

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

# **DIPLOMSKA NALOGA**

BOŠTJAN BRADEŠKO

Ljubljana, 2007



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Smer študija: Športno treniranje  
Izbirni predmet: Teorija in metodika atletike

# **PRIMERJALNA ANALIZA MED ROTACIJSKO IN LINEARNO TEHNIKO SUVANJA KROGLE**

## **DIPLOMSKA NALOGA**

MENTOR

prof. dr. Milan Čoh

RECENZENT

izr. prof. dr. Branko Škof

KONZULTANT

asist. dr. Aleš Dolenc

KONZULTANT

mag. Danilo Emberšič

Avtor dela

**BOŠTJAN BRADEŠKO**

Ljubljana, 2007



## **Zahvala**

Zahvalil bi se dr. Milanu Čohu za njegovo usmerjanje pri pisanju diplomske naloge in vsem ostalim, ki so na kakršen koli način pripomogli k boljši strokovnosti te naloge.

Zahvalil bi se tudi svojim staršem za vso podporo, ki so mi jo nudili v času mojega študija. Navsezadnje pa bi se zahvalil ženi Tini za njeno vzpodbudo in podporo, ki mi jo je izkazala ob zaključku študija.

**Ključne besede: atletika, suvanje krogle, tehnika, biomehanika.**

## **PRIMERJALNA ANALIZA MED ROTACIJSKO IN LINEARNO TEHNIKO SUVANJA KROGLE**

**Boštjan Bradeško**

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2007**

**Športno treniranje, Teorija in metodika atletike**

**Število strani: 77; število preglednic: 27; število grafov: 8; število slik: 34; število virov: 30; število prilog: 2.**

### **IZVLEČEK**

Diplomska naloga obravnava atletske disciplino suvanje krogle. Poznamo dva načina suvanja krogle. Prvi način se imenuje linearna tehnika suvanja krogle oziroma tehnika s podrsom. Tu je metalec s hrbtom obrnjen v smer sunka. Po podrsu se obrne in sune kroglo v prostor, ki ga omejujejo tekmovalna pravila. Drugi način suvanja krogle pa se imenuje rotacijska tehnika ali tehnika z vrtenjem. Pri njej tekmovalec naredi obrat in pol okoli vzdolžne osi preden sune kroglo proti metališču. Rotacijska tehnika je mlajša, saj so jo začeli uporabljati šele po letu 1976. Naloga analizira posamezno tehniko suvanja in razlike znotraj posamezne tehnike suvanja krogle. Prav tako primerja biomehanske značilnosti posameznih faz tehnike in prikazuje razlike med boljšimi in slabšimi metalci. Predstavljene so morfološke značilnosti in razlike metalcev pri posameznem načinu suvanja.

**Key words: Track and Field, Shot Put, Technique, Biomechanics.**

## **COMPERATIVE ANALYSIS BETWEEN ROTATIONAL AND GLIDE TECHNIQUE OF THE SHOT PUT**

**Boštjan Bradeško**

**University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2007**

**Sport Training, Theory and Metodology of Track and Field**

**Number of pages: 77; number of charts: 27; number of graphs: 8; number of pictures: 34; number od sources: 30; number of attachments: 2.**

### **ABSTRACT**

This thesis is about track and field discipline shot putting. We know two different manners of shot putting. One manner is referred to either as the glide technique or the linear technique. The other manner is referred to either as spin technique or the rotational technique. The competitor using glide technique turns his back towards the putting direction. After the glide s/he turns around and puts the shot as far as s/he can to the area confined according to the track and field regulations. The competitor using rotational technique makes a spin and a half around the vertical axis. Then s/he puts the shot into the throwing area direction. This technique is newer. It has been in use since 1976. The thesis analyses and compares both techniques of shot putting and the differences between them. Furthermore, it analyses the biomechanical specifics of different technique phases. It shows the differences between the more and the less successful shot putters. The thesis presents the morphological characterictics and the differences between shot putters using different techniques.

## KAZALO

1	UVOD.....	7
1.1	ZGODOVINSKI PREGLED .....	10
2	PREDMET, PROBLEM IN NAMEN DELA.....	20
3	CILJI.....	27
4	METODE DELA.....	27
5	RAZPRAVA.....	28
5.1	LINEARNA TEHNIKA SUVANJA KROGLE .....	28
5.1.1	FAZA PRIPRAVE.....	28
5.1.2	FAZA PODRSA.....	31
5.1.3	FAZA MAKSIMALNEGA POSPEŠEVANJA.....	34
5.1.4	FAZA IZMETA IN OHRANJANJA RAVNOTEŽJA.....	37
5.2	ROTACIJSKA TEHNIKA SUVANJA KROGLE .....	38
5.2.1	FAZA PRIPRAVE.....	38
5.2.2	FAZA OBRATA .....	40
5.2.3	FAZA MAKSIMALNEGA POSPEŠEVANJA.....	42
5.2.4	FAZA IZMETA IN OHRANJANJA RAVNOTEŽJA.....	42
5.3	MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI METALCEV .....	43
5.3.1	SOMATOTIP.....	44
5.4	PODOBNOSTI IN RAZLIKE MED TEKMOVALCI V LINEARNI IN ROTACIJSKI TEHNIKI SUVANJA KROGLE .....	52
5.4.1	IZMETNA HITROST.....	53
5.4.2	IZMETNI KOT .....	54
5.4.3	IZMETNA VIŠINA.....	57
5.4.4	POT KROGLE.....	59
5.4.5	MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI .....	66
5.4.6	POGOSTOST UPORABE POSAMEZNE TEHNIKE .....	70
6	SKLEP.....	72
7	LITERATURA .....	74
8	PRILOGE .....	77



## 1 UVOD

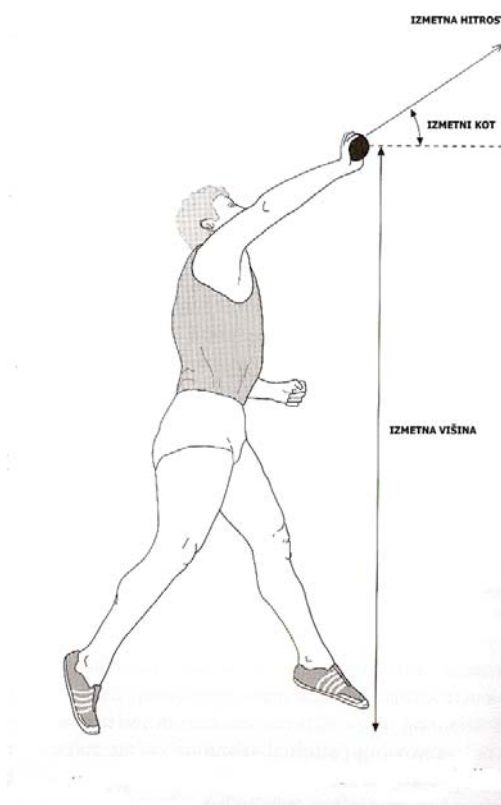
Vrhunski dosežki na katerem koli področju človekove ustvarjalnosti, kot tudi v športu so izredno težko dosegljivi in pomenijo korak naprej za celotno človeštvo (Kovač in sod., 1995).

Strokovno delo v športu temelji na ugotovitvah, spoznanjih in dognanjih znanosti, ki smo jo pri nas poimenovali (antropološka) kineziologija. Kineziologija je interdisciplinarna znanost, ki proučuje človeka (športnika) z vidika njegovega spreminjanja (transformacije) pod vplivom športne gibalne dejavnosti (Šturm in Strojnik, 1994).

Suvanje krogle uvrščamo med aciklična gibanja translatornega tipa atletskih disciplin. Ne glede na njeno prirodnost gibanja pa je kot disciplina v programu atletike, zelo zahtevna tako s koordinacijskega vidika kot z vidika učenja tehnike. Ta disciplina zahteva mnogo sposobnosti, ki so zelo širokega motoričnega spektra in jih mora metalec med sunkom uskladiti v sintetično celoto. Gibi potekajo po načelu zaporednosti in po načelu vzporednosti. Med seboj pa si faze sledijo v zelo kratkih časovnih intervalih (čas sunka v drugem delu se giblje med 0,38 s in 0,48 s). Tehnika suvanja krogle je sestavljena iz velikega števila gibanj, ki morajo biti izvedena v točno določenem časovnem intervalu s točno določeno stopnjo silovitosti, če želi metalec krogle suniti kroglo maksimalno daleč. Najsi je to linearna ali pa rotacijska tehnika suvanja krogle, obe sta sestavljeni iz linearnih in rotacijskih gibalnih sekvenc, ki morajo biti optimalno povezane (Čoh, 2007). V skladu z biomehanskimi zakonitostmi gibanja gre za princip sekvencialne aktivacije segmentov in princip koordinacije posameznih impulzov (Lanka, 2000). Tako kot pri vseh ostalih metih tudi pri suvanju krogle tehniko določajo nekateri parametri morfološke narave (telesna višina, telesna teža, dolžina okončin, odstotek mišične mase, obseg sklepov ...) in tekmovalni pravilnik (premer kroga (2,135 m), teža orodja (7,26 kg), pravilna izvedba sunka).

