

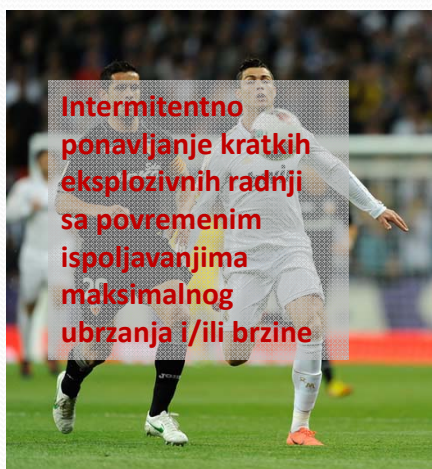


Brzina i agilnost



Dr Predrag Božić

“Brzina” podrazumeva različite stvari u različitim sportovima



Sadržaj

Definicija brzine i agilnosti

Faktori koji utiču na ispoljavanje brzine i agilnosti:

Biomehanički ograničavajući faktori

Ostali ograničavajući faktori

Metode za razvoj brzine i agilnosti:

Osnovne metode

Dopunske trenažne metode

Ključne definicije

- **Brzina:** veština i sposobnost potrebna da se postigne velika brzina kretanja
- **Agilnost:** veština i sposobnost potrebna da se brzo promeni pravac kretanja, brzina ili modalitet kretanja kao odgovor na stimulus
- **Brzinska izdržljivost:** Sposobnost da se održe maksimalne brzine kretanja ili da se ponavljaju maksimalna ubrzanja i brzine kretanja

Ključne definicije

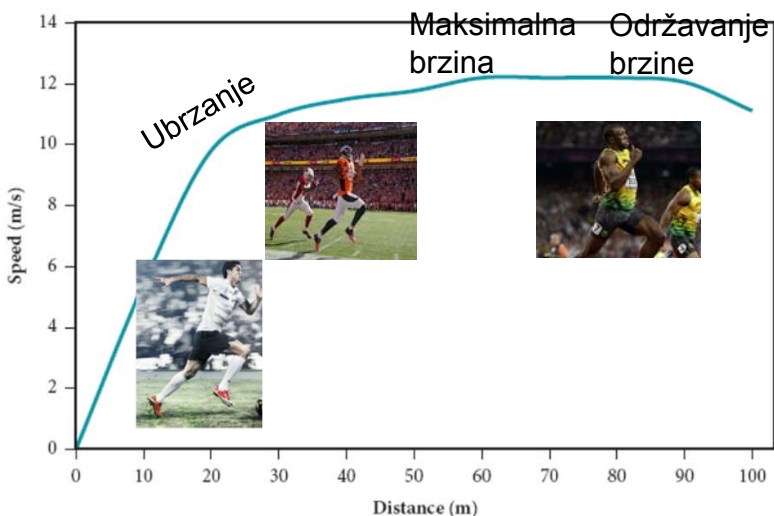
Brzina je određena sposobnošću **ubrzanja** dostizanja i održavanja **maksimalne brzine**

Agilnost zahteva korišćenje **perceptualno-kognitivnih** sposobnosti u kombinaciji sa sposobnošću **usporenja** i ponovnih **ubrzanja** u željenom smeru (**brza promena pravca**)

Šta ograničava brzinu?



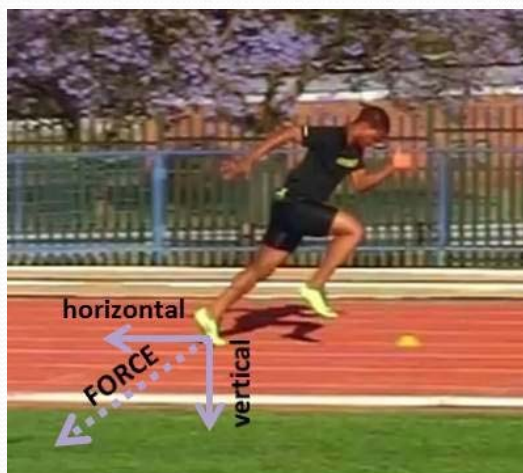
Sprintersko trčanje – multidimenzionalna veština



(Delecluse et al., 1995; Jones, Bezodis, & Thompson, 2009; Volkov & Lapin, 1979).

Mehaničke osnove sprinterskog trčanja

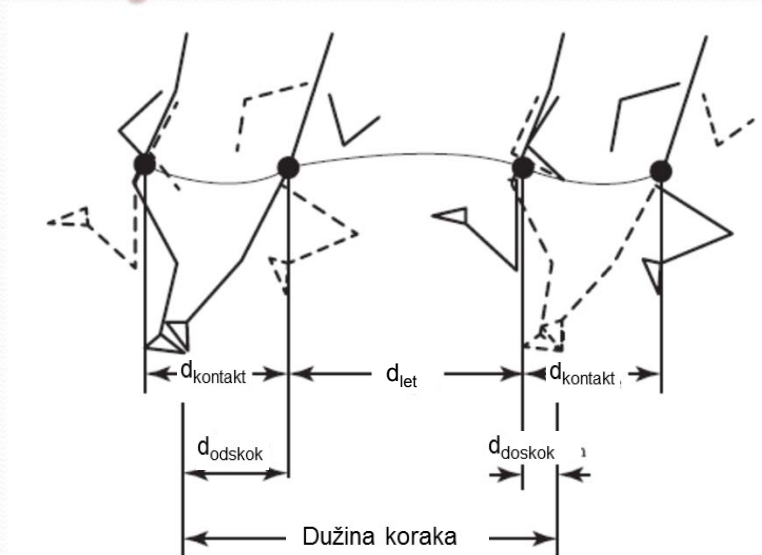
- **Faza ubrzanja:** Povećan propulzivni i ukupni pozitivni horizontalni impuls sile povećava brzinu kretanja centra mase ka napred
- **Maksimalna brzina i održavanje brzine:** Horizontalni impulsi blizu nule (suma propulzivnih i kočionih sila). Relativno velike sile u uslovima veoma skraćenog vremena za produkciju
- **Vertikalna sila tokom svih faza potrebna da se održi težina tela i obezbedi faza leta**



