

ТЕНЗИОМЕТРИСКАТА ПЛАТФОРМА ВО ТЕСТИРАЊЕТО И ДИЈАГНОСТИКАТА ВО СПОРТОТ И ФИЗИЧКИТЕ АКТИВНОСТИ



УДК: 796.012.11.022

Александар Ацески

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

Александар Туфекчиевски

Катерина Спасовска
Владимир Вуксановиќ

АПСТРАКТ

Тензиометриската платформа претставува еден од најкористените инструменти за проценка на движењата во спортот, физичките активности и медицината. Таа првенствено се користи за мерење на силата на реакција на подлогата. Денес во тестирањето и дијагностиката се присутни најразлични видови платформи во зависност од нивните технички и физички карактеристики. Знаењето за нејзиното функционирање и умешноста да се разберат и интерпретираат резултатите се од клучно значење за оние што го користат овој инструмент. Во текстот најпрво се наведени општите и техничките карактеристики на платформата, а потоа се дадени практични примери од нејзината примена.

Клучни зборови: инструмент, тестирање, сила на реакција на подлога, центар на притисок, Њутнови закони, образец.

FORCE PLATFORM IN TESTING AND DIAGNOSIS IN SPORT AND PHYSICAL ACTIVITIES

Aleksandar Aceski, Aleksandar Tufekcievski,
Katerina Spasovska, Vladimir Vukсанovikj

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

ABSTRACT

Force platform is one of the most used instruments for assessing movements in sports, physical activity and medicine. It is primarily used to measure the ground reaction force. Today, various types of platforms are present in the testing and diagnostics depending on their technical and physical characteristics. Knowledge of its functioning and the ability to understand and interpret the results is crucial for those who use this tool. The text first lists the general and technical characteristics of the platform, and then provides practical examples of its application.

Key words: instrument, testing, ground reaction force, centre of pressure, Newton's laws, pattern.

ВОВЕД

Еден од најважните аспекти во проучувањето на движењата во спортот и физичките активности е дејството на силите, кои во зависност од тоа дали тие се создаваат и дејствуваат во човечкиот локомоторен систем или се создаваат со интеракција на човечкото тело и околината, можат да се поделат на внатрешни и надворешни. Внатрешни сили се: мускулната сила, силата на коскена интеракција, силата на зглобното триење, силата на stomачен притисок и меките ткива, а надворешни сили се: гравитационата сила, односно силата на Земјината тежа заедно со силата на тежината на телото, силата на инерција, силата на реакција на подлога, силата на триење, силата на еластична деформација и силата на отпорот на средината, односно флуидот (Туфекчиевски, А. и Ацески, А. 2009).

Последните неколку децении развојот на техниката и технологијата несомнено придонесе за производство на попрецизни и посостигнати инструменти, кои имаат сè поширока примена во тестирањето на перформансите на спортистите, рекреативците, пациентите и сл. Тензиометриската платформа или платформа за проценка на силата претставува еден од најважните инструменти за анализа на кинетичките (динамичките) карактеристики на движењата, пред сè силата на реакција на подлога (СРП) и нејзината нападна точка (центар на притисок). Обрасците кои се добиваат од интеракцијата на стапалото со платформата можат да му дадат многу важни информации на тренерот за начинот на изведбата на движењето, а пак на физиотерапевтот за степенот на заздравување од повредата.

Општи и технички карактеристики на тензиометриската платформа



а

б

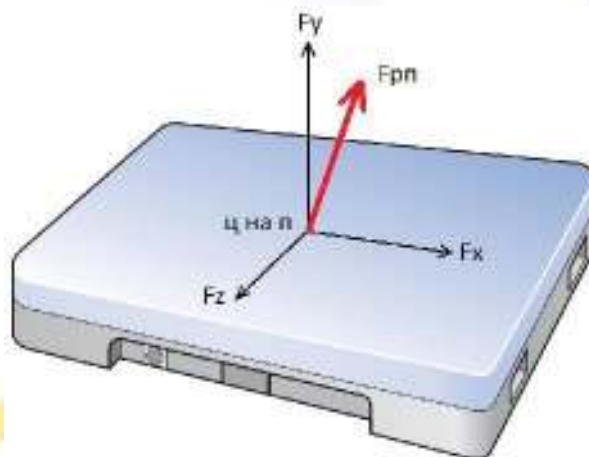
Слика. 1. Видови тензиометриски платформи според можноста за транспорт

