

FIZIKALNI PARAMETRI STARTNE AKCELERACIJE

Milan Čoh

doktor kinezioloških znanosti, docent pri predmetu Atletika

Milan Terčelj

dipl. ing., asistent na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo

Ivan Bizjak

dipl. ing., asistent na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo

Peter Fajfar

magister strojništva, asistent na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo

PHYSICAL PARAMETERS OF START ACCELERATION

POVZETEK

Namen raziskave je bil ugotoviti nekatere objektivne parametre startne akceleracije kot ene najpomembnejših šprinterskih sposobnosti. Stopnjevanje hitrosti ni pomembno samo v šprintu, ampak tudi v številnih drugih športnih panogah, kjer je treba premagati določeno pot v čim krajšem času. Uporabljena je bila nova merilna tehnologija, ki pomeni inovacijo v naši športni praksi.

Razlike v učinkovitosti štartne akcije nastopajo zaradi različnega motoričnega reakcijskega časa, relativne sile pritiska na startni blok in le v manjši meri zaradi latentnega reakcijskega časa.

Startna akceleracija je dokaj neodvisna od parametrov startne akcije. Na njeno učinkovitost vpliva zlasti realizacija hitrosti od 5. do 15. metra.

SUMMARY

The purpose of the study was to find some objective parameters of start acceleration, which is one of the most important sprinting abilities. Acceleration is not important just in sprint, but also in many other sports, where one has to overcome a certain distance in the least possible time. A new measurement technology was used, bringing innovation to our sport praxis.

Differences in the efficiency of the start action appear because of different motor reaction times, the relative force of the pressure on the starting block and only to a smaller extent because of the latent reaction times.

The start acceleration is quite independent of the start action parameters. Its efficiency is mainly influenced by the velocity attainment between the 5m and 15m mark.

UVOD

Startna akceleracija je skupaj z maksimalno hitrostjo najpomembnejša šprinterska sposobnost. Učinkovito stopnjevanje hitrosti pa ni odločujoče samo v šprinterskem teku, temveč tudi v mnogih drugih športnih panogah, kot so tenis, rokomet, nogomet, odbojka... Torej v tistih motoričnih situacijah, kjer je za dosego določenega cilja treba razviti čim večjo začetno hitrost v čim krajšem času. Dinamika hitrosti je prav v startni akceleraciji najbolj izrazita in je odvisna od številnih motoričnih, funkcionalnih in biomehaničnih dejavnikov.

V dosednji praksi smo za ugotavljanje dinamike hitrosti v startni akceleraciji uporabljali sistem serijsko postavljenih elektronskih fotocelic, s katerimi je bilo mogoče meriti parametre spremembe hitrosti na vsakih 5 metrov. Vendar nam ta tehnologija meritev ni dajala dovolj natančnih podat-

kov, ki bi bili relevantni za natančno proučevanje startne akceleracije. Zato smo pritegnili sodelavce Fakultete za naravoslovje in tehnologijo v Ljubljani in se skupaj lotili izdelave preciznejše ga instrumentarija za tovrstne meritve. Plod teh prizadevanj je AKCELEROMETER, s katerim je mogoče meriti spremembo šprinterske hitrosti v odvisnosti od časa v 300 točkah na razdalji 30 metrov. Instrument predstavlja inovacijo v merilni tehnologiji in je pomemben prispevek tako v razvoju športne teorije kot tudi prakse.

PREDMET IN PROBLEM

Hitrost je tista psihomotorična sposobnost, ki ima v športu nasploh, zlati pa v atletiki izjemen položaj. V mnogih športnih panogah je osnovni strateški cilj procesa treniranja usmerjen prav v povečanje hitrosti tekmovalcev. Kakor druge motorične sposobnosti se tudi hitrost pojavlja v različnih obli-

kah. Različni avtorji navajajo 4 dejavnike hitrosti:

1. Hitrost reakcije
2. Hitrost frekvence giba
3. Aciklična hitrost enkratnega giba
4. Lokomotorna hitrost

V realnih motoričnih situacijah, zlasti pa v šprinterskem teku je najpomembnejša lokomotorna hitrost. Glede na nekatere študije (Fartelj 1965, Zaciorskij 1975) je povezanost posameznih faktorjev hitrosti praviloma zelo nizka. Tudi elementarne oblike hitrosti, ki se pojavljajo pri istih gibalnih strukturah, so medsebojno razmeroma neodvisne. Pri šprintu sta sposobnosti za pospeševanje in doseganje maksimalne hitrosti v relativno nizki medsebojni korelaciji.

Razvoj šprinterske hitrosti poteka v fazah, pri čemer gre za vključevanje številnih mehanizmov. Na individualne razlike vplivajo zlasti konstitucija tekača v mikro in makro smislu, nivo

motoričnih sposobnosti, fiziološke značilnosti subjektov, centralna regulacija gibanja in značilnost procesa treniranja hitrosti.

