

# ▣ Sodobne diagnostične tehnologije v športu

Milan Čoh

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Gortanova ulica 22, 1000 Ljubljana  
milan.coh@fsp.uni-lj.si

## Izvleček

V sodobni družbi je tekmovalni šport pomemben gospodarski dejavnik in hkrati eden najpomembnejših prepoznavnih znakov narodne identitete. Slovenski vrhunski športniki s svojimi rezultati na tekmovanjih najvišje mednarodne ravni najbolj promovirajo našo državo v svetu. Vrhunskih športnih rezultatov pa danes ni mogoče več doseči na podlagi izkušenj, intuicije in drugih naključnih dejavnikov. Sodobne diagnostične tehnologije in nove metode nam omogočajo vse bolj natančne podatke o procesu treninga in njegovih učinkih. Novi diagnostični postopki treninga so praviloma produkt ekspertnih znanj iz kineziologije, biokibernetike, medicine, biomehanike, fiziologije, biokemije in drugih ved. Fakulteta za šport v Ljubljani je v zadnjih nekaj letih razvila sodobne laboratorije, ki ustrezajo tudi najstrožjim mednarodnim zahtevam za izvajanje strokovnih, aplikativnih in raziskovalnih projektov na področju treninga in diagnostike športa. V prispevku so navedeni in opisani nekateri diagnostični postopki, s katerimi testirajo vrhunske športnike v individualnih in kolektivnih športnih panogah, ki so jih razvili na Inštitutu za šport Fakultete za šport v Ljubljani.

**Ključne besede:** športni trening, diagnostične tehnologije, merski postopki, informatika.

## Abstract

### Modern Diagnostic Technologies in Sport

Competitive sport is an important economic factor in contemporary society and at the same time one of the most recognisable symbols of national identity. Slovenian elite athletes promote our country in the world in the best possible way. Today, top sports results can no longer be achieved merely through experience, intuition and other random factors. The methods and decisions related to sports training must be very professional, rational and efficient. Modern diagnostic technologies enable us to collect increasingly accurate data on the training process and its effects. New diagnostic procedures in sports training are generally the outcome of expertise in kinesiology, biocybernetics, medicine, biomechanics, physiology, biochemistry and other sciences. In the past few years, the Faculty of Sport in Ljubljana has developed modern laboratories which comply with the strictest international standards for expert, applied and research projects in the field of sports training and diagnostics.

**Keywords:** Sports training, Diagnostic technologies, Measurement procedures, Informatics.

## 1 UVOD

Šport se danes vse bolj spreminja in postaja ena od pomembnih gospodarskih panog. Sodobni šport je vse bolj povezan z novimi tehnološkimi, strokovnimi, znanstvenoraziskovalnimi in organizacijskimi metodami v procesu treninga (Šugman, Bednarik, & Kolarič, 2002). Vrhunskih rezultatov danes ni mogoče več pričakovati na podlagi izkušenj, intuicije in drugih naključnih dejavnikov. V današnjem času je vse manj klasične »športne romantike«. Postopki in odločitve v treningu morajo biti kar se da racionalni in učinkoviti. Rezultati so na današnji stopnji razvoja športa vse bolj proizvod zelo natančno načrtovanega in kontroliranega procesa treninga. To je kompleksen proces, ki ima vnaprej opredeljene cilje, sredstva in metode transformacije športnika. V sodobnem športnem treningu ima diagnostika, ki temelji na novih tehnologijah in tehnološko-metodoloških rešitvah, izjemno

pomembno funkcijo. Smisel diagnostičnih postopkov je ugotavljanje relevantnih in čim bolj objektivnih parametrov trenutne pripravljenosti športnika.

Brez podatkov o biofizikalnih, morfoloških, motoričnih, biokemičnih, psiholoških in socioloških značilnostih ni mogoče objektivno planirati, programirati in modelirati sodobnega trenažnega procesa (Delecluse idr., 1995; Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Na podlagi pridobljenih podatkov je mogoče izbrati optimalne metode in sredstva, načrtovati ciklizacijo in proces športne priprave.

Na vprašanje, kje so meje človekovih – športnikovih – sposobnosti in zmožnosti, ni povsem zanesljivega odgovora. Sodobna športna znanost je nedvomno dvignila nekatere meje športnikovih sposobnosti do

njegovih skrajnih zgornjih fizioloških resursov. Zelo se je spremenila tehnologija treninga, opreme, metod in sredstev treniranja. Ker obstaja vse tanjša meja med tako imenovanim funkcionalnim treningom in pretreniranostjo, ima tehnologija spremljanja in kontrole razvoja gibalnih in fizioloških sposobnosti športnikov še posebno velik pomen. Sodobne diagnostične tehnologije nam omogočajo neposredne podatke tako v procesih treninga kot tekmovanja športnikov. Slovenski šport je še vedno dovolj mednarodno konkurenčen. Še več – Slovenija je ena izmed najbolj športnih držav na svetu po uspehih na največjih tekmovanjih, kot so olimpijske igre, glede na število osvojenih medalj in število prebivalcev. Vsiljuje se vprašanje, kako dolgo še lahko Slovenija s tako skromno biološko bazo, z majhnim naborom talentiranih športnikov in omejenimi materialnimi možnostmi še vedno enakovredno nastopa v mednarodnem prostoru.