Tekmovalec se mora podrediti fizikalnim zakonom, da lahko kroglo sune daleč. Na dolžino sunka najbolj vplivajo trije fizikalni dejavniki, kar je prikazano tudi na Sliki 1:

- izmetna hitrost (hitrost krogle, ko zapusti dlan)
- izmetni kot (kot, pod katerim krogla zapusti dlan, glede na tla)
- izmetna višina (višina, pri kateri krogla zapusti dlan)



Slika 1: Fizikalni dejavniki, ki vplivajo na dolžino sunka (Bartlet, 2000).

Vadeči lahko najmanj vpliva na izmetno višino, saj jo določa njegova telesna konstitucija. Višja telesna višina ter dolžina roke pomeni višjo dosežno višino. Izmetna hitrost in izmetni kot pa sta dejavnika, s katerima lahko metalec najbolj vpliva na rezultat. To zagotovo najbolj drži za izmetno hitrost, saj je to faktor, ki ga lahko metalec s tehniko in pa predvsem z mišično silo najbolj spremeni.

Dolžino sunka predstavlja vodoravna razdalja od notranjega roba metalnega kroga do bližnjega odtisa krogle na tleh.

Imeni načinov suvanja nam povesta, po kakšni poti potuje krogla od začetka gibanja in do izmeta. Krogla se pri linearni tehniki giblje po bolj ali manj linearni smeri, brez večjih odstopanj v levo in desno (gledano v smeri sunka). Pri tem opravi določeno pot, ki je determinirana s premerom metalnega kroga, metalčevo velikostjo in sposobnostjo, da začne sunek iz zelo nizkega položaja. Pri rotacijski tehniki pa metalec opravi gibanje enega kroga in pol okoli svoje vzdolžne osi v prostoru metalnega kroga. Tu se podaljša pot (dolžina poti krogle pri rotacijski tehniki je preko 3 metrov) in hkrati poveča možnost daljšega in bolj enakomerno pospešenega delovanja sile metalca na kroglo. Dokazano je, da tekmovalci pridobijo z zaletom, najsi je v rotacijski ali linearni tehniki, le okoli 10–15 % končne dolžine sunka (Gemer, 1990).

Za uspešen sunek je potrebno izvesti celotno gibanje optimalno. Majhna odstopanja od pravilne tehnike se kažejo v skrajšani dolžini sunka, večja pa povzročajo porušenje ravnotežja in nepotrebne obremenitve na mišično-vezivno tkivo. To lahko pripelje do kršenja tekmovalnega pravilnika ali celo poškodb mišic, tetiv in sklepov.

## 1.1 ZGODOVINSKI PREGLED

Prve oblike atletskih tekmovanj segajo v obdobje starodavne Grčije, kjer so tekmovali v šprintu, vzdržljivostnem teku, skoku v daljino in metu diska. V atletskih disciplinah so tekmovali že na prvih olimpijskih igrah leta 776 p.n.š. Razvoj tehnike pa se je pravzaprav začel z olimpijskimi igrami moderne dobe, ki so pri tekmovalcih z leti dobivale vedno večji tekmovalni potencial in pomembnost.

Prvo zabeleženo tekmovanje v suvanju krogle je bilo v Zürichu leta 1472, kjer so metali kamen težak 6.939 kg. Kasneje so kamen zamenjali s šesterokotnim blokom teže 12.5 kg, ki so ga metali iz ograjenega štirikotnega prostora. Ta disciplina predstavlja predhodnico sodobnega suvanja krogle.

Prvi, ki so pričeli s suvanjem krogle, so bili angleški topničarji v 14. stoletju. Kroglo, ki so jo suvali, je bila težka 7,257 kg. Suvali so jo v dalj ali cilj. Teža krogle je ostala nespremenjena do danes.

Zalet je bil sprva neomejen. 1870 so Angleži omejili zaletno površino na območje 7 m x 7 m. Na prvi moderni olimpijadi 1896. leta v Atenah so kroglo suvali iz kvadrata, dimenzij 2 m x 2 m. Na drugi olimpijadi v Parizu, leta 1900, so ta kvadrat povečali na 2.135 m x 2.135 m. V Ameriki, ki ima zelo močno tradicijo suvanja krogle, so že leta 1868 suvali kroglo iz kroga premera 7 čevljev, kar znaša 2,135 m. Od leta 1904 so tudi drugod začeli uporabljati krog s premerom današnjih dimenzij (2.135 m).

Na prvi olimpijadi moderne dobe je zmagovalec Robert Garrett sunil kroglo 11,22 m. Takratni tekmovalci so bili vsi amaterji, ki niso posvečali veliko pozornosti redni športni vadbi. Tudi tehnika se je bistveno razlikovala od današnje (IAAF, 2007).

Tehnika suvanja krogle se je skozi leta spreminjala. Gemer (1990) je mnenja, da lahko moderno suvanje krogle razdelimo na dva obdobja, in sicer na:

- obdobje pred letom 1953, ko je atlet začel z bočno postavitvijo glede na smer sunka, in

- obdobje, ko je Perry O'Brien pričel uporabljati tehniko, ko je tekmovalec obrnjen s hrbtom v smer sunka.

Na drugi strani pa Lanka (2000) deli zgodovino tehnike suvanja krogle na štiri obdobja:

- suvanje krogle z mesta,
- suvanje krogle z bočno postavitvijo v smer sunka,
- suvanje krogle s hrbtno postavitvijo v smer sunka,
- suvanje krogle z rotacijsko tehniko,

Gemer se je verjetno osredotočil samo na tehniko s podrsom.

Tehnika se razvija glede na to, kako je tekmovalec sposoben uporabiti svojo moč in hitrost (Tutevich, 1969; povzeto po Lanka, 2000). Razvoj tehnike je šel vedno v smer, kako delovati čim dlje časa na kroglo in kako lahko uporabiti čim več mišične sile in hitrosti. V začetku so uporabljali predvsem moč rok, kasneje so že vključili zgornji del trupa, na koncu še moč nog in posledično moč celotnega telesa.

Najprej so kroglo suvali z mesta s prednoženjem leve noge in iz zasuka. Prva novost po sunku z mesta je bil prisunski korak in kasneje bočni podrs. Tu je tekmovalec stal z bokom obrnjen za 90 stopinj proti izmetni smeri (Slika 2). Z zamašno roko je kazal proti izmetu. Stopala so bila postavljena pravokotno glede na smer sunka.



Slika 2: Ralph Rose pred začetkom suvanja krogle  
(<http://www.hickoksports.com/images/>).

Po krožnem ali nihajnem gibu zamašne noge je metalec naredil podrs in prišel v »osnovni položaj z mesta« (faza dvojne opore). Odrivna noga je bila pokrčena v kolenskem sklepu, celotna teža je bila na odrivni nogi in trup je bil obrnjen stran od izmetne smeri. Leva roka je kazala v nasprotno smer izmeta, kar je povzročilo navor trupa. Zamašna noga je bila postavljena na tla na notranji rob stopala, malo bolj levo od smeri izmeta. Iz tega osnovnega položaja je odrivna noga omogočala močan dvig in rotacijo trupa iz vrtenja odrivne noge na plesnih.

Delo odrivne noge se je nadaljevalo, dokler ni tekmovalec potisnil in obrnil trup preko aktivne zamašne noge, ki se ni smela pokrčiti, ampak je povzročala dviganje krogle, in sunil kroglo iz čim višjega enoopornega položaja na zamašni nogi. Ta način suvanja je bil enostaven za učenje in hkrati tudi zelo uspešen, kar je razvidno iz Preglednice 1 (Gamer, 1990), ki prikazuje razvoj svetovnega rekorda v tistem obdobju. Takratni tekmovalci so bili visoki in težki. R. Rose, olimpijski zmagovalec iz leta 1904 in 1908, je bil visok preko dveh metrov in težak 125 kg (Slika 2). Prvi, ki je sunil kroglo preko 17 metrov je bil J. Torrance. Tehtal je 135 kg in bil visok več kot dva metra. Vendar je leta 1948 C. Fonville postavil svetovni rekord (17.48 m) pri samo 88 kg telesne teže. S tem je dokazal, da lahko tudi telesno lažji, a z dobro tehniko in hitrostjo, sunejo kroglo daleč. S tem se je spremenila miselnost pri treniranju, saj so bili do takrat prepričani, da sta hitrost in tehnika manj pomembni.