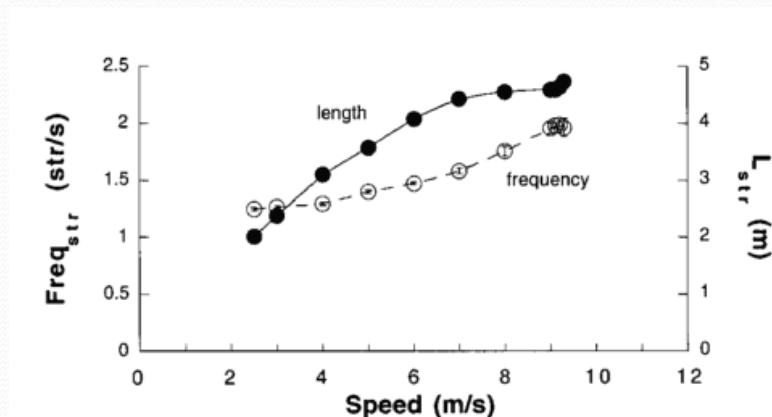


Dužina koraka + frekvencija koraka = Brzina

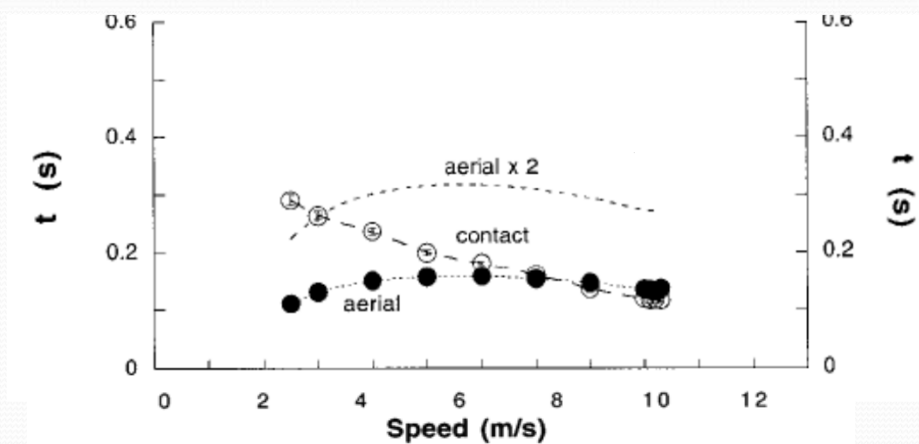
Ciklus trčanja



Promena dužine i frekvencije koraka u odnosu na brzinu kretanja



Trajanje faze leta, kontakta tokom različitih brzina trčanja



MEĐUTIM...???

Povezanost frekvencije i dužine koraka sa

brzinom trčanja

ne podrazumeva nužno i

uzročno-posledičnu vezu !!!

Frekvencija i dužina su povezane

varijable i pre su

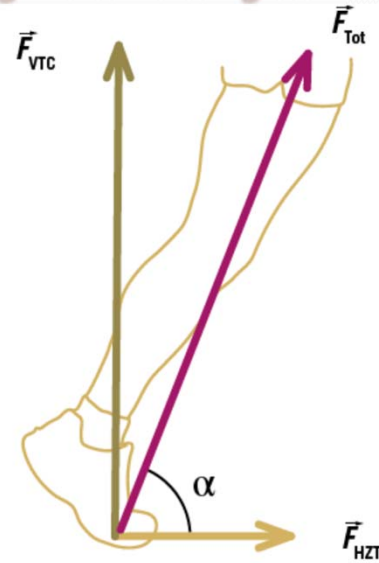
posledica a ne uzrok

povećanja brzine

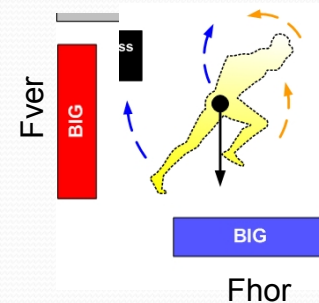
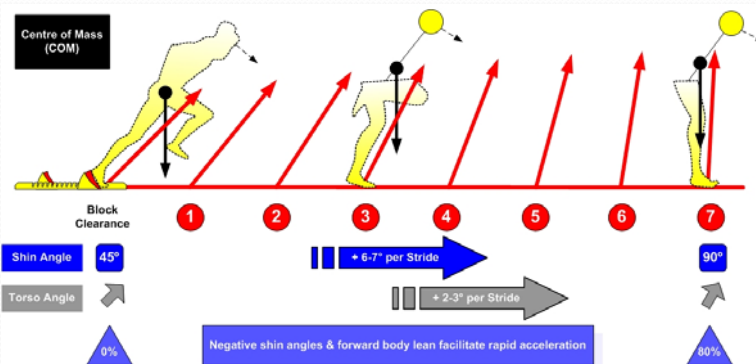
trčanja !!!

Sila reakcije podloge uzrokuje kretanje

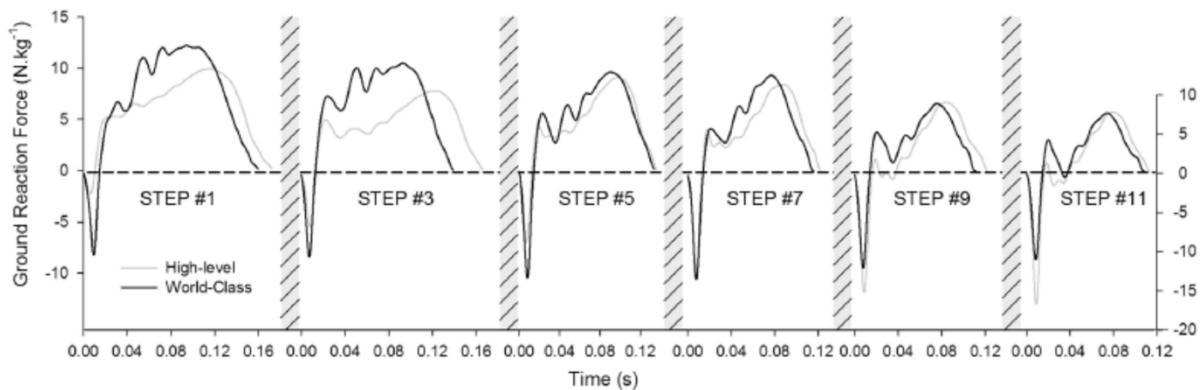
- „Guraj više koči manje“
- Horizontalna sila povećava i/ili održava horizontalnu brzinu CM
- Vertikalna sila podržava težinu tela (ne dozvoljavajući padanje) i omogućava fazu leta neophodnu za dostizanje optimalne dužine koraka



Mehaničke osnove ubrzanja – omogućiti uslove za ispoljavanje velike propulzivne horizontalne sile

