

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKA NALOGA

URŠKA HORVAT

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje
Atletika



TEK Z NAJVEČJO HITROSTJO PO RAZLIČNIH NAKLONINAH

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR:

prof. dr. Milan Čoh

RECENZENTKA:

izr. prof.dr. Branko Škof

KONZULTANT:

asist. dr. Katja Tomažin

Avtorica dela
HORVAT URŠKA

Ljubljana, 2008

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Milanu Čohu za vsestransko pomoč in podporo pri izdelavi diplomskega dela in pri opravljanju študijskih obveznosti, kakor tudi asistentki dr. Katji Tomažin za vsa koristna navodila, usmerjanje in ves trud, ki ga je vložila v pomoč pri nastajanju moje diplomske naloge.

Posebna zahvala je namenjena moji družini in fantu za spodbudo, prav tako sestrični Mirjam, ki mi je pomagala pri oblikovanju ter ponudila strokovno pomoč.

V stiski spoznaš, da na svetu nisi sam. Jaz imam veliko srečo, saj me obkrožajo čudoviti ljudje, ki so mi v najtežjih trenutkih bili pripravljeni pomagati.

Ključne besede: atletika, šprint, tek po klancu navzgor, tek po klancu navzdol, tek brez naklonine.

TEK Z NAJVEČJO HITROSTJO PO RAZLIČNIH NAKLONINAH

Urška Horvat

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2007

Športno treniranje, Atletika

IZVLEČEK

V diplomskem delu smo s pomočjo merilne verige Opto jump testirali devet slovenskih šprinterjev v teku z največjo hitrostjo po različnih nakloninah. Naklon klanca je bil $3,7^\circ$. Primerjali smo nekatere dinamične spremenljivke teka po klancu navzgor, teka po klancu navzdol in teka brez naklonine. Rezultati so pokazali, da naklon $3,7^\circ$ vpliva na spremembo hitrosti, dolžine koraka, oporne faze in faze leta. Frekvenca koraka se ni spremenila. Tek po klancu navzdol ni povečal hitrosti v primerjavi s tekom brez naklonine. V primerjavi s podobnimi tujimi študijami so naši rezultati pokazali kar visoko primerljivost.

Uporaba te metode treninga v procesu treniranja pa mora biti zelo natančno načrtovana in uporabljena v specialnem treningu, ko imajo atleti že avtomatizirano gibanje.

Keywords: Athletics, sprint, uphill running, downhill running, running on flat platform.

SPRINT WITH THE HIGHEST RUNNING SPEED ON SLOPING SURFACES

Urška Horvat

University of Ljubljana, Faculty of Sports, 2007

Sports Training, Athletics

ABSTRACT

In the diploma thesis we tested nine Slovene sprinters with the assistance of Opto jump measuring system at their highest running speed on inclined surfaces. The incline of the slope was $3,7^\circ$. We compared some of the dynamic variables of the uphill running, downhill running and running on flat platform. The results have shown that running on $3,7^\circ$ slope affects the change in speed, stride length, contact phase and flight phase. The stride frequency did not change. Downhill running did not increase the speed in comparison to the running on flat platform. Our results showed high degree of comparability with similar foreign studies.

The use of this training method in the process of training has to be carefully planned and used in specialized training with the athletes who have already obtained automated movement.

1. UVOD.....	7
2. PREDMET IN PROBLEM.....	8
2.1 ŠPRINT	9
2.1.1 Nizki štart	9
2.1.2 Štartni pospešek	10
2.1.3 Faza tranzicije štartne akceleracije v fazo največje hitrosti	11
2.1.4 Faza največje hitrosti	11
2.1.5 Faza vzdrževanja največje hitrosti	12
2.1.6 Finiš	13
2.2 TEHNIKA TEKA V NAJVEČJI HITROSTI.....	14
2.2.1 Oporna faza	15
2.2.2 Faza leta	17
2.3 TRENING HITROSTI.....	22
2.3.1 Tek po klancu navzgor	23
2.3.2 Tek po klancu navzdol	24
3. CILJI PROUČEVANJA.....	25
4. HIPOTEZE	27
5. METODE DELA.....	28
5.1 OPIS EKSPERIMENTA	28
5.2 VZOREC MERJENCEV.....	29
5.3 VZOREC SPREMENLJIVK	30
5.4 NAČIN ZBIRANJA PODATKOV	32
6. REZULTATI IN RAZPRAVA.....	34
6.1 ANALIZA SPREMENB NAJVEČJE HITROSTI PO RAZLIČNIH NAKLONINAH	34
6.2 ANALIZA FREKVENCE IN DOLŽINE KORAKA V TEKU Z NAJVEČJO HITROSTJO	36
6.3 ANALIZA OPORNE FAZE IN LETNE FAZE KORAKOV V TEKU Z NAJVEČJO HITROSTJO PO RAZLIČNIH NAKLONINAH	40
7. ZAKLJUČEK	45
8. LITERATURA.....	47

1. UVOD

Atletiki ne pripada zaman naslov kraljice športa, saj se zahtevnost in pestrost atletskih disciplin ne more primerjati z ostalimi. Prav tako je tudi sestavni del vsake športne panoge, hkrati pa jo sestavljajo najbolj naravne oblike gibanj, kot so hoja, meti, skoki in teki.

Tek je osnova športa nasploh in osnovna disciplina atletike. Teke delimo na: tek na kratke proge, tek na srednje proge, tek na dolge proge in tek na ultra dolge proge. Nas bo zanimal predvsem tek na kratke proge oziroma šprint. K tej disciplini uvrščamo vse teke do 400 metrov. Šprint je tek, pri katerem se gibamo z največjo možno hitrostjo. V atletiki je ena od glavnih in najbolj atraktivnih disciplin in je odvisna od številnih biomehanskih dejavnikov. Dinamika šprinterskega teka se spreminja v posameznih fazah in končni rezultat je posledica povezanosti le-teh. Najbolj pomembna faza zraven štartnega pospeška je tek z največjo hitrostjo, ki je funkcija dolžine in frekvence koraka. To pomeni, da lahko zvišamo eno ali obe omenjeni spremenljivki, med njima pa moramo najti optimalno razmerje in ne umetno spreminjati ene ali druge, kot da bi bili neodvisni (Young, 2007).

Ker je tek z največjo hitrostjo v osnovi serija skokov v horizontalni smeri, se postavlja zahteva po razvijanju čim večje sile na podlago in njeno delovanje naj bi bilo čim bolj kontinuirano. To pa lahko dosežemo le s čim pogostejšimi dotiki stopala s podlago, kar pomeni, da je frekvenca koraka izredno pomemben parameter. Kot smo že omenili, pa mora biti optimalno usklajena z dolžino koraka, ki pa je v največji meri odvisna od silovitosti odriva.

Sila, s katero tekač deluje na podlago, torej v največji meri določa hitrost teka. Da bi tekač zvišal hitrost teka, mora povečati silo, pri kateri sta pomembna tako velikost kot smer. Šprinter naj bi tako poskušal čim bolj zmanjšati horizontalne zaviralne sile in čim bolj povečati vertikalne odrivne sile (Young, 2007). S tem vplivamo na spreminjanje in optimiziranje osnovne strukture dvojnega tekaškega koraka, v katerem se izmenjujeta faza opore in faza leta.

Na dolžino koraka v veliki meri vpliva trajanje faze leta, medtem ko je frekvenca zelo povezana in odvisna od trajanja oporne faze. Za učinkovito gibanje in dober rezultat mora biti oporni čas čim krajši in faza leta čim daljša (Čoh, 2002).

Pri razvijanju hitrosti se moramo tej specifikki približati. Srečujemo se z različnimi metodami za razvoj teh dejavnikov in ena izmed zelo uporabljenih metod treninga je tudi tek po klancu navzgor in tek po klancu navzdol z največjo hitrostjo. Zelo malo oprijemljivih dokazov je o tem, kaj se dejansko dogaja pri teku po različnih nakloninah in na katere parametre vplivamo. Ker moramo stremeti k cilju, da je naše gibanje tehnično dovršeno, je pomembno, da se pri teku po različnih nakloninah ne oddaljujemo od našega optimalnega modela. Zanimalo nas bo, kako se spreminja dolžina in frekvenca koraka, čas opore in faza leta pri teku z največjo hitrostjo, pri katerem bo naše gibanje izvedeno v nestandardnih pogojih, kot je tek po različnih nakloninah. Ali bomo s tem prispevali k izboljšanju hitrosti teka in bo naše gibanje ostalo optimalno ali to pomeni, da se bomo oddaljili od specifikke in bo to prispevalo k porušenju koordinaciji.

V diplomski nalogi bomo poskušali ugotoviti, ali se lahko približamo tej specifikki, če spremenimo frekvenco, dolžino koraka in kontaktni čas. Zanimalo nas bo, kaj se s temi parametri zgodi pri teku po klancu navzgor in navzdol po naklonini $3,7^\circ$ in dobljeno primerjali še s tekom po ravnini.

2. PREDMET IN PROBLEM

2.1 ŠPRINT

Šprinterski tek je monostrukturno ciklično gibanje, odvisno od biomehanskih dejavnikov in njihove medsebojne povezanosti. Dinamika šprinterske hitrosti se spreminja v posameznih fazah teka in rezultat je posledica povezanosti teh faz. Faze v šprinterskem teku so: štart, štartna akceleracija, faza tranzicije v največjo hitrost, faza največje hitrosti, faza vzdrževanja največje hitrosti in finiš. Vsaka od teh faz spada v samostojno kategorijo šprinta in ni visoke koleracije med štartno in največjo hitrostjo ter vzdrževanjem v največji hitrosti (Čoh, 1996).



Slika1: Faze v šprinterskem teku (www.sport-forma.com/index).

2.1.1 Nizki štart

Prvo fazo predstavlja nizki štart, ki je zelo individualno pogojen in odvisen od tekmovalčevih sposobnosti in njegovih antropometričnih značilnosti. Na učinkovito izvedbo štartne akcije vplivata predvsem horizontalna štartna hitrost in štartni čas (Čoh, 1996). Delimo jo na štartno pozicijo in štartno akcijo. Izvedba nizkega štarta je pomembna predvsem zato, ker omogoči šprinterju optimalno in individualno izvedbo gibanja. Najpomembnejši parametri nizkega štarta so naslednji: optimalna postavitev

telesa glede na CTT, postavitev bloka, ki omogoča optimalne kote v gležnju in v kolenu, postavitev ustreznega začetnega položaja, izvedba sile pritiska na blok in skozi telo pod kotom približno 45 stopinj. Poznamo tri različne tipe postavitev v štartni blok: ozki, srednji in dolgi položaj, ki se razlikujejo po različni oddaljenosti sprednjega in zadnjega bloka ter glede na oddaljenost od štartne črte (Čoh, 2002).



Slika 2: Nizki štart (<http://www.criticalbench.com/sprint-technique.htm>).

2.1.2 Štartni pospešek

Ta faza predstavlja povezavo med štartom in največjo hitrostjo.

Štartni pospešek je dolg 25–30m in v tej fazi vrhunski šprinterji razvijejo 90–95 % največje hitrosti. To je sposobnost največjega pospeševanja iz mirovanja do največje hitrosti. V prvih 10 metrih razvijejo vrhunski šprinterji 50–55 %, v 20 metrih 70–80% in v 30 metrih 85–95 % svoje največje hitrosti. Pospešek je na začetku največji in nato upada. Njegova učinkovitost se meri z naraščanjem horizontalne hitrosti, tako da imajo boljši šprinterji bolj strmo krivuljo (Čoh, 2001). V štartnem pospešku pride do številnih sprememb v biomehaniki gibanja tekača. Povečata se frekvenca in dolžina koraka in hkrati se zmanjšuje tudi nagib trupa. Posledično se spremeni tudi razmerje oporno-letnih faz. V prvih šestih korakih so oporne faze daljše (120–140 milisekund) in letne faze krajše (95–100 milisekund). Ko poteka faza tranzicije štartne akceleracije v fazo največje hitrosti, se to spremeni. Ker se dolžina koraka poveča, to pomeni, da se čas faze leta podaljša in skrajša čas oporne faze.

2.1.3 Faza tranzicije štartne akceleracije v fazo največje hitrosti

V tej fazi se zaključi prenos štartnega pospeška do največje hitrosti. Ponavadi traja osem korakov (Seagrave, 1996).

Dolžina koraka se poveča. To pomeni, da se čas faze leta podaljša in skrajša čas oporne faze. Nagib trupa tekača se zmanjša (Čoh, 2002).