Analizirali so tehniko in ugotovili, da s hitrejšim pomikanjem preko kroga dosežejo večjo hitrost izmeta.

Preglednica 1: Razvoj svetovnega rekorda pred letom 1952

rezultat	ime in priimek	država	leto
15,54	Ralph Rose	ZDA	1909
16,04	Emil Hirschfeld	NEM	1928
16,04	Frantisek Douda	ČSR	1931
16,20	Frantisek Douda	ČSR	1932
17,40	Jack Torrance	ZDA	1934
17,68	Charles Fonville	ZDA	1948
17,79	James Fuchs	ZDA	1949
17,95	James Fuchs	ZDA	1950

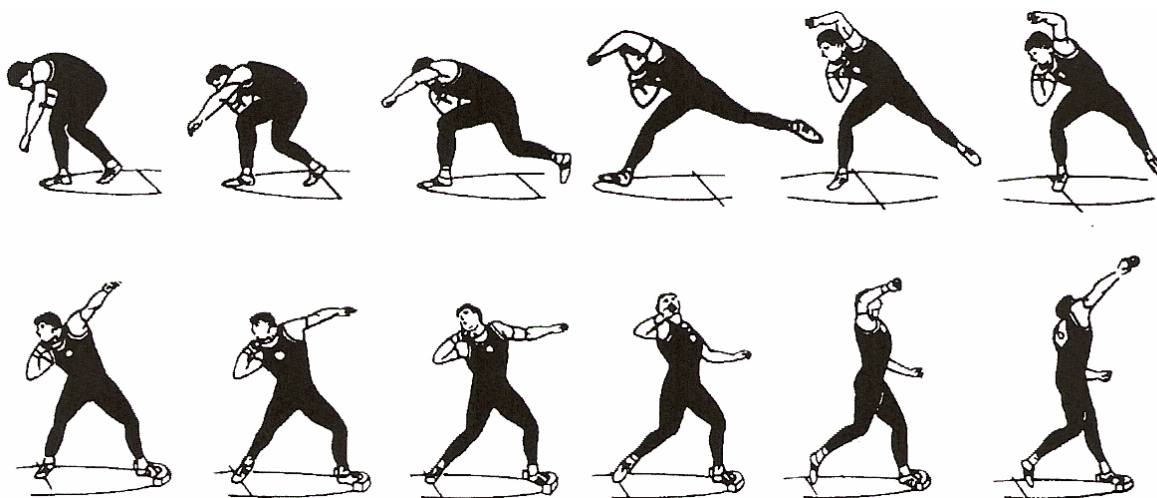
V zgodnjih petdesetih letih je Perry O'Brien začel uporabljati tehniko, pri kateri je bil že na začetku s hrbtom obrnjen proti smeri izmeta (Slika 3).



Slika 3: Tekmovalec s hrbtom obrnjen v smer sunka (<http://www.hickoksports.com/images/>).

Na ta način je podaljšal pot delovanja na kroglo in s tem poskušal priti v boljši položaj za maksimalno delovanje na kroglo. Po opravljenem podrsu so prsti odzivne noge kazali v nasprotno smer sunka, razkorak je bil večji, zaradi česar se je zmanjšalo dvigovanje in potiskanje trupa v smer izmeta (Slika 4). Prav tako se je zmanjšala torzija med kolčno in ramensko osjo. Delovanje na kroglo v fazi maksimalnega potiskanja je bilo skrajšano in izmet je bil izveden v brezoporni fazi (Gamer, 1990). Na ta način je Perry O'Brien potisnil svetovni rekord preko devetnajst metrov. Vendar

je Gamer (1990) mnenja, da je to posledica predvsem njegove sistematične kondicijske priprave in ne tehničnih izboljšav.



Slika 4: Linearna tehnika suvanja krogle, kot jo poznamo danes (Tschiene,1985).

V tem času so pričeli uporabljati betonske podlage v krogu in nič več travnatih in peščenih (Egger, 1994). To je izboljšalo oprijem športnih copat na podlago, posledično pa zmanjšalo drsenje in povečalo moč odtravanja nogami.

Nekateri tekmovalci so sledili njegovim izboljšavam in svetovni rekord potisnili do meje 21.78 m (Randy Matson ZDA, 1967).

Šele po šestih letih je Al Feuerbach deloma spremenil tehniko. Odrivno nogo je po podrsu zopet postavil pod trup in stopalo obrnil pravokotno glede na smer sunka (karakteristika bočnega pristopa v osnovni položaj). To je zopet omogočalo, da maksimalno izkoristi potencial odzivne noge v potiskanju in ustvarjanju navora v trupu (Gamer, 1990). Uspel mu je sunek 21.82 m, kar je bil nov svetovni rekord leta 1973.

Iz Preglednice 2 na naslednji strani so razvidne razlike v telesni višini in teži med Feuerbachom ter O'Brienom, Niederjem, Longom in Matsonom. Razvidno je, da je bil Feuerbach najmanjši od vseh, pri telesni teži pa je bil v sredini. Iz tega lahko sklepamo, da je njegov rezultat v suvanju krogle posledica tudi tehničnih sprememb.



Preglednica 2: Telesna višina in teža nekaterih najboljših metalcev krogle v obdobju 1952–1973.

	O'Brien	Nieder	Long	Matson	Feuerbach
Rezultat (m)	19.69	20.06	20.68	21.78	21.82
Telesna teža (kg)	111	109	118	120	115
Telesna višina (m)	1.90	1.90	1.93	1.99	1.86
BMI ( $AT/AV^2$ )	30.75	30.19	31.68	30.30	33.24

Preglednica 3: Razvoj svetovnega rekorda po letu 1952.

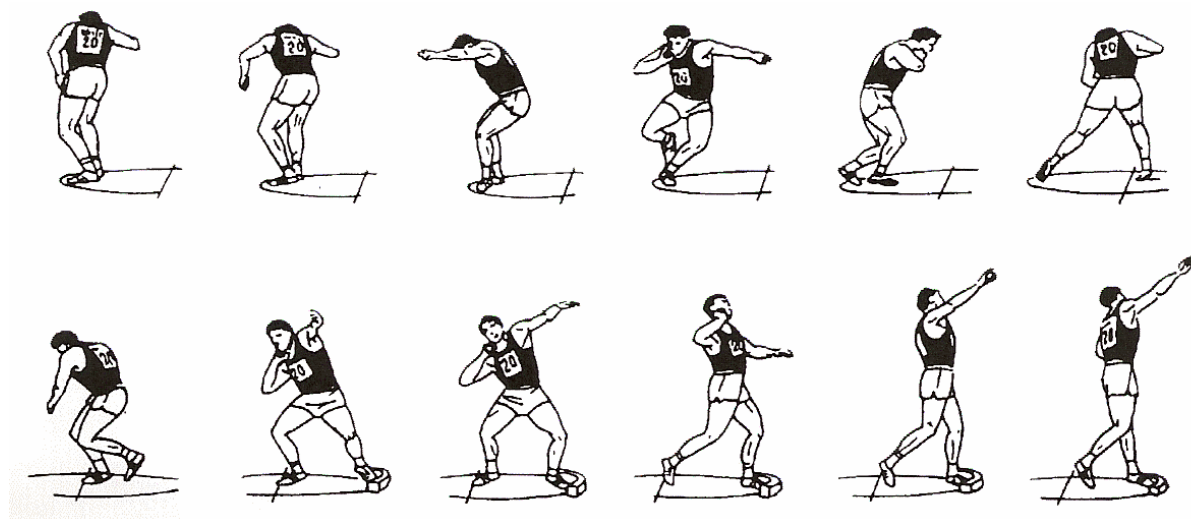
<b>rezultat</b>	<b>ime in priimek</b>	<b>država</b>	<b>leto</b>
<i>18,04</i>	Parry O'Brien	ZDA	<i>1953</i>
<i>18,54</i>	Parry O'Brien	ZDA	<i>1954</i>
<i>19,25</i>	Parry O'Brien	ZDA	<i>1956</i>
<i>19,25</i>	Dallas Long	ZDA	<i>1959</i>
<i>19,30</i>	Parry O'Brien	ZDA	<i>1959</i>
<i>19,67</i>	Dallas Long	ZDA	<i>1960</i>
<i>20,06</i>	Bill Nieder	ZDA	<i>1960</i>
<i>20,68</i>	Dallas Long	ZDA	<i>1964</i>
<i>21,78</i>	Randy Matson	ZDA	<i>1967</i>
<i>21,82</i>	Al Feuerbach	ZDA	<i>1973</i>
<i>21,85</i>	Terry Albritton	ZDA	<i>1976</i>

Iz preglednic 1 in 3 je jasno razvidno, da so v obdobju med letom 1934 in 1976 pri postavljanju svetovnega rekorda prevladovali tekmovalci iz ZDA. To je verjetno tudi posledica 2. svetovne vojne, ki je v Evropi uničila športne objekte in zahtevala veliko smrtnih žrtev. Med njimi so bili sigurno tudi potencialni vrhunski metalci krogle.

