

# ИНСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ НА КИНЕМАТИЧКИ ПАРАМЕТРИ ВО СПОРТОТ И ВЕЖБАЊЕТО



УДК:

**Александар Ацески**

Факултет за физичко образование, спорт и здравје,  
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје  
е-пошта: aceskiaceski@gmail.com

**Александар Туфекчиевски**

## АПСТРАКТ

Анализата на човечките движења вклучува голем број кинематички инструменти кои имаат широк спектар на употреба. Најчесто користени се: инструментите за мерење на времето, инструментите за мерење на брзината, оптичките инструменти, електрогониометарот и акцелерометарот.

Примената на овие инструменти овозможува добивање параметри кои можат да бидат важни за проценка на перформансот на спортистите, учениците, пациентите и сл.

**Клучни зборови:** биомеханика, перформанс, мерење, спорт, медицина.

## INSTRUMENTS FOR KINEMATIC ANALYSIS IN SPORT AND EXERCISE

**Aleksandar Aceski, Aleksandar Tufekcievski**

Faculty of physical education, sport and health  
State University – Ss. Cyril and Methodius” –  
Skopje

## ABSTRACT

The analysis of human movement includes a number of kinematic instruments with a wide range of application. The most often used are: timing systems, velocity-measuring systems, optical imaging systems, electrogoniometers and accelerometers.

The application of these instruments enables obtaining parameters that are important for assessing the performance of the athletes, students, and patients etc.

**Key words:** biomechanics, performance, measurement, sport, medicine.

## ВОВЕД

**Р**азвојот на техниката и технологијата во последните децении придонесе за рапиднопроизводство на инструменти што се користат за мерење биомеханички параметри во спортот и вежбањето. Исто така, современата техника и технологија овозможи и создавање на модерна опрема и реквизити за вежбање кои на спортистите им овозможија постигнување подобри спортски резултати, а во некои спортови и поставување на нови рекорди.

Инструментите за мерење на кинематичките параметри се базираат на просторот и времето или промената во некој од овие параметри. Најмногу применувани инструменти за мерење на овие параметри се оние за мерење на времето (радар и ласер), оптички инструменти за снимање (филмска камера, видеокамера итн.) инструмент за регистрирање на промените на аглиите во зглобовите (електрогониометар) и инструмент за мерење на забрзувањето на делови од телото (акцелерометар).

Во **инструменти за мерење на времето** спаѓаат од наједноставна стоперка (слика 1), па сè до посложените електронски или механички часовници, кои се составени од најразлични сензори со цел да го почнат или да го запрат мерењето.



Слика 1

**Инструментите за мерење на брзината** се посложени уреди во кои спаѓаат радарот (слика 2) и ласерот (слика 3). Радарот<sup>4</sup> како уред емитува микробранови со одредена фреквенција и ја регистрира фреквенцијата на повратните сигнали. Фиксираниот предмет рефлектира микробранови со иста фреквенција како оние на радарот. Ако предметот се движи рефлектирачките сигнали ќе претрпат промена во фреквенцијата (Доплеров ефект), а брзината на движење на предметот се одредува токму преку промената на оваа фреквенција.

Недостаток на радарот е тоа што тој е ограничен во регистрирањето на брзината бидејќи мора да биде директно насочен кон предметот на кој му се утврдува брзината. Вакви радари се користат во повеќе спортови, како што се тенис, фудбал, хокеј, голф, бејзбол и др.

Ласерот претставува поефикасен уред за утврдување на брзината. За разлика од радарот, кај ласерот, доколку повеќе предмети се движат во фокусот на уредот, тогаш тој може да ја регистрира брзината само на оној предмет кој е во наш интерес.

<sup>4</sup>Овие радари имаат иста намена како оние што ги користи полицијата за мерење на брзината на движење на возилата.



Слика 2



Слика 3

Најпознат **оптички инструмент** за снимање е видеокамерата (Слика 4). Таа овозможува последователни дводимензионални слики на движењето во специфичен интервал, во зависност од бројот на сликите (фрејмови) што ги прави. Најчесто камерата овозможува од 25 до 30 слики во секунда, а посовистицираните и по неколку илјади.



Слика 4

Снимањето со една камера е доволно за да се добие дводимензионална слика, додека снимањето со две или повеќе камери овозможува да се добијат тридимензионални слики, односно координати од дводимензионалниот податок на секоја камера.

Процесот на добивање на податоците за координатите на деловите од телото од сликите на камерата се нарекува **дигитизација**. За таа цел се користат мануелниот и автоматскиот метод.