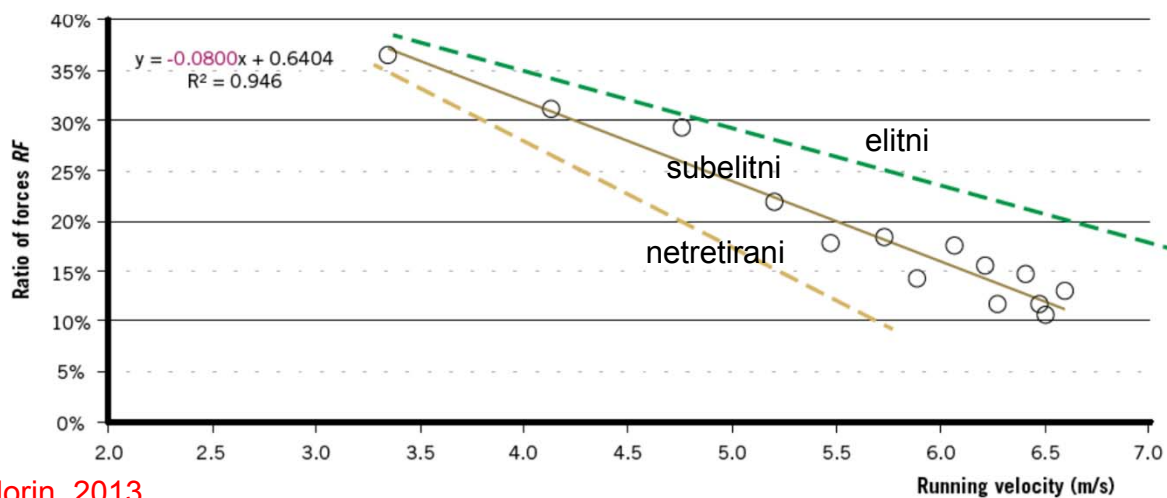


Mogućnost ispoljavanje veće horizontalne sile poboljšava ubrzanje



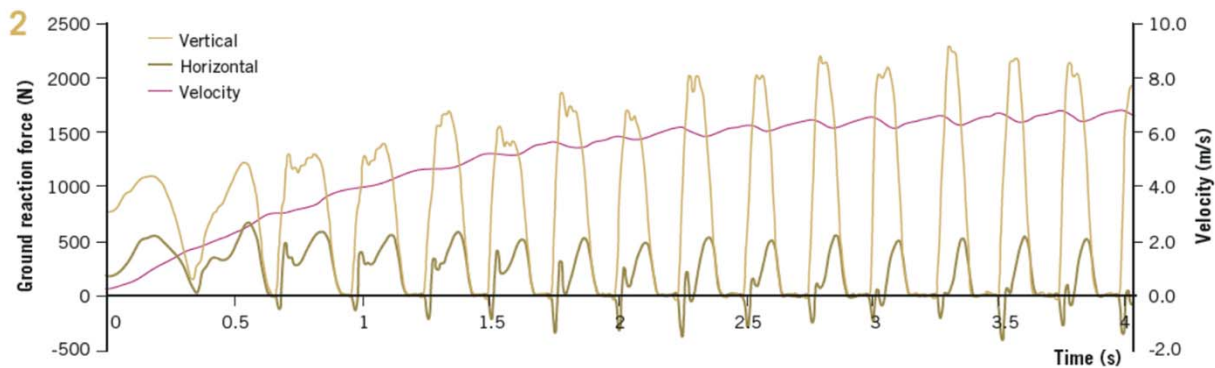
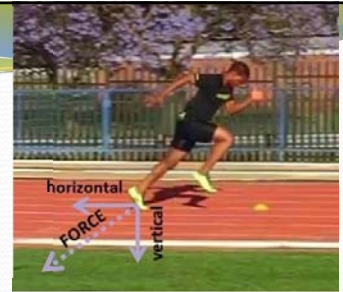
Slawinski i sar., 2015

Mogućnost održavanje većeg udela horizontalne sile omogućava veće ubrzanje



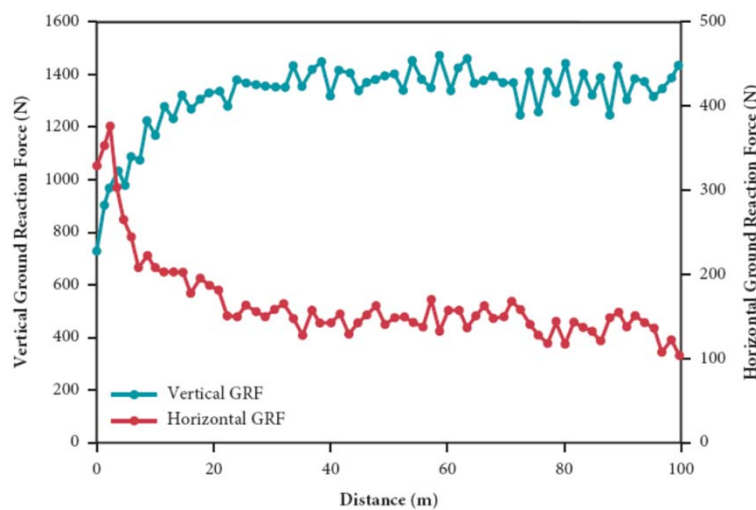
Morin, 2013

Tokom ubrzanja horizontalna sila se postepeno smanjuje, vertikalna povećava



Morin, 2013

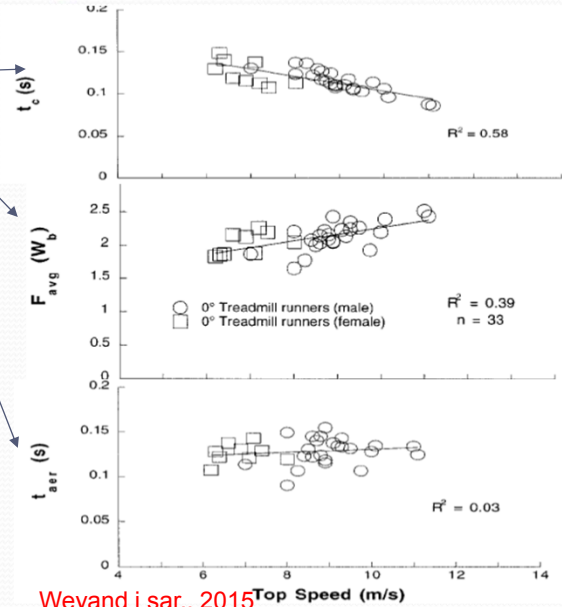
Odnos vertikalne i horizontalne sile reakcije podloge tokom trke na 100m



Moir, 2015

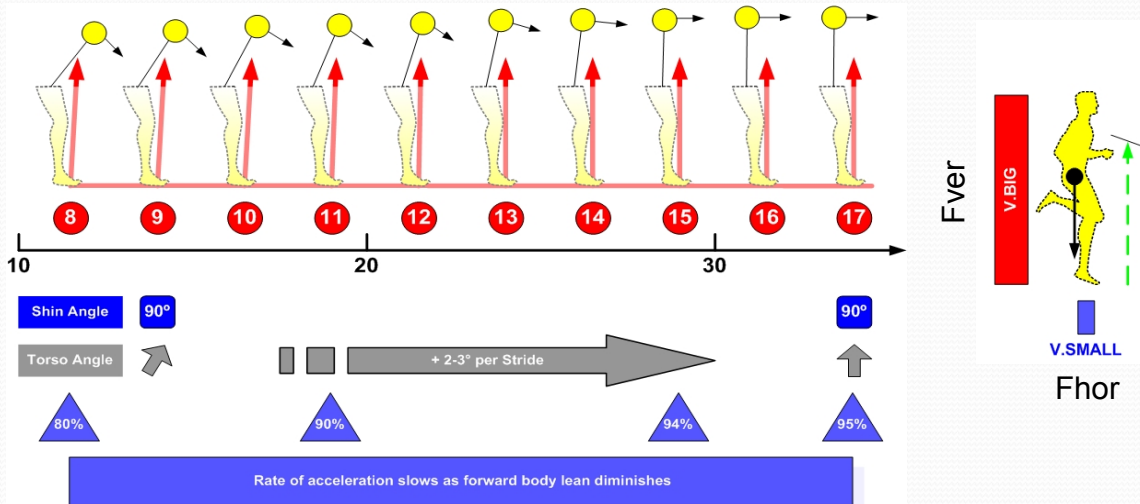
Mehaničke osnove održavanja maksimalne brzine