Овој инструмент претставува рамна правоаголна метална површина, најчесто со димензии 600mm x 400mm x 100mm и тежина од околу 410 N, иако во зависност од

намената многу често се произведуваат и со други димензии и тежина од овие. Тензиометриски платформи (ТП) вообичаено регистрира сила во распон 10 – 17.800 N и има висока природна фреквенција (>200Hz) со добра линеарност во регистрирањето. Составен дел на ТП е програмскиот дел (софтвер) кој е поврзан со платформата и овозможува пресметување и прикажување на кинетичките параметри.

Денес на пазарот се присутни голем број производители на ТП, а како најпознати и најквалитетни се издвојуваат Kistler, Amti и Bertec. Тие поседуваат најразлични технички и физички карактеристики, а според нивната можност за транспорт се делат на преносливи и непреносливи тензиометриски платформи. Преносливите ТП (слика 1а) вообичаено се поевтини, имаат помала тежина во однос на непреносливите и се особено погодни бидејќи лесно се транспортираат и можат да се користат во сала или на отворено. Непреносливите ТП (слика 1б) најчесто се со поголема тежина и вообичаено се користат во лабораториски услови и истите мора да бидат добро вметнати, фиксирани и нивелирани со подлогата.

Регистрирањето на силата се врши со помош на вградени трансдуктори, така што како што човекот генерира сила (најчесто со стапалото) врз платформата, така секој трансдуктор претрпува деформација која е пропорционална на магнитудата на силата. Трансдукторите се така поставени што ги регистрираат трите компоненти на силата на реакција на подлогата (СРП), кои се паралелни со трите ортогонални оски на платформата (слика 2).



Слика. 2. Сила на реакција на подлога (F_{cp}), хоризонтални компоненти (F_x и F_y), вертикална компонента (F_z)

За поголема прецизност на ТП таа треба да има природна фреквенција која е многу повисока од највисоката фреквенција на сигналот што се мери, односно > 800 Hz, со што би се избегнало силата што дејствува на платформата да не предизвика вибрирање која, пак, би влијаела на магнитудата од силата што се регистрира (Payton, J.C. & Bartlett, M.R. 2007).

Практични примери од примена на тензиометриската платформа

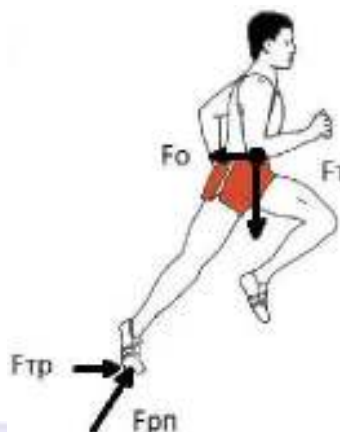
Најголема примена тензиометриската платформа има во спортовите каде што од особено значење е образецот на чекорење, трчање или скокање. Во овој пример на кратко се прикажани и интерпретирани најважните параметри добиени од ТП кај тркач во фазата на потпирање.

Познавањето на Њутновите закони е од клучна важност за да се разбере функционирањето на ТП. Така на пример, според Третиот Њутнов закон, две тела заемно дејствуваат секогаш со исти сили кои имаат иста големина и правец, а спротивна насока односно во овој случај силата на реакција на подлога е еднаква во магнитуда и спротивна во насоката на силата (акција) што дејствува на платформата (слика 2).

За подобра визуализација на силата на реакција на подлога и сите други надворешни сили што дејствуваат врз човекот, ќе прикажеме дијаграм на сили каде што се претставени нивните векторски карактеристики (слика 3).



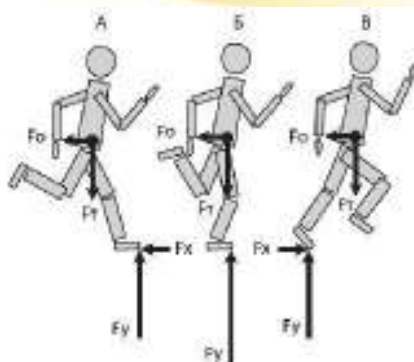
Слика 2. Трет Њутнов закон за движење



Слика 3. Дијаграм на сили кај тркач
 F_t – тежина на спортистот, F_o – сила на отпор на воздухот,
 $F_{тр}$ – сила на триење, $F_{рп}$ – сила на реакција на подлога

Составен дел од анализата на резултатите е изобилството на графикони односно дијаграми каде што се претставени трите компоненти на силата на реакција на подлога (вертикалната сила, антеро-постериорната сила, медио-латералната сила), центарот на притисок односно нападната точка на силата на реакција на подлога. Во овие графикони силата најчесто е претставена во функција на времето.