## **2 POLOŽAJ IN VLOGA DIAGNOSTIČNIH TEHNOLOGIJ V ŠPORTU**

Razvoj sodobnih diagnostičnih metod v svetu in pri nas je zelo intenziven in je povezan z vse večjim številom specializiranih institucij. Novi diagnostični postopki so praviloma produkt visokih tehnologij in ekspertnih znanj iz kineziologije, biokibernetike, biomehanike, fiziologije, biokemije, nevroznanosti in drugih ved (Nummela, 2014). Informatika kot znanost o sistematični obdelavi podatkov nam omogoča, da te podatke smiselno in objektivno ovrednotimo in jih distribuiramo trenerjem in športnikom. V Sloveniji največji del športne diagnostike izvajajo na Inštitutu za šport Fakultete za šport iz Ljubljane. Tehnološki del je vezan na laboratorije, ki zadovoljujejo visoke mednarodne kriterije za izvajanje diagnostično-raziskovalnega dela na področju spremljanja priprave športnikov. V procesu športnega treninga prihaja neprenehoma do interakcije razvoja biomotoričnih sposobnosti in tehnične priprave športnikov. Ta odnos je dinamičen in vedno drugačen glede na etape trenažnega procesa in biološkega razvoja športnika. Glede na dejstvo, da se spreminjajo že avtomatizirani stereotipi in raven biomotoričnih in fizioloških sposobnosti, je treba proces treninga spremljati, kontrolirati in po potrebi korigirati. Sodobne diagnostične tehnologije uporabljamo za reševanje najbolj zahtevnih problemov v procesu športnega treninga. Tako koncipirana sodobna diagnostika omogoča zelo objektivno analizo gibalnih procesov, izbor in upora-

bo najadekvatnejših trenažnih sredstev in metod za individualno modeliranje športnega treninga.

Rezultati v različnih športnih panogah so odvisni od mnogih dejavnikov in med njimi sta tehnična in kondicijska priprava zanesljivo ključnega pomena. Športno tehniko lahko definiramo kot racionalno in učinkovito izvedbo hkratnih ali zaporednih gibov, ki zagotavljajo glede na posameznikove sposobnosti in značilnosti optimalen športni rezultat. Metoda za objektivno proučevanje športnih gibanj je biomehanika, ki raziskuje strukturo in funkcije bioloških sistemov s pomočjo metod mehanike. Namen biomehanike je s pomočjo objektivnih metod in tehnologije pridobivanje relevantnih kvantitativnih parametrov športne tehnike, ki omogočajo definiranje stanje tehnične priprave, transformacijo tehnike, modeliranje tehnike in korekcijo tehnične priprave športnika (Lataš, 2000; Schiffer, 2014). Tehniko gibanja, ki v nekaterih tako imenovanih tehničnih športnih disciplinah močno definira tekmovalni rezultat, lahko razvijamo, kontroliramo in korigiramo le takrat, kadar poznamo vse bistvene dejavnike, ki jo opredeljujejo. Športnik se mora nujno glede na svoje biofizikalne značilnosti podrediti realnim biomehanskim zakonitostim, ki so prisotni v konkretnih športnih okoliščinah. Izvajalci transformacijskega procesa morajo čim bolj poznati športnikove psihosomatske dimenzije, zlasti tiste, ki definirajo referenčnost in konfiguracijo biomehanskega prostora. Vrhunski rezultat praviloma pomeni enkratno, subtilno človekovo gibalno kreacijo, za katero so značilni številni detajli, ki spadajo na področje tehnične priprave. Njihovo odkrivanje, ovrednotenje in pojasnjevanje bo omogočilo nadaljnji napredek rezultatov v vrhunskem športu, pri katerem so rezultati resnično že na skrajnih zgornjih mejah človekovih bioloških in psiholoških zmogljivosti. Cilji sodobne športne biomehanske diagnostike so:

- ugotavljanje objektivnih parametrov tehnike gibanja,
- nadzor osnovnih in specifičnih biomotoričnih sposobnosti,
- modeliranje tehnike gibanja,
- izdelava optimalnih gibalnih strategij na podlagi ugotovljenih biomehanskih parametrov,
- identifikacija in analiza napak pri tehniki,
- dopolnilna metoda motoričnega učenja,
- preventiva pred poškodbami,
- nadzor kondicijske in tehnične priprave v fazi neposredne priprave za pomembna tekmovanja,

- nadzor tehnične priprave v tekmovalnih razmerah,
- biomehanska diagnostika priprave športnikov, ki temelji na integralnem principu uporabe različnih tehnologij in metod.