V odnosih med posameznimi mehanizmi obstajajo še vedno precejšnje nejasnosti. Realizacija šprinterske hitrosti temelji na optimalni povezanosti vseh mehanizmov, ki tvorijo tako imenovani hitrostni potencial.* Le-ta pa je v izredno veliki meri genetsko determiniran. Obstaja zelo malo subjektov, ki imajo nizko korelacijo za visoko raven hitrostnega potenciala, kajti večje število neodvisnih dejavnikov zelo zmanjšuje verjetnost, da se vsi hkrati pojavijo pri istem športniku.

Rezultat v šprinterskem teku je odvisen od optimalne povezanosti naslednjih dejavnikov: od starta, startne akceleracije, maksimalne hitrosti in sposobnosti ohranjanja maksimalne hitrosti do cilja. Navedeni dejavniki imajo nizko korelacijo med seboj, kar kaže na njihovo avtonomnost in s tem na različno možnost vplivanja na njih v procesu treniranja.

Predmet raziskovanja pričujoče študije je startna akceleracija v povezavi s startno akcijo. Startno akceleracijo različni avtorji različno definirajo. Sovjetski avtor Ozolin (1986) deli ta del šprinterske proge na dva segmenta. Prvi segment je do 10. metra, drugi pa od 10. – 30. metra. Praviloma je startna akceleracija zaključena takrat, ko tekač doseže 90 – 95% svoje maksimalne hitrosti. Med vsemi fazami šprinterskega teka je prav v startnem pospešku dinamika šprinta najbolj izrazita.

Začetek startne akceleracije je povezan z izvedbo nizkega starta. Na učinkovitost izvedbe nizkega starta vplivajo zelo različni dejavniki. Eden ključnih je hitrost reakcije na zvočni signal. To je standardna reakcija (vnaprej znana) na standardni signal, kjer ni prisotna faza odločanja. Hitrost reakcije je v največji meri odvisna od senzoričnih in motoričnih funkcij v retikularni formaciji. Čas, ki je potreben od zaznave slušnega dražljaja (startni strel) do reakcije efektorskega sistema (mišic), se imenuje latentni reakcijski čas. Drugi del startne reakcije je motorični reakcijski čas. V mišičnih delih narašča tonus, ki se transformira v izotonično-eksplzivno kontrakcijo izte-

govalk nog, oprtih na sprednji in zadnji startni blok. Motorični reakcijski čas se konča v trenutku, ko odzivna noga tekača zapusti startni blok. Kvaliteta izvedbe nizkega starta, ki se reflektira v učinkovito startno akceleracijo, je tako odvisna od hitrosti reakcije in sile, s katero se tekač odrine od startnih blokov. Izvedba prvega koraka pomeni prehod iz starta v startno akceleracijo. To gibanje se izvaja v specifičnih pogojih, ko je sila inercije mase mirujočega telesa največja in je naklon tekača zelo izrazit. Sile, ki ustvarjajo propulzijo gibanja tekača, morajo imeti čim večje horizontalne komponente. To pomeni, da se mora tekač odriniti od startnega bloka pod optimalnim kotom. Le-ta znaša 45 do 50 stopinj.

Razvoj hitrosti v startni akceleraciji je funkcija optimalnega povečanja dolžine in frekvence korakov. Oba parametra se progresivno povečujeta. S progresijo dolžine korakov in večjo frekvenco se spreminja biomehanična struktura korakov. Čas trajanja opornih faz se skrajšuje. Čas letnih faz pa podaljšuje. Stopnjevanje hitrosti tekača je predvsem odvisno od sile, ki jo leta generira na podlago pod ustreznim kotom. Razvijanje sile je v osnovi odvisno od časa, ki je na voljo. S stopnjevanjem horizontalne hitrosti se skrajšujejo časi opornih faz, tako da je tekač v vedno večjem »deficitu« časa. Kvaliteten tekač bo kljub kratkim časom uspel realizirati veliko silo na podlago. Povprečna vrednost opornih faz v prvih 10 metrih je 130 msek, od 10. – 20. metra 100 msek in od 20. – 30. metra 85 msek (Sušanka 1989).

Drugi biodinamični dejavnik startne akceleracije je frekvenca korakov. Le-ta je izrazito genetsko limitirana in je odvisna od hitrosti pretoka impulzov iz kortikalnih motoričnih centrov do lokomotorne aparata. Razmerje med frekvenco in dolžino korakov je v veliki meri individualno pogojeno in avtomatizirano glede na morfološke značilnosti in motorične sposobnosti tekača. Kljub temu so težnje sodobnega treninga šprinterjev usmerjene prav v povečanje frekvence.