Na dolžino sunka pa je pozitivno vplival pričetek kondicijske priprave športnikov. To se je pričelo v petdesetih letih prejšnjega stoletja in s sistematičnim pristopom k vadbi moči so postali sunki vedno daljši od 20 m do 22 m med letom 1960 in 1976 (Egger, 1994).

Tretja novost oziroma večja sprememba v načinu suvanja krogle pa je uporaba rotacijske tehnike. Pri tej tehniki tekmovalec ni podrsal preko metalnega kroga, ampak se je na njem obrnil za obrat in pol (540 stopinj okoli vzdolžne osi) tako kot pri metu diska. Prvi zabeleženi poskusi suvanja krogle z rotacijsko tehniko segajo v obdobje 1940–1950. Takrat so kreativni metalci diska in kladiva bolj v šali kot zares poskušali narediti podobno tudi pri suvanju krogle. Njeni začetniki so V. Aleksejov (RUS), F. Tootell, B Ward, J. McGrath in O. Chandler (ZDA), J. Malek (ČSR). Šele v zgodnjih sedemdesetih letih prejšnjega tisočletja se je takšen način suvanja bolj razširil med tekmovalce in postal splošno znan kot rotacijska tehnika suvanja krogle. O. Chandler (ZDA) je leta 1950 sunil kroglo 17.08 m (takrat je bil svetovni rekord 17.95 m) z rotacijsko tehniko. Naslednja leta, še posebej pa leta po 1976, so prinesla nekaj velikih imen v rotacijski tehniki suvanja krogle. Leta 1976 je A. Baryshnikov postavil svetovni rekord 22.00 m in osvojil bronasto olimpijsko medaljo s sunkom 21.00 m. Takrat se je rotacijska tehnika razširila med ostale tekmovalce. Tekmovalec je bil s hrbtom obrnjen v smer sunka. Stal je na koncu metalnega kroga, težo je imel razporejeno enakomerno na obe nogi. Nato je pričel z obratom v levo, prešel v enooporni položaj na levi nogi in z desno nogo naredil zamah proti sredini kroga. Desno nogo je postavil na tla v sprednji polovici kroga in z levo nogo močno zamahnil polkrožno nazaj, dokler se skoraj ni obrnil v smer sunka. Takrat je prišla tudi leva noga na tla. Tekmovalec je moral paziti, da noge pri vrtenju okoli vzdolžne osi prehitevajo trup, ker je lahko samo na tak način ustvaril potrebno torzijo med kolčno in ramensko osjo.

Sodobno rotacijsko tehniko suvanja krogle predstavlja Slika 5.



Slika 5: Rotacijska tehnika suvanja krogle kot jo poznamo danes (Tschiene, 1985).

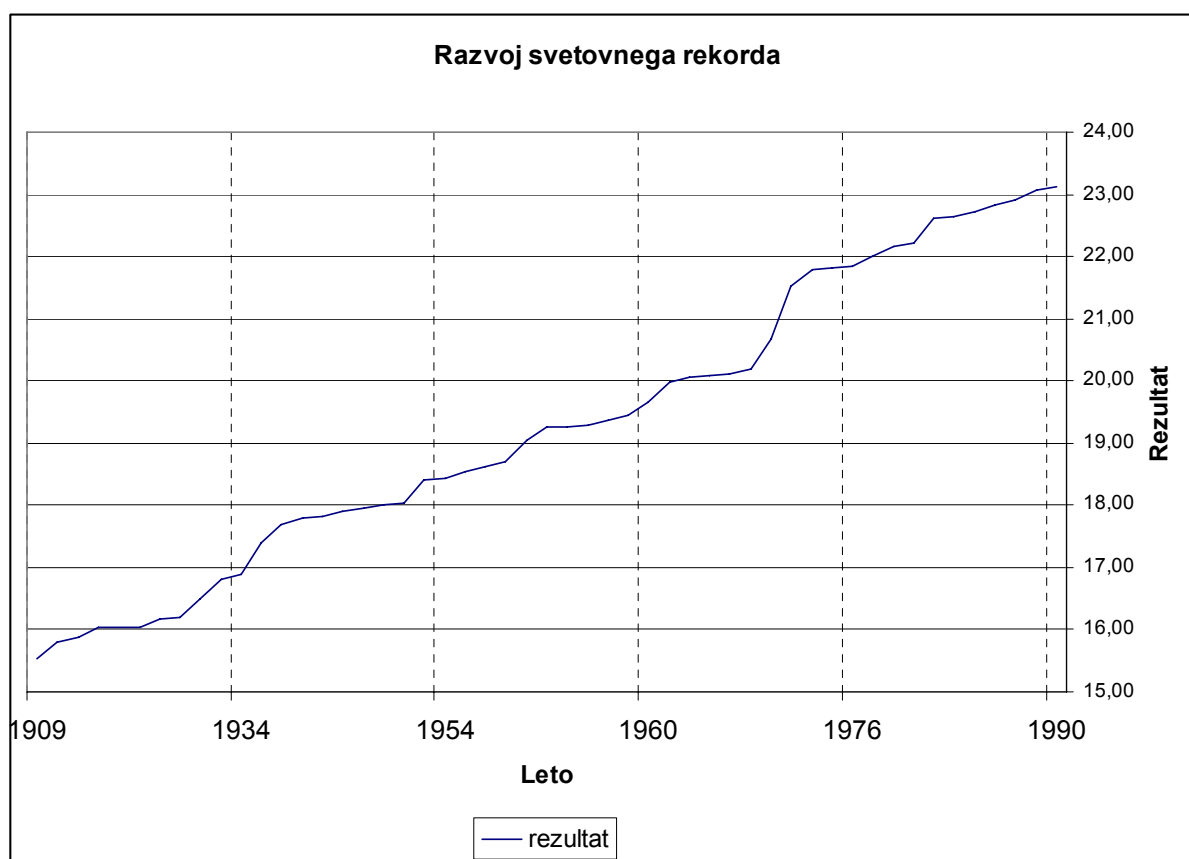
Preglednica 4: Razvoj svetovnega rekorda po letu 1976.

Rezultat	Ime in priimek	Država	Leto	Tehnika
22,00	Aleksandr Baryshnikov	SZ	1976	rotacijska
22,15	Udo Beyer	ZRN	1978	linearna
22,22	Udo Beyer	ZRN	1983	linearna
22,62	Ulf-Béla Timmermann	ZRN	1985	linearna
22,64	Udo Beyer	ZRN	1986	linearna
22,72	Alessandro Andrei	ITA	1987	linearna
22,84	Alessandro Andrei	ITA	1987	linearna
22,91	Alessandro Andrei	ITA	1987	linearna
23,06	Ulf-Béla Timmermann	ZRN	1988	linearna
23,12	Randy Barnes	ZDA	1990	rotacijska

Od takrat pa do sedaj večjih sprememb pri tehniki suvanja krogle ni bilo.

Po letu 1976 pa so svetovni rekorderji prihajali tudi iz evropskih držav. V tem obdobju pa se je, na žalost, pričelo uporabljati tudi nedovoljena sredstva za doseganje vrhunskih rezultatov. To je verjetno tudi povzročilo ponoven dvig svetovnega rekorda, na zdajšnjih 23,12 m. V štirinajstih letih, med letoma 1976 in 1990, se je svetovni rekord popravil 10-krat. Od takrat pa do danes (16,5 let) se je temu rezultatu

približalo na manj kot 5 % le osem tekmovalcev. S poostrenim nadzorom nad uporabo nedovoljenih sredstev za doseganje boljših rezultatov se je umirilo napredovanje svetovnega rekorda. Zadnji dosežki mečejo dvom na dosežke v osemdesetih letih, saj se le redki približajo rezultatom iz poznih sedemdesetih in osemdesetih let, to navkljub napredku znanosti na področju razvoja in nadzora športne vadbe. Tu je še posebej napredoval nadzor tehnike, saj s pomočjo sodobne tehnologije (prenosne videokamere, razmah biomehanskih laboratorijev, dostopnost literature prek svetovnega spleta...) lažje nadzorujemo vadbo in napredek vadečega. Na ta način se lažje odločimo za pravilnejše ukrepe, ki edini zagotavljajo uspeh v skrbno nadzorovanem sistemu športne vadbe.



Graf 1: Razvoj svetovnega rekorda.