Čedalje večja konkurenca v današnjem športu zahteva vse bolj poglobljeno znanstvenoraziskovalno delo na področju uporabe biomehanskih diagnostičnih tehnologij, s katerimi lahko čim bolj objektivno analiziramo in ovrednotimo gibalne procese športnikov. Zavedati pa se moramo, da je nemogoče izmeriti celotno športnikovo biofizikalno okolje oziroma parametre tega okolja. Ta prostor je namreč zelo kompleksen in zapleten, v katerem delujejo številne interakcije med biološkimi sistemi in fizikalnimi principi (Urhausen, & Kindermann 2002).

Glavni namen delovanja Inštituta za šport Fakultete za šport je razvoj in uporaba nekaterih novih biomehanskih diagnostičnih postopkov v procesu treniranja športnikov. Slovenski šport je še vedno mednarodno konkurenčen. Celo več, v nekaterih športnih panogah dosegamo kljub skromnemu biološkemu potencialu, materialni bazi in skromni infrastrukturi vrhunske rezultate na tekmovanjih najvišje mednarodne ravni. Če tega segmenta športa ne bosta ustrezno podpirali športna stroka in znanost, obstaja nevarnost, da ne bomo mogli slediti tempu razvoja v razvitih državah, s tem lahko pride do resnega odstopanja in zaostajanja kakovosti slovenskega športa na mednarodni ravni.

Nekatere merilne postopke, ki jih razvijamo v laboratorijih Fakultete za šport, so popolna novost tudi v mednarodnem strokovnem prostoru. Fakulteta za šport v Ljubljani je v zadnjih nekaj letih razvila sodobne laboratorije, ki ustrezajo tudi najstrožjim

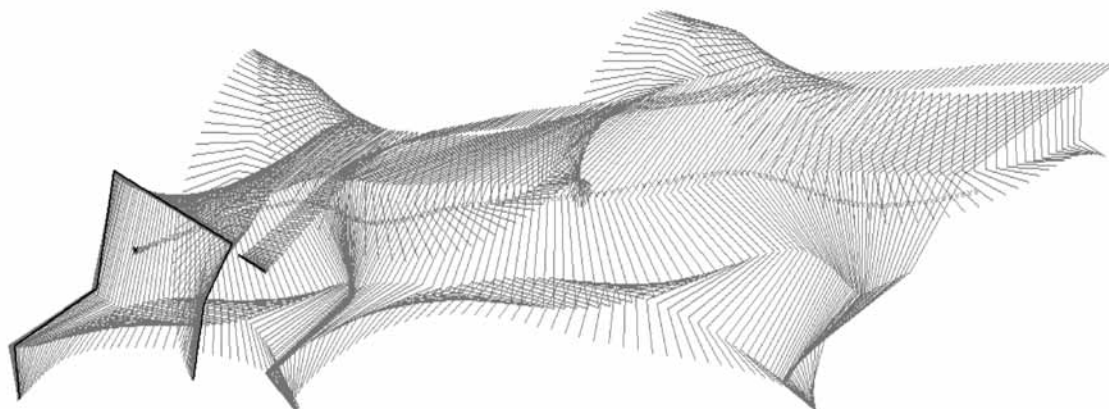
mednarodnim zahtevam za izvajanje znanstvenoraziskovalnih projektov na področju biomehanike in diagnostike športa. Sodelujemo tudi z nekaterimi tujimi in domačimi institucijami, da bi pospešili delo na tem področju. Med domačimi institucijami najintenzivneje sodelujemo s Fakulteto za strojništvo in Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, z Univerzitetnim kliničnim centrom Ljubljana, Medicinsko fakulteto Univerze v Ljubljani in Inštitutom Jožef Stefan. Na mednarodnem področju poteka sodelovanje z uveljavljenimi institucijami, kot so Kineziološka fakulteta Univerze v Zagrebu, Fakulteta za telesno kulturo v Wroclawu in Biomehanski laboratorij poliklinike Peharec v Pulju. Ob tem sodelujemo tudi z Evropsko atletsko zvezo EAA in Svetovno atletsko zvezo IAAF.

### **3 PREGLED NEKATERIH DIAGNOSTIČNIH METOD**

Za spremljanje ravni treniranosti športnikov razvijamo te biomehanečne diagnostične metode: kinematiko, dinamiko, elektromiografijo in lasersko tehnologijo merjenja sprinterske hitrosti.

#### **3.1 Kinematika**

Kinematika je metoda, ki temelji na registraciji gibanja s pomočjo visokofrekvenčnih digitalnih kamer v tridimenzionalnem prostoru. Metodo lahko uporabljamo v laboratorijskih ali terenskih razmerah. Je neinvazivna metoda in temelji na fotogeometrijskih principih. Na podlagi kalibracije prostora in digitalizacije točk posameznih delov športnikovega telesa lahko ugotavljamo hitrosti, pospeške, poti in amplitude gibanja centralnega težišča telesa. Transformacija realne slike v digitalni zapis je mogoča na podlagi ročne ali avtomatske digitalizacije 16-segmentnega modela (slika 1).