Namen pričujoče študije je bil dvojen. Prvič, preizkusiti inštrumentarij za ugotavljanje objektivnih fizikalnih parametrov dinamike hitrosti v startni akceleraciji. In drugič, ugotoviti, kateri parametri vplivajo na individualne razlike med testiranimi subjekti.

CILJI RAZISKAVE

Na osnovi predmeta in problema raziskovanja je mogoče opredeliti naslednje cilje:

1. Preizkusiti delovanje merilne verige.
2. Ugotoviti parametre startne akcije in startne akceleracije.
3. Ugotoviti tiste dejavnike, ki vplivajo na individualne razlike v startni akceleraciji.

METODE DELA

V vzorec merjencev je bilo zajetih 11 atletov – mlajših mladincev, ki so bili člani atletskega kluba IBL Olimpija in atletskega kluba ŽAK Ljubljana.

Vzorec spremenljivk

Spremenljivke startne akcije

- latentni reakcijski čas
- čas maksimalnega pritiska na startni blok
- odmik s startnih blokov
- maksimalni pritisk na startni blok
- indeks pritiska na startni blok

Spremenljivke startne akceleracije

- dolžina startne akceleracije
- čas
- trenutek maksimalne hitrosti
- povprečna hitrost
- maksimalni pospešek
- povprečni pospešek
- segmenti 1 – 5 – 10 – 15 – 20 – 25 – 30 M:
- čas
- povprečna hitrost
- povprečni pospešek

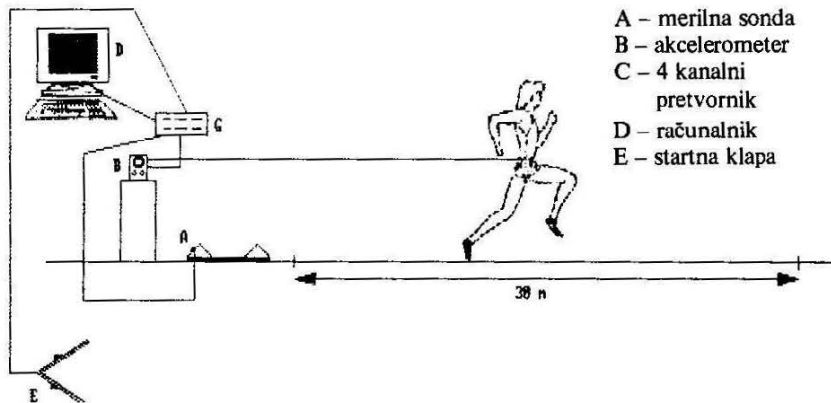
Opis merilnega instrumentarija in tehnologije meritev

Merilni instrumentarij sestavljajo (skica 1):

- startna klapa
- startni blok s sondo za merjenje sile
- akcelerometer
- štirikanalni ADC pretvornik
- IBM PC računalnik

Merilni instrumentarij oziroma njegove posamezne komponente so razvili sodelavci Fakultete za naravoslovje in tehnologijo – oddelek montanistika. Startno klapo, startni blok s sondo za merjenje pritiska in akcelerometer je

* hitrostni potencial sestavljajo: moč – hitrost – koordinacija (po J. Šturmu)

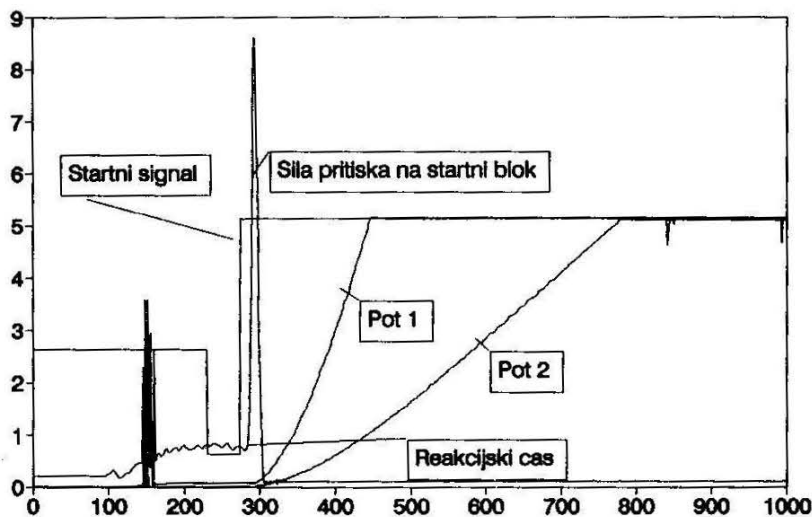


Skica 1: Merilni instrumentarij za merjenje stratne akceleracije

Velikosti reakcijskih časov so v skladu z rezultati nekaterih podobnih raziskav na vrhunskih šprinterjih (Zaciorskij 1975, Ozolin 1980, 1985, Joch 1990) in znašajo od 0.07 do 0.13 sekunde. Pri normalni populaciji subjektov se gibljejo latentni reakcijski časi na zvočni signal od 0.17 do 0.27 sekunde. Sicer pa lahko ugotovimo, da ima reakcijski čas manjšo informativno vrednost glede diferenciacije subjektov. Študije so pokazale, da je v večini primerov tudi v zelo nizki korelaciji z rezultati sprinta. Gre torej za zelo avtonomno sposobnost, ki je odvisna predvsem od funkcioniranja centralnega živčnega sistema.

