

---

**УДК 796.012**  
**ББК 75.00**  
**Н 50**

**О.Б. Немцев**

*Доктор педагогических наук, профессор кафедры легкой атлетики Института физической культуры и дзюдо Адыгейского государственного университета; E-mail: oleg.nemtsev@mail.ru*

**М.Х. Коджешау**

*Кандидат педагогических наук, доцент кафедры спортивных игр Института физической культуры и дзюдо Адыгейского государственного университета; E-mail: kodgeshau@mail.ru*

**И.Н. Грекалова**

*Старший преподаватель кафедры физического воспитания Адыгейского государственного университета; E-mail: ingrklv@mail.ru*

## **ОБ ИЗМЕРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРЫЖКЕ ВВЕРХ С МЕСТА**

*(Рецензирована)*

**Аннотация.** Целью исследования являлось сравнение результатов в прыжке вверх с места, измеренных при помощи трёхмерного и двумерного видеоанализа с различной частотой съёмки, датчика перемещения и тензоплатформы. Установлено, что результат в прыжке вверх с места, измеренный по времени полёта с помощью тензодинамометрии, значительно меньше, чем определённый другими способами. Между результатами, полученными с помощью различных методов измерения, наблюдаются сильные взаимосвязи, среди которых наибольшие величины зарегистрированы между данными трёхмерного видеоанализа, с одной стороны, и датчика перемещения и тензоплатформы, с другой стороны. Менее сильная взаимосвязь обнаружена между результатами, определёнными при помощи двумерного видеоанализа, с одной стороны, и трёхмерного видеоанализа и тензоплатформы, с другой стороны.

**Ключевые слова:** прыжок вверх с места, трёхмерный и двумерный видеоанализ, датчик перемещения, тензоплатформа.

**O.B. Nemtsev**

*Doctor of Pedagogy, Professor of the Department of Track and Field Athletics, Institute of Physical Training and Judo, Adyghe State University; E-mail: oleg.nemtsev@mail.ru*

**M.Kh. Kodzheshau**

*Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Sports Games Department, Institute of Physical Training and Judo, Adyghe State University; E-mail: kodgeshau@mail.ru*

**I.N. Grekalova**

*Senior Lecturer of Physical Training Department, Adyghe State University; E-mail: ingrklv@mail.ru*

## **ON MEASURING RESULTS OF COUNTER MOVEMENT JUMP**

**Abstract.** The present research focuses upon comparison of results of counter movement jump measured by different methods, including 2-D and 3-D videotaping with different frequency, force plate and moving gage. It has been established that the result of counter

movement jump evaluated during flight time by using force plate is significantly less than that measured by other methods. Results measured by different methods have strong correlation. But stronger correlation has been established between results of 3-D videotaping, on the one hand, and force plate and moving gage, on the other hand. Weaker correlation has been observed between results of 2-D videotaping, on the one hand, and 3-D videotaping and force plate, on the other hand.

**Keywords:** counter movement jump, 3-D and 2-D videotaping, moving gage, force plate.

**Введение.** Кинематические и динамические характеристики прыжка вверх с места и прыжков в глубину с различной высоты с последующим отпрыгиванием от опоры изучаются во многих исследованиях [1, 0, 0 и др.]. Результат в этих упражнениях (высота прыжка) достаточно точно отражает скоростно-силовую подготовленность мышечных групп нижних конечностей.

В то же время измерение высоты прыжка проводится различными способами. Так А.М. Доронин [1] и Ю.Т. Черкесов [3] используют с этой целью данные датчика перемещения (в этом случае датчик перемещения связан гибкой связью с поясом на испытуемом). М.П. Морези с соавторами [4] определяют время полёта при помощи тензоплатформы, И.И. Алиханов, Л.И. Алиханова [5], Л.К. Федякина [2], применяют специальное контактное устройство, позволяющее определить время полета, затем по соответствующей формуле

$$h = g \times t^2 / 8 ,$$

где  $h$  — высота прыжка,  $g$  — ускорение свободного падения,  $t$  — время полёта) вычисляется высота прыжка. Возможно также определение высоты прыжка путём вычисления разницы между координатами общего центра масс тела (ОЦМТ) в исходном положении в самой верхней точке траектории (при помощи современных систем трёхмерного видеонализа), а также путём определения импульса вертикальной составляющей силы реакции опоры и затем — скорости в заключительный момент отталкивания и высоты прыжка.