2.1.4 Faza največje hitrosti

Največja hitrost je odvisna od frekvence in dolžine koraka (Locatelli, 1996). Poleg štartnega pospeška je najpomembnejša šprinterska sposobnost. Šprinterji jo dosegajo med 60 in 70 metrom, šprinterke pa med 50 in 60 metrom. Zelo zahtevna naloga je spreminjanje stereotipa maksimalne hitrosti, saj gre za motorični vzorec gibanja, ki je utrjen v centralnem živčnem sistemu (Čoh, 1996). Da povečamo največjo hitrost, je potrebno povečati frekvenco ali dolžino koraka (Locatelli, 1996). Ti dve komponenti pa sta medsebojno obratno sorazmerni in ju je treba optimizirati.

Ključni dejavnik razvoja največje hitrosti je trajanje oporno-letnih faz tekaškega koraka. Ta čas je eden najbolj zanesljivih napovedovalcev uspešnosti v šprinterskem teku. Vrhunski šprinterji imajo dolg čas leta, in sicer od 120 do 140 milisekund in kratek čas oporne faze, in sicer od 90 do 100 milisekund (Čoh, 2002). Večja frekvenca je posledica kratkega opornega časa in seveda hitrejšega odriva. Raziskave so pokazale, da so razlike med šprinterji posebej očitne predvsem v frekvenci koraka, seveda pa to velja le, če tekač teče z optimalno dolgimi koraki.

Odrivna akcija pri šprinterskem teku zahteva zelo specifično razvijanje sile s kombinacijo ekscentričnega in koncentričnega mišičnega naprežanja in delež obeh komponent se spreminja znotraj samega tekaškega koraka, kot tudi glede na posamezne segmente šprinterske proge. V fazi zadnje opore je ključni dejavnik moči koncentrično mišično naprežanje. V fazi sprednje opore pa je bistvena ekscentrična mišična kontrakcija – ker je specifična odzivna akcija izredno kratek čas, obstaja tendenca, da imajo boljši šprinterji krajši odriv. Kljub krajši opori pa razvijejo večjo silo pritiska na podlago, ki znaša 2900–3200 N (Čoh, 1996).

Ekscentrična faza mora biti v tako časovno omejeni odzivni akciji čim krajša in njena povezava s koncentrično kontrakcijo čim hitrejša. Takšno mišično delovanje zagotavlja prenos elastične energije, ki se nahaja v mišicah, vezeh in kitah. Elastična energija se poleg kemične vključuje v odzivno akcijo in elastična moč je ključni element dolžine koraka in s tem ena od najpomembnejših komponent maksimalne hitrosti. Dolžino koraka zajemata dva kriterija. Prvi je razdalja dveh dotikov, drugi pa dolžina poti centralnega težišča tekača znotraj šprinterskega koraka. Znotraj šprinterskega koraka se hitrost težišča tekača spreminja. Padec horizontalne hitrosti CTT pri tekačih v tej fazi šprinterskega koraka je 2–3 %, pri slabših pa 5–6 %.

V fazi sprednje upore je ključnega pomena, kako zmanjšati zaviranje. Na to zmanjšanje vpliva: pravilna postavitev stopala na podlago, pravilen položaj stopala glede na projekcijo CTT ter nivo izkoriščanja ekscentrične komponente hitre moči.

Frekvenca je v tesni povezavi z dolžino koraka in odzivnim časom oziroma trajanjem kontaktne faze. Dejavnika visoke frekvence sta:

- kratek odzivni čas
- čas trajanja faze leta

Pri gibanju tekača vidimo, da gre za sinusoidno gibanje CTT tekača in boljši tekači imajo manjše gibanje gor–dol.

2.1.5 Faza vzdrževanja največje hitrosti

Vzdrževanje največje hitrosti je zahtevna naloga, povezana z zelo občutljivimi mehanizmi za regulacijo frekvence in dolžine koraka. Poiskati moramo optimalno razmerje teh dveh parametrov. Šprinter lahko vzdrži svojo absolutno največjo hitrost na razdalji največ 10 metrov. Ta odsek pa je znotraj segmenta proge različno lociran (Čoh, 2002). Šprinterji in šprinterke praviloma dosegajo največjo hitrost med 50. in 60. metrom. Vzdrževanje največje hitrosti je povezano z zelo občutljivimi mehanizmi za regulacijo dolžine in frekvence korakov.

2.1.6 Finiš

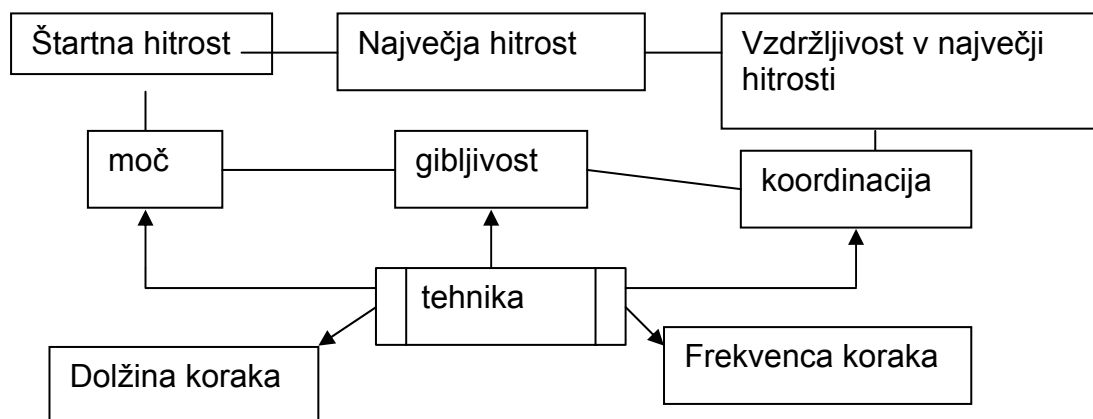
Zadnja faza šprinterskega teka je finiš. Konča se, ko tekač s prsi preide ciljno ravnino. To je faza, ki je dolga približno 20 metrov. V njej pride do padca hitrosti, zmanjša se frekvenca in podaljša dolžina koraka. Prisotna je utrujenost organizma in to povzroča motnje v koordinaciji gibanja. Sam način teka skozi cilj je pri današnjih tekmovalcih velikega pomena zaradi malih razlik in izenačenosti. Najpogosteje skozi cilj pritečejo na naslednja načina:

- s potiskanjem prsi naprej med tekom skozi cilj
- s torzijo ali zasukom trupa proti ciljni ravnini

V literaturi se nenehno srečujemo s vprašanji, kako bi optimalno izgledala krivulja dinamike šprinterske hitrosti v posameznih fazah. Končni rezultat teka je seveda skupek vseh faz. V teku na 100 metrov h končnemu rezultatu šprinta prispevajo: reakcijski čas (1 %), hitrost zaluščanja štartnih blokov (5 %), štartni pospešek (64 %), sposobnost ohranjanja največje hitrosti (18 %) in čim manjši pojemek hitrosti v finišu (12 %) (Čoh, 2002).

Saunders (2007) označuje pet bistvenih sestavin dobrega dosežka v šprintu. Sledijo si po naslednjem zaporedju: hiter odziv na zvočni signal, učinkovito zaluščanje štartnih blokov, silovito odrivanje/potiskanje do maksimalnega pospeška, ohranjanje vodoravne hitrosti, pojevanje hitrosti. Za dober uspeh v šprintu je pomembna dobra izvedba vseh prvin. Začetniki ali razvijajoči se tekači na 100 m redko dosežejo največjo možno hitrost. Dosežena je ponavadi približno na 35-45 metrih, vrhunski šprinterji pa od 50-60m.

Druga avtorja (Johnson in Buckley, 2001) sta razdelila tek na 100 metrov na tri faze. Prva faza predstavlja visoko pospeševanje v prvih 10 metrih. Druga faza predstavlja nadaljevanje pospeševanja do največje hitrosti in traja od 10-36 metrov. V zadnji fazi pa se največja hitrost ohranja med 36 in 90 metri, med 90 in 100 metri pa pride do pojemka hitrosti.



Slika 3: Povezanost največje hitrosti in tehnike.

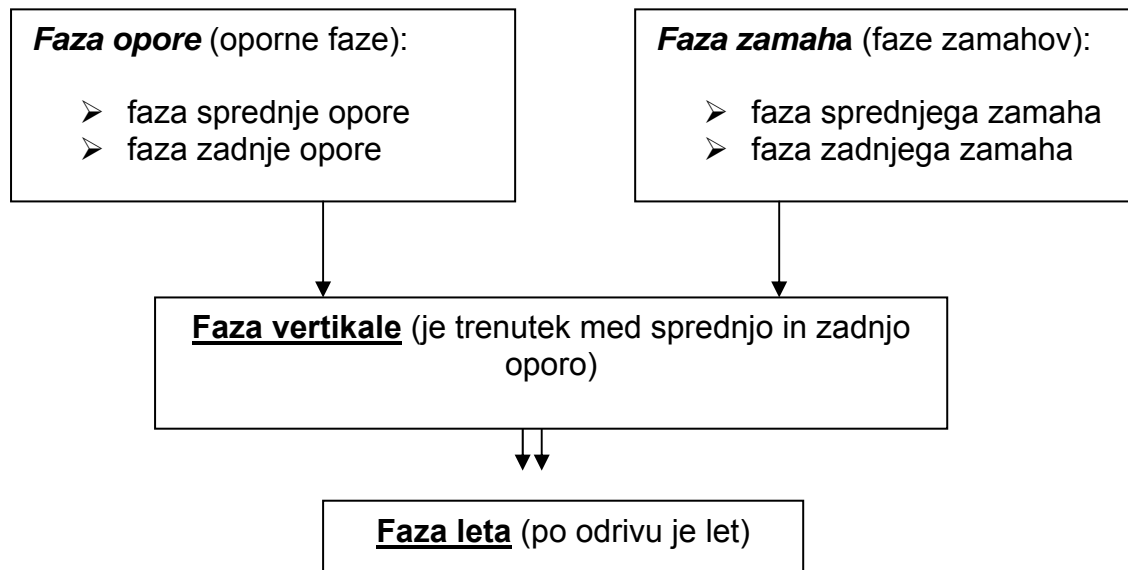
Na sliki 3 lahko vidimo, kako je največja hitrost povezana tudi s tehniko teka. V naslednjem poglavju se bomo posvetili pravilni izvedbi teka v največji hitrosti, saj slednja pomembno vpliva na rezultat.

2.2 TEHNIKA TEKA V NAJVEČJI HITROSTI

Dvojni tekaški korak je osnovna strukturna enota šprinterskega teka, ki tvori en ciklus tekaškega koraka. V njem se izmenjujeta dobi opore z eno in nato z drugo nogo ter dve dobi zamaha. Gibanje vsake noge se deli na 4 faze: doba opore na fazo sprednje opore in fazo zadnje opore, dobo zamaha pa na fazo sprednjega in na fazo zadnjega zamaha. Pri prehodu iz ene faze v drugo je mogoče identificirati štiri momente (Čoh, 2002):

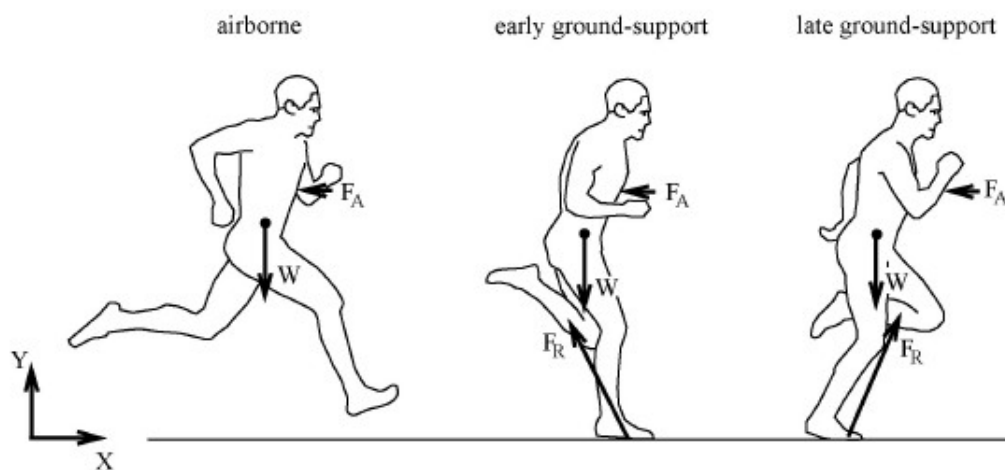
- trenutek zpuščanja podlage z odzivno nogo, ki ločuje fazo zadnje opore od faze zadnjega zamaha
- trenutek sprednjega dotika, ki ločuje fazo sprednjega zamaha od faze sprednje opore
- trenutek vertikalne oporne noge, ki ločuje fazo sprednje in zadnje opore
- trenutek vertikalne zamašne noge, ki ločuje fazi zadnjega in sprednjega zamaha

Tekaški korak delimo na fazo opore in fazo zamaha.



