O skrajnih mejah človekovih sposobnosti

Fenomen Usain Bolt *Profesor Milan Čoh z ljubljanske fakultete za šport je vodil obsežno biomehansko študijo o teku tega izjemnega sprinterja*

Znameniti jamajški sprinter Usain Bolt je utelešenje dokaza, da meje človekovih zmogljivosti skoraj ne obstajajo. »Človek z drugih galaksij« in »Strela [Lightning Bolt]« sta le dva izmed vzdevkov, s katerimi so ga poimenovali mediji pa tudi poznavalci in ljubitelji atletike. A odkod njegovi uspehi?

RADOVAN KOZMOS

Najhitrejši človek na planetu, dobitnik treh zlatih medalj v sprinterskih atletskih disciplinah na letošnjih olimpijskih igrah v London, svetovni rekorder v teku na 100 in 200 metrov ter v štafeti 4 x 100 metrov je zadnja leta najbolj prepoznavno ime svetovne atletike in športa. Njegov sprinterski rekord 9,58 sekunde na svetovnem atletskem prvenstvu v Berlinu leta 2009 velja za enega največjih presežkov v zgodovini atletike, navdušeno pripoveduje **dr. Milan Čoh**, redni profesor in raziskovalec na Fakulteti za šport Univerze v Ljubljani ter vodja laboratorija za gibalni razvoj.

Tokratni sogovornik je bil tudi vodja obsežne biomehanske študije o tehniki fenomenalnega teka Usaina Bolta. V sodelovanju ljubljanske fakultete za šport z zagrebško kineziološko fakulteto so jo izvedli na mednarodnem atletskem mitingu serije *World Challenge* v Zagrebu 13. septembra lani, pod pokroviteljstvom in z odobritvijo Mednarodne atletske zveze Fakulteti za Šport Univerze v Ljubljani, ter strokovna sodelavca Imeniškega laboratorija **Stanko Štuhec** in **Rok Vertič**.*

Hoja, tek, sprint

Profesor Čoh je očitno fasciniran s tekom. Zlasti s hitrim. Pojasni, da je tek poleg hoje najbolj naravno in genetsko pirojeno gibanje človeka, ki se je v svojem evolucijskem razvoju postavil na noge pred prvo bližno šestimi milijoni let. Tek je uporabljal predvsem za preživetje v surovem okolju, pozneje pa tudi za bojevanje in komunikacijo. Današnji človek, kadar ne poseda ali poležava, pa tečе zato, da ohranja zdravje in telesno kondicijo.

Eden ključnih kriterijev učinkovitosti teka je seveda hitrost. »Nikakor ni naključje, da so že stari Grki na prvih olimpijskih igrah v Olimpiji leta 776 pr. n. št. tekmovali v eni sami atletski disciplini – sprintu na en stadij (177 metrov). S tekom so bogovom dokazovali svoje sposobnosti. In le danes velja tek na sto metrov za 'kraljevsko' atletsko disciplino. Na vseh olimpijskih igrah je prav ta tek osrednja točka programa. In rekord v sprintu je vedno nekakšen mejnik v razvoju človekovih bioloških sposobnosti,« zanesto pripoveduje dr. Čoh in se na kratko zamisli; po vsem sodeč o mejah človekovih sposobnosti. In o osupljivih dosežkih Usaina Bolta.

»Veste, svetovni rekord, ki ga je Bolt dosegel na olimpijskih igrah v Pekingu leta 2008, je le naslednje leto v Berlinu izboljšal za kar 11 stotih sekunde! To je največja izboljšava, odkar čas merijo elektronsko. In ta podvig je številne strokovnjake presenetil – športna znanost je tak rezultat predvidevala šele v 10 ali celo 15 letih. Prav zato se s ženemom Usain Bolt' tako intenzivno ukvarja.«

Meritveni podvig

In tu nastopijo tudi ljubljanska kulteta za šport, zagrebška kineziološka fakulteta in profesor Čoh z omenjeno raziskavo. Za ugotavljanje biomehanskih zakonitosti tehnike gibanja najhitrejšega Zemljana so uporabili najsodobnejšo tehnologijo in metode. Z visokofrekvenčnimi kamerami (casio EX-F1), ki zmorejo 300 fotografij na sekundo, so izjemno natančno in celovito posneli prostorsko slovinga teka.

»Nadvse pomembna je bila tudi umeritev, tako imenovana kalibracija prostora v kateremu je tekel Bolt,« pripoveduje dr. Čoh. Navsezadnje so prav v tem prostoru, torej na zagrebškem stadionu, posneli slehernih glib slehernega dela telesa znamenitega sprinterja.