Ko primerjamo rezultate na večjih mednarodnih tekmovanjih lahko pridemo do zaključka, da sta obe tehniki dokaj enakovredno zastopani. Iz preglednice 5 (na naslednji strani) je razvidno, da na evropskih prvenstvih prevladujejo tekmovalci v linearni tehniki, medtem ko je na svetovnih prvenstvih in olimpijskih igrah razmerje

bolj uravnoteženo. To je posledica nastopanja ameriških tekmovalcev, ki očitno bolj favorizirajo rotacijsko tehniko suvanja krogle.

Podobne ugotovitve dobimo, ko primerjamo 10 najboljših vseh časov, in sicer pri obeh tehnikah je zastopanost enakovredna.

Drugače pa je pri svetovnem rekordu. Tu sta bila samo dva dosežena z rotacijsko tehniko, in sicer A. Baryshnikov leta 1976– 20,00 m ter Randy Barnes leta 1990 – 23,12 m. To je še zmeraj veljavni svetovni rekord.

Preglednica 5: Zastopanost tekmovalcev v posamezni tehniki (podatki za nekatera prvenstva niso popolna).

	ROTACIJSKA TEHNIKA (število finalistov)	LINEARNA TEHNIKA (število finalistov)
EP 1986		4
SP 1987		6
OI 1988	1	6
EP 1990		3
SP 1991	2	3
OI 1992	2	5
SP 1993	2	3
EP 1994	2	4
SP 1995	5	3
OI 1996	5	3
SP 1997	4	3
EP 1998	2	5
SP 1999	4	4
OI 2000	5	3
SP 2001	6	2
EP 2002	3	5
SP 2003	3	4
OI 2004	2	6
SP 2005	4	4
EP 2006	2	5

Legenda: EP = evropsko prvenstvo, SP = svetovno prvenstvo, OI = olimpijske igre

## 2 PREDMET, PROBLEM IN NAMEN DELA

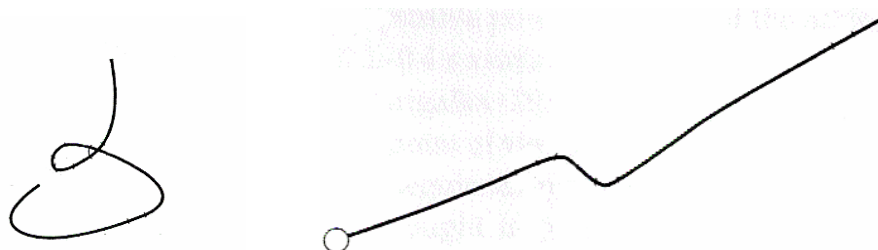
Tekmovalni pravilnik definira rezultat v suvanju krogle kot vodoravno razdaljo med notranjim robom polkrožnega praga na začetku metalnega kroga in bližnjim robom odtisa krogle na metalni površini. V bistvu je rezultat vsota vodoravne razdalje od roba kroga do točke izmeta in vodoravne razdalje leta krogle (Luhtanen, 1997; Hubbard, 2001; Young, 2005).

Imeni načinov suvanja nam povesta, po kakšni poti potuje krogla od začetka gibanja in do izmeta. Krogla se pri linearni tehniki giblje po bolj ali manj linearni smeri brez večjih odstopanj v levo in desno (gledano od zgoraj in/ali s strani). Pri tem opravi določeno pot, ki je determinirana s premerom metalnega kroga in metalčevo telesno višino in sposobnostjo, da začne sunek iz nizkega položaja (Slika 6).



Slika 6: Krivulja, ki jo opiše krogla pri linearni tehniki (pogled s strani).

Pri rotacijski tehniki metalec opravi gibanje enega kroga in pol okoli svoje vzdolžne osi v prostoru metalnega kroga (Slika 7). Tu se podaljša pot (dolžina poti krogle pri rotacijski tehniki je preko 3 metrov) in hkrati poveča možnost daljšega in bolj enakomerno pospešenega delovanja sile metalca na kroglo.



Slika 7: Krivulja, ki jo opiše krogla pri rotacijski tehniki (levo: pogled od zadaj, desno: pogled s strani).

Dokazano je, da tekmovalci pridobijo z zaletom ne glede na tehniko le okoli 10–15 odstotkov končne dolžine sunka (Gemer, 1990; Čoh, 1992).

Tako kot ostale mete lahko tudi suvanje krogle delimo na štiri glavne faze (Čoh, 1992):

1. uvodna faza,
2. faza prehitevanja orodja,
3. faza maksimalnega naprežanja,
4. faza ohranjanja ravnotežja.

### **Uvodna faza**

V tej fazi se metalec maksimalno zbere in pripravi na začetek gibanja. Namen faze je priti v čim bolj optimalni položaj za prehitevanje orodja.

### **Faza prehitevanja orodja**

Namen te faze je, da metalec pride na koncu te faze v položaj, ki mu omogoča maksimalni izkoristek živčno-mišičnega potenciala njegovega telesa. V tem delu telo pripravi na ekscentrično-koncentrično delovanje mišic s hitrejšim vrtenjem spodnjega dela telesa od zgornjega ter optimalno postavitvijo nog v metalnem krogu.

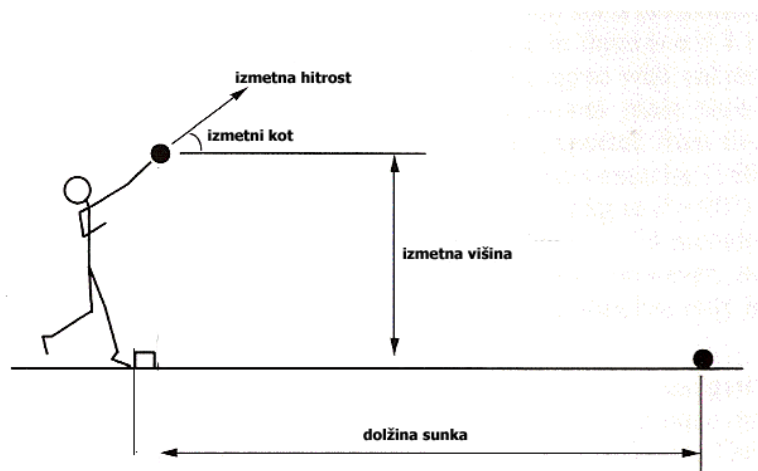
### **Faza maksimalnega naprežanja**

V tej fazi je živčno-mišični sistem najbolj obremenjen. Tu tekmovalec maksimalno izkoristi svojo moč in hitrost. To lahko zagotovi le z zaporednim in koordiniranim vključevanjem proksimalno-distalnega zaporedja mišičnih verig (Stepanek, 1989; Palm, 1990; Robertson et al., 2004; povzeto po Čoh, 2007). Na začetku se vključujejo največje in najmočnejše mišične skupine, na koncu pa najmanjše, ko ima krogla že visoko hitrost. V tej fazi krogla doseže največjo hitrost v celotnem sunku, in sicer ob izmetu.

### **Faza ohranjanja ravnotežja**

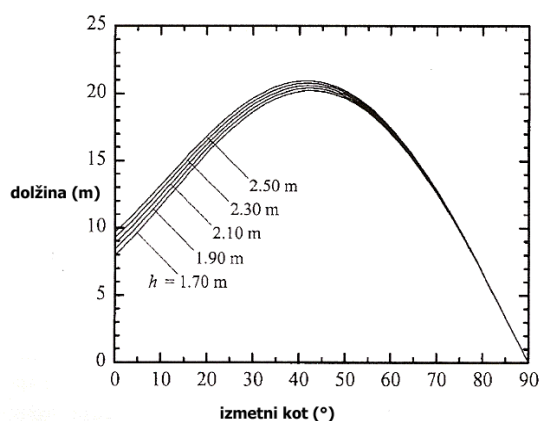
V tej fazi tekmovalec stremi k upoštevanju pravil ne prestopi. Ker sta potisna sila in vrtilni moment v smeri naprej velika, to lahko naredi le s preskokom in menjavo nog ali z nadaljevanjem obrata.

Za suvanje krogle veljajo fizikalne zakonitosti poševnega meta. Tu je optimalna vrednost odvisna od treh parametrov, in sicer izmetne višine, izmetnega kota in izmetne hitrosti (Slika 8).



Slika 8: Fizikalni dejavniki, ki vplivajo na dolžino sunka.

Izmetna višina je dokaj enaka pri vsakem posameznem tekmovalcu, saj jo definira telesna višina in dolžina rok. Sprememba izmetne višine v praksi nima tako velikih posledic, da bi lahko močno vplivala na rezultat (Lanka, 2000).