Drugi del štartne reakcije (motorični reakcijski čas) je odgovor nevro-mišičnega sistema. Izraža se v času in velikosti sile odriava s startnih blokov. Silo, s katero tekač pritiska na startni blok, je registrirala sonda, ki je bila povezana z ADC pretvornikom (fotografije 1, 2).

Saso



Skica 2: Grafični prikaz parametrov startne akceleracije

razvil ing. Milan Terčelj, programsko opremo pa ing. Ivan Bizjak in ing. Peter Fajfar.

Merski postopek temelji na hitrosti in dolžini potegnjenih vrvice (dolžine 50 m), ki jo ima tekač pripeto okoli pasu. Merilec poti (akcelerometer) daje izhodni nizkonapetostni signal, ki gre v ADC pretvornik. Izhod iz ADC pretvornika je digitalni signal, ki gre dalje v računalniško enoto, kjer se podatki shranijo na datoteki. Z ADC pretvornikom sta na istem principu povezana startna klapa in startni blok z merilno sondo. Program za izračunavanje parametrov startne akceleracije (integralno

verzijo je mogoče dobiti pri avtorju) temelji na funkcijski aproksimaciji posameznih točk (»zlepkov« – splines).

REZULTATI IN INTERPRETACIJA

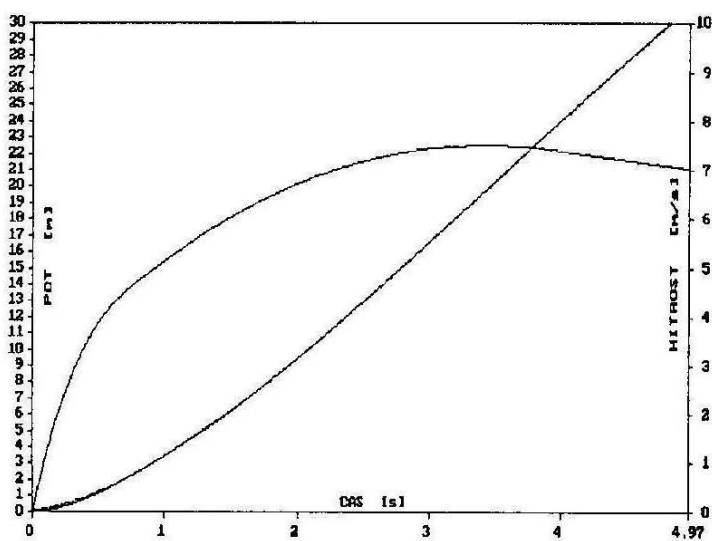
Glede na rezultate preglednice 1 lahko ugotovimo, da je povprečni latentni reakcijski čas tekačev 0.11 sekunde, pri čemer je razlika med najdaljšim in najkrajšim časom 0.06 sekunde. Latentni reakcijski čas je bil definiran na prvem kanalu in pomeni časovni interval od sprožitve kontakta na startni klapi (startni pištoli) do trenutka začetnega pritiska na startni blok (skica 2).

Motorični reakcijski čas dejansko pomeni časovni interval od začetka delovanja na startni blok pa do trenutka, ko stopalo tekača zapusti le-tega. Kako hitro bo izvedel to akcijo in kako veliko silo bo ob tem razvil, je odvisno od nevro-mišičnih mehanizmov. Odziv od startnih blokov je tipična motorična situacija, kjer se postavljajo zahteve po koncentričnem mišičnem naprežanju. Gre za tip hitre moči s trenutno maksimalno angažiranostjo nevro-mišičnega sistema. Cilj takšnega delovanja je dati telesu kar največji sunek sile. Čas maksimalnega pritiska na startni blok subjektov ne diferencira zelo izrazito. Povprečna vrednost parametrov znaša 0.23 sekunde. Večjo razlikovalno moč ima celotni čas delovanja na startni blok. Poleg časa je zelo pomemben parameter maksimalni pritisk na startni blok. Da dobimo realnejšo sliko, je treba te rezultate relativizirati glede na telesno težo. Relativni pritisk pri tekaču A znaša 0.89, pri tekaču B 0.97, pri tekaču C 0.90 in pri tekaču D 0.87. Najučinkovitejši odziv od startnega bloka ima tako tekač B, le-ta ima najkrajši motorični reakcijski čas in ustvarja največji relativni pritisk na blok.