Nato sta bili na vrsti metoda digitalizacije iz 14 segmentov sestavljenega modela teka in dvodimenzionalna analiza kinematičnih parametrov (*kinematika* je nauk o gibanju teles brez upoštevanja sil, ki gibanje povzročajo). Uporabili so softwerski program APAS (*Ariel Performance Analysis System*). Primarni cilj je »neinvazivne metodeen ajbih celotne študije je bila natančna analiza maksimalne hitrosti teka« med 70. in 90. metrom stometrske proge.

Kompleksna struktura teka

»Sprint je najhitrejši način človekovega gibanja brez dodatnih tehničnih pripomočkov. Čeprav je tek, kot rečeno, povsem naravno gibanje, pa ima v resnici zelo kompleksno strukturo. Navsezadnje je čas pri sprintu omejen na manj kot deset sekund. In ce si ogledamo razvoj najboljših rezultatov v sprintu, ugotovimo, da se je v zadnjih stotih letih izboljšal le za nekaj vel kot 11 odstotkov. V nekaterih drugih atletskih disciplinah je bil razvoj neprimerno izrazitejši: pri skoku v daljino, denimo, so se rezultati v zadnjem stoletju izboljšali za 24, v maratonskem teku za 31, pri suvanju krogle pa za kar 64 odstotkov.«

Pri sprintu so očitno največje omejitve fizikalne in biomehanske, pojasni dr. Čoh. »Končni rezultat je seveda odvisen od optimalne hitrosti vseh treh faz sprinta: hitrosti reakcije, tehnike starta, startnega pospeška, maksimalne hitrosti, hitrostne vzdržljivosti in finiša. In, seveda, od tehnike teka.«

Ker je osnovna enota teka sprinterski korak, so poseben poudarek namenili prav njemu. »Z biomehanskega vidika je hitrost teka funkcija dolžine in frekvence korakov, torej števila korakov na sekundo. Človeku organizem je zapleten biološki stroj, ki v mišicah proizvaja ozirma spremnja kemično energijo v mehansko. In pri sprintu sodeluje vel kot 80 mišic tekača. Predvsem tako imenovanih hitrih mišic.«

Kaj je pokazala študija

»Glede na prejšnje podatke je Usain Bolt najvišji tekač v zgodovini sprinta: pri teleseni teži 95 kilogramov meri v višino 196 centimetrov. Telesna višina pa seveda nepovzročno vpliva tudi na dolžino koraka. Tako je Bolt prvi sprinter, ki je sto metrov preteklo! z manj kot 41 korakl. Praviloma sprinterji stometrsko progo pretečejo v 45, 46, celo 52 korakih. Pri Boltu je povprečna dolžina koraka 2,44 in največja kar 2,84 metra. Skoraj tri metre! Od tod seveda tudi njegovo manjše število korakov.«

S kinematično analizo telesnih mer Usaina Bolta so ugotovili tudi netipično razmerje med dolžino njegove stegnenice in golenice. »Povzročil je razmerje teh dveh segmentov spodnjih okončin 50 : 50, pri Boltu pa je golenica daljša od stegnenice; ta posebnost mu pri stiku stopala s podlago omogoča večjo kotno hitrost,« s pogledom, uprtim v računalniški zaslon, pojasnjuje profesor Čoh.

Z dolžino korakov je neposredno povezana tudi njihova frekvenca, torej število korakov, ki jih sprinter naredi v sekundi. »In Boltova najvišja frekvenca je kar 4,34 koraka na sekundo. Tako svoje ekstremno dolžino korakov združuje z njihovo visoko frekvenco, obojo pa se manifestira s hitrostjo vel kot 43 kilometrov na uro.«

Elementi hitrosti

»Pri sevetovnem rekordu 9,58 sekunde je tako Bolt razvil doslej največjo hitrost gibanja Človeka: 44,72 kilometra na uro, in sicer med 60. in 80. metrom stometrske proge. Tudi najbolji sprinterji namreč lahko maksimalno hitrost razvijejo le na razmeroma kratki razdalji, tja do 30 metrov,« pove sogovornik. Med najpomembnejšimi biomehanskimi parametri sprinta je tudi kontaktna faza sprinterskega koraka – to je čas, v katerem se tekač odrine od podlage. In ta čas odriva je pri Boltu izjemno kratek: vsega 0,085 sekunde. »Tako imenovani lětni čas, ko je tekač v zraku, je bistveno daljši: 0,145 sekunde. Ce torej seštejemo vse kontaktne in vse lětne čase, ugotovimo, da je Bolt v stiku s tartansko steno le 3,53 sekunde, v zraku pa velikodlje – kar 5,94 sekunde. Kot da

»Prav rekord v sprintu je vselej nekakšen mejnik v razvoju človekovih bioloških sposobnosti.«

bi lebdel nad stezo!« je navdušen profesor Čoh.