В то же время все названные способы определения высоты прыжка имеют свои недостатки. Так, результаты определения высоты прыжка по времени полёта, во-первых, могут сильно отличаться от результатов, полученных

другими способами, в связи с тем, что время полёта начинается, когда испытуемый стоит на носках; во-вторых, могут сильно варьировать в связи с тем, что положение стопы при касании опоры может изменяться как от попытки к попытке у одного испытуемого, так и у разных испытуемых. Определение высоты подъёма ОЦМТ при помощи трёхмерного видеонализа связано с применением фильтров для сглаживания данных и ряда допущений о расположении центров масс сегментов, что может вносить изменения в результаты измерения. Все же способы определения результата прыжка при помощи фиксации перемещения маркера, укрепленного на поясе испытуемого (по данным двумерного видеонализа), либо самого пояса (при помощи датчика перемещения), могут варьировать в зависимости от характера движений нижней части тела испытуемого.

В связи с этим затруднительно сопоставление данных, полученных различными способами.

Поэтому целью исследования являлось сопоставление показателей высоты прыжка вверх с места, полученных различными способами.

**Методы исследования.** Испытуемая — девушка, возраст 23 года, рост 180 см, вес 64 кг, спортивная специализация — бег на средние дистанции, квалификация — I разряд. Испытуемая выполняла 10 попыток в прыжке вверх с места.

В исследовании для определения высоты прыжка вверх с места в каждой попытке применялись следующие устройства: тензоплатформа, датчик перемещения, бытовая видеокамера, система трехмерного видеонализа.

Тензоплатформа — минимальное значение частоты собственных колебаний 500 Гц, измерения проводились с частотой 1000 Гц. Данные сглажива-

лись при помощи фильтра Баттерворта второго порядка с частотой среза 40 Гц. Величина вертикальной составляющей силы реакции опоры 10 Н принималась за конец и начало контакта с тензоплатформой [6]. При помощи тензоплатформы определялось время полёта испытуемой, затем вычислялась высота прыжка.

Датчик перемещения, действие которого основано на измерении при помощи гониометра длины нити, укрепленной одним концом на поясе испытуемой и вытягиваемой при прыжке. Определялась разница длины нити в крайнем верхнем положении испытуемого и в положении основной стойки.

Бытовая видеокамера Sony TR417E с частотой съемки 25 к/с (двумерный видеоанализ). Оцифровка видеозаписи видеокамеры производилась при помощи системы видеозахвата Pinnacle Dazzle DVC 80 и стандартной программы Pinnacle Studio (версия 8.8. 16.0). Параметры видеозахвата: качество — «наилучшее», частота кадров — 25 к/с. Определение координат маркера, укрепленного вблизи ОЦМТ испытуемого, в крайнем верхнем положении испытуемого и в основной стойке производилось в программе Paint.

Система трехмерного видеоанализа Qualisys — использовались три камеры

ProReflex, MCU 500Hz. Маркер крепился на поясе вблизи ОЦМТ испытуемого. Определялась разница координат маркера, укрепленного вблизи ОЦМТ испытуемого, в крайнем верхнем положении испытуемого и в основной стойке.

Данные двумерного и трёхмерного видеоанализа анализировались без сглаживания.

Для определения тесноты взаимосвязи между результатами прыжка в высоту, измеренного различными способами, использовался корреляционный анализ (вычислялся коэффициент корреляции Брауэ-Пирсона).

**Результаты.** При измерении высоты прыжка были получены следующие результаты (м): трёхмерный видеоанализ —  $0,39 \pm 0,010$ , двумерный видеоанализ —  $0,37 \pm 0,011$ , тензоплатформа —  $0,31 \pm 0,010$ , датчик перемещения —  $0,37 \pm 0,010$ .

Высота прыжка, определённая по данным тензоплатформы (по времени полёта), оказалась во всех попытках меньше, чем при определении другими способами, а по данным трёхмерного видеоанализа — во всех случаях больше.