- Faza kontakta se smanjuje
- I pored toga povećavaju se vertikalne sile !!!
- Vreme trajanja leta ostaje nepromenjeno u širem opsegu brzina!!!
- **Kraće vreme kontakta sa podlogom omogućava povećavanje frekvencije koraka**
- **Veća vertikalna sila u uslovima skraćivanja vremena kontakta omogućava uslove da se održi velika dužina koraka sa povećanom frekvencijom koraka**
- Teorijski horizontalne sile bi trebalo da su jednake nuli, međutim, zbog kočionih sila (kontakta ispred težišta tela, otpor vazduha), potreban određeni nivo propulzivnih sila da održi brzinu kretanja



Wevand i sar., 2015

Mehaničke osnove održavanja maksimalne brzine – omogućiti uslove za ispoljavanje velike vertikalne sile



Kinematičke varijable – 100m sprint

- Maksimalna brzina - 12.8 m/s
- Vreme kontakta sa podlogom 0.08s
- 41-45 koraka na 100m (za trku ispod 9.8s)
- Frekvencija koraka ~5Hz
- Dužina koraka 2.25-2.7m
- Ugaona brzina noge 300 °/s



Ključne tačke za ubrzanje i maksimalnu brzinu

- Povećanje horizontalnog impulsa sile tokom ubrzanja = veća brzina
- Mogućnost povećanog udela ukupne horizontalne sile tokom duže distance omogućava dostizanje veće brzine
- Povećanje vertikalne sile u uslovima skraćivanja kontakta sa podlogom tokom faze maksimalne brzine povećava brzinu kretanja
- Brzina kretanja udova nema neki uticaj
- Vreme leta je slično u širokom opsegu brzina

Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements

PETER G. WEYAND, DEBORAH B. STERNLIGHT,
MATTHEW J. BELLIZZI, AND SETH WRIGHT
Concord Field Station, Museum of Comparative Zoology,
Harvard University, Bedford, Massachusetts 01730
Received 30 March 2000; accepted in final form 14 September 2000

Weyand, Peter G., Deborah B. Sternlight, Matthew J. Bellizzi, and Seth Wright. Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *J Appl Physiol* 89: 1991-1998, 2000.—We twice tested the hypothesis that top running speeds are determined by the amount of force applied to the ground rather

believed to extend stride lengths by providing greater forward propulsion (11, 14, 15, 17, 30). Although these mechanisms are widely accepted, their actual contributions to the faster top speeds of swifter runners are not known. The greater maximal frequencies of runners with faster muscle fibers (2, 7, 13) could be

J Appl Physiol
89: 1991-1998, 2000.

Veština promene pravca

- Osim faktora koji ograničavaju **ubrzanje**, ograničavajući
- faktori brze promene pravca jeste produkcija značajnih kočionih sila tokom odgovarajućih vremenskih perioda koje **usporavaju** kretanje tela kao i faktori koji utiču na **ponovno ubrzanje** tela sa ili bez promene pravca. Osim toga veštine kretanja unpred, unazad, bočno, krivolinijski... takođe treba uzeti u obzir za uspešnost izvođenja različitih zadataka koji imaju visoke zahteve za promenom pravca

*Journal of Strength and Conditioning Research, 2001, 15(3), 315-319
© 2001 National Strength & Conditioning Association*

Specificity of Sprint and Agility Training Methods

WARREN B. YOUNG, MARK H. McDOWELL, AND BENTLEY L. SCARF

Ključne tačke

Da bismo povećali brzinu kretanja moramo

(relativno u odnosu na masu tela) kojom delujemo na podlogu

i u uslovima



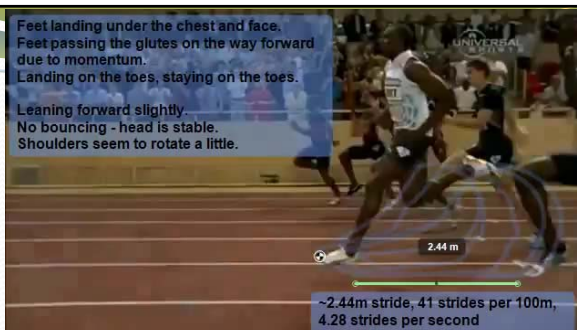
povećati silu

u odgovarajućem smeru

veoma kratkog vremena.

Feet landing under the chest and face.
Feet passing the glutes on the way forward due to momentum.
Landing on the toes, staying on the toes.

Leaning forward slightly.
No bouncing - head is stable.
Shoulders seem to rotate a little.



Potrebno je:

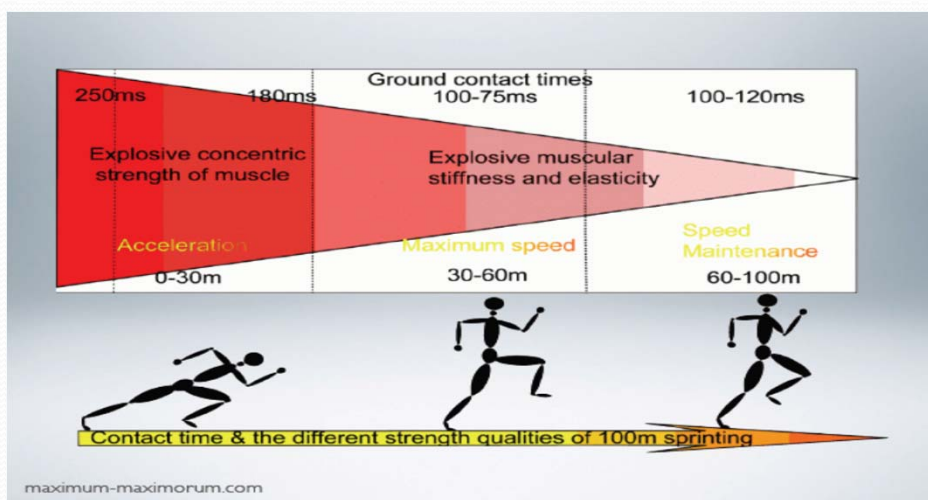
smanjiti **kočione sile**, odnosno **povećati propulzivne sile**

Neuromišićni faktori zaduženi za brzu i usmerenu produkciju sile

- Maksimalna relativna mišićna jačina/snaga visoko povezana sa ubrzanjem i brzinom
- Maksimalna snaga ostvarena u zadacima sa sopstvenom težinom visoko korelira sa ubrzanjima
- Mogućnost produkcije brzog razvoja mišićne sile u različitim testovima mišićne funkcije značajno korelira sa produkcijom maksimalne brzine
- Reaktivna snaga ispoljena u zadacima kao što su skok iz saskoka značajno korelira sa ubrzanjem i brzinom
- „Krutost nogu“ (bitna za brzu produkciju propulzivne sile nakon brzog istezanja mišićno-tetivnog sklopa) veoma povezana sa maksimalnom brzinom