Slika 4 : Razdelitev tekaškega koraka (Čoh, 2002; Škof idr., 2003).

Ti dve fazi torej sestavljata tekaški korak. V vsaki od teh faz pa delujejo sile drugače. Spodnja slika nam prikazuje fazo leta ter fazo opore. Zraven so prikazane še sile, ki delujejo na tekača v posamezni fazi.



Legenda: W -sila gravitacije, F_A - sila odpora, F_R -sila reakcije podlage v sprednji in zadnji opori.

Slika 5: Prikaz faze leta in oporne faze.

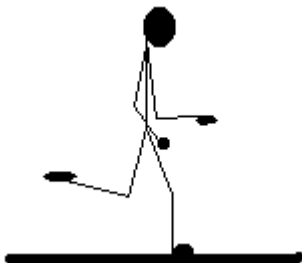
2.2.1 Oporna faza

Oporno fazo delimo na fazo zaviranja – sprednje opore in fazo pospeševanja – faza zadnje opore. Loči ju moment vertikale in pomeni ekscentrično-koncentrično mišično delovanje mišic skočnega, kolenskega in kolčnega sklepa. Predstavlja tisto fazo, v kateri se potencialna energija spreminja v kinetično (Škof, Štuhec, Čoh, 2003).

Oporna faza je sestavljena iz:

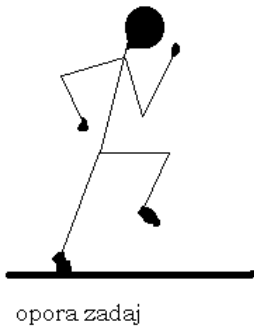
- **faze sprednje opore** – faza amortizacije (tekač pristane).

Fazo sprednje opore predstavljata spuščanje in dotik stopala zamašne noge s podlago. Stopalo je potrebno postaviti aktivno navzdol pred sebe, tako da je prvi dotik opravljen s sprednjim zunanjim delom šprintarice. Razdalja od točke dotika do točke težiščnice CTT (centralno težišče telesa) je čim krajša, da bi bila sila reakcije podlage, ki deluje v nasprotni smeri teka, čim manjša. Ta negativna komponenta deluje dokler točka centralnega težišča telesa ne pride iznad oporne točke (vertikalno); v tem času tekaču pada hitrost. Pri vrhunskih šprinterjih je razdalja 35–45 cm. Kot postavljanja odzivne noge pri vrhunskih šprinterjih znaša 65–70 stopinj, kot amortizacije v kolenskem sklepu pa 165–170 stopinj (Čoh, 2002).



Slika 6 : Faza sprednje opore.

- **Faze zadnje opore** – ekstenzija (tekač se odrine od podlage). Pomembna je velikost in smer sile, ki jo izvaja šprinter na podlago, in njena posledica je sila reakcije podlage, ki deluje v nasprotni smeri. Tekoč deluje na podlago nazaj in navzdol (poševno), zato ima sila na podlago dve komponenti: silo pritiska (vertikalna komponenta) in silo trenja (horizontalna komponenta). Na rezultat sile reakcije vplivata projekciji teh dveh (projekcija horizontalne in vertikalne komponente), na velikost komponent pa vpliva odzivni kot šprinterja. Čim ostrejši je odzivni kot, večja bo horizontalna komponenta (potisk naprej) in manjša bo vertikalna komponenta (potisk navzgor), zato mora biti odzivni kot kar se da oster.



Slika 7: Faza zadnje opore.

Na velikost kota vplivajo: sila trenja, gibljivost tekača, sila odrivnega impulza (Čoh, 2002). Osnovni pogoj za optimalni odrivni kot je razdalja od odrivališča do točke projekcije težiščnice na podlago.

Odriv pri teku je usklajena mišična kontrakcija in vpliva na razvoj sile tekača tako, da ga potiska naprej v zeleno smer. Pri tem nastane odrivna sila, ki pomeni reakcijo podlage enako velike in nasprotno usmerjene sile, ki jo povzroči mišična aktivnost in telesna masa tekača. Zato je zelo pomembna postavitev stopala, ki je na sprednji del stopala. Ta odriv je hitrejši in učinkovitejši (Škof idr., 2003). Postavljanje noge na tla s peto pomeni počasnejši odriv, manjšo vertikalno in horizontalno komponento odrivne sile in s tem nižjo hitrost teka in hkrati tudi večjo porabo energije, kar pomeni, da je naše gibanje manj ekonomično.

Čas opore mora biti pri tem čim krajši (vrhunski 85–90-mili sek). Oporne faze se skrajšujejo s hitrostjo (Čoh, 2002).

2.2.2 Faza leta

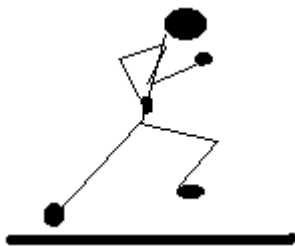
Ta faza pomembno vpliva na učinkovitost teka. Aktivnost noge v fazi zaviranja imenujemo zadnji zamah. Prednji zamah pa je aktivnost noge v odrivno–propulzivni fazi teka. V zaviralni fazi je zamašna noga edini segment, ki proizvaja silo v smeri teka. Za učinkovito delovanje sta pomembni hitrost gibanja goleni zamašne noge in pot gibanja stopala. Stopalu zamašne noge horizontalno hitrost v zaviralni fazi in fazi leta omogoči eksploziven odriv odrivne noge in sproščenost tekača. Slednja pa je pomembna, ker omogoča veliko amplitudo krčenja kolena zamašne noge, ki

priporo, da stopalo po odzivu v fazi leta v veliki hitrosti nadaljuje gibanje bližje stegnu. Tako dobimo krajši vzvod, ki omogoča visoko hitrost zamašne noge in učinkovit prehod iz zadnjega v prednji zamah. Visok položaj stopala v momentu vertikale in majhen kot v kolenu zamašne noge med oporno fazo tekalnega koraka prikazujeta učinkovitost zadnjega zamaha (Škof idr., 2003).

Fazo zamaha pa delimo na fazo sprednjega in fazo zadnjega zamaha.

- **Faza sprednjega zamaha** je sestavljena iz dveh delov.

Začne se v trenutku vertikale in se konča s prvim delom, ko koleno zamašne noge doseže najvišjo točko.



Med zamahom je obremenilni učinek (pritisk na podlago), ko pa se koleno ustavi, nastane razbremenilni efekt. Masa zamašne noge je 20 % telesne teže, zato boljša kot je blokada, večja bo kinetična energija in vztrajnost.

Slika 8: Faza sprednjega zamaha.

Ta faza pomembno vpliva na silo, ki potiska tekača naprej. Kot med obema stegnoma (ta mora biti čim večji) in kot med stegnom zamašne noge in horizontalo (ta pa mora biti čim manjši) vplivata na učinkovitost tekača. Ko se koleno zaustavi, se konča 1. faza.

V 2. delu pride do nihanja goleni v kolčnem sklepu, kar pelje do aktivnega grabljenja. Gibanje zamašne noge je kot nihalo. Energija nihanja je sestavljena iz potencialne in kinetične energije. Z gibanjem v kolenu se spreminja tudi hitrost nihanja zamašne noge (povezano s premikanjem centralnega težišča), hitrost stopala je 20 m/s, kar je dvakrat večje od hitrosti skupnega težišča.

- **Faza zadnjega zamaha** se začne v trenutku, ko stopalo odzivne noge zapusti podlago in se začne zamašna noga pomikati v smeri naprej do momenta vertikale. V tem položaju je koleno močno pokrčeno in peta je v visokem položaju.

Stegnenica se pomika v smeri teka in je povezana s kotno hitrostjo tega segmenta z osiščem v kolčnem sklepu. Čim ostrejši je kot v kolenu, tem večja bo kotna hitrost stegenice (Čoh, 2002).

Optimalna izvedba obeh faz prispeva k boljšemu rezultatu oziroma večji hitrosti teka, ker vplivata na frekvenco in dolžino koraka. Faza opore prispeva velik delež k boljši frekvenci koraka, medtem ko faza leta prispeva k večji dolžini koraka. Skrajšanje časa opore pomeni večjo frekvenco koraka, silovit odziv pa pripomore k daljšemu koraku.

Hitrost pa je produkt frekvence in dolžine koraka. Ne smemo prezreti dejstva, da je optimalno razmerje obeh potrebno, da lahko dosežemo najboljše rezultate. Ker sta v obratno sorazmernem razmerju, se ob povečanju ene zmanjša druga komponenta (Čoh,1996). Ker gre za spreminjanje motoričnega vzorca gibanja, je spreminjanje njenega stereotipa zelo zahtevna naloga. Osredotočiti se moramo predvsem na iskanje najoptimalnejšega razmerja med frekvenco in dolžino koraka, seveda z upoštevanjem morfoloških značilnosti tekača. Obeh parametrov pa se ne da razvijati naenkrat, ampak razvijamo vsak parameter posebej.

Dolžina koraka je v prvi vrsti odvisna predvsem od silovitosti odziva oziroma od sile, ki jo tekač razvije na podlago in za to so odgovorne mišice iztegovalke skočnega, kolenskega in kolčnega sklepa. Odvisna je tudi od gibljivosti kolčnega obroča in telesne višine.

Tekačeve antropometrične značilnosti so pomembne za dolžino koraka. Splošna spoznanja in dejstva so, da imajo višji posamezniki daljši korak. Italijanska šola šprinta (Locatteli, 1996) je prišla do pomembnih odkritij za določitev teoretičnih izračunov za izdelavo idealnega biomehničnega modela za posameznega atleta. Da dobimo dolžino koraka, izmerimo dolžino noge atleta in pomnožimo s koeficientom 2,4. Tako lahko izračunamo, koliko korakov bi moral atlet narediti in na podlagi opazovanja atletovega gibanja kasneje ugotovimo, katere specialne vaje bomo uporabili.

Pri povečanju hitrosti se poveča tudi dolžina koraka, ki nam kaže odziv na povečanje hitrosti teka.

Pri visokih hitrostih dolžina koraka ne narašča več vzporedno s hitrostjo, ampak doseže plato. Takrat se začne razvijati predvsem frekvenca koraka (Mero in Komi, 1992).

V osnovi je šprinterska hitrost serija skokov v horizontalni ravnini, v kateri se postavlja zahteva po razvijanju čim večje sile na podlago in njegovi čim večji kontinuiteti (Čoh, 2002). To pa lahko dosežemo le ob čim pogostejših dotikih stopala s stezo. Ob upoštevanju te biomehanične zakonitosti je torej frekvenca izredno pomemben parameter, seveda pa jo moramo uskladiti z dolžino koraka (Čoh, 2002).

Frekvenca koraka predstavlja število korakov v določenem času. Je drugi parameter in jo je najtežje spreminjati. Definirana je z genetskimi dejavniki in odvisna od regulacije delovanja centralnega živčnega sistema

Frekvenco koraka lahko izračunamo, če imamo podatke o trajanju koraka (čas faze leta + čas oporne faze) in hitrosti. Frekvenco koraka tvorita dve sestavini: čas, ko je tekač na tleh, in čas, ko je tekač v zraku. Ker so raziskave pokazale, da so vrhunski šprinterji na tleh manj časa (Alerheiligen, 2004), to pomeni, da se od tal odlepijo hitreje kot manj učinkoviti povprečni šprinterji.

Vrhunski šprinterji se odlikujejo z višjo frekvenco koraka zato, ker znajo skrajšati oporni čas.

Najhitrejši šprinterji imajo do 2,6 m dolg korak in frekvenco 5 Hz – korakov na sekundo (Young, 2007). Vir teh dveh izjemnih značilnosti v največji meri določa sila, s katero tekač deluje na podlago. Prednost uporabe te večje sile je dvojna. Ko tekač na tla deluje z večjo silo, se korak podaljša. Večji pritisk na podlago povzroči večji premik telesa tekača. Druga prednost pa je torej zvišanje frekvence koraka, zaradi skrajšanja opornega časa.

Na dolžino in frekvenco koraka vplivajo tudi položaj trupa in glave ter delo rok. Glava je podaljšek trupa in šprinter si mora predstavljati, kot da ima na vrhu glave pritrjeno vrvico, ki ga vleče navzgor. Oči so uprte naprej in spodnja čeljust sproščena.

Ves čas šprinta mora biti trup čvrst, pokončen in rahlo nagnjen naprej. Ramena naj bodo sproščena in spuščena, saj so dvignjena znak mišične napetosti (Gardinier, 2006).

Trup in glava morata med tekom ostati čim bolj mirna, brez odvečnih rotacij in gibanja na stran (Škof idr., 2003).