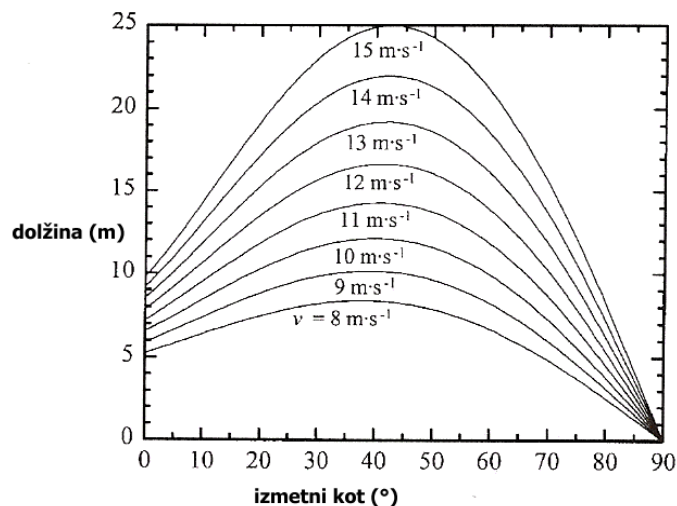


Graf 2: Vpliv izmetnega kota in izmetne višine ( $h$ ) na dolžino sunka (hitrost je konstantna 13,5 m/s) (Linthorne, 2001).

Izmetni kot je nekoliko manjši kot  $45^\circ$ , ker je izmetna točka višja od višine padca krogle (za 2,2–2,3 m). Giblje se okoli  $31^\circ$ – $36^\circ$ , kar pa je vseeno manj od idealnega kota ( $40^\circ$ – $43^\circ$ ), če bi računali po matematični formuli (Young, 2005).



Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na dolžino, pa je izmetna hitrost. Največji prirastek hitrosti se zgodi v fazi maksimalnega naprežanja (Lanka, 2000).



Graf 3: Vpliv izmetne hitrosti in izmetnega kota na dolžino sunka (izmetna višina je konstantna 2,10 m) (Linthorne, 2001).

Iz Grafa 3 lahko razberemo, da je izmetna hitrost zelo pomemben faktor pri doseganju maksimalnih dolžin sunkov. Razvidno je, da se z enakomernim povečevanjem izmetne hitrosti dolžina sunka povečuje nelinearno. Prirastek k dolžini narašča hitreje kot narašča prirastek k hitrosti. V primerjavi s Sliko 9 lahko ugotovimo, da je izmetna hitrost najpomembnejši dejavnik izmed treh fizikalnih dejavnikov (izmetna hitrost, izmetna višina in izmetni kot), ki vplivajo na dolžino sunka. Lanka (2000) je prišel do ugotovitve, da povečanje izmetne hitrosti za 150 % povzroči 2,25–krat daljši čas leta, kar posledično pomeni tudi večjo vodoravno razdaljo.

Po mnenju nekaterih strokovnjakov s področja prakse (Egger in sod., 1994) naj bi imel metalec krogle sledeče sposobnosti:

- koordinacijske sposobnosti,
- fizične sposobnosti (hitra moč, hitrost, maksimalna moč, gibljivost),
- konstitucijske značilnosti (teža, višina, relativna teža, dolžina rok, tip mišičnih vlaken),
- motivacijske sposobnosti (pozitiven odnos do tekmovanj in izboljšanje lastnih sposobnosti),
- psihološko stabilnost in pozitivno tekmovalno naravnost.

Preglednica 6: Povprečja rezultatov kondicijske priprave metalcev krogle po Bakarinovu (Egger in sod., 1994).

<b>Test</b>	<b>AVG</b>	<b>S. O.</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
Rezultat (m)	19,55	0,09	16,24	22,05
Potisk s prsi (kg)	173,9	2,61	70,0	300,0
Mrtvi dvig (kg)	141,5	2,08	80,0	180,0
Počep (kg)	216,0	2,66	130,0	320,0
Nalog (kg)	115,0	1,59	50,0	150,0
Skok v daljino z mesta (cm)	318	2,01	232	374
Troskok z mesta (cm)	939	7,92	740	1096
Met krogle nazaj preko glave (m)	19,79	0,23	14,80	24,0

Legenda: AVG = povprečna vrednost, S. O. = standardni odklon, MIN = najmanjša vrednost, MAX = največja vrednost

Tschiene (1988) pa glede na Vozniaka iz leta 1984 priporoča drugačne vrednosti testov, če želi metalec suniti kroglo med 21 in 22 metrov . Vrednosti prikazuje Preglednica 7.

Preglednica 7: Vrednosti nekaterih testov metalcev krogle.

<b>METI/SUNKI</b>	rezultat
Krogla 7,26 kg	21–22 m
Krogla 6 kg	23,20 m
Krogla 8 kg	21,30 m
<b>SKOKI</b>	
Skok v daljino z mesta	3,0–3,40 m
Troskok z mesta	9,50–10,00 m
Dosežni skok	95–100 cm
<b>ŠPRINTI</b>	
30 m leteči štart	3,1–3,2 s
<b>UTEŽI</b>	
Potisk s prsi	240–250 kg
Počep	270–280 kg

Preglednici 6 in 7 prikazujeta, kako veliko maksimalno moč (počep, mrtvi dvig, potisk s prsi) in visoko razvito hitro moč (troskok, skok z mesta, nalog) morajo imeti metalci krogle, da lahko sunejo kroglo preko 19 metrov. Prav razvoj maksimalne in hitre moči povzroči ob primerni tehniki ugodne pogoje za doseganje vrhunskih rezultatov. Če tekmovalec želi doseči visoko izmetno hitrost, potem mora imeti močne ekstenzorje nog in rok ter obračalke trupa.

Končni rezultat v suvanju krogle je odvisen tudi od notranjih dejavnikov kot so telesna pripravljenost, psihološka stabilnost in pozitivna naravnost k uspehu, stopnja osvojene tehnike, ter zunanjih dejavnikov: vreme, podlaga, vzdušje na tekmovališču in drugi. Na objektivne dejavnike imata tekmovalec in trener vpliv, na subjektivne pa žal ne moreta vplivati. Lahko se samo pripravita tako, da je njihov moteč dejavnik čim manjši. Maksimalen rezultat bi dobili, če bi poznali in zajeli vse dejavnike, od katerih je odvisna uspešnost.

Zaradi teže in oblike krogle je pri suvanju krogle upor zraka zanemarjen. Tekmovalna pravila ne omenjajo ničesar o dovoljenih vrednostih hitrosti vetra. Mizera in Horvath (2002) pa sta v svoji študiji dokazala, da okoljski vplivi niso tako majhni. V vakuumu bi svetovni rekord (23,12 m) znašal 23,24 m. To pomeni izboljšavo za 12 cm oziroma 0,6 %. Razlika nastane tudi, če piha veter s hitrostjo 2 m/s v smeri sunka. Če veter piha v hrbet, pridobi 3 cm, če pa v prsa, izgubi 4 cm. Razlika je torej 7 cm, kar je dosti več, kot je ločilo nekatere dobitnike medalj na največjih tekmovanjih (Olimpijske igre 2004 – razlika med prvima dvema je bila nič centimetrov pri najboljšem sunku) ali pa pri izboljšavi svetovnega rekorda. Podobne ugotovitve sta dobila tudi za nadmorsko višino, zemljepisno širino, temperaturo zraka, obliko površja in zračni pritisk (Mizera in Horvat, 2002).

Predmet naloge je analizirati in med seboj primerjati linearno in rotacijsko tehniko suvanja krogle. Problem naloge je ugotoviti ključne elemente posamezne tehnike. Ugotoviti nameravamo ali obstajajo razlike v biomehanskih parametrih in morfoloških značilnostih med posameznimi metalci.

### **3 CILJI**

Glede na predmet in problem so cilji diplomskega dela:

- ugotoviti značilnosti linearne tehnike in rotacijske tehnike suvanja krogle,
- ugotoviti razlike med linearno in rotacijsko tehniko suvanja krogle z vidika biomehanskih zakonitosti in parametrov,
- ugotoviti biomehanske razlike v tehniki med tekmovalci,
- ugotoviti razlike v morfoloških značilnostih tekmovalcev glede na linearno in rotacijsko tehniko.

### **4 METODE DELA**

Naloga je monografskega tipa, saj je večina informacij zbrana v tuji, nekaj pa tudi v domači literaturi. V diplomskem delu sem opisal gibalne strukture obeh tehnik, biomehanske parametre, ki so značilni za vsako tehniko posebej, fizikalne zakonitosti, ki veljajo za suvanje krogle ter morfološke značilnosti metalcev.