In kaj slovitemu atletu omogoča takšno »lebdenje«?

»Njegova izjemna sposobnost zavoja tako imenovane verticalne sile reakcije podlage,« strokovno pojasni sogovornik. »Sprinter mora v tistih osmih stotinkah sekunde, ko s podlago ustvari kontakt, za to, da izvede svoj skoraj trimetrski korak, razviti silo, ki znaša približno 4000 newtonov, torej približno 400 kilogramov. Pri 41 korakih na razdalji stotih metrov tako razvije kar 168,000 newtonov ali, po domače, 16 ton skupne sile! To so res ekstremne obremenitve, kakršne zmore le najboljši sprinter našega časa.«

Prirojeno in pridobljeno

Očitno je Usain Bolt atlet z izjemnimi genetskimi in motoričnimi sposobnostmi, ki so poleg tega le optimalno povezane z njegovo telesno konstitucijo. Seveda pa je pomembna tudi tehnika teka.

»Tudi dvodimenzionalna računalniška kinematična analiza je pokazala Boltovo vrhunsko tehniko,« na zaslonu demonstrira profesor Čoh. »Ta tehnika se kaže tako v ekonomičnosti njegovega gibanja kot v visoki stopnji usklajenosti in nadzora gibov.«

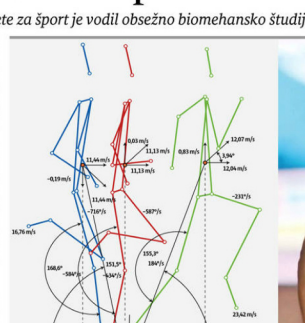
Mimogrede izvem, da je tehniki korak sestavljen iz zaviralne in pospeševalne fase. In tudi tu se pokaže izjemnost Usaina Bolta: v zaviralni fazi se horizontalna hitrost njegovega osrednjega težišča zmanjša le za slaba dva odstotka. Za primerjavo: pri povprečnih sprinterjih je upad hitrosti v tej fazi kar pet- do sedemodstotek.

»Ekonomičnost Boltovega teka je najbolj očitna prav pri minimalnih vertikalnih oscilacijah osrednjega težišča telesa,« navdušeno poglasnuje profesor Čoh. In navrže še nekaj tehničnih podrobnosti. Recimo to, da je hitrost teka povezana tudi z ekstremno velikimi kotnimi hitrostmi delov telesa, kot so stopala, goleni in stegna. »Stopalo kot ključni segment tehnike sprinterskega teka tma, denimo, hitrost vel kot 1300 stopinj na sekundo!«

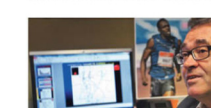
Pred slovesom se z vodjem prav-ljene študije, kakršnih ni veliko – »Doslej sta bili na svetu objavljeni le dve temeljitejši raziskavi!« – in ki je v *Delu* po spletu naključij poljudno predstavljena še pred skorajšnjo objavo v mednarodnem strokovnem tisku, seveda niava mogla izgniti vprašanju, koliko je pri sprintu sploh le »rezerve«.

»Ah, saj veste, napovedi so vedno tvegane,« se nasmehne dr. Čoh. »Klub temu pa lahko na podlagi analiziranih rezultatov predvidevamo, da je pri Boltu, seveda pri teoretičnih pogojih, realno pričakovati čas od 9,55 do 9,52 sekunde. Torej je nekaj stotink sekunde. Spleh ker tudi Bolt sam prihaja v najboljša biološka leta.«

Vsekakor pa bo svoje prispevala tudi športna znanost, ki gre čedalje bolj v smeri gentike in proučevanja osrednjega živčnega sistema. »V tem je prihodnost novih spomenj, tehnik, metod in posledično popolne optimizacije človeškega gibanja,« sklene profesor Čoh. Dve desetletji se že ukvarja s tovrstnimi študijami, a zagotovo tudi on še ni izrekel zadnje besede.



Sodelavci ljubljanske fakultete za šport in zagrebške kineziološke fakultete so na zagrebškem stadionu posneli in analizirali sleherni gib slovitega jamajškega atleta Usaina Bolta na stometrski progi.



Prof. dr. Milan Čoh FOTO IGOR ZAPLATIL

(IAAF). »Vsa čast Hrvatom, da so priredili takšen miting; nam kaj takšnega ženemo ne bo uspelo,« mimogrede pripomni profesor Čoh.

»Predvsem pa, prosim, ne pozabite poudariti, da je šela ta študija tiimski projekt. Pri njem so sodelovali **še dr. Vesna Babič**, profesorica na katedri za atletiko Kineziološke fakultete Univerze v Zagrebu, **dr. Matej Supej**, profesor in vodja laboratorija za biomehaniko na

POVEZANE VSEBINE
delo.si/znanost [...]