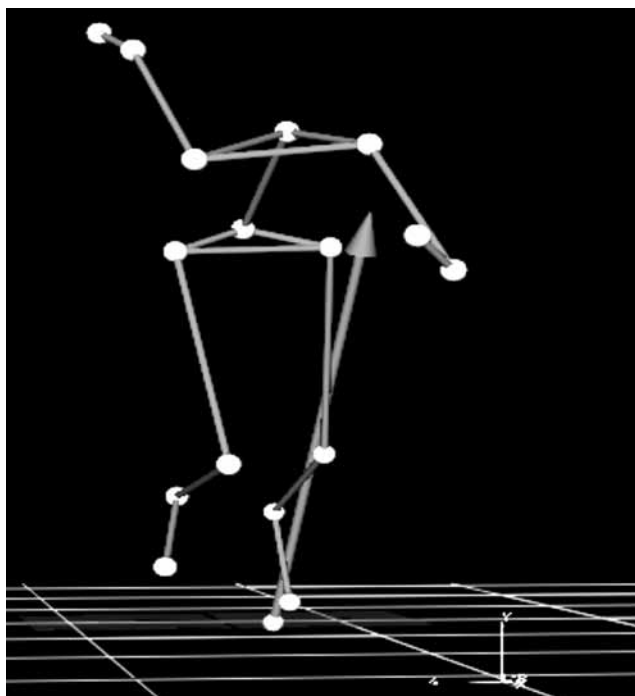


Slika 1: Digitalizirani zapis starta in startne akceleracije pri sprinterskem teku v dvodimenzionalnem prostoru

Danes so vse bolj prisotne infrardeče kamere CCD, ki delujejo na principu identifikacije infrardečih markerjev, ki so nameščeni na posameznih delih športnikovega telesa (slika 2). Tehnologija je primerna za kinematične analize gibanja v laboratorijskih pogojih.

### 3.2 Dinamika

Dinamika je metoda, s katero diagnosticiramo sile, ki se pojavljajo v različnih gibalnih strukturah. Pri tej metodi uporabljamo unipedalne ali bipedalne tenziometrijske platforme (angl. force platform) za merjenje sile v vertikalni (Y), horizontalni (X) in lateralni (Z) smeri. S to tehnologijo je mogoče meriti biodinamske parametre pri vertikalnih skokih, sprintu, pri skoku v daljino, troskoku ali skoku v višino. Tenziometrijo kot metodo najbolj pogosto uporabljamo pri diagnosticiranju stopnje razvoja odrivne, tj. hitre, moči v laboratorijskih in tekmovalnih razmerah.

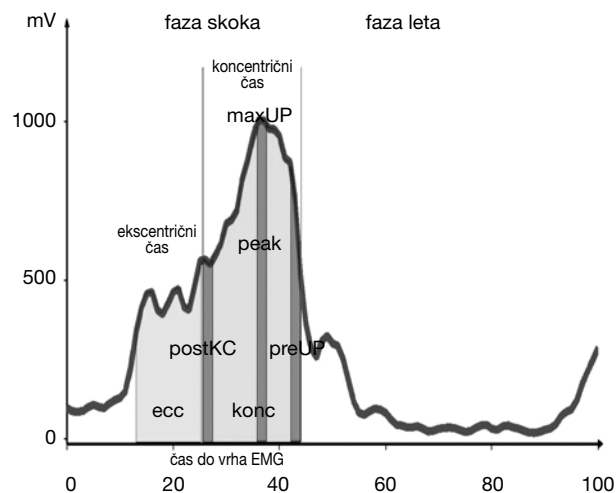


Slika 2: **Kinematična analiza sprinterskega starta z infraspaktralno kamero CCD**

Za diagnosticiranje odrivne – eksplozivne – moči uporabljamo različne baterije testov. Odrivno moč v pogojih koncentričnega napreznja merimo s skokom iz polčepa (squat jump) s pomočjo tenziometrijske plošče. Skok začnemo s popolnoma fiksiranega položaja v vertikalni smeri brez zamaha rok. Odrivno