## 5 RAZPRAVA

Sodobna tehnika suvanja krogle pozna dva načina oziroma dve tehniki suvanja. Prva je linearna tehnika ali tudi tehnika s podrsom, druga pa se imenuje rotacijska tehnika ali tehnika z obratom.

### 5.1 LINEARNA TEHNIKA SUVANJA KROGLE

Različni avtorji navajajo različno število faz in podfaz, ki sestavljajo akcijo linearnega suvanja krogle (Tidow, 1991; Čoh, 1992). Tipične faze so:

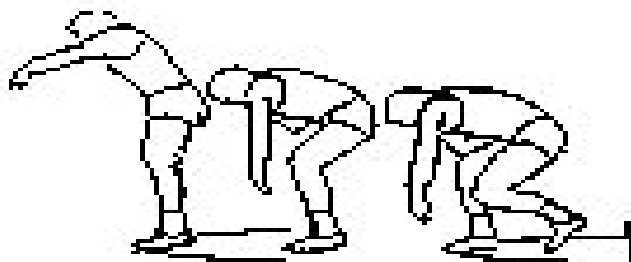
1. *faza priprave,*
2. *faza podrsa,*
3. *faza maksimalnega pospeševanja in*
4. *faza izmeta in ohranjanja ravnotežja.*

#### 5.1.1 FAZA PRIPRAVE

Metalec stoji v krogu in je s hrbtom obrnjen proti smeri sunka. Stoji v rahli izkoračni stoji (širina bokov oz. ramen) z desno nogo (v nadaljevanju stojna noga) spredaj. Kroglo si individualno postavi na spodnji del prstov desne roke in si jo nato prisloni na vrat (po Pravilniku o atletskih tekmovanjih). Pogled je usmerjen v nasprotno smer sunka. Temu položaju sledi prehod v položaj *skrčke*.

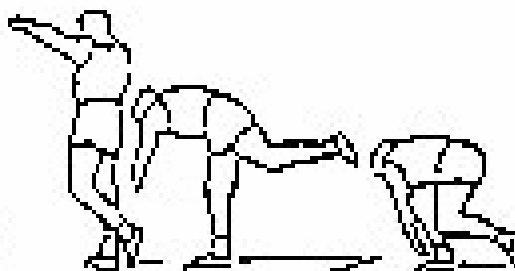
Prehod v položaj *skrčke* lahko naredi na dva načina:

- pri prvem načinu spusti trup iz pokončnega položaja v vodoravni položaj (Slika 9 na naslednji strani). Leva roka je zaradi lažjega ohranjanja ravnotežja sproščena v predročenu. Levo nogo (v nadaljevanju zamašna noga) pokrči in se istočasno zniža na stojni nogi. Stoji na celem stopalu. Stremi k temu, da koleno zamašne noge pride rahlo pod koleno stojne noge. Koleni sta skupaj, da bo zamah v nadaljevanju nazaj in ne v stran.



Slika 9: Faza priprave in prehod v položaj *skrčke* (1. način) (Tidow, 1990).

- Pri drugem načinu pa trup spusti v vodoravni položaj in nato dvigne zamašno nogo v vodoravni položaj (Slika 10). Istočasno da levo roko v predročnje. Stoji na celem stopalu. Sledi pokrčenje zamašne noge ter spust na stojni nogi. Tudi pri tem načinu stremi k temu, da koleno zamašne noge pride rahlo pod koleno stojne noge. Kolena sta skupaj, da bo zamah v nadaljevanju nazaj in ne v stran.



Slika 10: Faza priprave in prehod v položaj *skrčke* (2. način) (Tidow, 1990).

Ali je kateri od teh dveh načinov boljši, še ni bilo eksplicitni dokazano. Lahko trdimo, da sta to le dva načina/stila posameznika kako priti v položaj skrčke.

### **Postavitev krogle (Slika 11)**

Kroglo postavi na dlan, in sicer na stičišče dlani s prsti. Prsti so lahko skupaj (primerno za tiste s šibkejšimi fleksorji prstov, vendar zajame manjšo površino krogle, kar posledično pomeni slabši nadzor nad kroglo in povečano možnost za slabši sunek, ker lahko krogla v fazi izmeta uide) ali pa enakomerno razporejeni po krogli

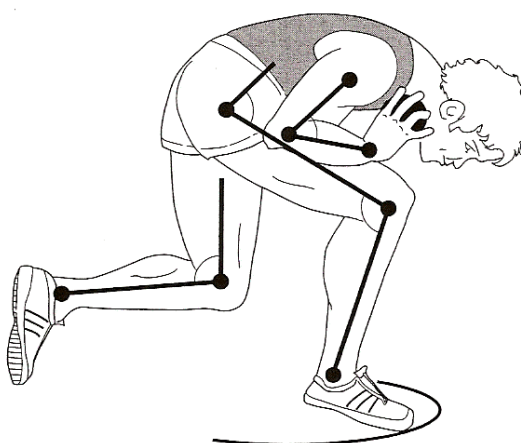
tako, da palec in mezinec objemata kroglo s strani, ostali pa so enakomerno porazdeljeni vmes. Na vrat si jo prisloni tam, kjer najbolj ustreza (v okviru atletskih pravil).



Slika 11: Postavitev krogle na vrat.

### Položaj skrčke (Slika 12)

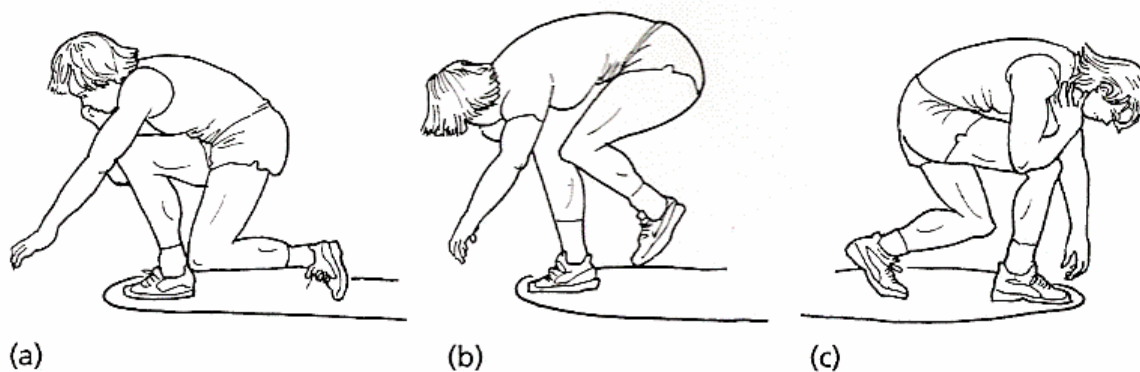
Stopalo stojne noge je vzporedno s smerjo sunka, peta je obrnjena v smer sunka. Stojna in zamašna noga sta pokrčeni tako, da je koleno zamašne noge rahlo pod kolenom stojne noge (višina krogle iznad tal 90–110 cm). Trup je v vodoravnem položaju, rahlo upognjen. Kolčna in ramenska os sta pravokotno na smer sunka. Leva roka je sproščena v predročanju. Pogled je usmerjen navzdol.



Povprečne vrednosti kotov v sklepu pred začetkom podrsa:  
 - koleno desne noge  $108^{\circ} \pm 11,9^{\circ}$   
 - kolk desne noge  $109^{\circ} \pm 24,8^{\circ}$   
 - koleno leve noge  $80^{\circ} \pm 10,9^{\circ}$   
 - komolec desne roke  $65^{\circ} \pm 7,1^{\circ}$

Slika 12: Položaj skrčke in vrednosti kotov v sklepih (Lanka, 2000).



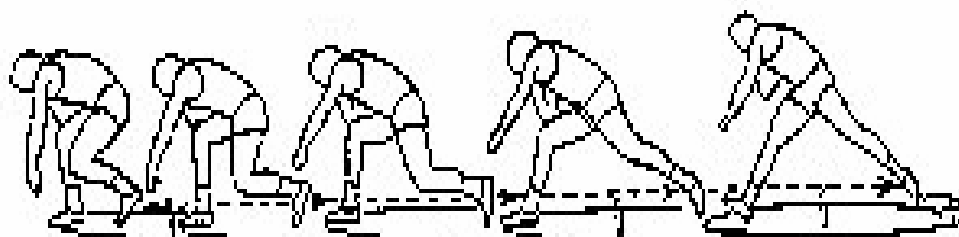


Slika 13: Položaj skrčke različnih tekmovalcev: (a) Slupjanek, (b) Kratshevskaja in (c) Feuerbach (Lanka, 2000).

Iz zgornje slike lahko vidimo, da sta začetni položaj krogle in težišče tekmovalca nizka, koleno odzivne noge močno pokrčeno in leva roka v predročenu.