Как следует из данных таблицы 1, если принять за эталон данные трёхмерного видеоанализа, то наиболее точно отражают направленность изменений результата в исследованных попытках показания тензоплатформы.

**Таблица 1.**

**Взаимосвязь (коэффициенты корреляции) результатов прыжка вверх с места, полученных различными способами**

Способы определения результата	Трёхмерный видеоанализ	Двумерный видеоанализ	Датчик перемещения
Трёхмерный видеоанализ	xxx		
Двумерный видеоанализ	0,646	xxx	
Датчик перемещения	0,883	0,744	xxx
Тензоплатформа	0,892	0,609	0,691

Значительное расхождение абсолютных результатов, полученных при помощи трёхмерного видеоанализа и тензоплатформы, объясняются, очевидно, тем, что в первом случае определялась высота прыжка относительно положения ОЦМТ испытуемого в основной стойке, а во втором случае — относительно положения ОЦМТ в стойке на носках.

Также сильная взаимосвязь обнаружена между результатами, полученными при помощи 3D-видеоанализа и датчика перемещения.

**Выводы.** Таким образом, результаты прыжка вверх с места измеренными различными способами могут сильно различаться. В целом между результатами, измеренными всеми рассматривавшими

---

ся способами, обнаружена сильная взаимосвязь. Однако абсолютные результаты, измеренные при помощи тензоплатформы, могут быть значительно меньше, чем измеренные другими способами. Более подробный анализ расхождений ре-

зультатов в прыжке вверх с места выходит за рамки настоящего исследования, однако итоги работы позволяют сопоставлять данные многих исследований, в которых измерения производились различными способами.

#### **Примечания:**

1. Доронин А.М. Совершенствование биомеханической структуры двигательных действий спортсменов на основе регуляции режимов мышечного сокращения. Славянск-на-Кубани: Изд-во СГПИ, 2006. 170 с.

2. Федякина Л.К. Развитие координационных и интеллектуальных способностей школьников младших классов на основе возрастных закономерностей организации движений: автореф. Дис. ... канд. Пед. Наук. Сочи, 1998. 137 с.

3. Черкесов Ю.Т. Машины управляющего воздействия и спорт. Майкоп: Изд-во АГУ, 1993. 136 с.

4. The assessment of adolescent female athletes using standing and reactive long jumps / M.P. Moresi [et al.] // *Sports Biomechanics*. 2011. N. 10 (2). P. 73-84.

5. Алиханов И.И., Алиханова Л.И. Счетчик-секундомер в практике научно-исследовательской работы по спорту // *Теория и практика физической культуры*. 1987. №7. С.48-51.

6. Reliability of kinematics and kinetics associated with horizontal single leg drop jump assessment: A brief report / M. Stalboom, D.J. Holm, J.B. Cronin, J.W.L. Keogh // *Journal of Sport science & Medicine*. 2007. №6. P. 261-264.

#### **References:**

1. Doronin A.M. The improvement of biomechanical structure of sportsmen's motorial activities on the basis of regulation of muscular contraction modes. Slavyansk-on-Kuban: SGPI Publishing house, 2006. 170 pp.

2. Fedyakina L.K. Development of coordination and mental abilities of junior schoolchildren on the basis of age regularities of the organization of movements: Dissertation abstract for the Candidate of Pedagogy degree. Sochi, 1998. 137 pp.

3. Cherkesov Yu.T. Control action machines and sports. Maikop: AGU Publishing house, 1993. 136 pp.

4. The assessment of adolescent female athletes using standing and reactive long jumps / M.P. Moresi [et al.] // *Sports Biomechanics*. 2011. N. 10 (2). P. 73-84.

5. Alikhanov I.I., Alikhanova L.I. A stopwatch-counter in sports research practice // *Theory and practice of physical culture*. 1987. No. 7. P. 48-51.

6. Reliability of kinematics and kinetics associated with horizontal single leg drop jump assessment: A brief report/M. Stalboom, D.J. Holm, J.B. Cronin, J.W.L. Keogh // *Journal of Sport science & Medicine*. 2007. No. 6. P. 261-264.