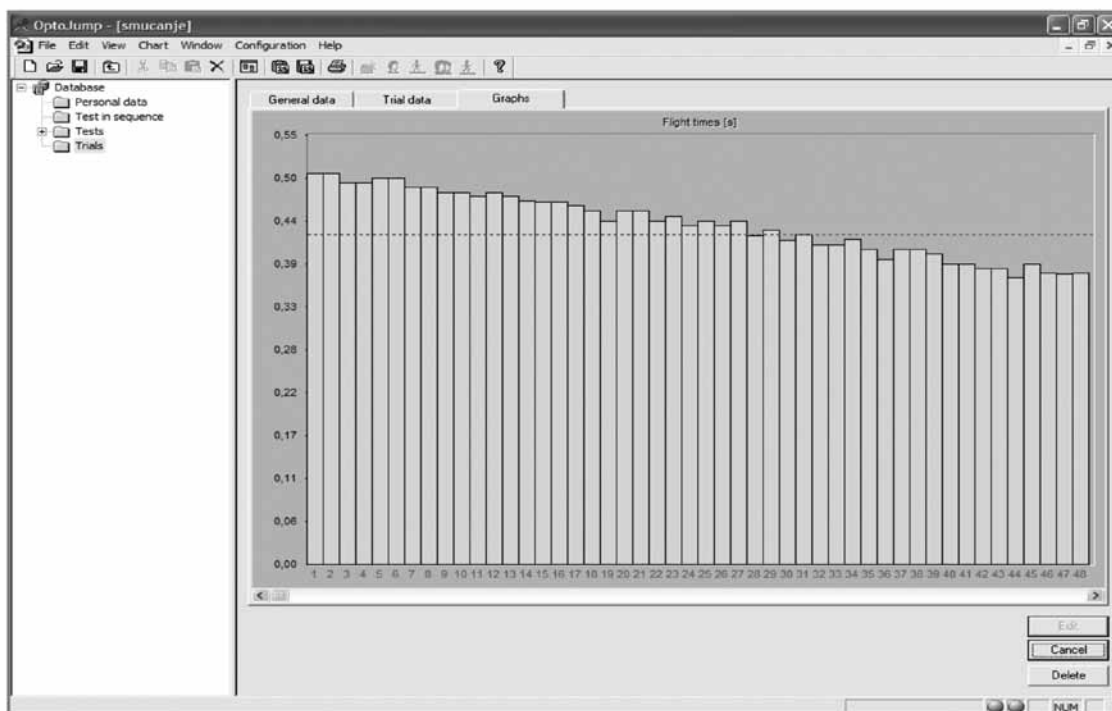
moč v pogojih ekscentrično-koncentrične kontrakcije merimo z vertikalnim skokom z nasprotnim gibanjem (counter movement jump), pri čemer se mišice najprej raztegnejo, takoj nato pa skrčijo (slika 3).

Elastična energija, ki se ustvari v mišicah in tetivah v prvi fazi, se prenese v drugo fazo, da bi se tako povečala višina skoka (Zajac, 1993; Markovič idr., 2004; Cronin, & Hansen, 2005). Tretja oblika skokov v pogojih ekscentrično koncentričnega napreznja so globinski skoki (drop jumps ali depth jumps), ki se izvajajo z višine od 25 do 45 cm.



Slika 3: **Diagnostika odrivne moči športnika s pomočjo tenziometrijske platforme**

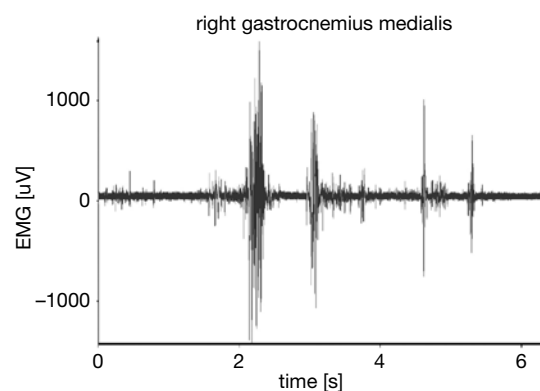
Za rutinsko diagnostiko odrivne moči vse pogosteje uporabljamo metodo opto jump, ki meri časovne parametre vertikalnih skokov (čas odriva, čas leta) in višino vertikalnega skoka (slika 4).



Slika 4: **Protokol povezanih poskokov v času 60 sekund nam omogoča izračun indeksa vzdržljivosti v hitri moči.**

### 3.3 Elektromiografija

Elektromiografija (EMG) je metoda za ugotavljanje bioelektrične aktivnosti mišic pri izvajanju specifičnih gibalnih struktur. Ta metoda nam omogoča sprejem informacij o funkciji delovanja strateško pomembnih mišičnih skupin. V ta namen uporabljamo površinske bipolarnе elektrode, ki so povezane z osmimi sprejemnimi kanali. Sodobni telemetrijski elektromiografski sistemi nam omogočajo merjenje EMG aktivnosti tudi v situacijskih-terenskih pogojih. 16-kanalni telemetrijski sistem Smart – BTS deluje na frekvenci 1000 do 2000 Hz in omogoča registracijo bioelektrične aktivnosti v nekaterih atletskih disciplinah (sprint, atletski skoki, meti). Površinske elektrode postavimo na izbrane mišične skupine po metodologiji SENIAM. Po preparaciji kože jih namestimo na srednji del mišice zunaj nevrromuskularne plošče. Večkanalni elektromiografi nam omogočajo hkratno spremljanje delovanja več mišičnih skupin. Pri sprintu in skokih so te mišične skupine m. soleus, m. gastrocnemius, m. tibialis anterior, m. vastus lateralis, m. rectus femoris, m. biceps femoris in m. gluteus maximus. Rezultati EMG-meritev nam dajo pomembne informacije o času in trajanju aktivacije agonistov in antagonistov, velikosti aktivacije in medmišični koordinaciji (slika 5).