Individualne razlike v učinkovitosti izvedbe nizkega starta tako nastanejo zaradi različnega motoričnega reakcijskega časa in relativne sile pritiska na startni blok. Latentni reakcijski čas je pri tekačih dokaj izenačen.

Preglednica 1: Parametri startne akceleracije

| PARAMETRI | TEKMOVALEC | | | | |
|--|------------|-------|------|-------|-------|
| | A | B | C | D | X |
| LATENTNI REAKCIJSKI ČAS (sek.) | 0.07 | 0.13 | 0.13 | 0.11 | 0.11 |
| MAKS. PRITISK NA BLOK (sek.) | 0.21 | 0.22 | 0.22 | 0.28 | 0.23 |
| ODMIK S START. BLOKA (sek.) | 0.31 | 0.24 | 0.28 | 0.34 | 0.29 |
| MAKS. PRITISK NA BLOK (N) | 780 | 870 | 7.70 | 7.50 | 7.92 |
| RAZDALJA (m) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| ČAS (sek.) | 4.82 | 5.00 | 5.24 | 5.26 | 5.08 |
| NAJVEČJA HITROST (m/s) | 7.51 | 7.38 | 7.36 | 6.99 | 7.31 |
| TRENUTEK MAKS. HITROSTI (sek.) | 3.43 | 4.26 | 4.31 | 5.14 | 4.28 |
| POVPREČNA HITROST (m/s) | 6.22 | 6.00 | 5.72 | 5.70 | 5.91 |
| POSPEŠEK (m/s ²) | 12.51 | 11.23 | 9.71 | 11.06 | 11.13 |
| ČAS 1M (sek.) | 0.46 | 0.50 | 0.63 | 0.50 | 0.52 |
| POVPREČNI POSPEŠEK 1M (m/s ²) | 8.02 | 6.85 | 4.52 | 6.68 | 6.51 |
| POVPREČNA HITROST 1M (m/s) | 2.16 | 2.02 | 1.58 | 2.00 | 1.94 |
| ČAS 5M (sek.) | 1.29 | 1.38 | 1.58 | 1.43 | 1.42 |
| POVPREČNA HITROST 5M (m/s) | 3.88 | 3.61 | 3.16 | 3.51 | 3.54 |
| POVPREČNI POSPEŠEK 5M (m/s ²) | 4.41 | 3.96 | 3.40 | 3.59 | 3.84 |
| ČAS 10M (sek.) | 2.08 | 2.20 | 2.41 | 2.31 | 2.25 |
| POVPREČNA HITROST 10M (m/s) | 4.80 | 4.54 | 4.15 | 4.34 | 4.46 |
| POVPREČNI POSPEŠEK 10M (m/s ²) | 3.27 | 2.99 | 2.75 | 2.67 | 2.92 |
| ČAS 15M (sek.) | 2.79 | 2.93 | 3.13 | 3.08 | 2.98 |
| POVPREČNA HITROST 15M (m/s) | 5.38 | 5.11 | 4.80 | 4.86 | 5.03 |
| POVPREČNI POSPEŠEK 15M (m/s ²) | 2.64 | 2.41 | 2.32 | 2.15 | 2.38 |
| ČAS 20M (sek.) | 3.46 | 3.63 | 3.81 | 3.82 | 3.68 |
| POVPREČNA HITROST 20M (m/s) | 5.79 | 5.51 | 5.25 | 5.23 | 5.44 |
| POVPREČNI POSPEŠEK 20M (m/s ²) | 2.17 | 1.99 | 1.93 | 1.80 | 1.97 |
| ČAS 25M (sek.) | 4.13 | 4.31 | 4.49 | 4.54 | 4.36 |
| POVPREČNA HITROST 25M (m/s) | 6.05 | 5.80 | 5.57 | 5.50 | 5.73 |
| POVPREČNI POSPEŠEK 25M (m/s ²) | 1.78 | 1.71 | 1.63 | 1.54 | 1.66 |
| HITROST v 1. sek. (m/s) | 3.28 | 3.03 | 2.14 | 2.98 | 2.85 |
| POVP. POSP. V 1. sek. (m/s ²) | 5.42 | 4.66 | 4.06 | 4.38 | 4.63 |
| HITROST V 2. sek. (m/s) | 4.80 | 4.39 | 3.81 | 4.20 | 4.30 |
| POVP. POSP. V 2. ek. (m/s ²) | 3.27 | 3.13 | 2.95 | 2.81 | 3.04 |
| HITROST V 3. sek. (m/s) | 5.56 | 5.20 | 4.80 | 4.86 | 5.10 |
| POVP. POSP. V 3. sek. (m/s ²) | 2.44 | 2.31 | 2.32 | 2.15 | 2.30 |
| HITROST V 4. sek. (m/s) | 6.05 | 5.69 | 5.25 | 5.23 | 5.55 |
| POVP. POSP. V 4. sek. (m/s ²) | 1.78 | 1.82 | 1.93 | 1.80 | 1.83 |