Moir, 2015

Uticaj različitih komponenti stage na različite faze trčanja



Neuromišićni faktori zaduženi za brzu i usmerenu produkciju sile...nastavak

- Zastupljenost određenog tipa mišićnih vlakana (brza ili spora)
- Povećavanje neuralne aktivacije mišića
- Međumišićna koordinacija - pravovremeno aktiviranje onih grupa mišića koji će izvršiti najbolju usmerenost sile na podlogu, odnosno smanjiti recipročnu inhibiciju

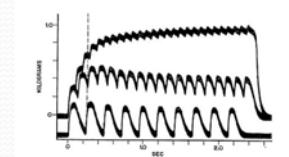
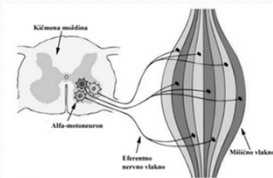
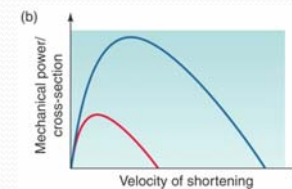
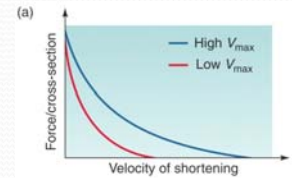
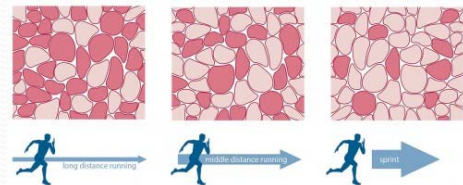
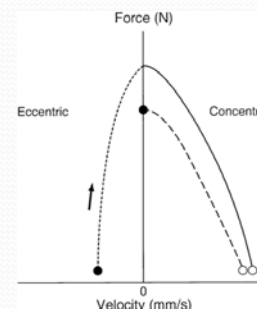
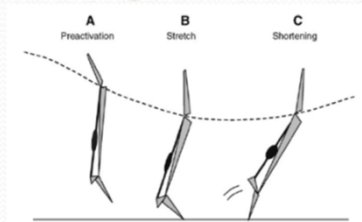


Fig. 3.6.3. Isometric tension responses of the soleus of a rat. Stimulation rates are (from bottom to top): 0.2, 2.0 and 10 per second. Adapted from Rosenow and Bawa (1960). See text for explanation of vertical dashed line.



Neuromišićni faktori zaduženi za brzu i usmerenu produkciju sile – ciklus izduženje-skraćenje...nastavak

- Ciklus izduženje-skraćenje povećava mehaničku efikasnost kretanja preko:
 - Energije elastične deformacije mišićno-tetivnog sklopa
 - Pojačanog neuralne aktivacije preko refleksa na istežanje



Komi, Exerc Sport Sci Rev, 1984

Tehnika kretanja – sprintersko trčanje

Startno ubrzanje

- Nagnutost tela ka napred (u početku 45 stepeni, vremenom postepeno povećavanje ugla)
- Opuštanje u zglobu kuka, kolena i skočnog zgloba
- Nisko podizanje pete
- Noge se ponašaju kao klipovi

Tranzicija

- Nastavlja se podizanje tela
- Postepeno povećavanje amplitude pokreta udova
- Povećavanje podizanja pete tokom faze zamaha

Maksimalna brzina

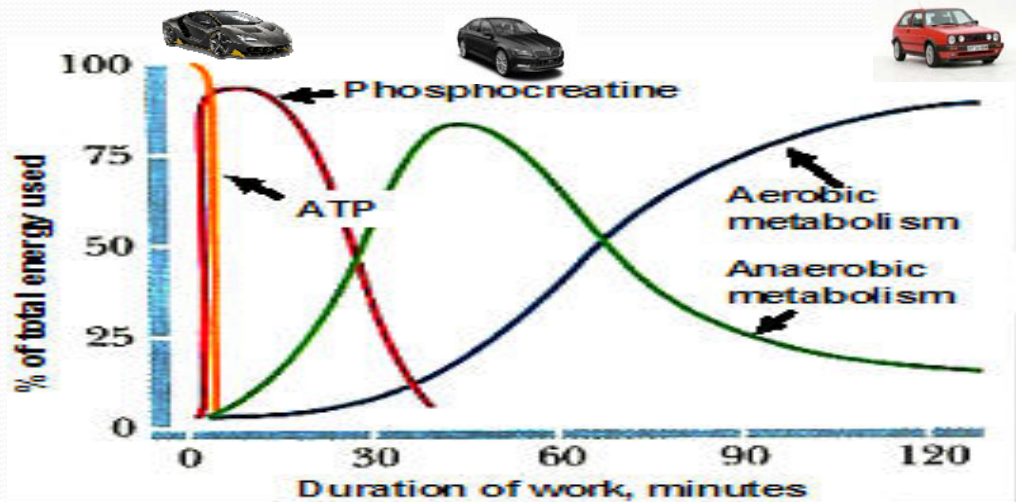
- Telo vertikalno postavljeno
- Snažni zamasi rukama (ne zaključani pod 90 step)
- Visoko podizanje kolena i povlačenje pete
- Stopalo prolazi iznad nivoa kolena stajne noge
- Kontakt sa podlogom ispod kuka
- Preaktivacije pre kontakta

Tehnika efikasne promene pravca

- Pozicija stopala (polovina okreta na unutrašnju nogu)
- Balansirano postavljanje stopala (široka i stabilna baza)
- Nagnutost tela (u smeru gde se planira trčanje)
- Repozicija stopala (postavljanje stopala u poziciju za efikasno ubrzanje u željenu poziciju)



Bioenergetski ograničavajući faktori



Zamor

Limitirajući faktori produženih ubrzanja i održavanja maksimalne brzine su:

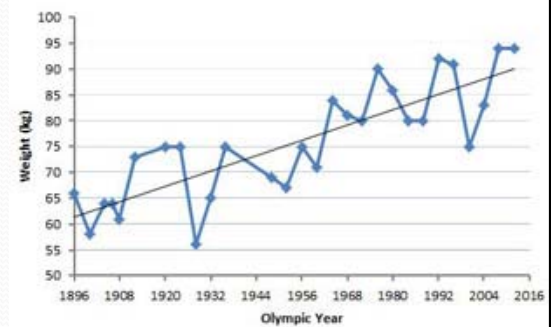
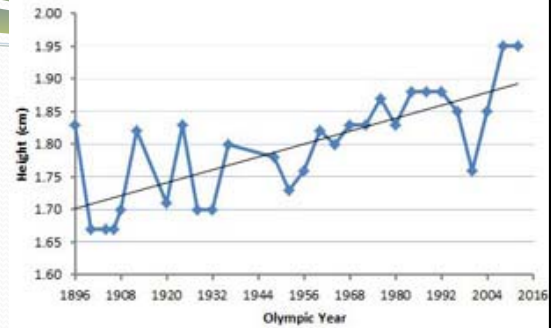
- ograničene zalihe ATP i CrP,
- relativno sporiji procesi anaerobne glikolize, posebno oksidativnog metabolizma
- Unutarmišićna akumulacija metabolita H^+ joni koji smanjuju procese dobijanja energije
- Neuralni- smanjena frekvencija pražnjenja motoneurona
- Mišićna oštećenja, spoljašnji uslovi...