Ако ги погледнеме слика 4 и графиконот 1, каде што е претставена силата на реакција на подлога, очигледно е дека според нумеричките вредности најголем ефект врз забрзувањето на тркачот има вертикалната компонента од силата.

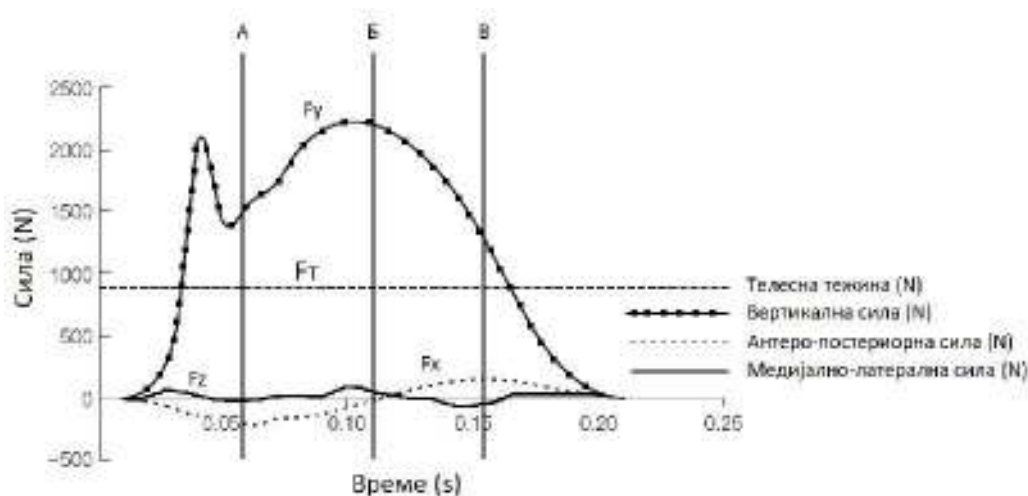


Слика 4. Дијаграм на сили и периодот на потпирање со неговите фази

Анализата на вертикалната компонента на силата на реакција на подлога односно кривата F_y , покажува дека во моментот кога спортистот прави контакт со подлогата нејзиниот интензитет е помал од интензитетот на телесната тежина, па според тоа спортистот се движи во негативна насока – надолу. Откако вертикалната сила (F_y) ќе ја надмине телесната тежина (F_t) на тркачот, тој ќе почне да се забрзува во позитивна насока – нагоре. Ова почетно ја намалува брзината надолу на тркачот сè додека не достигне нула и не престане да се движи надолу. Ова се забележува приближно на половина од периодот на потпирање, по што позитивното забрзување на центарот на масата предизвикува тркачот да се движи нагоре со зголемување на брзината сè до моментот на одвојување на стапалото од земјата.

Кривата F_x покажува дека ако го занемариме отпорот на воздухот во моментот на контакт на стапалото со подлогата, присутна е сила на кочење која дејствува во обратна насока од насоката на движење на спортистот, а тоа се гледа од негативната вредност на кривата до моментот од вертикалата Б. Вредноста на кривата F_x е позитивна и укажува дека е присутно хоризонтално забрзување кое ја зголемува хоризонталната брзина на тркачот напред. Според тоа, кога тркачот трча со

приближно константна брзина, ретропулзивната - силата на кочење (негативна F_x), дејствува за време на првата половина од периодот на потпирање предизвикувајќи намалување на брзината. Во текот на втората половина од периодот на потпирање дејствува пропулзивната (позитивна F_x), која предизвикува забрзување на тркачот во насока на движењето.