Gibanje rok naj bo približno do višine ramen. Dlan mora biti ves čas obrnjena navznoter proti trupu, prsti morajo biti sproščeni. Nepravilen položaj dlani v fazi zamaha omejuje njegovo silovitost in privede do velike napake. Ko roke prečkajo ravnino trupa, so dlani ob telesu v višini bokov in obrnjene navznoter. Ko gredo mimo bokov, pa moramo paziti, da ne gredo previsoko nazaj. To bi lahko privedlo do zmanjšanja pogonske sile rok in nastopila bi napetost v ramenih. Ob prenizkem položaju rok, bi bile le-te spet neučinkovite (Gardinier, 2006).

Gibanje rok mora biti sproščeno in usklajeno z akcijo nog (Škof idr., 2003).

2.3 TRENING NAJVEČJE HITROSTI

V sodobnem treningu uporabljamo različne metode za povečanje največje hitrosti: vadba maksimalne hitrosti, kontrastni trening, razvoj moči in oblikovanje biomehničnega optimalnega vzorca gibanja. Kontrastni trening temelji na lažji ali težji izvedbi gibalnega vzorca šprinta. Pri realizaciji kontrastnega treninga gre predvsem za izmenjevanje različnih vzorcev gibanja (Čoh, 1996). Uporablja sredstva, s katerimi lažje ali težje izvedemo gibanje šprinta. Nevromišični sistem se prilagaja novi situaciji. Pri tej obliki treninga uporabljamo:

- trening v oteženih okoliščinah: šprinti proti vetru, šprinti v hrib, šprinti z obtežilnim telovnikom, šprinti z vleko bremena, šprinti z odporom sistema
- trening v olajšanih okoliščinah: šprinti z vetrom, šprinti po klancu navzdol, šprinti z vleko z elastično vrvjo

Tek po klancu navzgor predstavlja trening v oteženih okoliščinah in z njim naj bi razvijali specifično vzdržljivost v hitri moči in izpopolnjevali tehniko teka (De Swardt, 2004). Tek po klancu navzdol je trening v olajšanih okoliščinah in predstavlja zelo učinkovito sredstvo za razvoj največje hitrosti, predvsem dolžine koraka (Shephard, 2007). Ali so to sredstva, s katerimi bi naj izpopolnjevali tehniko teka ali pa vpliva takšna oblika na prevelike spremembe v tehniki teka in se preveč oddaljuje od specifik. Torej moramo biti pri tej obliki treninga pozorni predvsem na tehniko, ker se ne sme bistveno razlikovati od teka po ravnem (Vittori, 1996). Tuji avtorji (Milakov in Cox, 1962; Dintiman, 1964; Allerheiligen, 1996) poročajo o velikih spremembah v mehaniki gibanja. Niso si edini v tem, katera naklonina je primerna, da ne pride do prevelikih sprememb.

Tek po naklonini, večji od $2,6^\circ$, naj bi vplival na dramatične mehanske spremembe, katerih rezultat naj bi bil neprimeren tekaški stil (Milakov in Cox, 1962). Dintiman (1964) ugotavlja, da tek po preveliki naklonini bistveno spremeni biomehaniko šprinta in zmanjša potencial prenosa tega treninga na tek po ravnem.

Tek po preveliki naklonini lahko tudi hitreje privede do poškodb in padcev zaradi izgube kontrole nad hitrostjo pri teku po klancu navzdol. Medtem drugi avtor (Allerheiligen, 1996) tudi poroča o velikih spremembah v biomehaniki teka, a šele po 7° naklonini. Takrat tekači naj ne bi imeli kontrole nad tekom, zaradi povečane

frekvence koraka nad atletovo zmožnostjo. Tako naj bi atleti pristajali na petah, kar bi pomenilo zavorno gibanje, in bi se preveč oddaljili od optimalnega vzorca gibanja. Kakšen naklon je primeren, da še vseeno ostanemo blizu optimalni tehniki in da se nam ta ne poruši v preveliki meri. Ali naklon toliko spremeni tehniko teka, da to ni več trening izboljšanja tehnike, hitrosti, frekvence in dolžine koraka in s tem posledično skrajšanje oporne faze in podaljšanje faze leta, ki bi omogočal enak vzorec teh parametrov, ko bi tekli brez naklonine in pripomogel k temu, da bi se tekačevo telo prilagodilo drugačnim učinkovitejšim vzorcem mišične aktivnosti. Bo tek po naklonini spremenil tehniko v takšni meri, da bo ta negativno vplivala na rezultat.

2.3.1 Tek po klancu navzgor

To sredstvo naj bi vključevali predvsem na začetku pripravljalnega obdobja. Gre za metodo ohranjanja hitrosti (Paradisis in Cooke, 1998).

Tehnika je drugačna, saj morajo šprinterji dvigovati kolena višje in narediti maksimalni odziv iz gležnja ter potiskati tudi s prsti na nogah.

Trening po klancu navzgor naj bi imel naslednje posledice (De Swardt, 2004):

- pomagal naj bi razvijati moč in mišično elastičnost
- izboljšal naj bi frekvenco in dolžino koraka, čeprav je frekvenca zmanjšana in dolžina skrajšana
- razvijala bi se naj koordinacija, spodbujalo bi se naj delo rok med fazo leta in stopal med fazo kontakta

Pri teku po klancu navzgor je pomembna primerna izbira naklonine in spreminjanje vseh parametrov. Manjša frekvenca koraka in krajša dolžina koraka pri teku po klancu navzgor pomenita posledično tudi manjšo hitrost. Hitrost pa se je zmanjšala različno.

V študiji (Paradises in Cook, 1998), ki je bila narejena, je bilo ugotovljeno, da je bila največja hitrost po klancu navzgor 3 % manjša od teka po ravnini. Kunz in Kaufmann (1981) sta poročala o 5,7 % zmanjšanju največje hitrosti med tekom po klancu navzgor po 1,7 ° naklonini v primerjavi s tekom po ravnem. Z zmanjšanjem hitrosti

sta se verjetno zmanjšala tudi glavna parametra le-te. Ugotovljeno je, da je tek po klancu navzgor skrajšal dolžino koraka za 5,2 % v primerjavi s tekom brez naklonine. To je bil glavni razlog upada največje hitrosti. Ne poročajo o spremembah v frekvenci koraka.

2.3.2 Tek po klancu navzdol

Tek z največjo hitrostjo po naklonini je ena od obstoječih metod treninga. Tek navzdol je bolj priljubljena pomoč pri trenažnih programih. Tek po klancu navzdol je zelo občutljiva specialna vaja, ki predstavlja skrajno sredstvo živčno-mišičnega sistema, da proizvaja še hitrejše gibanje nog. Priporočljivo je uporabljati tak način treninga za tiste atlete, ki so dovolj zreli in imajo dovolj podlage. Večje število ponovitev bo ustvarilo nove prilagoditve, ki se bodo pokazale z dvigom hitrosti (Bompa, 2001). Takšnega treninga ne uporabljamo pogosto, ampak v drugem delu specialne etape ali že med prvo serijo uvodnih tekmovanj. Takrat je atlet že pripravljen in tako zmanjšamo možnost poškodb. Pri teku navzdol naj bi poskušali povečati frekvenco koraka in ne dolžine koraka. Pozorni moramo biti na tehniko, saj se ta ne sme bistveno razlikovati od tehnike teka po ravnem. Ker se poveča frekvenca, je maksimalno delo iztegovalk opravljeno v precej krajšem času, krajša je tudi faza sprostitve mišic in zato lahko vajo delajo samo izkušeni atleti. Začetniki takih naporov ne zmorejo in podaljšujejo korake. Zaključek naj bo z iztekom po ravnem, da se atleti zaustavijo brez težav (Vittori, 1996). Ali bomo s tekom po klancu navzdol res razvijali frekvenco koraka ali se nam bo zaradi neprimerne tekaške tehnike vse porušilo in se ne bo povečala hitrost.

Kljub široki rabi teh metod je malo objektivnih dokazov, kakšne posledice imajo in kaj v resnici spreminjajo. Vprašanje je, ali se vsi ti parametri res spremenijo in prilagodijo v takšni meri, da se atlet prilagodi tudi teku brez naklonine.

Predvsem se pojavlja vprašanje, katere so objektivne kinematične in fiziološke prilagoditve, na katere vplivamo s to obliko treninga. Na tem področju je nekaj raziskav, ki poročajo, da naj bi trening po klancu navzdol izboljšal največjo hitrost; Tzourtis (1991) je poročal o povečanju največje hitrosti na 8 ° naklonini po 12-tedenski vadbi.

Steza z naklonom 2–3 ° naj bi po mnenju Bompe (2002) povečala hitrost športnikov za kar 17 % med tekom navzdol.

Tek po različnih nakloninah je povzročil različno povečanje hitrosti pri teku po klancu navzdol. A vprašanje je, če kot posledica povečane dolžine ali frekvence koraka. Milakov in Cox (1962) poudarjata, da večja naklonina od 2,6 ° ni spremenila največje hitrosti. Povečanje največje hitrosti pri teku po klancu navzdol je večinoma odvisno od povečane dolžine koraka, ki je 7,1 % večja kot pri teku po ravni podlagi in tako zavrača trditev drugega avtorja (Vittori, 1996), ki govori o povečanju frekvence koraka v teku po klancu navzdol. Do drugačnih ugotovitev so prišli Parades in Cook (1998) v svoji raziskavi, kjer so razložili povečanje hitrosti za 9,2 % z dejstvom, da med tekom po klancu navzdol sile gravitacije prispevajo k propulzivni sili. Večja naklonina in večji prispevek gravitacijske sile k propulzivni sili prispevajo k hipotetičnem povečanju največje hitrosti.

Tuji avtorji ugotavljajo zelo različne spremembe pri teku po različnih nakloninah. Enotni so si, da mora biti gibanje čim bližje teku brez naklonine. To pomeni, da se moramo približevati optimalni tehniki teka v največji hitrosti, da lahko izboljšanje dolžine in frekvence koraka prenesemo na tek brez naklonine in tako prispevamo k izboljšanju teka z največjo hitrostjo.

Problem naloge je ugotoviti, ali različni nakloni v smislu teka po klancu navzgor in navzdol res spremenijo tehniko teka v največji hitrosti in v katerih parametrih se le-ti statistično razlikujejo.

3. CILJI PROUČEVANJA

Na osnovi predmeta in problema smo v diplomski nalogi postavili te cilje:

1. Ugotoviti, ali naklon $3,7^\circ$ spremeni tehniko teka po klancu navzgor in navzdol v primerjavi s tekom po ravnem.
2. Ugotoviti, ali naklonina $3,7^\circ$ povzroči spremembe v frekvenci in dolžini koraka pri teku po klancu navzgor in navzdol v primerjavi s tekom po ravnem.
3. Ugotoviti, ali naklon $3,7^\circ$ spremeni največjo hitrost pri teku po klancu navzgor, navzdol v primerjavo s tekom brez naklonine.
4. Ugotoviti, ali naklon $3,7^\circ$ spremeni čas faze leta in oporno fazo pri teku po klancu navzgor, navzdol in brez naklonine.
6. Ugotoviti, ali se pri teku po klancu navzgor z naklonom $3,7^\circ$ podaljša faza opore šprinterskega koraka.
7. Ugotoviti, ali se pri teku po klancu navzgor z naklonom $3,7^\circ$ zmanjša dolžina koraka.

4. HIPOTEZE

H1: Tek po klancu navzgor statistično značilno spremeni dolžino koraka v največji hitrosti.

H2: Tek po klancu navzgor statistično značilno spremeni frekvenco koraka v največji hitrosti.

H3: Tek po klancu navzgor statistično značilno spremeni kontaktni čas v največji hitrosti.

H4: Tek po klancu navzgor statistično značilno zmanjša največjo hitrost.

H5: Tek po klancu navzgor statistično značilno skrajša fazo leta.

H6: Tek po klancu navzdol statistično značilno podaljša dolžino koraka v največji hitrosti.

H7: Tek po klancu navzdol statistično značilno zmanjša frekvenco koraka v največji hitrosti.

H8: Tek po klancu navzdol statistično značilno poveča kontaktni čas v največji hitrosti.

H9: Tek po klancu navzdol statistično značilno podaljša fazo leta v največji hitrosti.

H10: Tek po klancu navzdol statistično značilno poveča največjo hitrost.