Skica 3: Diagram hitrosti in poti v startni akceleraciji

Z odzivom od startnih blokov je v neposredni povezanosti maksimalni startni pospešek v prvem koraku. Ta odvisnost je najbolj izrazita pri tekačih A in B. Maksimalni pospešek pri tekaču A je 12,5 m/s², pri tekaču C pa le 9.71 m/s². (Preglednica 2)

Najbolj strmo krivuljo naraščanja hitrosti v prvih 10 metrih ima tekač A, kar je razvidno iz povprečnih pospeškov. V prvem metru realizira 28,7% maksimalne hitrosti, v prvih 5 metrih 51.6%, od 5. – 10. metra 63.9%, od 10. – 15. metra 71.6%, od 15. – 20. metra 77.0% in od 20. – 25. metra 80.5% svoje maksimalne hitrosti. (Skica 3)

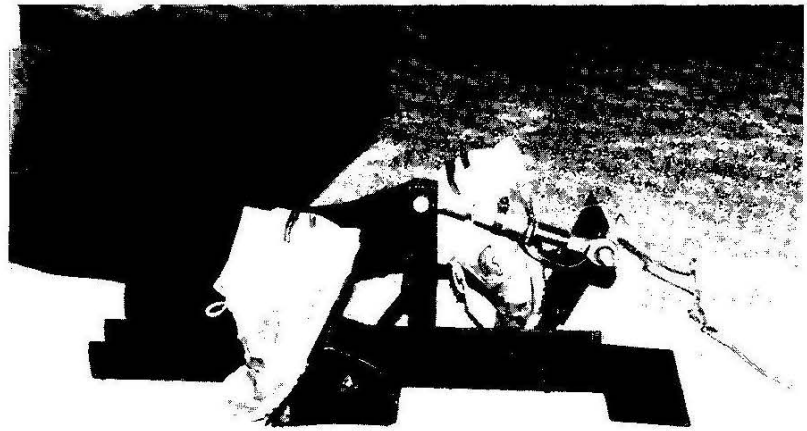
Sicer pa tekači v prvih 5 metrih v povprečju razvijejo 48,4%, od 5. – 10. metra 61.0% od 10. – 15. metra 68.8% od 15. – 20. metra 74.4% in od 20.–25. metra 78.3% svoje maksimalne hitrosti.

Eden od kriterijev gradienta startne akceleracije je realizacija hitrosti v točno definiranih časovnih točkah. Te točke so hitrost v prvi, drugi, tretji in četrti sekundi.

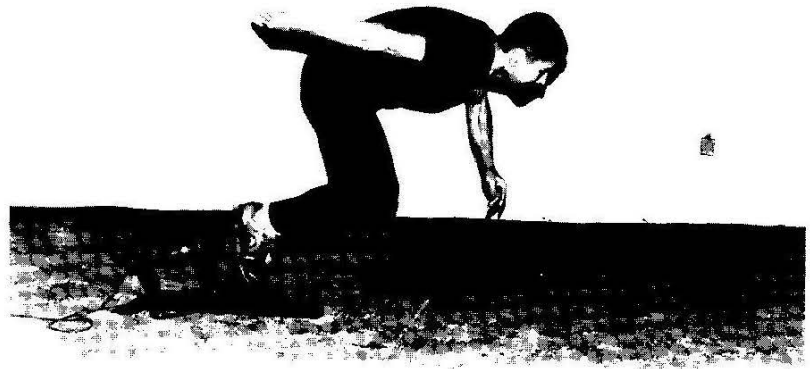
V prvi sekundi tekači razvijejo v povprečju 38.9%, v drugi 58,8%, v tretji 69.7% in v četrti sekundi 75.9% maksimalne hitrosti. Najhitrejši tekač je razvil v prvi sekundi 43.6%, v drugi 63.9%, v tretji 75.2% in v četrti 80,5% maksimalne hitrosti. Tekmovalec C, ki je dosegel najslabši rezultat pri teku na 30 metrov, ima naslednjo realizacijo hitrosti v posameznih časovnih točkah. V prvi sekundi je realiziral 42% v drugi 60% v tretji 69.5% in v četrti 75.1% maksimalne hitrosti.

Ključni dejavnik učinkovite startne akceleracije je realizacija hitrosti v prvi in drugi sekundi. Tukaj so odstopanja slabših tekačev največja. Stopnjevanje hitrosti šprinta je tesno povezano s centralno regulacijo gibanja v pogojih maksimalne ekscitacije. Kljub temu, da je pri teku prisotna visoka stopnja standardizacije gibanja, pa nastopajo velike razlike v racionalnosti izvedbe tehnike tega gibanja. Večji kot sta sila in hitrost, vloženi v gibanje, tem večje je odstopanje od racionalnega modela izvedbe tehnike. Čim večja je energetska komponenta gibanja, tem bolj upada njena koordiniranost in zmožnost kontrole. To je še posebej izrazito v fazi startne akceleracije, kjer tekač teče v specifičnih pogojih večjega naklona in spreminjajoče se frekvence in dolžine korakov.