Графикон 1. Вертикална сила и хоризонтални сили кај трчање

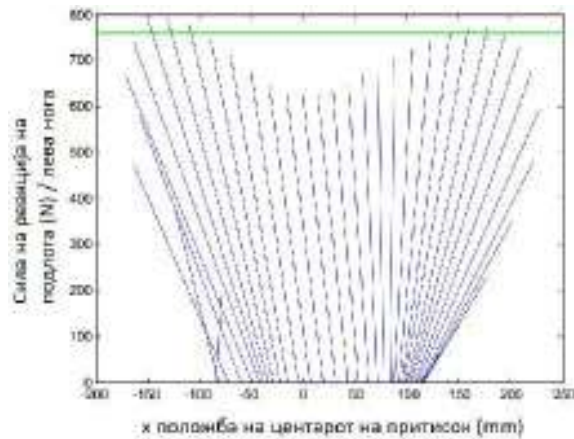
Магнитудата на компонентата F_x во овој случај е премногу мала, па оттука и нејзиниот ефект врз забрзувањето е незначителен.

Трчањето поради големата сила на реакција предизвикува стрес врз долниот екстремитет. Вертикалната сила која дејствува при трчањето директно е поврзана со телесната тежина. Сега се повикуваме на Вториот Њутнов закон, па во конкретниов случај силата е пропорционална на масата на телото. Најчесто, вертикалната сила на реакција на подлога изнесува 2-2,5 пати од телесната тежина. Со зголемувањето на брзината се зголемува и максималната сила на ударот. Вертикалната компонента од силата на реакција на подлога се зголемува за една телесна тежина (од околу 2 x телесна тежина до околу 3 x телесна тежина) кога брзината на трчањето е зголемена од 3 до 6 m/s. Со зголемувањето на брзината се намалува и времето на контакт со подлогата, а исто така е присутен и значителен раст во стапката со која силата дејствува на тркачот (Grimshaw. P., et al. 2007).

На кривата погоре е претставен шаблонот на тркач со стил од петица кон прсти, кој го користат околу 80% од тркачите. Тркачите кои првиот контакт го прават со средниот и предниот дел од стапалото претрпуваат помала сила на удар, и притоа оптоварувањето е ублажено од активната контракција на мускулите на задната страна на потколеницата (листот).

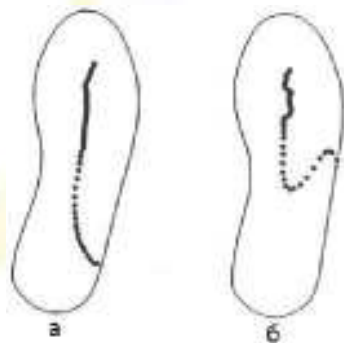
ТП има широка дијапазон на апликативност и во индустријата за производство на ортопедски, комерцијални и спортски обувки. Така на пример, големите светски компании, како „Најк“, „Адидас“, „Рибок“ и др. ги користат овие платформи за тестирање на удобноста на обувките преку утврдувањето на влијанието на силите на реакција на подлогата, силата на притисокот, силата на триење и др. врз шаблонот на чекорење. Ваквите и слични истражувања беа причина на пазарот за спортски обувки да се појават патики со воздушни перничкиња кои имаат улога да го одложат ударот и да го намалат стресот врз мускулно-скелетниот систем.

Силата на реакција на подлога многу често се претставува и преку Педоти-дијаграмот (слика 4) кој уште се нарекува и пеперутка-дијаграм или вектор-дијаграм, кој се користи за идентификување на абнормалните сили што дејствуваат на стапалото за време на неадекватно чекорење.



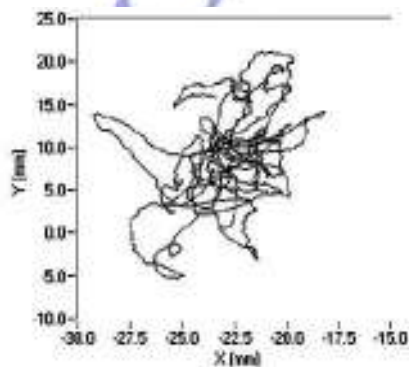
Слика 5. Педоти (пеперутка) дијаграм кај одење

Центарот на притисокот или нападната точка на силата на реакција на подлогата е уште еден показател кој е од голема важност за биомеханичките тестирања. Со поврзување на сите последователни центри на притисок кај чекорењето се добива линијата на дистрибуција на притисокот на стапалото или поместување на центарот на притисокот (слика 5) која е важен показател за спортистите тркачи, лицата што закрепнуваат од повреди, дизајнерите на спортски и комерцијални обувки итн.



