

ОСНОВНИ БИОМЕХАНИЧКИ ПРИНЦИПИ



УДК: 796.012.2.015.134

Александар Ацески

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

Александар Туфекчиевски

Климентина Велјаноска
Стефан Велјаноски
Марко Стевановски

АПСТРАКТ

Текстот претставува краток осврт на основните биомеханички принципи кои се важни во анализата на движењата кај човекот и тоа: сила-движење, сила-време, инерција, амплитуда на движење, рамнотежа, координација, сегментна интеракција, оптимално исфрлање и ротација. Преку конкретни примери е претставено нивното присуство во спортските активности и секојдневниот живот на човекот. Препознавањето на овие принципи е особено корисно при учењето на спортската техника и подигнувањето на спортските перформанси на повисоко ниво, бидејќи тие му овозможуваат на тренерот или наставникот на поедноставен и логичен начин да ги објасни грешките или потешкотиите во изведбата кај својот спортист односно ученик.

Клучни зборови: движење, техника, анализа, тренер, наставник.

BASIC BIOMECHANICAL PRINCIPLES

Aleksandar Aceski, Aleksandar Tufekchievski,
Klimentina Veljanoska, Stefan Veljanoski, Marko
Stevanovski

University "Ss . Cyril and Methodius " in Skopje, Faculty
of Physical Education, Sport and Health,
Republic of Macedonia

ABSTRACT

The text presents a brief overview of the basic biomechanical principles that are important in the analysis of human movement and in: force-motion, force-time, inertia, range of motion, balance, coordination, segmental interaction, optimal projection and spin. Their presence in sport activities and daily life is shown through concrete examples. The recognition of these principles is particularly useful in teaching sports technique and raising sport performance to a higher level because they allow the coach or teacher to explain the mistakes or difficulties in the performance of their athlete or student on a more simple and logical way
Key words: movement, technique, analysis, coach, teacher.

ВОВЕД

Секоја наука во рамките на својата сфера на интерес и делување во себе вклучува принципи односно начела преку кои на наједноставен, логичен и прецизен начин можат да се објаснат основите на своите законитости.

Биомеханиката како наука ги проучува структурата и функцијата на биолошките системи користејќи ги првенствено методите на механиката (Bartlett, R. 1997), односно таа претставува интегрална целина од функционална анатомија, физиологија на мускулниот и нервниот систем, механика и математика (Туфекчиевски и Ацески, 2009).

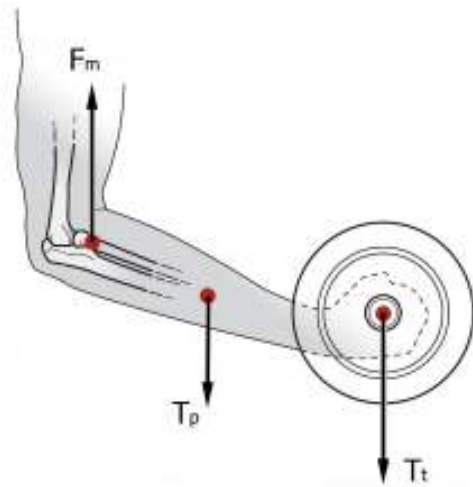
Во текстот се претставени биомеханичките принципи кои претставуваат плод од работата на повеќе биомеханичари (Norman, 1975; Hudson, 1995; Knudson, 2007) во коишто се инкорпорирани законите на механиката, преку кои може релативно лесно да се анализираат сите движења на човекот. Некои автори сметаат дека овие принципи кои се применуваат во спортот, се тешки за идентификација и имаат ограничена практична примена поради уникатните цели и влијанието на контекстот на опкружувањето врз вештините (Hochmuth & Marhold, 1978). Ние, сепак сметаме дека предложените принципи се добра почетна основа за разбирање на основните законитости во биомеханиката, кои се важни индикатори во анализата на спортската техника, каде што основната цел е да се утврди најефективниот и најефикасниот модел на движење, што би овозможил постигнување на што подобар спортски резултат а од друга страна би се намалиле можностите од настанување на повреди.

ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ

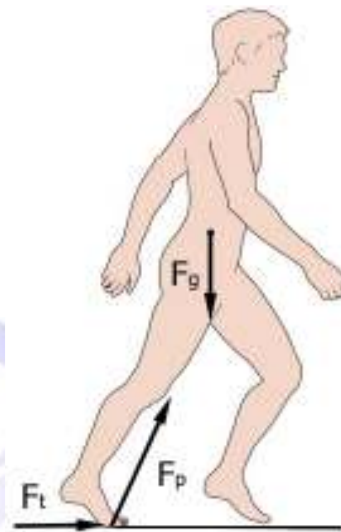
Првиот принцип се однесува на релацијата **СИЛА – ДВИЖЕЊЕ**. Тој го покажува неврамнотеженото дејство на силите кои дејствуваат врз телата и предметите односно дека збирот на сите сили кои дејствуваат врз телото е поголем од нула. Во текот на целиот живот, нашето тело е под дејство на сили. Силите се важни бидејќи тие ни овозможуваат да ја менуваме состојбата на движењето. Во биомеханиката на човечките движења најчесто силите се делат на внатрешни и надворешни. Внатрешните сили според нивната важност се: мускулната сила, силата на коскена интеракција, силата на зглобното триење, силата на стомачниот притисок и силата на меките ткива. Надворешните сили се: гравитационата сила, силата на инерција, силата на реакција на подлога, силата на триење, силата на еластична деформација и силата на отпорот на средината.

Доколку го погледнете дијаграмот на сили на слика 1, каде се прикажани најважните сили кои дејствуваат во овој пример, се забележува дека за да се подигне тегот, силата на мускулното дејство на флексорите во зглобот на лактот треба да биде поголема од вкупната тежина на подлактицата и шаката и тежината на тегот, притоа се задоволени условите за неврамнотеженост на силите.

На слика 2 е прикажан дијаграм на сили каде се претставени надворешни сили (сила на реакција на подлога R_p , сила на триење F_t и тежината F_g) кои примарно дејствуваат врз човекот кога тој изведува локомоција. Во овој случај, силата на реакција на подлога е основната сила преку која човекот го менува своето движење во однос на околината.



Слика 1.



Слика 2.

Вториот принцип го покажува односот **СИЛА-ВРЕМЕ**. За овој принцип важно е да се знае дека промената во движењето не е предизвикува само од големината на силата, туку и времето на дејствување на силата. На слика 3 е прикажано фрлање на ѓуле рационална техника, каде ниската положба овозможува генерирање на мускулната сила во подолг временски период со што се овозможува исфрлање на ѓулето со поголема брзина.



Слика 3.

Зголемувањето на времето на дејствување на силата е важна карактеристика кај успорување на предметите (фаќање) и безбедно доскокнување. Овој принцип е важен во технологијата за производство на спортска опрема, посебно на спортските обувки. Во последните години сведоци сме дека се повеќе се произведуваат патики со т.н. водушни перничииња, кои имаат за цел да ја редуцираат силата при контакт со подлогата. Воочете ја разликата помеѓу ѓоновите на патиките на сликата 4 и сликата 5 и веднаш ќе сфатите што значи тоа за апсорбирањето на силата.



Слика 4.



Слика 5.

Следен важен принцип за разбирање на движењето кај човекот е **ИНЕРЦИЈАТА**. Таа претставува особина на телото да се спротивставува на надворешната сила односно својство на предметите да се спротиставаат на движењето. Масата на телата е мерка за нивната инерција. Линеарната и аголната мерка на инерцијата се *масата (m)* и *моментот на инерција (I)*. Кај аголните (вртливи) движења масата не е единствен индикатор за спротивставувањето на движењето, туку и нејзината дистрибуција игра важна улога (McLester & Pierre, 2008).

На слика 6 е прикажан удар во бејзбол. Замислете колку би бил ударот (замавот) полесен доколку палката се држи на подебелиот крај, бидејќи во тој случај таа би имала помала аголна инерција.



Слика 6.

АМПЛИТУДАТА НА ДВИЖЕЊЕТО е принцип кој човекот исто така го користи при движењето. Без оглед дали е движењето линеарно или аголно, во зависност од неговата цел некои сегменти од телото можат да ја ограничат амплитудата на движење, додека кај други движења каде примарно е постигнувањето на поголема брзина или сила, амплитудата на движење е поголема. Зголемувањето на амплитудата на движење исто така може да се искористи и за постепено намалување на брзината. Бидејќи зголемувањето на амплитудата се изведува низ одреден временски интервал, овој принцип е во тесна релација со принципот сила-време.

На слика 7 е прикажа бејзбол играч кој прави подолг исчекор за да ја зголеми амплитудата на движење, преку префрлање на тежината од едната на другата нога. Вакви примери се присутни и во другите спортови каде целта е да се генерира максимална брзина на исфрлање на предметите како на пример во ракомет, фудбал, атлетика, тенис и др.



Слика 7.