Antropometrijske karakteristike

Sprinteri masivniji u odnosu na dugoprugaše - veća mišićna masa omogućava ispoljavanje velikih sila tokom faze kontakta

Ipak prevelika mišićna masa može da smanji relativnu mišićnu silu (mišićna masa sprintera manja nego kod bodibildera)

Veća visina, posebno dužina nogu može da pozitivno utiče na dužinu koraka (npr. Jusein Bolt 5-10cm duži korak tokom faze maksimalne brzine)



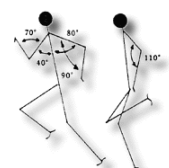
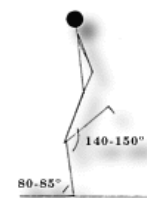
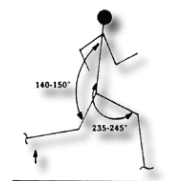
Gipkost

Gipkost i elastičnost gluteusa i mišića z. lože natkolenice može pomoći kod podizanja kolena i ispoljavanja dužeg koraka

Gipkost opružaća kolena i pregibača kuka omogućava smanjivanje vremena tokom faze zamaha

Opseg pokreta u skočnom zglobu omogućava postavljanje noge ispod ili iza težišta tela i na taj način smanjivanje kočionih sila

Optimalan opseg pokreta u ramenom zglobu nepochodan za ispoljavanje pokreta rukama



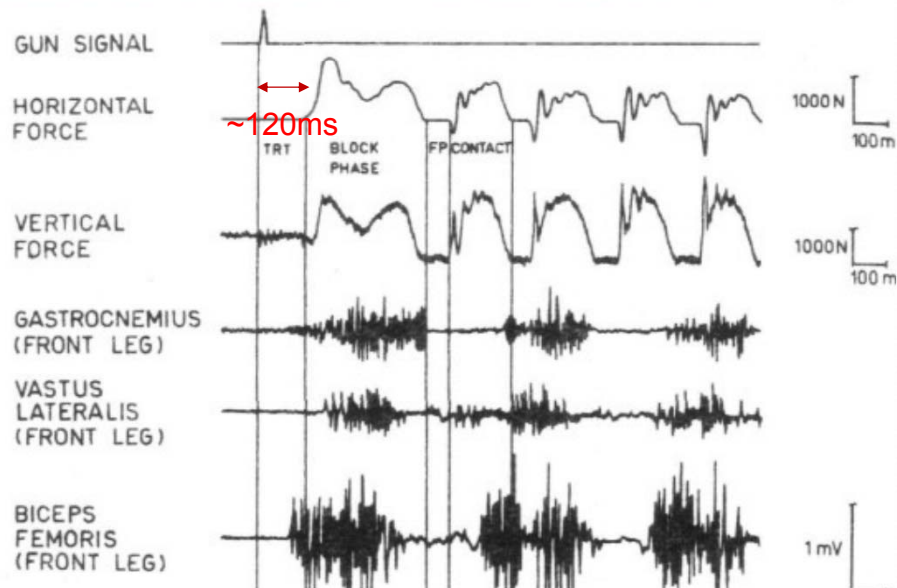
Reakciono vreme

Razlika vremena između započinjanja spoljašnjeg stimulusa (zvuk startnog pištolja) i momenta započinjanja pokreta (ispoljavanje pritiska na startni blok)

Komponente vremena reakcije (Mero & Komi, 1990)

- Premotorno vreme reakcije (vreme između spoljašnjeg stimulusa i mišićne aktivacije)
- Motorno vreme reakcije (kašnjenje između aktivacije mišića i produkcije sile tj pokreta)

Reakciono vreme – trka 100m



Reakciono vreme...

Reakciono vreme zavisi od kod najboljih sprintera kraće je od 200ms

Nešto kraće je kod muškaraca

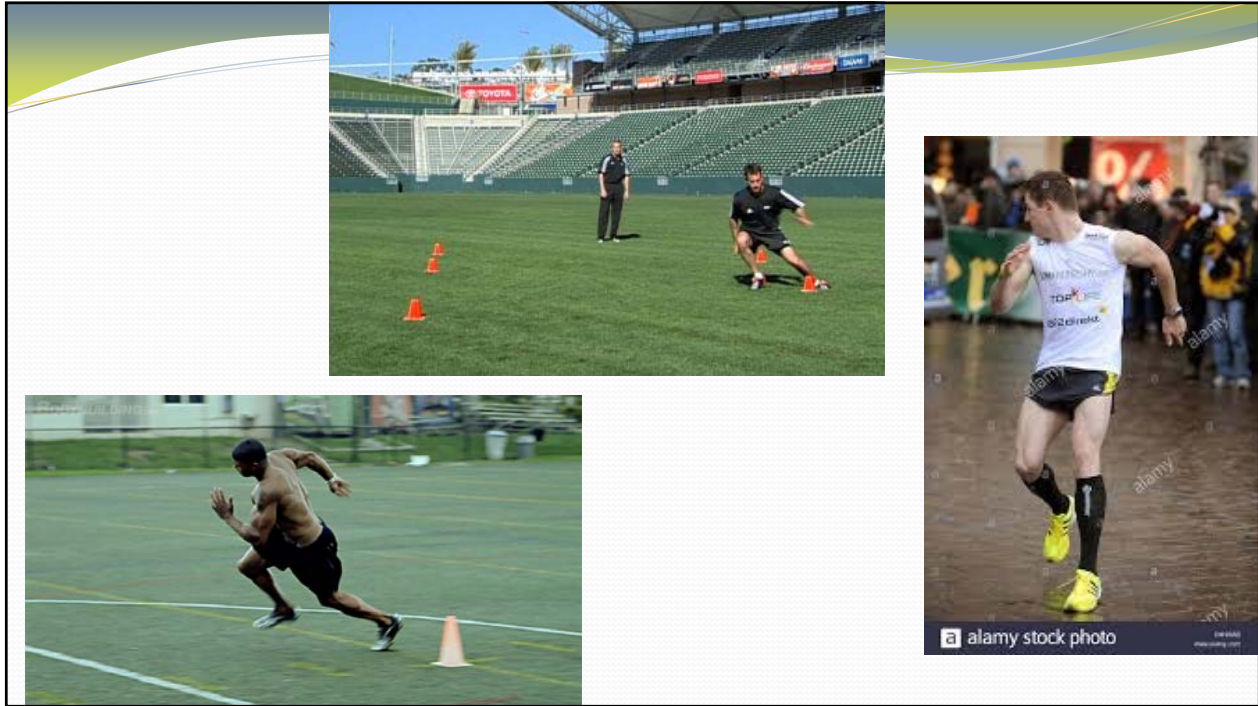
Povećava se sa dužinom trke (kraće je kod sprinterskih disciplina u odnosu na duže distance trčanja)