5. METODE DE LA

5.1 OPIS EKSPERIMENTA

Eksperiment smo izvajali na stadionu v Celju, kjer imajo zraven atletske steze še stezo z naklonom. Merjenci so eksperiment pričeli s standardiziranim ogrevanjem, ki je trajalo 30 minut. Pet minut po ogrevanju so merjenci nadaljevali s tekom z največjo hitrostjo. Izbrali smo test za največjo hitrost – tek na 20 m z letečim štartom po klancu navzdol z naklonom $3,7^\circ$, tek po klancu navzgor z naklonom $3,7^\circ$ in tek brez naklonine. Vsak je izvedel šest poskusov (2 + 2 + 2). Na začetku so tekli dvakrat brez naklonine, potem so tekli dvakrat po klancu navzdol in na koncu dvakrat po klancu navzgor. Med vsakim poskusom so imeli 10 minut odmora. Čas odmora je bil natančno spremljan. Uporabili smo boljši čas posameznega poskusa.

Naklon klanca smo izračunali s pomočjo formule. Steza je dolga 90 metrov in je sestavljena iz dveh naklonov. Tako je razdeljena na prvi del in drugi del. Izračunali smo naklone v posameznih segmentih steze. Spodnja preglednica nam pokaže posamezne izračune, spodaj pa še lahko vidimo, kakšna je steza.

Tabela 1 : Izračun naklona steze.

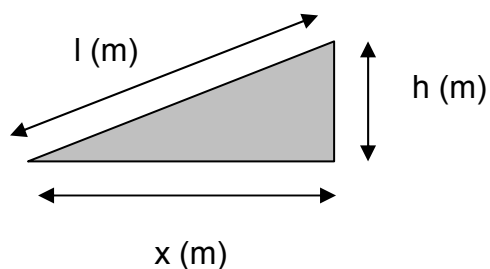
PROFIL	STACI. (m)	VIŠINA (m)	l (m)	h (m)	x (m)	naklon (°)	povprečje naklona
P1	0,00	2,35					5,46
P2	10,00	2,70	10,00	0,35	9,994	3,50	
P3	17,30	3,24	7,30	0,54	7,280	7,42	4,33
P4	20,00	2,96	2,70	0,28	2,685	10,43	
P5	30,00	2,83	10,00	0,13	9,999	1,30	
P6	40,00	2,45	10,00	0,38	9,993	3,80	
P7	50,00	2,09	10,00	0,36	9,994	3,60	
P8	60,00	1,68	10,00	0,41	9,992	4,10	
P9	70,00	1,24	10,00	0,44	9,990	4,40	
P10	80,00	0,84	10,00	0,40	9,992	4,00	
P11	89,90	0,54	9,90	0,30	9,895	3,03	

Slika 9 nam prikazuje skico naklona steze in je izrisana na osnovi tabele 1.



Slika 9: Naklon steze.

Nas je zanimal naklon klanca v tem drugem delu, ki smo ga uporabili za meritve. Naklon smo izračunali s pomočjo dolžine steze (x), višine (h) in dolžine (l) v horizontalni osi.



Slika 10: Skica klanca.

Za izračun smo uporabili enostavno formulo. Uporabljeni so bili naslednji podatki, ki jih lahko razberemo iz prejšnje tabele:

$$l = 72,6 \text{ m}$$

$$h = 2,7 \text{ m}$$

$$x = 72,55 \text{ m}$$

Naklon naše steze je znašal $3,7^\circ$.

5.2 VZOREC MERJENCEV

V raziskavo je bilo vključenih devet atletov, ki so bili stari 21 ± 5 let. Tekmujejo na državni ravni in prihajajo iz različnih atletskih klubov: AK Kladivar Celje, AK Triglav Kranj, Žak Mass.

Tabela 2: Starost, teža, višina.

	STAROST	TEŽA (kg)	VIŠINA (cm)
Merjenec 1		88	184
Merjenec 2	15	75	185
Merjenec 3	19	75	178
Merjenec 4	16	73	177
Merjenec 5	22	65	182
Merjenec 6	23	84	182
Merjenec 7	18	65	169
Merjenec 8	20	77	178
Merjenec 9	21	70	181

V razpredelnici so prikazane spremenljivke: starost, teža in višina.

5.3 VZOREC SPREMENLJIVK

Merjenci so izvedli tri teke na 20 m z letečim štartom:

1. tek na 20 metrov po klancu navzgor
2. tek na 20 metrov po klancu navzdol
3. tek na 20 metrov brez naklonine

Med izvedbo tekov smo izmerili naslednje spremenljivke:

Vzorec spremenljivk sestavljajo štiri spremenljivke: čas kontakta, faza leta, dolžina in frekvenca koraka.

Hitrost:

1. LV – povprečna hitrost teka brez naklonine (m/s)
2. NV – povprečna hitrost teka po klancu navzdol (m/s)
3. GV – povprečna hitrost teka po klancu navzgor (m/s)

Dolžina koraka:

4. LD – povprečna dolžina dvojnega tekaškega koraka pri teku brez naklonine (m)
5. ND – povprečna dolžina dvojnega tekaškega koraka pri teku po klancu navzdol (m)
6. GD – povprečna dolžina dvojnega tekaškega koraka pri teku po klancu navzgor (m)

Frekvenca koraka:

7. LF – povprečna frekvenca koraka (koraki/sekundo) pri teku brez naklonine (Hz)
8. NF – povprečna frekvenca koraka (koraki/sekundo) pri teku po klancu navzdol (Hz)
9. GF – povprečna frekvenca koraka (koraki/sekundo) pri teku po klancu navzgor (Hz)

Relativna dolžina koraka:

10. RLD – relativna dolžina koraka (LD/TV) pri teku brez naklonine
11. RGD – relativna dolžina koraka (GD/TV) pri teku po klancu navzgor
12. RND – relativna dolžina koraka (ND/TV) pri teku po klancu navzdol

Relativna frekvenca koraka:

13. RLF – relativna frekvenca koraka (LF/TV) pri teku brez naklonine
14. RGF – relativna frekvenca koraka (GF/TV) pri teku po klancu navzgor
15. RND – relativna frekvenca koraka (NF/TV) pri teku po klancu navzdol

Faza leta:

16. LTF – povprečen čas trajanja faze leta pri teku brez naklonine (s)

17. NTF – povprečen čas trajanja faze leta pri teku po klancu navzdol (s)

18. GTF – povprečen čas trajanja faze leta pri teku po klancu navzgor (s)

Oporna faza:

19. LTC – povprečen čas trajanja oporne faze pri teku brez naklonine (s)

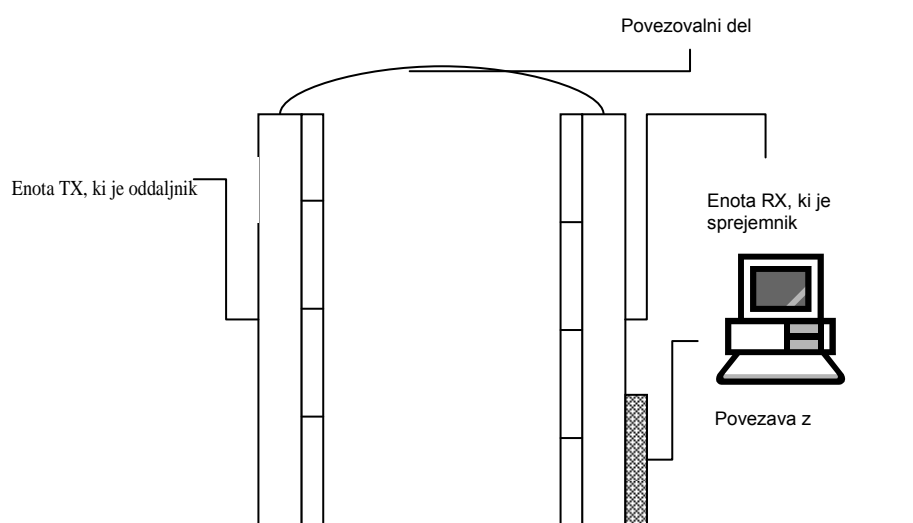
20. NTC – povprečen čas trajanja oporne faze pri teku po klancu navzdol (s)

21. GTC – povprečen čas trajanja oporne faze pri teku po klancu navzgor (s)

5.4 NAČIN ZBIRANJA PODATKOV

Dinamične parametre tekov z največjo hitrostjo smo izmerili z merilno verigo Optojump, katere osnovna enota sta dve metrski palici. Vsebujeta optične senzorce – fotocelice in računalniški program, s katerim lahko shranjujemo in obdelamo izmerjene podatke.

Optojump nam omogoča spremljanje kontaktnih in letnih časov med tekom na 12 milisekund natančno. Postavili smo jih v dolžini 20 metrov in izmerili trajanje kontakta in trajanje faze leta. Vsaka palica je vsebovala 32 fotocelic, med seboj so bile oddaljene 4 cm in postavljene so bile 0,2 cm nad tlemi.



Slika 11: Osnovna enota ali merilni dvojček, s katero lahko merimo čas kontakta in čas faze leta.

5.5 METODE OBDELAVE PODATKOV

Dobljeni podatki so bili obdelani z računalniškim programom SPSS.

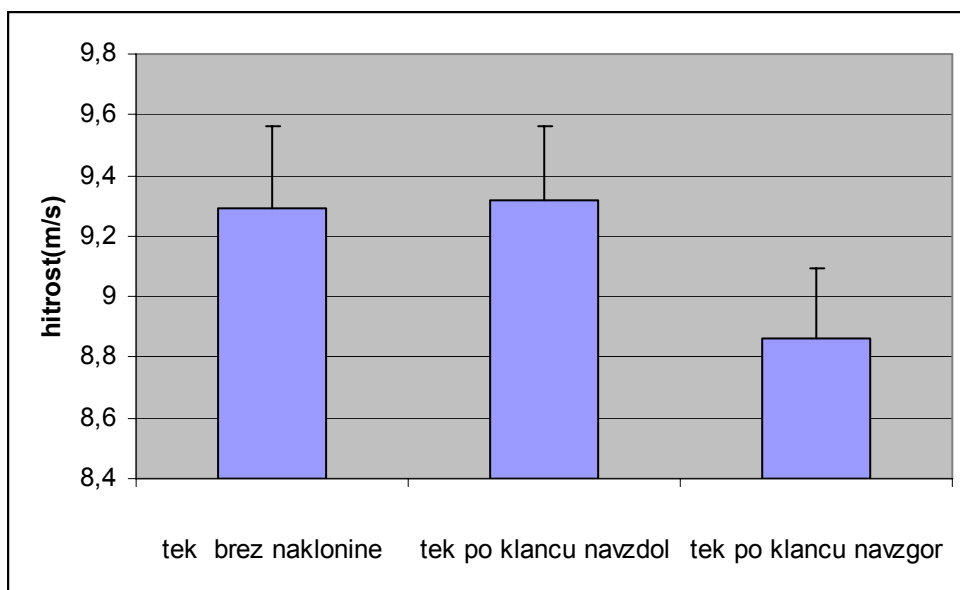
Za obdelavo podatkov je bila uporabljena analiza variance za ponavljajoče meritve in osnovna statistika. Za ugotavljanje razlik med skupinama smo uporabili Post-Hoc test, ki je primeren za majhne vzorce (Bonfferoni). Statistična značilnost je bila sprejeta pri 5 % napaki alfa.

6. REZULTATI IN RAZPRAVA

6.1 ANALIZA SPREMEMB NAJVEČJE HITROSTI PO RAZLIČNIH NAKLONINAH

Ker smo opravili teke po različnih nakloninah, smo podatke primerjali med tekom brez naklonine, tekom po klancu navzgor in tekom po klancu navzdol. Osredotočili smo se na kinematične spremenljivke, in to so: hitrost, frekvenca koraka, dolžina koraka, oporni čas, čas faze leta, relativna dolžina koraka, relativna frekvenca koraka. Za obravnavo je bilo izbranih 21 spremenljivk, ki opisujejo naše gibanje.

V grafu 1 so predstavljeni rezultati, ki smo jih izmerili pri tekih na 20 metrov z letečim štartom po različnih nakloninah. Vidimo lahko, da ni velike razlike v hitrosti teka brez naklonine in v hitrosti teka po klancu navzdol. Zmanjšana je povprečna hitrost pri teku po klancu navzgor.



Graf 1: Primerjava povprečnih hitrosti (m/s) pri teku po različnih nakloninah.

Rezultati so pokazali statistično značilne razlike v največji hitrosti ($F_{2,16} = 26,585$, $P < 0,05$). Tek po klancu navzgor je statistično značilno zmanjšal največjo hitrost za

4,87 % ($P < 0,05$) v primerjavi s tekom brez naklonine. Povečanje hitrosti pri teku po klancu navzdol je bilo 5,2 % ($P < 0,05$) glede na tek po klancu navzgor. Razlika med hitrostjo teka brez naklonine in tekom po klancu navzdol ni bila statistično značilna ($P > 0,05$).