Spreminjanje hitrosti v startni akceleraciji se manifestira na dveh ravneh; na makro in mikro ravni. Makro raven se nanaša na dinamiko hitrosti v posameznih segmentih ali v časovnih točkah, mikro raven pa na spremembo hitrosti centralnega težišča tekača v vsakem posameznem koraku. Merimo jo lahko z akcelerometrom glede na hitrost potega vrvice, ki jo »vleče« tekač. Na osnovi meritev ugotavljamo, da je hitrost skupnega težišča tekača manjša v prvem delu koraka (faza sprednjega opiranja), povečuje pa se v drugem propulzivnem delu (faza zadnjega opiranja). Hitrost znotraj tekaških korakov »valovi«, pri čemer je to valovanje v neposredni povezavi s tehniko koraka. V prvih desetih korakih startne akceleracije je hitrost retropulzivnega dela koraka za 5 – 7% manjša kot v propulzivnem delu. Da bi bila izguba hitrosti v prvem delu čim manjša, mora tekač postavljati stopala čim bližje projekciji težišča telesa tako, da ustvarja pogoje za učinkovit odziv in veliko kotno hitrost zamašne noge.



Fotografija 1: Startni blok s sondo za merjenje sile pritiska



Fotografija 2: Startna akcija

LITERATURA

1. Ballreich, R., A. Kuhlow: Biomechanik der Leichtathletik. – Stuttgart: Enke, 1986
2. Bauersfeld, K., G. Schroter: Grundlagen der Leichtathletik. – Berlin: Sportverlag, 1980
3. Boldirev, V., D. Nazmanov: Ekonomizacija dvigatel'nyh funkcij v sprinte. – Teor. prakt. fiz. kul't. (1989) 1, 62–64
4. Dolan, J.: What is proper sprinting form? – Schol. Coach 58 (1989) 6, 28–113
5. Hoskisson J., L. Korchemny: TAC junior sprint project stride evaluation. – Track technique 1 (1991) 1, 3691–3699
6. Joch, W., R. Hasenberg: Ueber den Zusammenhang zwischen Startreaktionszeit und Sprintleistung. – Leistungssport 20 (1990) 1, 36–39
7. Ozolin, E.: Sprinterskij beg. – Moskva: Fizk. i sport, 1986