Slika 5: **Metoda elektromiografije za ugotavljanje aktivacije posameznih mišic pri startnem sprintu**

Surovi elektromiogram v nadaljevanju obdelamo s pomočjo nizko- in visokopropustnega filtra. S pomočjo Furrierjeve transformacije definiramo frekvenjski spekter in mediana spektra. Pri interpretaciji elektromiograma se izvede normalizacija signala glede na maksimalno hoteno izometrično kontrakcijo (MVIC) v odnosu na maksimalno amplitudo in v odnosu na srednjo vrednost amplitude. Medsebojno integrirani in sinhronizirani kinematični, dinamični, elektromiografski in izokinetični sistemi nam omogočajo najbolj kompleksne in celovite biomehanečne

analize, pri čemer gibanje kvalitativno in kvantitativno ovrednotimo in pojasnimo.

### 3.4 Laserska metoda

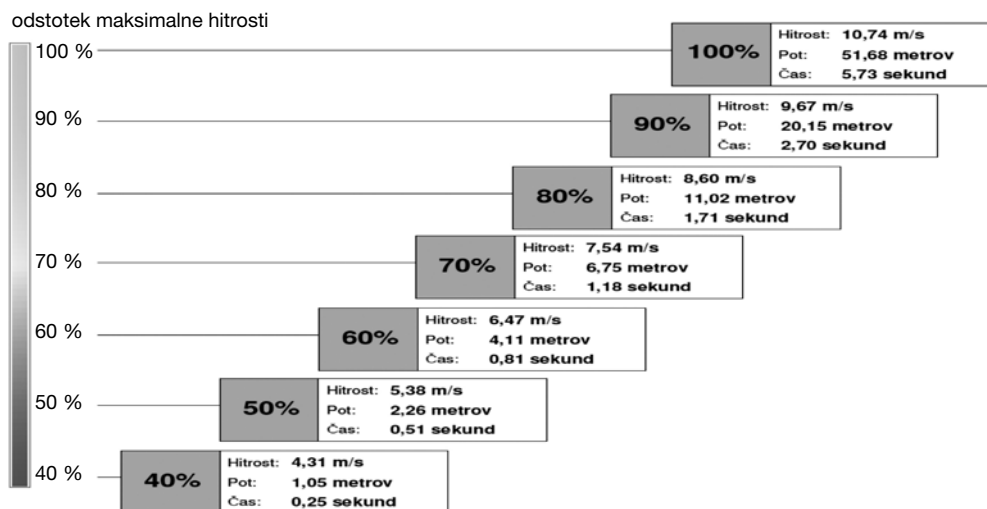
Laserska metoda je ena od novejših tehnologij za merjenje linearne sprinterske hitrosti. Laserski merilnik razdalje LDM (laser distance measuring device) nam omogoča povsem neinvazivno merjenje hitrosti tekača, kar v praksi pomeni, da lahko športnik teče v tekmovalnih pogojih, brez senzorjev, ki bi ga lahko ovirali pri izvajanju meritve (slika 6).



Slika 6: **Laserska metoda merjenja sprinterske hitrosti**

Na sliki 7 lahko vidimo, kako procentualno narašča hitrost sprinterja glede na maksimalno hitrost. Tako lahko ugotovimo, na kakšni razdalji in v kakšnem času je sprinter dosegel določeno hitrost. Vrhunski sprinterji praviloma dosegajo maksimalno hitrost med 50. in 60. metrom, njeno vzdrževanje

pa je povezano z zapletenimi mehanizmi za regulacijo dolžine in frekvence korakov. Sprinter lahko vzdržuje maksimalno hitrost na razdalji približno 10 metrov, znotraj razdalje 100 m pa so ti odseki pri različnih sprinterjih različno locirani (Čoh, 2009).