Следниот принцип е **БАЛАНСИРАЊЕТО**, кое претставува способност за контрола на рамнотежата или со други зборови, способност за одржување на човечкото тело во мирување (Туфекчиевски и Ацески, 2009). Кај овој принцип се особено важни *стабилноста* и *мобилноста* кои се инверзно поврзани односно доколку има поголема стабилност тогаш се нарушува мобилноста и обратно. На слика 8 е прикажан спринтер на стартен блок, кај кој е присутна поголема стабилност, но откако тој ќе ги тргне дланките од подлогата ќе стане многу нестабилен (мобилен), тежиштето на телото (F_g) ќе се помести надвор од потпорната површина, предизвикувајќи таа да се намали (слика 9). Ова предизвикува дејствување на неизбалансираните сили, што доведува до забрзување на спринтерот во насока на трката.



Слика 8.



Слика 9.

Синхронизацијата помеѓу мускулната активност и движењето на деловите од телото вообичаено се однесува на **КООРДИНАЦИЈАТА**. Овој принцип покажува дека оптималниот тајминг на мускулната активност или движењето на деловите од телото зависи од целта на движењето (Knudson, 2007). Ако целта на движењето е да се манифестира голема сила, тогаш се присутни повеќе симултани мускулни активности и ротации во зглобовите. На слика 10 е прикажано кревање на тегови ("мртво подигнување") каде е присутно сумултано испружување на колковите, колената и скокниот зглоб. Кај движењата каде се манифестира помала сила а поголема брзина има поголема тенденција кон секвентна мускулна и зглобна активност. Така на пример кај фрлање на топче над рамо (слика 11) присутна е секвентна активност на кинематичкиот синџир. Најпрво започнува движење на нозете проследено со движење на трупот и раката.



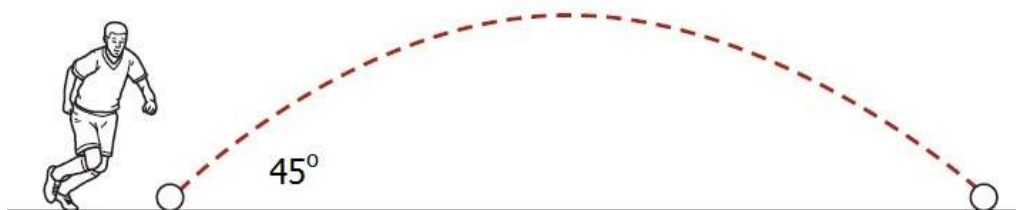
Слика 10.



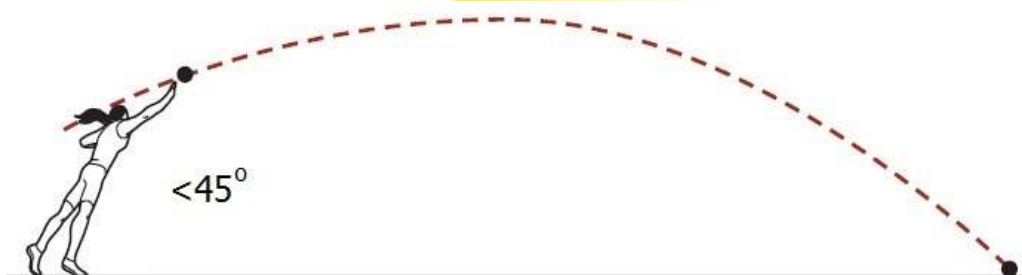
Слика 11.

Принципот на **СЕГМЕНТНА ИНТЕРАКЦИЈА** покажува дека силите кои дејстуваат во системот на поврзани сегменти (конематички синџир), можат да се пренесат преку тие делови и зглобовите. Мускулите реагираат енергично за да предизвикаат вртливи моменти кои се прецизно координирани за да ги дополнат ефектите од вртливите моменти создадени од силите во зглобовите.