Fotografija 3: Akcelerometer z ADC pretvornikom

| Pot | Čas | Končna hitrost | Povpr. hitrost | Povpr. * posp. * | Pot | Čas | Povpr. hitrost | Povpr. posp. |
|------|------|----------------|----------------|------------------|-------|------|----------------|--------------|
| (m) | (s) | (m/s) | (m/s) | (m/s**2) * | (m) | (s) | (m/s) | (m/s**2) |
| 0-1 | 0.46 | 3.70 | 2.16 | 8.02 * | 0-1 | 0.46 | 2.16 | 8.02 |
| 0-2 | 0.70 | 4.51 | 2.84 | 6.41 * | 1-2 | 0.24 | 4.15 | 3.33 |
| 0-3 | 0.91 | 4.95 | 3.28 | 5.42 * | 2-3 | 0.21 | 4.74 | 2.11 |
| 0-4 | 1.11 | 5.34 | 3.61 | 4.82 * | 3-4 | 0.19 | 5.15 | 2.01 |
| 0-5 | 1.29 | 5.68 | 3.88 | 4.41 * | 4-5 | 0.18 | 5.52 | 1.88 |
| 0-6 | 1.46 | 5.98 | 4.11 | 4.09 * | 5-6 | 0.17 | 5.81 | 1.70 |
| 0-7 | 1.63 | 6.23 | 4.31 | 3.83 * | 6-7 | 0.16 | 6.10 | 1.54 |
| 0-8 | 1.78 | 6.45 | 4.49 | 3.62 * | 7-8 | 0.16 | 6.38 | 1.39 |
| 0-9 | 1.94 | 6.64 | 4.65 | 3.43 * | 8-9 | 0.15 | 6.54 | 1.26 |
| 0-10 | 2.08 | 6.81 | 4.80 | 3.27 * | 9-10 | 0.15 | 6.71 | 1.12 |
| 0-11 | 2.23 | 6.95 | 4.93 | 3.12 * | 10-11 | 0.15 | 6.90 | 0.99 |
| 0-12 | 2.37 | 7.08 | 5.06 | 2.98 * | 11-12 | 0.14 | 6.99 | 0.87 |
| 0-13 | 2.51 | 7.18 | 5.18 | 2.86 * | 12-13 | 0.14 | 7.14 | 0.76 |
| 0-14 | 2.65 | 7.27 | 5.28 | 2.74 * | 13-14 | 0.14 | 7.25 | 0.65 |
| 0-15 | 2.79 | 7.35 | 5.38 | 2.64 * | 14-15 | 0.14 | 7.30 | 0.55 |
| 0-16 | 2.92 | 7.41 | 5.48 | 2.54 * | 15-16 | 0.14 | 7.41 | 0.44 |
| 0-17 | 3.06 | 7.45 | 5.56 | 2.44 * | 16-17 | 0.14 | 7.41 | 0.34 |
| 0-18 | 3.19 | 7.48 | 5.64 | 2.35 * | 17-18 | 0.13 | 7.46 | 0.23 |
| 0-19 | 3.32 | 7.50 | 5.72 | 2.26 * | 18-19 | 0.13 | 7.52 | 0.13 |
| 0-20 | 3.46 | 7.51 | 5.79 | 2.17 * | 19-20 | 0.13 | 7.52 | 0.03 |
| 0-21 | 3.59 | 7.50 | 5.85 | 2.09 * | 20-21 | 0.13 | 7.46 | -0.07 |
| 0-22 | 3.72 | 7.47 | 5.91 | 2.01 * | 21-22 | 0.13 | 7.52 | -0.17 |
| 0-23 | 3.86 | 7.44 | 5.96 | 1.93 * | 22-23 | 0.13 | 7.46 | -0.27 |
| 0-24 | 3.99 | 7.39 | 6.01 | 1.85 * | 23-24 | 0.14 | 7.41 | -0.36 |
| 0-25 | 4.13 | 7.34 | 6.05 | 1.78 * | 24-25 | 0.14 | 7.35 | -0.37 |
| 0-26 | 4.27 | 7.29 | 6.09 | 1.71 * | 25-26 | 0.14 | 7.30 | -0.37 |
| 0-27 | 4.40 | 7.24 | 6.13 | 1.64 * | 26-27 | 0.14 | 7.30 | -0.37 |
| 0-28 | 4.54 | 7.19 | 6.16 | 1.58 * | 27-28 | 0.14 | 7.19 | -0.37 |
| 0-29 | 4.68 | 7.14 | 6.19 | 1.52 * | 28-29 | 0.14 | 7.14 | -0.37 |
| 0-30 | 4.82 | 7.08 | 6.22 | 1.47 * | 29-30 | 0.14 | 7.14 | -0.37 |

| Opis meritve | Meritev teka |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Kraj meritve | Ljubljana – Stadion Šiška |
| Merjena oseba | Dejan Klobučar |
| Datum meritve | 18. 11. 1991 |
| Začetek meritve pri | 0.00 m |
| Merjena pot | 30.00 m |
| Čas meritve | 4.82 s |
| Največja hitrost | 7.51 m/s |
| Trenutek največje hitrosti | 3.43 s |
| Povprečna hitrost | 6.22 m/s |
| Največji pospešek | 12.51 m/s**2 |
| Trenutek največjega pospeška | 0.00 s |
| Čas: strel – začetni pritisk na blok | 0.07 s |
| Čas: strel – prvi premik težišča | 0.31 s |
| Čas: strel – največji pritisk na blok | 0.21 s |

Preglednica 2: Protokol meritev startne akceleracije

ZAKLJUČEK

Za ugotavljanje zakonitosti startne akceleracije je bil uporabljen merilni instrumentarij, katerega glavni del je AKCELEROMETER. Gre za inovacijo v merilni tehnologiji proučevanja zakonitosti razvoja šprinterske hitrosti. Kot kriterij startne akceleracije je bil uporabljen test na 30 metrov z nizkim startom.

Individualne razlike v učinkovitosti izvedbe nizkega starta nastajajo zaradi različnega motoričnega reakcijskega časa in velikosti relativne sile pritiska na startni blok. V latentnem reakcijskem času se tekači ne razlikujejo bistveno.

Parametri startne akcije kažejo dokaj majhno povezanost s parametri startne akceleracije. Učinkovitost startne akceleracije je odvisna od strmine krivulje hitrosti v segmentu od petega do petnajstega metra.

CONCLUSION

A new measurement instrument, of which the ACCELEROMETER is the main part, was used to find the characteristics of start acceleration. This is an innovation in the measurement technology for studying sprint velocity growth. The block-start 30m run was used as the start acceleration criterion.

Individual differences in the efficiency of the execution of the block-start appear because of different motor reaction times and the magnitude of the relative force of pressure on the starting block. The runners do not differ significantly in latent reaction time.

The parameters of the start action show a relatively small correlation with the parameters of start acceleration. The efficiency of the start acceleration depends on the gradient of the velocity curve in the 5m to 15m segment.