Слика 5. Поместување на центарот на притисокот
а. прв контакт со задниот дел на стапалото, б. прв контакт со средниот дел на стапалото

Тестирањата што вклучуваат ТП наоѓаат примена и во стабилметријата каде што се проучува постуралната стабилност, односно рамнотежата на телото кај лица што имаат невролошки нарушувања со цел да се утврдат одредени девијации во однос на нормалното држење на телото. Во овој случај поместувањето, односно траекторијата на центарот на притисок е многу важен показател (слика 5).



Слика 6. Поместување на центарот на притисокот кај пациент со затворени очи

ЗАКЛУЧОК

Биомеханиката може да биде од клучна важност за сите спортисти, без оглед на возраста и нивото на подготвеност. Нејзината примена во спортот е првенствено насочена кон подобрување на перформансот и превенција од повреди. Исто така, биомеханиката е од голема помош и во медицината, особено во одредување на степенот на повредата и мониторирање на процесот на рехабилитација.

Во текстот се презентирани примери од практична примена на ТП и интерпретација на добиените резултати од силата на реакција на подлога и нејзината нападна точка – центарот на притисок. Сепак, треба да се знае дека со ТП на директен или индиректен начин се добиваат и други параметри кои во зависност од целта на тестирањето можат да бидат многу важни. На пример: времетраење на контакт со подлогата, времетраење без контакт со подлогата, импулс на сила, работа, моќ, висина на вертикален скок, брзина на одразување, забрзување на телото, реактивен силов индекс и др.

Во наредните броеви на списанието „Кондиција“ ќе бидат презентирани примери од тестирања на некои од моторичките способности и интерпретација на добиените резултати добиени од ТП и други инструменти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ацески, А., и Туфекчиевски, А. (2011). Визуелен речник по биомеханика. Факултет за физичка култура – Скопје.
2. Ackland, R.T. Elliott, C.B., & Bloomfield, J. (2009). Applied anatomy and biomechanics in sport 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
3. Bartlett, R. (2007). Introduction to sports biomechanics, Analysing human movement patterns, 2nd edition. Routledge.
4. Blazeovich, J. E. (2010). Sports biomechanics the basics: optimising human performance. A&C Black Publishers.
5. Vaughan, C.I., Davis, B.L. & O'Connor, J.C.(1999). Dynamics of human gait 2nd Edition. Kiboho Publishers.
6. Enoka, R. (2015). Neuromechanics 5th edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
7. Grimshaw. P., Lees, A., Fowler, N., & Burden, A. (2007). Sport and exercise biomechanics. Taylor and Francis group.
8. Hall, J.S. (2007). Basic biomechanics 6th edition. McGraw-Hill.
9. Hamill, J., Knutzen, M.K., & Derrick, R.T. (2015). Biomechanical basis of human movement 4th edition. Lippincott Williams & Wilkins.
10. Knudson, D. (2007). Fundamental of biomechanics. Springer.
11. McCaw, S. (2014). Biomechanics for dummies. John Wiley & Sons, Inc.
12. McGinnis, P. (2013). Biomechanics of sport and exercise 3th edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
13. McLester, J. & Pierre, S.P. (2008). Applied biomechanics, concepts and connections. Thomson wadsworth.
14. Payton, C. (2008).Biomechanical evaluation of movement in sport and exercise. The British association of sport and exercise science guidelines. Routledge.
15. Richards, J. (2008). Biomechanics in clinic and research, an interactive teaching and learning course. Elsevier.
16. Robertson, D.G., Caldwell, E.G., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, N.S. (2014). Research methods in biomechanics 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
17. Туфекчиевски, А. И Ацески, А. (2009). Биомеханика – второ проширено и дополнето издание. Факултет за физичка култура – Скопје.
18. Watkins, J. (2014). Fundamental biomechanics of sport and exercise. Routledge.
19. Watkins, J. (2010). Structure and function of musculoskeletal system 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
20. Winter, A.D. (2009). Biomechanics and motor control of human movement 4th edition. John Wiley & Sons, Inc.
21. Whittle, W.M. (2007). Gait analysis, an introduction. Elsevier.