Tudi druge raziskave (Kunz in Kaufmann, 1981; Parades in Cook, 1998) ugotavljajo o manjši največji hitrosti pri teku po klancu navzgor v primerjavi s tekom brez naklonine. Hitrost se je zmanjšala za 3–5 %, kar je primerljivo z našo ugotovitvijo. Edina razlika se pojavi v primerjavi teka brez naklonine in teka po klancu navzdol. Tukaj so nekateri poročali o povečanju hitrosti teka pri teku po klancu navzdol v primerjavi s tekom brez naklonine.

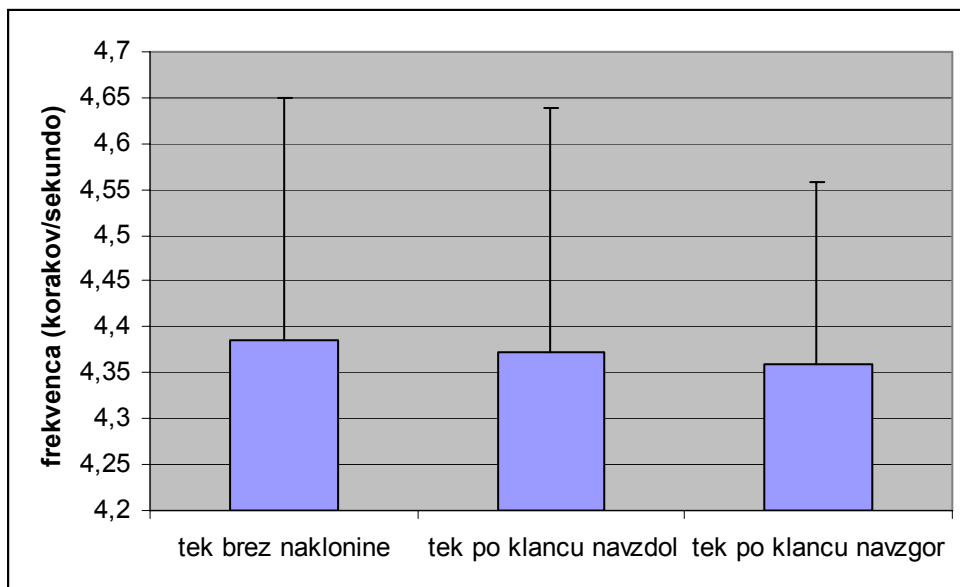
Kunz in Kaufmann (1981) sta poročala o 5 % izboljšanju največje hitrosti pri teku po klancu navzdol. Medtem ko Bomba (2001) poroča o kar 17 % povečanju hitrosti teka pri teku po klancu navzdol, Parades in Cook (2001) ugotavljata 9,2 % povečano hitrost pri teku po klancu navzdol.

Ker nismo našli razlik pri hitrosti v teku po klancu navzdol, verjetno lahko razložimo z dejstvom, da je tek po klancu navzdol primeren za atlete z daljšim tekmovalnim stažem oziroma tiste, ki obvladajo tehniko teka in imajo dovolj podlage (Vittori, 1996). Če atlet nima dovolj izkušenj s tekom po klancu navzdol, postavlja nogo preveč naprej in tako pride do večje razdalje med projekcijo CT in točko postavitve v fazi sprednje opore. To privede do tega, da zaviralne sile delujejo dalj časa in s tem se verjetno podaljša kontaktni čas in posledično zmanjša frekvenca koraka. Čeprav naj bi bila posledica povečane dolžine koraka povečana hitrost, je verjetno tu frekvenca tisti dejavnik, ki se zmanjša in končni rezultat ne prinaša povečanja hitrosti. Tudi postavitev stopala je tisti dejavnik, ki bi lahko zmanjšal hitrost teka po klancu navzdol. Stopalo bi morali postavljati na sprednji del, vendar ga verjetno niso in to je privedlo do posledično manjše hitrosti, saj so porabili preveč časa za odziv, zaradi nepravilne postavitve. Tehnika bi morala biti podobna oziroma največji približek optimalni tehniki teka. Ker so bile razmere nestandardne, je pomembna prav vsaka podrobnost in sprememba načina teka. To posledično privede do drugačnih rezultatov in nam ne prinese zelenega učinka. Pri tej obliki teka moramo velik poudarek nameniti prav slednji. Ob umikanju od našega optimalnega modela povzročimo prevelike spremembe v mehaniki gibanja in rezultat se bistveno razlikuje od zelenega. Namesto povečane maksimalne hitrosti lahko povzročimo mehanske

spremembe, ki se odražajo v neprimerni tehniki teka. Gibanje v nestandardnih pogojih je motorično zelo zahtevno in zahteva ustrezno gibalno znanje.

6.2 ANALIZA FREKVENCE IN DOLŽINE KORAKA V TEKU Z NAJVEČJO HITROSTJO

Pri frekvenci koraka ni bilo najdenih nobenih statistično značilnih razlik med primerjavami tekov po različnih nakloninah. Pri teku brez naklonine so naredili $4,4 \pm 0,3$ korakov/sekundo. V grafu 2 lahko vidimo frekvenco koraka po posamezni naklonini.



Graf 2 : Frekvenca koraka in standardni odklon pri teku brez naklonine, pri teku po klancu navzdol in pri teku po klancu navzgor.

Na grafu 2 lahko vidimo, kako majhne so razlike med frekvencami korakov.

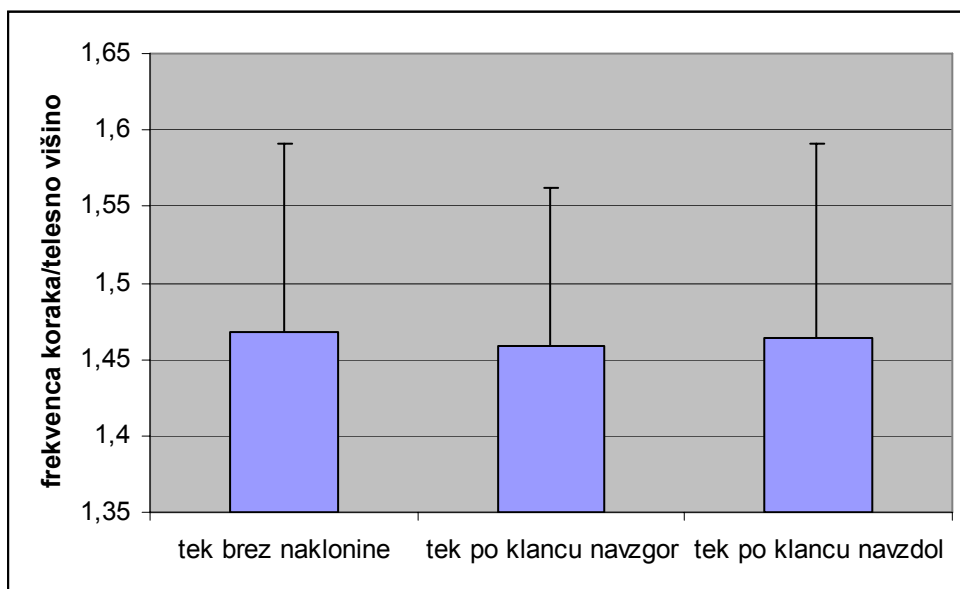
Hipotetično smo predvidevali, da bo tek po klancu navzgor in navzdol statistično značilno spremenil frekvenco koraka, vendar razlik ni bilo. Tudi drugi avtorji (Mero in Komi, 1987; Cox in Milakov, 1962) v svojih raziskavah niso ugotovili sprememb v frekvenci koraka v teku po različnih nakloninah. Verjetno se je zaradi povečane dolžine koraka zmanjšala frekvenca pri teku po nakloninah in zato ni prišlo do razlik. Zato se tudi hitrost ni spremenila, razen pri teku po klancu navzgor, kjer se je

zmanjšala. Naši merjenci verjetno nimajo dovolj izkušenj s tekom po različnih nakloninah in tako se niso dovolj prilagodili razmeram. Ali pa to potrjuje domnevo, da niso bili dovolj zreli za takšno obliko vadbe.

Tek po različnih nakloninah torej pusti posledice. Ker se poveča frekvenca koraka, se seveda poveča tudi hitrost, saj je le ta produkt frekvence in dolžine koraka. Pri teku po klancu navzdol naj bi stremeli predvsem k cilju, da povečamo frekvenco koraka.

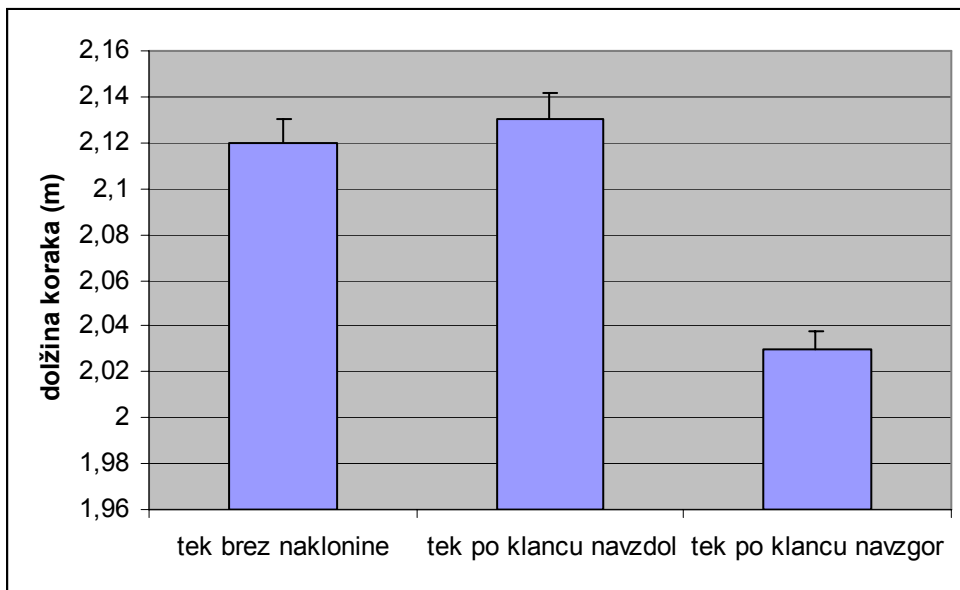
Telesna višina ima značilen vpliv na frekvenco koraka, zato smo izračunali tudi relativne vrednosti frekvence korakov in jih primerjali med seboj. Tudi pri primerjavi relativnih vrednosti frekvenc korakov ni bilo značilnih razlik med teki po različnih nakloninah. Zato lahko zaključimo, da v našem eksperimentu teki po različnih nakloninah, niso spremenili frekvence korakov v teku z največjo hitrostjo.

Relativna frekvenca koraka nam je dala bolj natančno sliko o tem, ali telesna višina vpliva na frekvenco koraka. Ugotovljeno je bilo, da ni statistično značilnih razlik med nakloninami.



Graf 3: Relativne vrednosti frekvence koraka na različnih nakloninah.

Frekvenca in dolžina koraka sta medsebojno povezani. V prikazu 4 vidimo dolžino koraka na različnih nakloninah.



Graf 4: Dolžina koraka na različnih nakloninah.

Po obdelavi podatkov smo ugotovili, da so razlike med dolžinami korakov v različnih nakloninah ($F_{2,16} = 31,421$, $P < 0,05$) statistično značilne. Pri teku po klancu navzgor se je statistično značilno ($P < 0,05$) skrajšala dolžina koraka za 4,02 % v primerjavi s tekom brez naklonine. Razlike so se pokazale tudi med tekom po klancu navzdol in tekom po klancu navzgor ($P < 0,05$), kjer je bila dolžina koraka za 5 % večja kot pri teku navzdol.

Razlika v dolžini koraka med tekom po klancu navzdol in tekom brez naklonine pa ni bila statistično značilna ($P > 0,05$). Tako lahko vidimo, da se dolžina ni spremenila niti pri teku po klancu navzdol, čeprav smo pričakovali, da se bo.