Мануелниот метод почнува со дефинирање на сегментот што се анализира. Потоа се означуваат точките на сегментот кои се спојуваат со линија. Кај мануелниот начин сегментите се означуваат за секоја поединечна слика (фрејм) посебно.

Кај автоматскиот метод постојат два пристапа. Првиот вклучува поставување на пасивни рефлектирачки маркери, кои се прикачени на спортистот (пациентот, предметот), со цел да се дефинираат анатомските сегменти (слика 5). Субјектот се осветлува така што светлината од маркерите се рефлектира во камерата. Специјални софтверски програми ја регистрираат светлината од маркерите и ги прикажуваат координатите за секоја слика посебно.

Вториот автоматски метод користи активни маркери. Тие маркери претставуваат светлосни емитувачки диоди кои се палат во одреден момент и со одредена фреквенција. Специјалните камери го регистрираат нивното присуство, а компјутерскиот софтвер ја одредува локацијата на нивните координати.



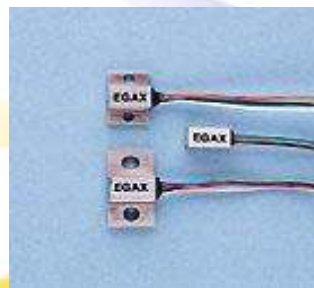
Слика 5

Електронската верзија на гониометарот се нарекува **електрогониометар** (слика 6). Овој инструмент овозможува мерење на аглиите во зглобовите кај човечките движења. Кога се манифестира движењето, електронскиот излез овозможува да се добијат информации за големината на аголот во актуелниот зглоб.

**Акцелерометарот** е инструмент со кој забрзувањето се мери директно (слика 7). Овој инструмент може да биде мал со димензии и до 1 см x 1 см x 1 см и маса до 1 грам. Тој се прикачува за одреден дел од телото на кој се регистрира забрзувањето.



Слика 6



Слика 7

## ЗАКЛУЧОК

Денес постигнувањето врвни спортски резултати тешко може да се замисли без современ научен пристап, кој меѓудругото подразбира и анализирање на спортистите со користење биомеханички методи (инструменти), преку кои се добиваат прецизни информации за нивниот перформанс, а тоа пак во голема мера придонесува за правилно планирање и програмирање на тренажниот процес. Цената на ваквите инструменти не е веќе висока како во минатото, така што нивното поседување не е веќе привилегија само на развиените земји и истите можат да се забележат во голем број спортски клубови, високообразовни институции, болници. Ваквите инструменти не се користат само во врвниот спорт, туку и во медицината, особено во делот на клиничка биомеханика. Исто така тие се присутни и во реализирањето на спортски натпревари каде што како составен дел од натпреварот е и прикажување информации од кинематичка природа (на пр. брзина на движење на тениско топче, брзина на движење на ракететна, фудбалска, одбојкарска топка, брзина на движење на велосипед, брзина на трчање, висина на исфрлање, агол на исфрлање и брзина на исфрлање на гуле, копје и сл).



## ЛИТЕРАТУРА

1. Ackland, R.T. Elliott, C.B., & Bloomfield, J. (2009). Applied anatomy and biomechanics in sport 2<sup>nd</sup> edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
2. Bartlett, R. (2007). Introduction to sports biomechanics, Analysing human movement patterns, 2<sup>nd</sup> edition. Routledge.
3. Grimshaw. P., Lees, A., Fowler, N., & Burden, A. (2007). Sport and exercise biomechanics. Taylor and Francis group.
4. Hall, J.S. (2007). Basic biomechanics 6<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill.
5. Hamill, J., Knutzen, M.K., & Derrick, R.T. (2015). Biomechanical basis of human movement 4<sup>th</sup> edition. Lippincott Williams & Wilkins.
6. Knudson, V.D. (2013). Qualitative diagnosis of human movement 3<sup>th</sup> edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
7. McCaw, S. (2014). Biomechanics for dummies. John Wiley & Sons, Inc.
8. McGinnis, P. (2013). Biomechanics of sport and exercise 3<sup>th</sup> edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
9. Robertson, D.G., Caldwell, E.G., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, N.S. (2014). Research methods in biomechanics 2<sup>nd</sup> edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
10. Sewel, D., Watkins, P., & Griffin, M. (2013). Sport and exercise science, an introduction 2<sup>nd</sup> edition. Routledge.
11. Туфекчиевски, А. И Ацески, А. (2009). Биомеханика – второ проширено и дополнето издание. Факултет за физичка култура – Скопје.
12. Winter, A.D. (2009). Biomechanics and motor control of human movement 4<sup>th</sup> edition. John Wiley & Sons, Inc.



Кондиција