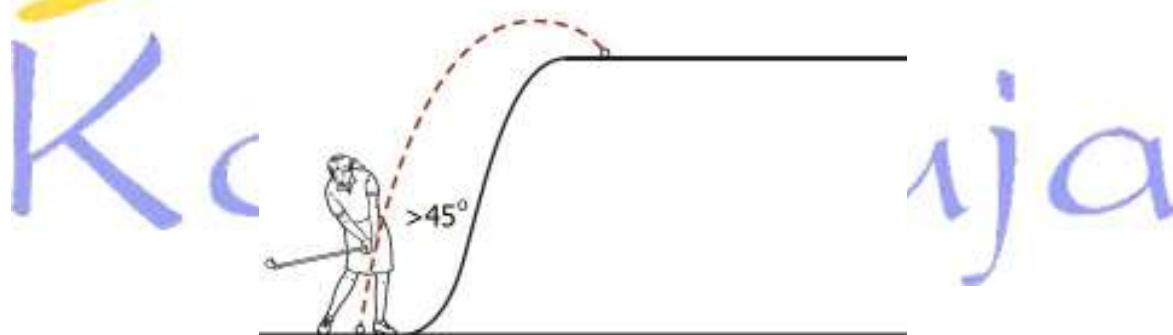
Биомеханичкиот принцип на **ОПТИМАЛНО ИСФРЛАЊЕ** покажува дека за човечките движења вклучуваќи и проектили, постојат кинематички фактори кои влијаат на траекторијата односно патот на проектилот во фазата на лета а тоа се: аголот на исфрлање, почетната брзина на исфрлање и висината на исфрлање. Така на пример кај косите истрели без разлика на ниво каде целта е да се постигне најголем дострел, најоптимален агол на исфрлање е 45° (слика 1). Во сличаи кога има кос истрел со разлика на ниво, најоптималниот агол ќе биде помал или поголем од 45° (слика 2 и слика 3).



Слика 12.



Слика 13.

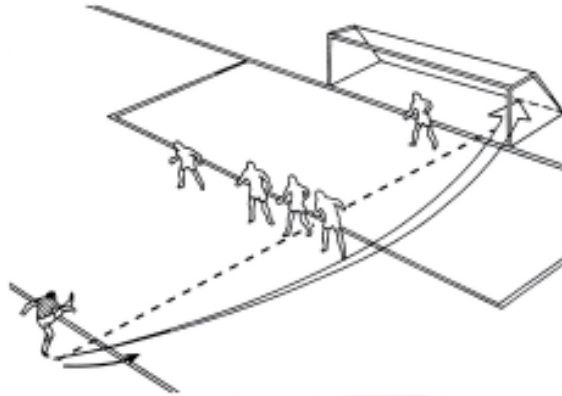


Слика 14.

Последниот принцип е **РОТАЦИЈАТА**, кој има особено значење во спортовите со топка. Кога топката се движи истовремено со транслација и ротација се јавува Магнусов ефект. Така што, кај топката која ротира, од едната страна притисокот се намалува заради поголемата брзина на воздушното струење, што е причина за создавање на Магнусова сила, притоа како резултат на ова топката се движи во криволиниска траекторија. На пример, одбојкарот ја удира топката над центарот (топспин) за да и пренесе максимална ротација, а таа се движи во криволиниска траекторија стрмно надолу со што му отежнува на

противникот успешно да ја исконтролира. Топспин ударите особено се присутни во спортовите со рекет, каде е присутна голема ротацијата на телата кои се движат во воздухот (проектили) како што се на пример тенисот и пингпонгот.

На слика 15 е прикажана криволиниската траекторија на топката како резултат на дејството на Магнусовата сила во фудбалот кога топката е шутната со “фелш” или “ефе”.



Слика 15.

ЗАКЛУЧОК

Подобрувањето на движењето и перформансите кај човекот може да биде направено на повеќе начини. Ефективните движења најчесто вклучуваат анатомски фактори, физиолошки фактори, психолошки – когнитивни способности и др. Доколку стручните лица препорачуваат промени во спортската техника тогаш биомеханиката е најкорисна за подобрувањето на перформансите во спортот и физичките активност. Токму затоа, познавањето на биомеханичките принципи овозможува полесно да се разбере движењето на човекот, без оглед дали е тоа во функција на подобрување на изведбата или превенција од настанување на повреди.

ЛИТЕРАТУРА

- Bartlett, R. (1997). Introduction to sports biomechanics. Taylor & Francis Group.
- Hochmuth, G. & Marhold, G. (1978). The further development of biomechanical principles. Во Asmussen, E. & Jorgensen, K. International series on biomechanics, Volume 2b s. 93-106, Baltimore, Maryland.
- Hudson, J. L. (1995). Core concepts in kinesiology. *JOPERD*, 66(5), 54-55, 59-60.
- Knudson, D. (2007). Fundamental of biomechanics 2nd edition. Springer.
- McLester, J. & Pierre, P, S. (2008). Applied biomechanics, concepts and connections. Thomson Wadsworth.
- Norman, R. (1975). Biomechanics for the community coach. *JOPERD*, 46(3), 49-52.
- Туфекчиевски, А. и Ацески, а. (2009). Биомеханика, второ проширено и дополнето издание. Факултет за физичка култура – Скопје.