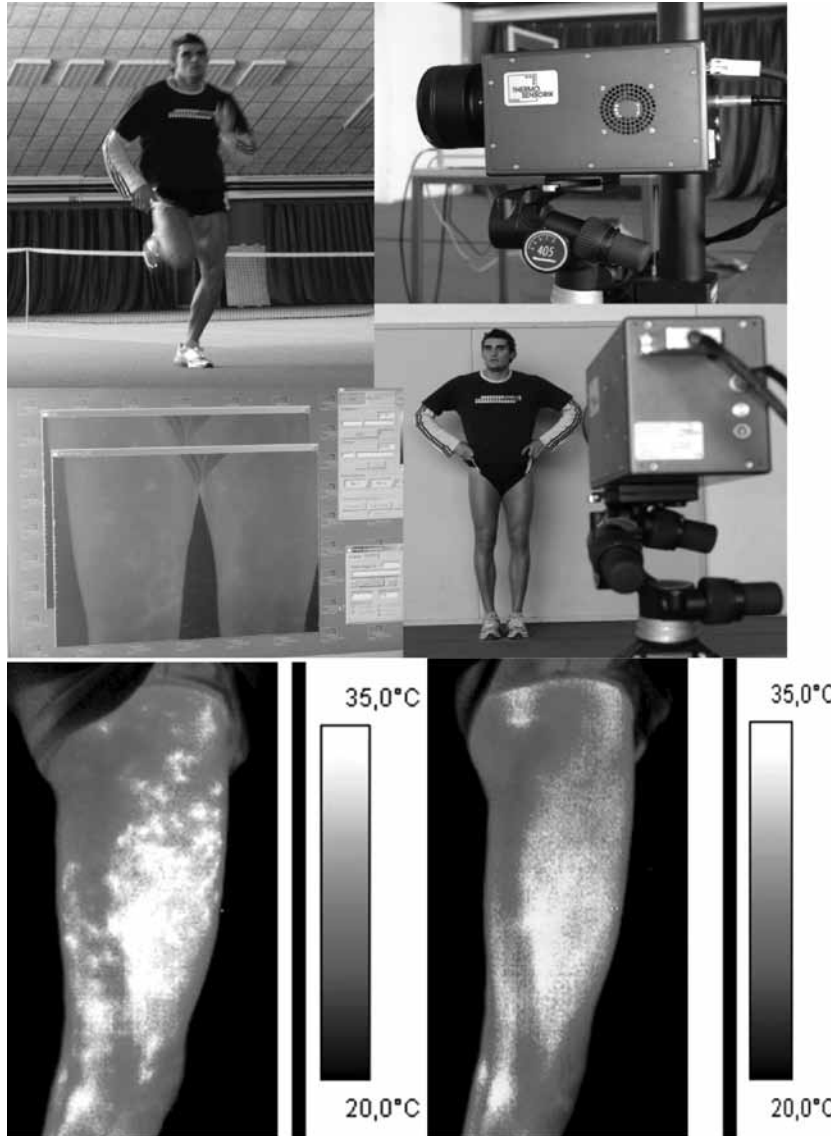


Slika 7: **Realizacija maksimalne sprinterske hitrosti v posameznih časovnih intervalih**

### 3.5 Termovizija

Termovizija (Thermal Vision) je metoda, ki jo vse pogosteje uporabljamo za diagnosticiranje sprememb v mišičnem sistemu športnikov. Metoda temelji na spremembah temperaturnega polja v odvisnosti od stopnje in tipa obremenitve športnika. Uporaba metode je znana že dlje časa zlasti v medicini, vojaški

industriji, v gradbeništvu in aeronavtiki. S pomočjo hitre termovizijske kamere (Thermosensorik – CM-T384SM), ki snema v infrardečem območju med 3 in 5  $\mu\text{m}$ , smo ugotavljali temperaturno polje stegenskih mišic pri različnih tipih obremenitev (slika 8). Izmerjeni emisijski koeficient kože je neposredni rezultat integralnih parametrov obremenitve.



Slika 8: **Termovizija – merski postopek in izmerjena toplotna polja mišice po izvedbi sprinta in vertikalnih skokov**

### 3.6 Satelitski navigacijski sistem

Satelitski navigacijski sistem (GPS – Global Positioning System) je tehnologija, s katero je mogoče zelo natančno določiti katero koli točko na površini zemlje. S tem instrumentarijem lahko prav tako zelo

natančno spremljamo gibanje športnika. Za pridobitev podatkov o položaju določene točke na zemlji potrebujemo signale vsaj štirih satelitov. Ker sprejemnik hkrati beleži signale z več satelitov, je mogoče določiti položaj sprejemnika na podlagi presečišča

koordinat. Natančnost določanja koordinat točke v tridimenzionalnem prostoru je manj kot centimeter. Tako natančno definiranje točke v prostoru in času daje možnost uporabe te tehnologije tudi v različnih športnih panogah. Delovanje satelitskega navigacijskega sistema smo preverili tudi v atletiki. Še posebno natančne informacije je mogoče dobiti o razvoju in spremembah hitrosti v sprinterskem teku. Morda bomo tekmovalne čase sprinterjev v prihodnosti merili s tehnologijo GPS (slika 9).

skoega sistema smo preverili tudi v atletiki. Še posebno natančne informacije je mogoče dobiti o razvoju in spremembah hitrosti v sprinterskem teku. Morda bomo tekmovalne čase sprinterjev v prihodnosti merili s tehnologijo GPS (slika 9).