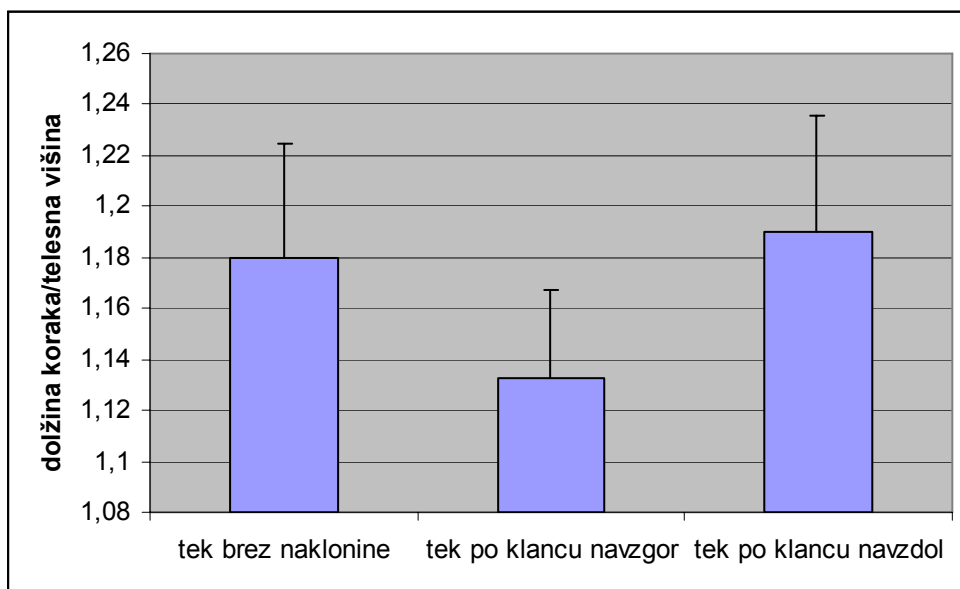
V raziskavi Paradieses idr., (2001) se je pokazalo skrajšanje koraka v teku po klancu navzgor za 5,2 % v primerjavi s tekom po ravnem. Dobili smo podobne rezultate in verjetno je to posledica podobnega vzorca merjencev. Razlike v rezultatih dolžine koraka so v tujih študijah (Milakov in Cox, 1962) zapisane pri primerjavi teka brez naklonine in teka po klancu navzdol. Dolžina koraka naj bi se pri teku po klancu navzdol povečala za kar 6,4 % v primerjavi s tekom po naklonini.

Mero in Komi (1985) sta dobila podobne rezultate, ko sta uporabljala tek z asistenco, kar je podobno kot tek po klancu navzdol, trening v olajšanih okoliščinah. Torej se je pri določenih vzorcih merjencev dolžina koraka povečala pri teku po klancu navzdol. Verjetno so zaradi strahu pred naklonino posvečali premalo pozornosti pravilni izvedbi gibanja in posledično se je tudi dolžina koraka ohranjala. Ker ni prišlo do razlik v dolžini, slednja ni mogla vplivati na povečanje hitrosti teka.

Ker naj bi bile tekačeve antropometrične lastnosti (Loccateli, 1996) tisti dejavnik, ki v veliki meri pogojuje dolžino koraka, smo izmerili še relativne vrednosti.

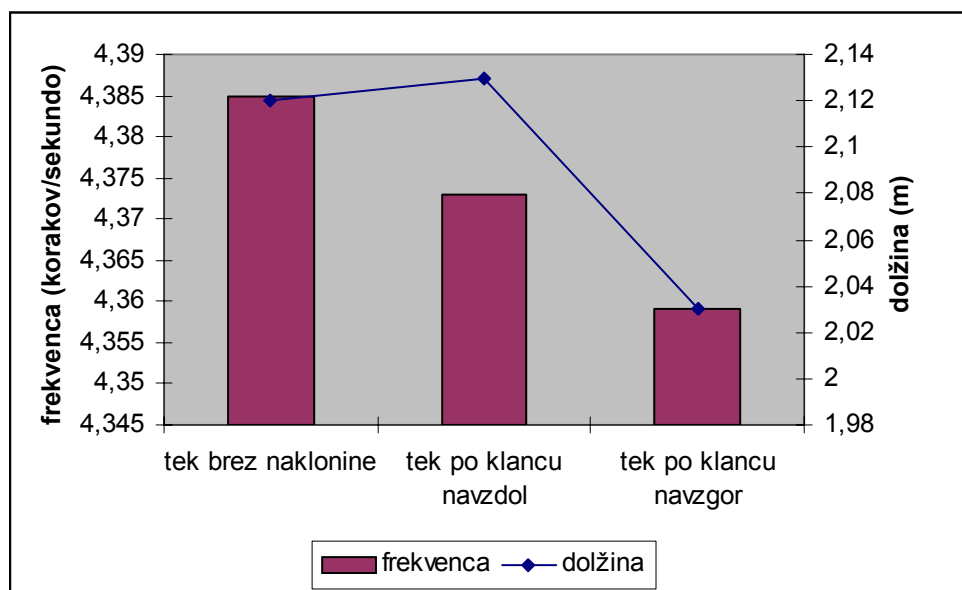
Telesna višina ima značilen vpliv na dolžino koraka, zato smo tudi tu izračunali relativne vrednosti, da ugotovimo, ali je dolžina koraka različna tudi, če odstranimo vpliv telesne višine.

Razlike med relativnimi dolžinami so statistično značilne in nam dajo identične rezultate kot samo dolžina. V grafu 5 so predstavljeni rezultati in razvidno je, da je tek po klancu navzgor skrajšal relativno dolžino koraka za 4 % v primerjavi s tekom brez naklonine in za 5 % v primerjavi s tekom po klancu navzdol.



Graf 5: Relativna dolžina koraka pri teku po različnih nakloninah.

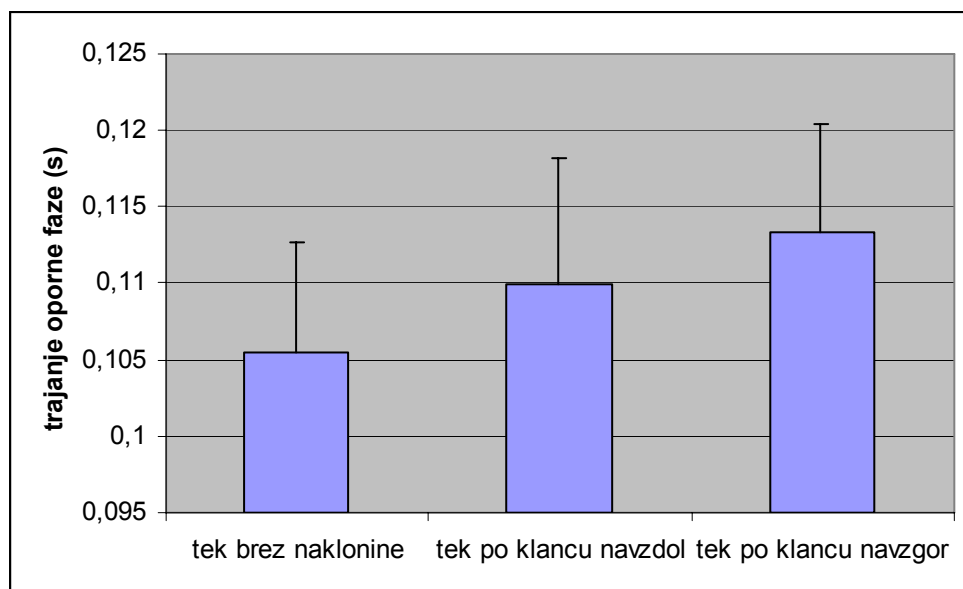
Ob logični presoji smo domnevali, da tek po klancu navzdol statistično značilno poveča frekvenco in dolžino koraka ter posledično hitrost. Kot smo spoznali, ni bilo statistično značilnih razlik v hitrosti, frekvenci koraka in dolžini koraka pri teku po klancu navzdol in teku brez naklonine. Iz razpredelnice časov je razvidno, da je razlika med končnim rezultatom v teku po klancu navzdol in teku brez naklonine minimalna. Kot smo že prej zapisali, je hitrost produkt frekvence in dolžine koraka. V spodnjem prikazu lahko vidimo razmerje med frekvenco in dolžino koraka.



Graf 6: Primerjava dolžine in frekvence koraka pri teku po različnih nakloninah.

Čeprav je bila največja frekvenca koraka pri teku brez naklonine, ta ni bila statistično značilna. Edini parameter, ki je vplival na hitrost, je bila dolžina koraka, ko primerjamo tek brez naklonine in tek po klancu navzdol. V primerjavi teka po klancu navzgor in teka po klancu navzdol vidimo, da sta se oba parametra – frekvenca in dolžina – zmanjšala, kar ima za posledico zmanjšanje hitrosti.

V grafu 7 so predstavljene spremembe v trajanju oporne faze v teku po različnih nakloninah. Kontaktni čas je pokazal statistično značilne razlike ($F_{2,16} = 10,653$, $P < 0,05$) med nakloninami.

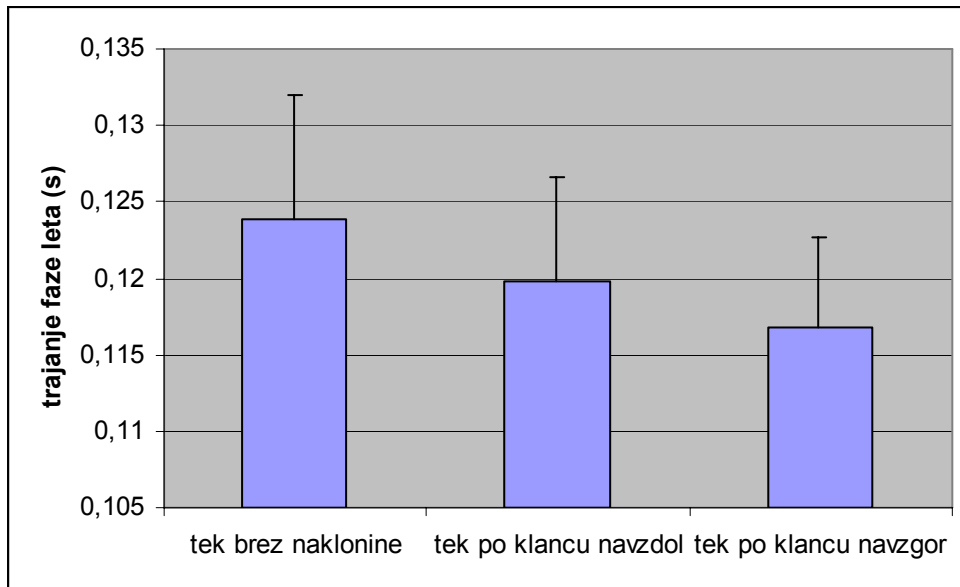


Graf 7 : Trajanje oporne faze v teku po različnih nakloninah.

Tek po klancu navzdol je statistično značilno povečal kontaktni čas ($P < 0,05$) za 4,3 % v primerjavi s tekom brez naklonine. Razlike so bile tudi med tekom brez naklonine in tekom po klancu navzgor. Tek po klancu navzgor je statistično značilno povečal ($P < 0,05$) kontaktni čas za 7,4 %. To pa lahko potrjuje hipotezo, da merjenci postavljajo nogo preveč pred CT, kar povzroči podaljšanje faze opore zaradi zavornih sil. S tem se tudi zmanjša frekvenca koraka, ki je v veliki meri odvisna od kontaktnega časa in posledično ne pride do sprememb v hitrosti. Med tekom po klancu navzgor in navzdol ni bilo statistično značilnih razlik ($P > 0,05$).

V raziskavi (Paradises in Cook, 2001), ki je bila narejena, so bile razlike v času kontakta, vendar so statistično neznačilne. V teku z največjo hitrostjo se nagibamo k temu, da skrajšamo oporni čas in s tem povečamo frekvenco koraka, torej naredimo čim hitrejši in učinkovitejši odziv. Ta pa naj bi prispeval k večji dolžini koraka in tako tudi k daljši fazi leta.

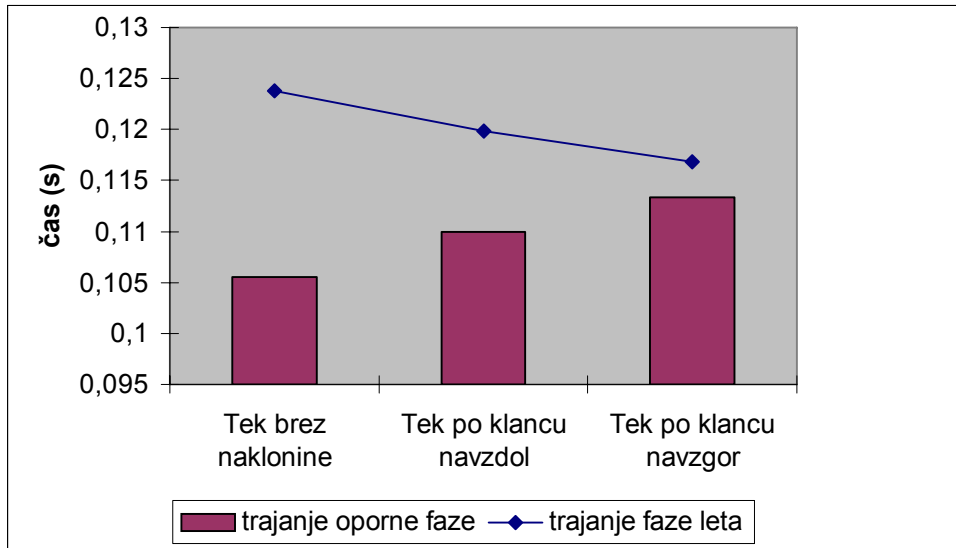
V grafu 8 so predstavljene spremembe v trajanju faze leta. Našli smo statistično značilne razlike v času trajanja faze leta ($F_{2,16} = 5,811$, $P < 0,05$). Tek po klancu navzgor statistično značilno ($P < 0,05$) skrajša fazo leta za 5,99 % glede na tek brez naklonine. Razlika med fazo leta po klancu navzdol in navzgor je zelo majhna in ni statistično značilna ($P > 0,05$).



