центра массы тела исследуемого.

Биомеханическая оценка функционального состояния скелетных мышц при выполнении пиковых нагрузок осуществлялась методом миографии [7].

Положение тазобедренного, коленного и голеностопного суставов относительно ОЦМт определялось в момент контакта с тензоплатформой. Биомеханическая оценка движения при перемещении в посадку с фиксацией позы позволила определить проприоцептивные характеристики позного положения. Были определены угловые параметры движения тазобедренного и коленного суставов.

При фиксации углового положения коленного сустава в диапазоне 78–85 градусов, было выявлено снижение величины силы мышечной тяги четырёхглавой мышцы бедра на 17–22 % от средних величин показателя, полученных при угловом положении коленного сустава менее 78 или более 85 градусов.

Оценка перемещения голени опорной ноги вперёд относительно бедра, позволила рассчитать усилие, создаваемое в суставе скелетной мышцей. Выявлено увеличение силы мышечной тяги четырёхглавой мышцы до 40 процентов относительно общего показателя мышц всего бедра. В ранее проведённых исследованиях с «хоккеистами», играющими на паркете (флорбол),

получены данные, свидетельствовавшие, что нарушение траектории движения коленного сустава в 26,3 % случаев приводит к травмированию крестообразной связки [8].

Увеличению равновесия в заданной позе способствовало сгибание в тазобедренном суставе в диапазоне угла 43–51 градус. Чрезмерное сгибание или разгибание туловища в тазобедренных суставах (выход за границы диапазона) заставляло компенсировать выход ОЦМт за границы устойчивости и изменять угол в коленном суставе опорной ноги, что приводило к повышению силы тяги четырёхглавой мышцы бедра на переднюю крестообразную связку. При разгибании туловища в тазобедренных суставах и перемещении ОЦМт назад, для предотвращения падения сгибание колена может не выполняться. При уменьшении угла сгибания туловища и бедра ОЦМт смещается вперёд, вызывая активное сгибание колена для сохранения постуральной устойчивости.

Скольжения на коньках позволили сравнить скользящее движение с параметрами проприоцепции позы, полученной в результате перемещения на тензоплатформу. У части спортсменов параметры угловых положений выходили за границы оптимальных диапазонов и приводили к вертикальным колебаниям ОЦМт.

Наличие вертикальных колебаний приводит к снижению скорости бега хоккеиста. Для её увеличения спортсмену приходится при последующем шаге чрезмерно сгибать ногу в коленном суставе, что приводит к дополнительной нагрузке на переднюю крестообразную связку.

Оценка изменения ОЦМт под воздействием угловых положений коленного и тазобедренного суставов способствует определению устойчивости позы хоккеиста, характеризующееся его посадкой. Выход за границы зоны постурального положения может приводить к более жёсткой посадочной позе, что увеличивает риск травмирования передней крестообразной связки.

Сгибание и разгибание туловища приводят к изменению положения суставов, связанных с ОЦМт и последующей биомеханикой посадки. Отклонение угловых положений от оптимальных диапазонов влияет на траекторию перемещения ОЦМт с вертикальными колебаниями, что, в свою очередь, негативно сказывается на скорости перемещения и устойчивости посадки хоккеиста.

## Список литературы

1. Donnelly, C.J. Optimizing whole-body kinematics to minimize valgus knee loading during sidestepping: implications for ACL injury risk / C.J. Donnelly, D.G. Lloyd, B. C. Elliott, J. A. Reinbolt // Journal of biomechanics. 2012. №45 (149). – С. 1–7.
2. Бобарико, Р.И. Подготовка вратарей в хоккее на льду с учетом анализа функционального состояния скелетных мышц / Р.И. Бобарико, К.К. Бондаренко, А.Е. Бондаренко / Актуальные проблемы в области физической культуры и спорта: Матер. Всерос. науч.-пр. конф. с межд. уч., посв. 85-летию ФГБУ СПбНИИФК. В 2 т., т.1. - СПб: ФГБУ СПбНИИФК, 2018. – С. 10–13.

3. Бондаренко, К.К. Определение проприоцептивности суставных положений нижних конечностей хоккеистов / К.К. Бондаренко, Р.И. Бобарико / Современные проблемы физической культуры, спорта и молодежи : Матер. V рег. науч. конф. мол. уч. Под редакцией А.Ф. Сыроватской. 2019. – С. 65–68.

4. Lynn, S. Frontal plane moments in golf: Effect of target side foot position at address / S. Lynn, G.J. Noffal // Journal of Sport Science and Medicine. 2010. №9. – С. 275–281.

5. Pollard, C.D. Gender differences in hip joint kinematics and kinetics during side-step cutting maneuver / C.D. Pollard, S.M. Sigward, C.M. Powers // Journal of Sports Medicine. 2007. №17. – С. 38–42.

6. Smith, M. Do field hockey players require a sport-specific biomechanical assessment to classin their anterior cruciate ligament injury risk? / M. Smith, G. Weir, C.J. Donnelly, J. Alderson / International conference on Biomechanics in sport. (Tsukubo, Japan, Juli 18-22 2016). – С. 335–338.

7. Бондаренко, К.К. Механизмы обеспечения работоспособности хоккеистов различного амплуа / К.К. Бондаренко, А.С. Малиновский, Р.И. Бобарико, В.В. Магдеев / Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики : Сб. науч. ст. 1-й Межд. науч.-пр. конф., посв. пам. рект. ВГИФК Владимира Ивановича Сысоева. ВГИФК. 2018. – С. 41–48.

8. Бондаренко, Е.К. Повышение риска травматизма нижних конечностей в зависимости от кинематических характеристик движения во флорболе / Е.К. Бондаренко, А.Е. Бондаренко / Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики : сб. науч. ст. 2-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти ректора ВГИФК Владимира Ивановича Сысоева. – Воронеж, 2019. – С. 303–307.

УДК 796.92.093.642

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОЦЕНКЕ СТРЕЛКОВОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БИАТЛОНИСТОВ**

## **POSSIBILITIES OF USE OF TECHNICAL EQUIPMENT IN ASSESSMENT OF SHOOT PREPAREDNESS OF BIATHLONISTS**

**Галай Н.К., Белоус П.А.**

Белорусский государственный университет физической культуры, г. Минск

*В статье представлены наиболее эффективные системы регистрации кинематических и динамических параметров техники двигательных действий при стрельбе в биатлоне. Показана необходимость синхронной регистрации показателей, оценивающих положение ствола винтовки в пространстве, и параметров, отражающих взаимодействие спортсмена со спусковым курком и опорой.*