

ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ ИНСТРУМЕНТИ ВО БИОМЕХАНИКАТА

Александар Ацески, Александар Туфекчиевски

Факултет за физичка култура – Скопје

ВОВЕД

Имајќи ги предвид анатомската структура на човечкото тело, формите на движење и физичките големини, за да се применат механичките закони на човековиот локомоторен систем, постојат специјални инструменти односно уреди за спроведување на биомеханичката анализа. Кога биомеханичките карактеристики се дефинираат описно односно нумерички анализата е квалитативна, а кога карактеристиките или големините се регистрираат бројчано биомеханичката анализа е квантитативна.

Наставниците, тренерите и терапевтите почесто користат квалитативна биомеханичка анализа. Денес квантитативната биомеханичка анализа вообичаено се применува во врвниот спорт. Ваквата анализа може да се примени во текот на спортската изведба (на терен) преку добивање на повратни информации кои се читаат на монитор. Покрај тоа, може да се следат и промените во техниката, одредени клучни биомеханички параметри кои што се јавуваат како резултат на промена во процесот на тренингот, следење на прогресот при рехабилитација од повреди итн.

ИНСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ НА БИОМЕХАНИЧКИ ВАРИЈАБЛИ

Инструментите за мерење на биомеханичките варијабли се најразлични, од едноставни и евтини како што е стоперицата, до многу скапи и софитицирани како што е тензиометричката платформа. Овие инструменти постојано еволуираат како што се подобрува технологијата, па затоа тука се наведени само некои од нив кои се користат за мерење на биомеханичките варијабли.

Овие инструменти се делат на оние кои ги мерат кинематичките и оние кои ги мерат кинетичките варијабли.

Инструменти за мерење на кинематички варијабли

Овие инструменти се базираат на просторот и времето или промената во овие параметри. Инструментите за мерење на овие варијабли ги вклучуваат уредите за мерење на времето, забрзувањето (со примена на радар и ласер), оптички инструменти за снимање (филм камера,

видео камера итн) електрогониометри и акцелерометри.

Во инструменти за мерење на времето спаѓаат од наједноставната стоперица (слика 1) па се до посложените електронски или механички часовници, кои користат разни сензори за притисок или светло за да го започнат или да го запрат мерењето.



Слика 1

Инструментите за мерење на брзината и забрзувањето се посложени уреди кои ги вклучуваат радарот (слика 2) и ласерот. Радарот е уред кој се користи за одредување на брзината¹.



Слика 2

Овој радар е ограничен во мерењето брзината бидејќи тој треба да биде директно насочен кон спортистот или објектот на кој му ја мериме брзината. Вакви радары се користат во тенисот, фудбалот, хокејот, голфот, безболот и други спортови.

Ласерите се уреди кои се поефикасни за мерење на брзината. Доколку повеќе спортисти или предмети се движат кон уредот, тогаш тој може да ја

¹ Овие радары имаат иста намена како оние кои ги користи полицијата за мерење на брзината на движење автомобилите.

регистрира само брзината на оној за кој што е одреден, а тоа пак не е случај кај радарите.

Најпопуларен *оптички инструмент* за мерење е видео камерата (слика 3). Таа овозможува последователни дво-димензионални слики на движењето во специфичен интервал во зависност од брзината на камерата. Најчесто таа изнесува околу 25-30 слики во секунда.



Слика 3

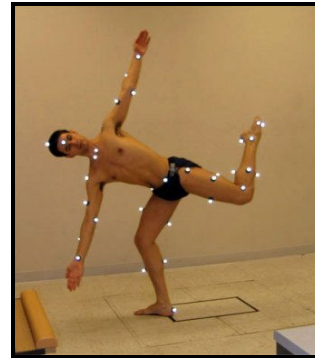
Снимањето со една камера е доволно за да се добие дво-димензионална слика, додека снимањето со две или повеќе камери овозможува да се добијат тро-димензионални слики, односно координати од дво-димензионалниот податок на секоја камера.

Податоците од сликите можат да се екстрахираат мануелно или автоматски. Овој процес е наречен дигитализирање, и тој е олеснет доколку се користат одредени компјутерски системи.

Мануелниот метод започнува со означување на сегментот кој се анализира. Потоа се означуваат точки на сегментот кои се спојуваат со линија. Кај мануелниот начин секоја поединечна слика (frame) се појавува на мониторот и мануелно се дигитализира со поставување на курсерот на претходно одредените точки.