Graf 8: Trajanje faze leta pri teku po različnih nakloninah.

V podobni tuji raziskavi (Paradises in Cook, 2001) niso ugotovili sprememb v času trajanja faze leta. Spremembe je pokazal edino trening teka po različnih nakloninah, in sicer pri skupini, ki je trenirala kombiniran trening po klancu navzgor in navzdol, se je pokazalo skrajšanje faze leta po opravljenem treningu za 4,3 % (Paradises in Cook, 2006).

Verjetno do sprememb ni prišlo, ker se tudi dolžina koraka ni bistveno povečala. Tako ne moremo pričakovati sprememb v trajanju faze leta, saj na dolžino koraka v veliki meri vpliva trajanje faze leta in obratno. Z izboljšanjem enega parametra bi to posledično prineslo izboljšanje drugega parametra. Seveda pa lahko tudi povežemo z opornim časom, saj učinkovit odziv pomeni tudi daljšo fazo leta. V prikazu 9 lahko primerjamo trajanje posamezne faze.



Graf 9: Razlike v trajanju oporne faze in faze leta pri različnih nakloninah.

Najmanjše razlike med trajanjem posamezne faze so pri teku po klancu navzgor. Pri teku brez naklonine pa največje. Tek po klancu navzdol bi moral povečati trajanje faze leta v primerjavi s tekom brez naklonine, ampak je čas trajanja krajši. Faza leta je bila pri teku brez naklonine daljša kot pri teku po klancu navzdol. Do razlik v hitrosti ni prišlo zaradi trajanja oporne faze, kjer je bilo ravno obratno. Ali je to posledica neprimerne tekaškega stila ali pa je povečanje gravitacijske sile v tolikšni meri vplivalo na učinkovitost in je pomenilo zavorno gibanje in tako daljši oporni čas. Lahko, da je bila izbira naklonine neustrezna in se niso mogli prilagajati novemu gibanju. Glede uporabe primerne naklonine je zapisano zelo različno.

Nekateri avtorji priporočajo rabo teka po klancu navzdol po naklonini 3° za povečanje največje hitrosti (Bomba, 2001). Izbor 3° naklonine je izbran na osnovi teorije in ne na podlagi raziskav (Paradises idr., 2001). Ta naklonina naj bi spremenila največjo hitrost. Naša naklonina je $3,7^\circ$ in je mogoče spremenila biomehantične parametre šprinta. S tem lahko razlagamo rezultate, ki so pokazali, da se frekvenca koraka ni prav nikjer spremenila. Med tekom po naklonini so se spreminjali različni parametri in raziskave so pokazale, da je trening teka po različnih nakloninah prinesel zelo dobre rezultate. Izbor primerne naklonine je seveda pomemben. Prevelika naklonina lahko privede do prevelikih sprememb v mehaniki teka in pusti prevleke posledice v smislu oddaljevanja od optimalne tehnike teka.

Ker smo izvajali tek po nakloninah, nas seveda zanima tudi, kako bi se lahko kasneje, ko bi te metode uporabljali v treningu, spreminjal naš vzorec. Rezultati nam v primerjavi s študijami, ki so bile opravljene skozi proces treniranja, povedo drugačne rezultate. Izboljšanja se kažejo tako v frekvenci kot dolžini koraka.

Vendar nobena študija ni povsem raziskala, da kombinacija teh dveh treningov oziroma tekov spremeni sposobnost, združeno z razvojem kinematičnih in fizičnih prilagoditev na trening.

Trening na različnih nakloninah (Paradises idr., 2006) po 12-tedenski vadbi je pokazal posamezne spremembe. Največja hitrost in frekvenca koraka sta bila povečana po opravljenem treningu. Skupini, ki je tekla samo navzgor, se je povečala hitrost po vadbi za 3,5 % in frekvenca koraka za 3,4 %, skupina, ki je tekla po klancu navzdol, pa je imela nekoliko manjše povečanje hitrosti in frekvence koraka. Pri skupini, ki je tekla brez naklonine, ni bilo nobenih sprememb, prav tako ne v kontrolni skupini. Karakteristike in anaerobna moč se ni spremenila s treningom. Kombinacija treninga po klancu navzgor in navzdol ima več vpliva na izboljšanje največje hitrosti.

Naši rezultati so nam pokazali, da tek po klancu navzdol ni primerno sredstvo za razvoj največje hitrosti, saj se nam hitrost ni spremenila. Dobili smo drugačne rezultate v primerjavi s tujimi avtorji (Milakov in Cox, 1962; Paradises in Cook, 2001), pri katerih se je hitrost povečala.

Tek po klancu navzgor, ki predstavlja biomehanično zahtevnejše pogoje je dal zelo primerljive rezultate. Hitrost se je zmanjšala za 4,87 %. Frekvenca korakov se ni spremenila, čeprav smo sklepali, da bo frekvenca korakov manjša. Torej je upadanje hitrosti predvsem posledica krajše dolžine koraka za 4 %. Skrajšal se je tudi kontaktni čas in faza leta.

V literaturi najdemo podatek, da je za trening maksimalne hitrosti ključnega pomena tek po klancu navzgor, tek po klancu navzdol in kombinacija obeh (Paradises in Cook, 1998), ki je dala boljše rezultate v zmogljivosti tekačev šprinterjev.

7. ZAKLJUČEK

Tek z največjo hitrostjo po različnih nakloninah je motorično zahtevno gibanje, ki ga uporablja v treningu veliko atletov. Predmet in problem diplomskega dela sta bila usmerjena k proučevanju razlik v frekvenci, dolžini koraka in trajanju faze leta ter kontaktnega časa. Namen dela je bil ugotoviti spremembe, ki se dogajajo med tekom brez naklonine, tekom po klancu navzgor in tekom po klancu navzdol. Izmerili smo devet šprinterjev pri teku po klancu navzdol, teku po klancu navzgor in teku brez naklonine. Vsak je opravil dva poskusa na vsaki naklonini in za analizo smo vzeli boljši čas. Meritev je bila opravljena z merilno verigo Optojump, ki nam da vpogled v vse spremenljivke, ki so nas zanimale. Osnovno statistiko in analizo variance smo obdelali s pomočjo programa SPSS.

Najpomembnejše ugotovitve diplomske naloge so sledeče:

- Hitrost se je pri teku po različnih nakloninah statistično značilno spremenila. Tek po klancu navzgor je statistično značilno zmanjšal hitrost. Med tekom po klancu navzdol in tekom brez naklonine ni bilo statistično značilnih razlik, torej tek po klancu navzdol ni statistično značilno povečal hitrosti teka.
- Pri frekvenci koraka ni bilo statistično značilnih razlik med tekom brez naklonine, tekom po klancu navzgor in tekom po klancu navzdol.
- Tek po klancu navzgor statistično značilno skrajša dolžino koraka. Razlika v dolžini koraka med tekom brez naklonine in tekom po klancu navzdol pa ni statistično značilna.
- Tek po klancu navzgor in tek po klancu navzdol je statistično značilno povečal kontaktni čas v primerjavi s tekom brez naklonine. Med tekom po klancu navzgor in navzdol ni bilo razlik.
- Faza leta se je pri teku po klancu navzgor statistično značilno skrajšala.
- Raziskava je pokazala podobne rezultate, kot so jih navajali drugi avtorji v svojih raziskavah.
- Trening največje hitrosti po različnih nakloninah nam po navedbah drugih avtorjev spremeni tudi frekvenco koraka, in sicer tako, da jo poveča.

Teči v največji hitrosti je koordinacijsko in tehnično zelo zahtevna naloga, v kateri se proizvajajo zelo velike sile. Tek po klancu navzgor predstavlja še dodatno težavo, saj postane gibanje nekoliko spremenjeno. Tudi pri teku po klancu navzdol se spremeni, a tu telo proizvaja še večje sile. Merjenci so tekli po naklonini $3,7^\circ$ in po navedbah tujih avtorjev je to primerna naklonina za uporabo te metode treninga hitrosti. Vendar bi za boljšo analizo sprememb pri teku po različnih nakloninah morali imeti večji vzorec merjencev. Razdeliti bi jih morali po starostnih obdobjih, po letih treniranja in jim izmeriti antropometrične lastnosti. Videli smo, da tako leta treniranja in antropometrične lastnosti lahko bistveno vplivajo na spremembe pri tehniki teka. Tako bi dobili v vpogled nekoliko bolj natančne podatke. Trening hitrosti po različnih nakloninah bi tako lahko prilagajali potrebam posameznika.

8. LITERATURA

Allerheiligen, W.(1994). Speed development and plyometric training. Essentials of Strength Training and Conditioning 314-343. Human kinetics .

Bompa, T. (2001). Periodizacija: teorija i metodologija treninga. Zagreb: hrvatski košarkaški savez.

Čoh, Škof, Kugovnik, Dolenc, Kampmiller, Laczo, Holček, Šelinger (1995). Kinematic-dynamic characteristics of maximal velocity of young sprinters. Kinesiology Slovenica 2(1), 5-10.

Čoh, M. (2001). Biomehanika atletike. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Čoh, M.(2002). Atletika. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Čoh, M. (1996). Povezanost odzivne moči in hitrosti. Kondicijski trening.Gradivo za seminar v Mariboru.

De Swardt, A. (2004). Preko klancev do vzdržljivosti. Vrhunski dosežek, 9, 20.

Dintiman, G. (1964). Effects of various training programs on running Speed. Res. Q. Rev. Exerc. Sport ,35, 456-463.

Gardinier, P.(2006). Z boljšo tehniko do boljšega sprinta. Vrhunski dosežek, 11, 29-30.

Hay, J.G., in Reid, J.G.(1988). Anatomy, Mechanics and. Human Motion. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Johnson,M.D., in Buckley, J.G. (2001). Muscle power patterns in mid acceleration phase of sprinting. Journal of Sport sciences, 19, 263-272 .

Kunz, H., in Kaufmann D. (1981). Biomechanics of hill sprinting.

Track nch. 82:2603-2605.

Locatelli, E. (1996). Dejavniki, ki vplivajo na moč in hitrost. Kondicijski trening. Gradivo za seminar v Mariboru.

Mero, A., Komi, P. V., in Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running.

Sports

Medicine, 13(6), 376- 392.

Milakov, M., in Cox, V. (1962). Improving speed by training on sloping surfaces. *Track Tech*,. 8, 254-255.

Paradises, G.P., in Cook, C.B. (2001). Kinematic and postural characteristics of sprint running on sloping surfaces, *Journal of Sports Sciences*, 19, 149-159.

Paradises, G.P. in Cooke, C.B. (1998). Combined uphill-downhill sprint training methods and muscle force time characteristics. *Journal of Sport Sciences* 16, 424-425.

Paradises, G.P., Cooke, C.B., Newton, J. in Bissas, A. (1996). The effects of combined uphill-downhill training on sprint performance. *Journal of Sport Sciences* 14, 96.

Paradises, G. in Cooke, C.B. (2006). The effects of sprint running training on sloping surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 767-777.

Saunders, R. (2007). Hitrost: tehnika pospeševanja iz startnih blokov. *Vrhunski dosežek* (12). Str. 7-8.

Seagrave, L. (1996). Application of the european model of sprint training. Congress of the european athletics coaches association. Roma.

Sevene, B. (1986). Hill training. *Track Field Q. Rev.*, 86(3),26-27.

Shephard, J. (2007). Trening z maksimalno hitrostjo: je vreden truda? Vrhunski dosežek, 12, 8-10.

Škof, B., Štuhec, S., Čoh, M. (2003). Tehnika teka Jolande Čeplak. *Šport* 51,4, 77-84.

Tziortzis, S.(1987). Effects of training methods in sprinting performance- *Sport Sciences*,.

Doctoral dissertation. University of Athens, Dept. of Physical Education and Sport Science, 25,58-71.

Vittori, C.(1996). Tehnika in trening šprinterske hitrosti. Kondicijski trening. Gradivo za seminar v Mariboru.

Željaskov, C. (2003). Teorija i metodika treninga brzine. *Kondicijski trening* 2 (1), 27-30.