Slika 9: **Satelitski navigacijski sistem je mogoče uporabiti tudi pri meritvah hitrosti sprinterjev.**

#### **4 SKLEP**

Treniranje najboljših športnikov postaja vse bolj kompleksno, podprto mora biti z novimi tehnologijami in metodami. To pomeni visoke stroške procesa treniranja, ki jih lažje obvladujejo bogate in tehnološko razvite države. Slovenija se pri tem sooča s pomanjkanjem finančnih sredstev, kar ima lahko za posledico manjšo konkurenčno zmožnost pri pripravi slovenskih vrhunskih športnikov. Brez sodobne tehnologije ni mogoče prepoznavati zapletenih biomehanskih struktur in ne bo mogoče postaviti pravih diagnoz, na katerih temelji izbor ustreznih metod treniranja. Razvoj znanosti v športu brez sodobne tehnologije je obsojen na stagnacijo. To ima dolgoročne, zanesljivo tudi negativne posledice za razvoj športne prakse, ki je vse bolj odvisna od znanstvenih spoznanj. Treniranje športnikov je vse bolj podobno najbolj zahtevnim poslovnim okoljem, za katera že dolgo velja, da se dodane vrednosti v poslovnih storitvah in produktih ne da doseči brez vrhunskega znanja in tehnologij. Kljub temu smo v zadnjih letih nekatere nove tehnologije uspešno implementirali v strokovno delo z

mnogimi našimi športniki, ki dosegajo najvišje mednarodne uspehe na tekmovanjih, kot so evropska in svetovna prvenstva ter olimpijske igre. Novi merilni postopki nam omogočajo boljše načrtovanje, izvajanje in nadzor procesa treniranja na podlagi objektivnih informacij. Informatizacija sodobnega treninga je danes dejstvo in nujni pogoj za vrhunske športne rezultate. V proces testiranja so vključeni mnogi slovenski športniki: Peter Prevc, Jernej Damjan, Robert Kranjec, Primož Kozmus, Marija Šestak, Rožle Prezelj, Katja Višnar, Vesna Fabjan, Luka Špik, Tanja Žakelj, Martina Rataj, Maruša Mišmaš, Snežana Rodič, Vasilij Žbogar, Matej Mohorič, Jaka Laković in drugi. Meritve športnikov opravljamo ob sodelovanju njihovih trenerjev, nacionalnih panožnih zvez in Olimpijskega komiteja Slovenije.

Finančna sredstva za meritve športnikov na Inštitutu za šport Fakultete za šport v Ljubljani zagotavlja Fundacija za financiranje športnih organizacij Republike Slovenije (FŠO) in Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).



## **5 LITERATURA IN VIRI**

- [1] Cronin, J. & Hansen, T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), 349–357.
- [2] Čoh, M. (2009). *Sodobni diagnostični postopki v treningu atletov*. Inštitut za kineziologijo, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- [3] Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. (1995). Influence of high resistance and high-velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(8), 1203–1209.
- [4] Hay, J. G. (1993). *The biomechanics of sports techniques* (4 ed.). Prentice Hall.
- [5] Latash, L. (2000). *Control of Human movement*. Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois
- [6] Marković, G., Dizdar, D., Jukić, I. & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Strength and Conditioning Journal*, 16 (5), 20–31.
- [7] Mero, A., Komi, P., & Gregor, R. (1992). Biomechanics of sprinting running. *Sport medicine* 13 (6), 376–392.
- [8] Mujika, I. (2009). *Tapering and peaking for optimal performance*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- [9] Nummela, A. (2014). Monitoring training Load in Sprint Interval Exercises. *New Studies in Athletics*, No. 2, 19–30.
- [10] Schiffer, J. (2014). Sport Technology. *New Studies in Athletics*, No. 3, 99–132.
- [11] Šugman, R., Bednarik, J. & Kolarič, B. (2002). *Športni menedžment*. Inštitut za šport, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- [12] Urhausen, A. & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of overtraining. What tools do we have? *Sports Medicine*, 32 (2), 95–102.
- [13] Zatsiorsky, M. & Kraemer, W. (2006). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign IL: Human Kinetics.
- [14] Zajac, F. (1993). Muscle Coordination of Movement : A Perspective. *Journal of Biomechanics*, 26 (1), 109–124.

■

Milan Čoh je redni profesor za področje kineziologije v monostrukturnih športih na Fakulteti za šport Univerze v Ljubljani. Je vodja katedre za atletiko in vodja laboratorija za gibalni nadzor. Poleg pedagoškega dela s študenti je njegovo strokovno in znanstveno delovanje povezano s proučevanjem biomehanike v športu, z aplikacijo novih biomehanskih diagnostičnih postopkov, z načrtovanjem in kontrolo procesa treninga in z razvojem motoričnih sposobnosti športnikov. Na diplomskem in podiplomskem študiju je predaval na York University, Toronto, Faculty of Physical Education and Health, University of Toronto, Faculty of Physical Culture, Palacky University, Olomouc, Faculty of Physical Education and Sport, Komensky University, Bratislava. Objavil je več kot 500 bibliografskih enot, šest znanstvenih monografij, tri univerzitetne učbenike in več kot 150 strokovnih in znanstvenih člankov, od tega 61 v tujih znanstvenih revijah.