Zavisi od vrste spoljašnjeg stimulusa (mašina za izbacivanje lopti, pozicija suparnika tokom servisa (zahteva posebne persceptualno-kognitivne veštine))

Povećava se sa povećavanjem brojem različitih stimulusa i odgovora na stimulus









- Ponavljajući sprintevi mogu da unaprede ubrzanje
- Međutim, optimalna kinematika nesme biti narušena - optimalno opterećenje koje do 10% smanjuje brzinu kretanja







Distanca zavisi od sportskih zahteva

Mogućnost postizanja ~10% veće maksimalne brzine; asistencija ne bi trebalo da narušava tehniku kretanja

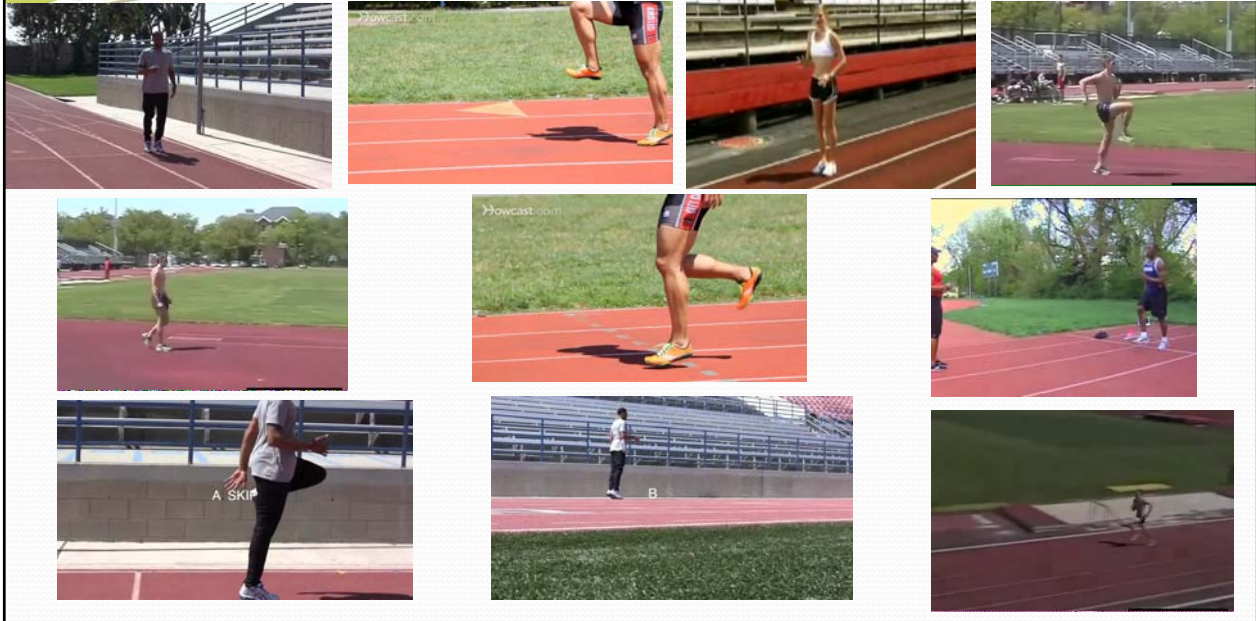
ukupan obim nešto veći od tradicionalnog treninga

Asistirani sprintevi omogućavaju postizanje većeg obima treninga za npr. vežbanje maksimalne brzine (izbegavaju se visokointenzivna ubrzanja)

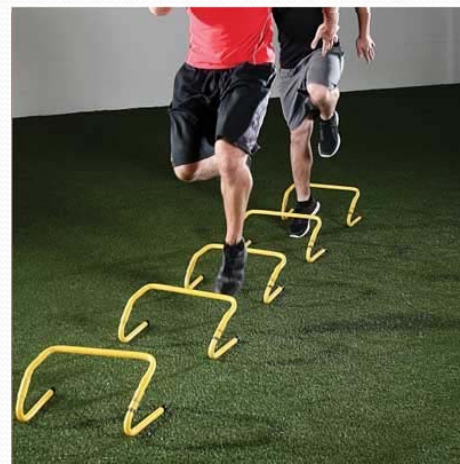
Ovaj vid treninga može da poboljša maksimalnu brzinu ali i ubrzanje



Opšte vežbe za tehniku trčanja



Vežbe za promenu pravca i tehniku kretanja (ali ne i nužno za agilnost!!!)





- *Trenirati pokrete kroz ceo opseg a ne izolovane mišiće ili zglobove (per svega primena višezglobnih vežbi - npr. čučanj, iskoraci, mrtvo dizanje...)*
- *Ukoliko uslovi dozvoljavaju posebno uključiti dizačke vežbe (nabačaj, trzaj...)*
- *Primeniti balističke vežbe (skokovi, skokovi sa opterećenjem izbačaji...)*
- *Posebno obratiti pažnju na asimetrije i disbalanse*



Generalne preporuke: Jačina

	Maksimalni metod			Blizu maksimalni metod	Supramaksimalni metod	Piramidalni metod
	70 - 100%	100	130-150	90-97,	80-100	85, 90, 97, 100
Intenzitet (% od max)	70 - 100%	100	130-150	90-97,	80-100	85, 90, 97, 100
Obim (pon x ser)	3-12 s x 2-6	1 x 5	5 x 3	1-3 x 4	Više od maksimalnog broja x 2-5	(6, 4, 2, 1) x 1
Brzina izvođenja	Spori ili eksplozivni razvoj sile	Mala ili maksimalna	Mala ili umerena	Mala ili maksimalna	umerena	Mala ili maksimalna
Period oporavka (min)	2-3	3-5	3	3-5	3-5	2-6
Broj treninga nedeljno	2-6	2-6	1-3	2-6	2-6	2-6
Izbor vežbi	jednozglobne i višezglobne tradicionalne vežbe					
Redosled vežbanja	velike < male mišićne grupe; višezg.<jednozg;					
Tip mišićne kontrakcije	IZO	KON	EKS	KON, EKS-KON	EKS-KON	EKS-KON

(Komi, 1992; Siff, 2000)