Кај автоматскиот метод постојат два методи. Првиот вклучува поставување на рефлектирачки маркери кои се поставуваат на спортистот или објектот, со цел да се дефинираат анатомските сегменти (слика 4). Субјектот се осветлува така што светлината од маркерите се рефлектира во камерата. Специјални софтверски пакети го регистрираат светлото од маркерите и ги прикажуваат координатите на секоја видео слика од движењето.

Вториот автоматски метод користи активни маркери за разлика од пасивните. Тие маркери се палат во одреден момент и со одредена фреквенција. Специјалните камери го регистрираат нивното присуство и компјутерскиот софтвер ја одредува локацијата на нивните координати.



Слика 4

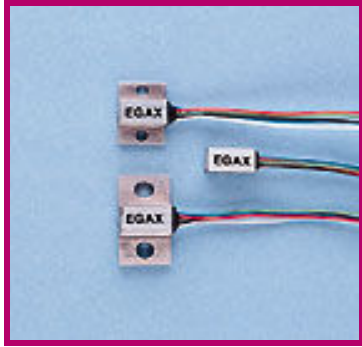
Електронската верзија на гониометарот се нарекува *електрогониометар* (слика 5). Овој инструмент овозможува мерење на агли во одредени зглобови. Кога се изведува движењето електронскиот излез ни овозможува да се добијат информации за големината на аголот во актуелниот зглоб.



Слика 5

Акцелерометарот е инструмент со кој забрзувањето се мери директно (слика 6). Овој инструмент може да биде мал и лесен. Неговата големина може да изнесува и 1cm x 1cm x 1cm. Акцелерометарот се закачува за објектот и притоа се мери неговото забрзување.

Овој инструмент реагира на висока фреквенција и затоа се употребува кај спортовите каде што има голема брзина. На пример во велосипедизмот квалитетот на кацигата се тестира преку поставување на овој инструмент при што се тестира забрзувањето на главата пред да се случи сударот. Ваквите инструменти се погодни и за мерење на вибрации и другите ефекти врз телото.



Слика 6

Инструменти за мерење на кинетички варијабли

Кинетичките варијабли се базирани на силите кои предизвикуваат промена во движењето. Инструментите за мерење на овие варијабли ги вклучуваат тензиометриската платформа, уреди за мерење на растегнувањето, уреди за мерење на притисокот и електромиографија.

Тензиометриските платформи претставуваат најпопуларни инструменти за мерење на кинетичките варијабли (слика 7). Вообичаено се користат кај спортистите за мерење на силата на реакција на подлога која се јавува кај фрлките на диск или ѓуле за време на нивната изведба, кај скокачите во далечина, трискок, скокачите со стап при одраз, кревачите на товар за време на нивното подигнување итн. Шаблонот кој се добива преку овој инструмент, а кој се следи во подолг временски период, на тренерот му дава информации за промените во техниката која може да влијае на изведбата.

Тензиометриските платформи се користат и во клиничките лаборатории каде се тестира ефикасноста од примената на некој третман при одредени невромускулни повреди.



Слика 7

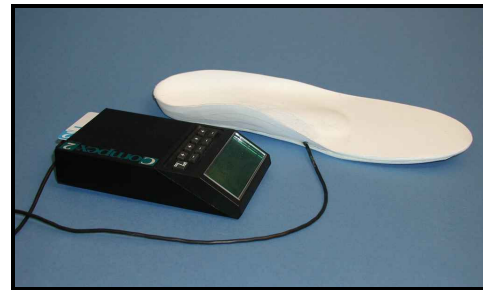
Инструментите за мерење на растегнувањето го мерат врз основа на промената на должината која се разликува од почетната. Овие уреди се прикачуваат за одреден еластичен објект, притоа може да биде измерен притисокот врз

објектот како и силата која го предизвикала тоа растегнување.

Овие инструменти се користат за мерење на силата кај вежбањето на кругови и вратило во гимнастиката, фрлањето кладиво итн.

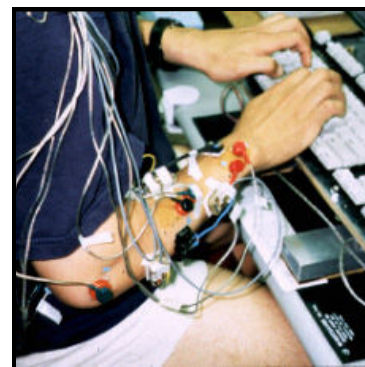
Инструментите за мерење на притисок се составени од сензори кои се поставени во уредите за мерење на силата. Овие уреди се најраспространите при анализата на човечкото одење. Регионот на голем притисок под ногата на пациентот може да биде идентификувано ако тој оди бос.