Generalne preporuke: Hipertrofija mišića

	Standardni metod (konstanto opterećenje)	Standardni metod (progresivno opterećenje)	Bodibilderski metod intenzivni	Bodibilderski metod ekstenzivni	Piramidalni metod
Intenzitet (% od max)	80	70, 80, 85, 90	80-95	60-70	70, 80, 85, 90
Obim (pon x ser)	8-10 x 3-5	(12, 10, 7, 5) x 1	5-8 x 3-5	15-20 x 3-5	(10, 8, 6, 4) x 1
Brzina izvođenja	Mala ili umerena	Mala ili umerena	Mala ili umerena	Mala ili umerena	Mala ili umerena
Period oporavka (min)	2	2	3	2	2
Broj treninga nedeljno	2-6	2-6	1-3	2-6	2-6
Izbor vežbi	jednozglobne i višezglobne tradicionalne vežbe				
Redosled vežbanja	velike < male mišićne grupe; višezg.<jednozg;				
Tip mišićne kontrakcije	EKS - KON	EKS - KON	EKS - KON	EKS - KON	EKS - KON

(Komi, 1992; Siff, 2000)

Generalne preporuke: Snaga

	Trening snage sa visokim intenzitetom	Trening snage sa optimalnim intenzitetom	Trening snage sa malim intenzitetom	Pliometrijski metod
Intenzitet (% od max)	preko 60	30-60	do 30	Sopstveno telo
Obim (pon x ser)	1-5	5-7	5-9	10 x 3-5
Brzina izvođenja	Maksimalna za date uslove			specifična u odnosu na funkcionalne zadatke
Period oporavka (min)	3-5min			5 - 10 min
Broj treninga nedeljno	2 - 6			1-2
Izbor vežbi	Višezglobne balističke vežbe i vežbe koje primenjuju dizači tegova			Pliometrijske vežbe
Redosled vežbanja	velike < male mišićne grupe; visok < nizak intenzitet;;			
Tip mišićne kontrakcije	CON, ECC-CON	CON, ECC-CON	CON, ECC-CON	Ciklus izduženje-skraćenje

(Cormine i sar., Med Sci Sports Exerc, 2010; Holcomb i sar., J Strength Con Res, 1996; Moss i sar., Eur J App Physiol Occup Physiol 1997; Siff, 2000; Beachle i Earle, 2000;)



BRZINSKA IZDRŽLJIVOST



ODRŽATI ŠTO DUŽE ŠTO VEĆU BRZINU KRETANJA



PONAVLJATI SPRIŃTEVE, BRZO SE OPORAVLJATI OD SPRIŃTEVA

BRZINSKA IZDRŽLJIVOST

- Razlika između prve i druge polovine trke u takmičenjima na 200m je 1s, odnosno na 400m 1-2s.
- Prva polovina trke na 200m se postiže na brzini od 97-98% od max brzine na 100m, dok prva polovona na 400m je na 95-96% od najboljih 200m.
- Rezultat zavisi od **maksimalne brzine** kretanja i mogućnosti sportiste da **održi veliku brzinu** kretanja tokom trke
- Timske igre - rezultat značajno zavisi od mogućnosti ponavljanja relativno kraćih eksplozivnih aktivnosti što **većom brzinom**, odnosno što **manjeg opadanja brzine** u izvođenju tih aktivnosti tokom takmičenja

BRZINSKA IZDRŽLJIVOST – produženo ispoljavanje brzine (cilj je da se pretrči što veća distanca na takmičarskom intenzitetu)

Termin	Dužina ponavljanja	Energetski sistem	% od takmičarske brzine	Oporavak pon/ser	Obim za 100-200m	Obim za 400m
Alaktatna izdržljivost	50-80m	Anaerobni-alaktatni	90-95% 95-100%	1-2/5-7 min 2-3/7-10 min	300-800m 300-800m	600-1200m 600-1200m
Glikolitička kratka izdržljivost	80m	Anaerobni - glikolitički	90-95% 95-100%	1/3 min 1/4 min	300-800m 300-800m	600-1200m 600-1200m
Brzinska izdržljivost	50-150m	Anaerobni - glikolitički	90-95% 95-100%	5-6 min 6-10 min	300-900m 300-600m	400-1000m 400-800m
Duga brzinska izdržljivost	150-300m	Anaerobni - glikolitički	90-95% 95-100%	10-12 min 12-15 min	600-900m 600-900m	600-1200m 300-1000m

+
Razvoj maksimalne brzine i ubrzanja (pon do 80m, intenzitet max, obim 300m, pauze 3-8min)

BRZINSKA IZDRŽLJIVOST – sposobnost za ponavljanje sprinteva i oporavak od sprinteva

- Cilj je razviti sposobnosti za produkciju što je moguće **većeg ubrzanja i/ili brzine** kao i sposobnost za što je moguće **brži oporavak** posle eksplozivne aktivnosti

Uključiti tradicionalni trening za razvoj brzinskih sposobnosti

Visoko-intenzivni aerobni intermitentni/intervalni trening za unapređenje oporavka između sprinteva

Bishop i sar., 2011

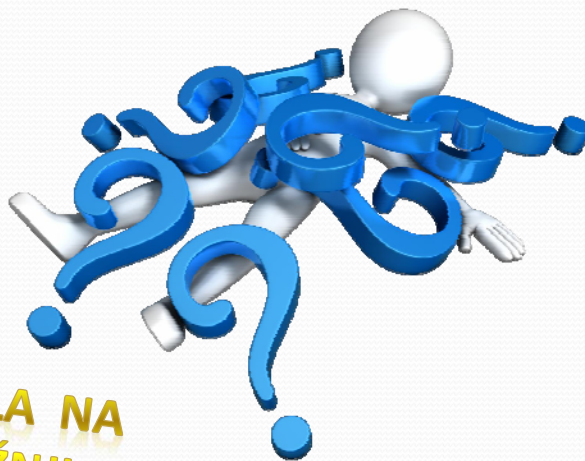
	Ubrzanje	Maksimalna brzina	Promena pravca	Agilnost	Brzinska izdržljivost
Sprint	+++	+++	++	+	+/**
Trčanje sa promenama pravca	++		+++	++	
Sprint sa opterećenjem	+++	+	++		
Asistirano trčanje	+	+++			
Igrice na malom prostoru	++		++	+++	++
Vežbe tehnike trčanja	+/**	+/**	+/**		
Trening jačine i snage	++	++	++		+
Pliometrijski trening	+	++	+		
Trening gipkosti	+	+	+		
Brzinska izdržljivost - Alaktatna	++				+++
Brzinska izdržljivost - Glikolitička	+	+/**			+++

Zaključak

- Različiti mehanički zahtevi karakterišu ubrzanje, dostizanje i održavanje maksimalne brzine
- Ubrzanje zahteva velike propulzivne sile, dostizanje maksimalne brzine karakteristično je po generisanju velikih vertikalnih sila tokom kontakta veoma kratkog trajanja
- Različita biomehanička ograničenja zahtevaju različite trenažne metode za poboljšavanje brzinskih sposobnosti

Zaključak (nastavak)

- Mnogi timski sportovi zahtevaju sprinteve, promene praca i sve to u uslovima donošenja veoma brzih odluka za započinjanje pomenutih radnji
- Zbog toga treneri treba da dominantno razvijaju agilnost kroz korišćenje specifično-sportskih i vremenski efikasnih metoda



**HVALA NA
PAŽNJI**

predrag.bozic@rzsport.gov.rs
www.usms.rs – **skidanje prezentacija**