За да може да се регистрира притисокот кога пациентот односно спортистот оди со обувка создадени се специјални уреди кои всушност претставуваат влошки во кои има сензори за регистрирање на притисокот (слика 8). Информациите од овие сензори се користат за создавање на поудобни ортопедски обувки и помагала. Во спортот овие уреди се користат во скијањето за да се измери притисокот кој што се создава на стапалото како и на кодурите.



Слика 8

Мускулната сила која се создава во текот на движењето може индиректно да се измери со примена на електромиографија (ЕМГ). Електромиографијата ја мери електричната активност на контрахираните мускули преку електроди кои се поставени на површината на кожата над површинските мускули (слика 9).



Слика 9

Сите овие инструменти за мерење на кинематичките и кинетичките варијабли се поврзани со соодветни софтверски програми кои овозможуваат информациите обработени да се прикажат на монитор. Меѓу најпознатите вакви софтвери кои овозможуваат биомеханичка анализа на движењата во спортот и пошироко спаѓаат: Simi, Quintic, Dartfish, SportsCAD, Sports Motion, C Motion, Vicon, APAS, итн. Овие софтвери освен во спортот се користат и во медицината, така што покрај биомеханички варијабли тие овозможуваат и други функции, како што се забавено движење на изведбата, контурограм од движењето, споредба меѓу повеќе изведби од ист или различни иаведувачи, траекторија на движење итн. Во колективните спортови тие се користат за проучување на тактиката преку визуелно воочување на одредени важни моменти во играта. Во физичката култура овие софтвери се користат за воочување на грешки при изведба на самиот час.

Компјутерска симулација и моделирање

Една од најновите современи алатки која се користи во биомеханиката е компјутерската симулација и моделирање. Во спортот оваа симулација може да се користи за да се предвиди резултатот (исходот) од движењето кое е базирано на соодветен валидни влезни информации. Во клинички околности ефектот од оперативниот зафат или употребата на соодветни ортопедски помагала може да биде проценета пред интервенцијата.

Компјутерската симулација вообичаено се базира на математиката со користење на равенки кои се изведени од Њутновите закони за движење. Влезните информации вообичаено ги вклучуваат внатрешните својства на телото и екстремитетите (масата, должината, моментот на инерција). Контролни функции можат да бидат релативната позиција на екстремитетите, мускулната сила итн. Резултатот од симулацијата е движењето на телото кое се јавува како резултат на овие влезни информации.

ЗАКЛУЧОК

Примената на современите технологии преку користење на инструменти со кои ќе се регистрира изведбата на спортистот, се наметнува не само како потреба туку и нужност. Врвните

спортски резултати меѓу другото се постигнуваат и како резултат на користењето на овие инструменти, преку кои се внесува научна димензија во спортот.

Овие инструменти освен во спортот, се повеќе наоѓаат своја примена и во физичкото обарзование но и во повеќе гранки на медицината, како што се ортопедијата, физикалната терапија итн.

Современите инструменти кои се применуваат во спортот не се веќе недостижни како порано. Нивната набавка не претставува некој голем финансиски трошок, особено ако се има предвид сето тоа што тие ни го нудат.

ЛИТЕРАТУРА

- Jarić, S. (1994). *Praktikum iz biomehanike*. Fakultet fizičke kulture – Beograd.
- Knudson, V. D., & Morrison, S. C. (2002). *Qualitative analysis of human movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Luca, De Carlo (1997). *The use of surface electromyography in biomechanics*. NeuroMuscular Research Center, Boston University.
- McGinnis, P., M. (2005). *Biomechanics of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Robertson et al. (2004). *Research methods in biomechanics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Susan, J. H. (1999). *Basic Biomechanics*. WCB/McGraw-Hill.
- Туфекчиевски, А. (2003). *Биомеханика*. Факултет за физичка култура - Скопје.
- <http://www.simi.com/en/>
- <http://www.dartfish.com/en/index.htm>
- <http://www.quintic.com>
- <http://www.sportscad.com>
- <http://www.sportsmotion.com>
- <http://www.c-motion.com/>
- <http://www.vicon.com>
- <http://www.arielnet.com>
- <http://www.brooklyn.liu.edu/bbut04/adamcenter/Instrumented%20Analysis%20Website/index.html#motionsystems>
- <http://research.medicine.wustl.edu/OCFR/Research.nsf/9ba716f7e463c8b3862568ff00554ce7/b3b4d108f8427ccf8625677d0059453e?OpenDocument>