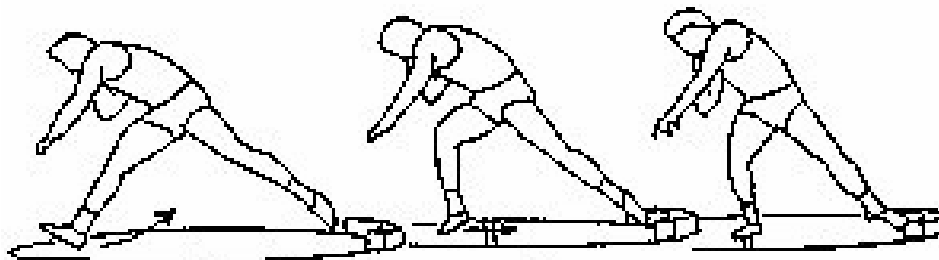
### 5.1.2 FAZA PODRSA

V fazi podrsa sledi premik teže s celega stopala na peto stojne noge, nato sunek zamašne noge močno nazaj. Noge so v položaju obrnjene črke V (Slika 14).



Slika 14: Prikaz faze podrsa (Tidow, 1990).

Ko so noge v optimalnem izkoraku, potegne desno nogo pod sebe tako, da pride v osnovni položaj (Slika 15 na naslednji strani). Hitrost krogle po podrsu znaša 2,0–2,5 m/s (Lanka, 2000).



Slika 15: Prikaz postavitve desne noge v fazi podrsa (Tidow, 1990).

### Osnovni položaj

Ramenska os in trup sta malo obrnjena v smer sunka. Stopalo stojne noge je sedaj obrnjeno pravokotno glede na smer sunka, teža je na plesnih stopala. Dotik kroga z levo nogo je na notranjem delu stopala, približno pod kotom  $45^\circ$  glede na smer izmeta.

Kolčna os je temu primerno odprta v smer sunka, vendar mora tekmovalec stremeti k temu, da je čim bolj optimalno zaprta.

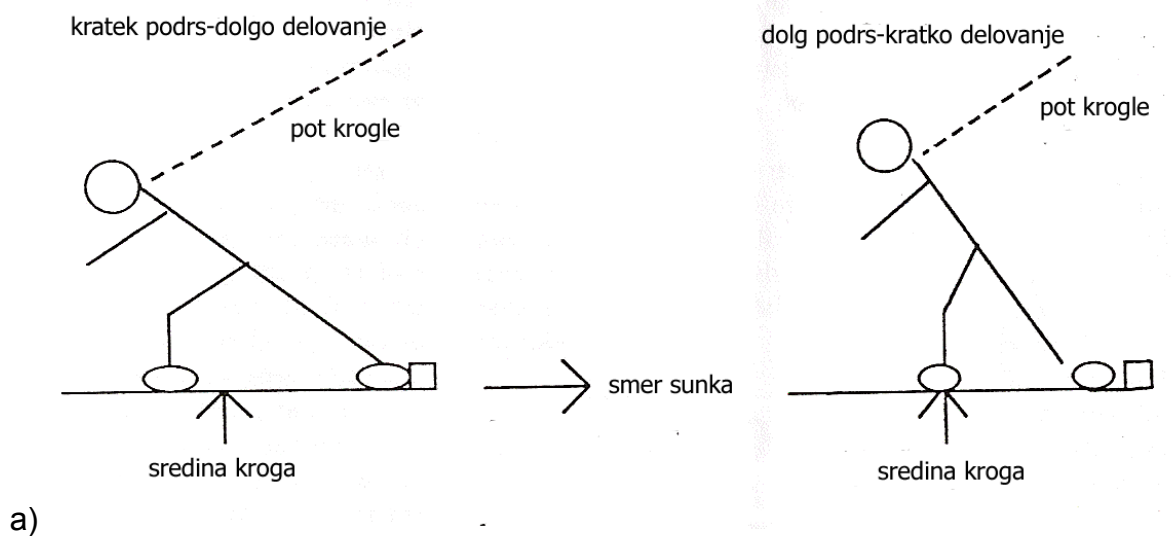
Obrnjenost ramenske osi glede na smer sunka pogojuje med drugim tudi gibljivost v ledvenem predelu. Timmermann in Gunthor sta dosegla vrednosti  $75^\circ$  in  $90^\circ$  glede na smer sunka. Tudi ostali predstavniki so dosegali podobne rezultate (Bartoniets, 1994).



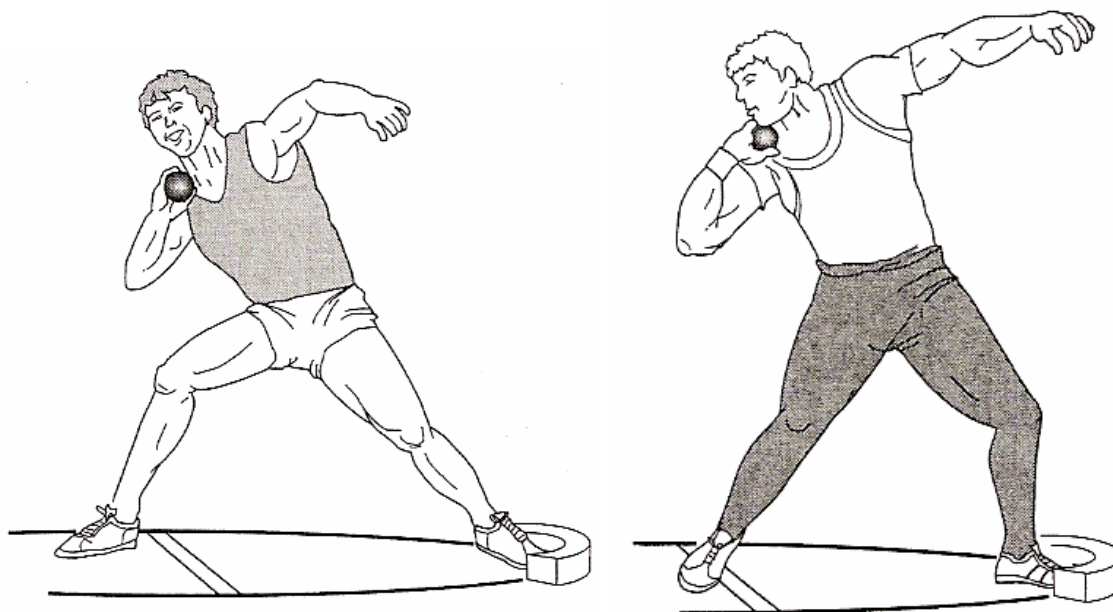
Slika 16: Prikaz osnovnega položaja (Tidow, 1990).

Projekcija težišča krogle je pri tem položaju na zunanji strani stojne noge. Tako je tudi teža na stojni nogi.

Obstajata dve možnosti prehoda v osnovni položaj. Prva možnost je dolg podrs in ozek položaj nog na tleh v osnovnem položaju, druga možnost pa je kratek podrs in širok položaj nog v osnovnem položaju, kar prikazujeta sliki 17a) in 17b).



a)



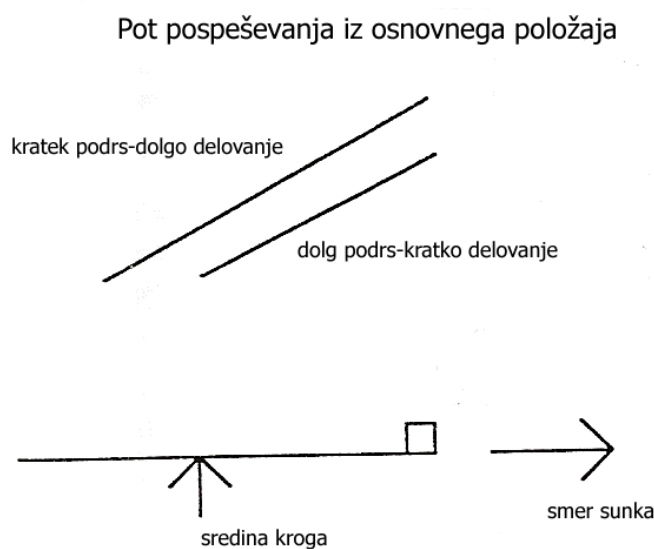
b)

Slika 17: Način postavitve v osnovnem položaju (Lanka 2000).

Slika 17b) levo prikazuje tekmovalca L. Slupjanka, desna pa U. Bayerja, oba vrhunski metalci krogle. Slednji ima osebni rekord 22,64 m (7. rezultat vseh časov).

Nobena raziskava ni dokazala, kateri izmed teh dveh položajev je boljši za doseganje maksimalnih sunkov. Lahko trdimo, da je to stil, ki ga uporablja tekmovalec in si ga izbere glede na občutek.

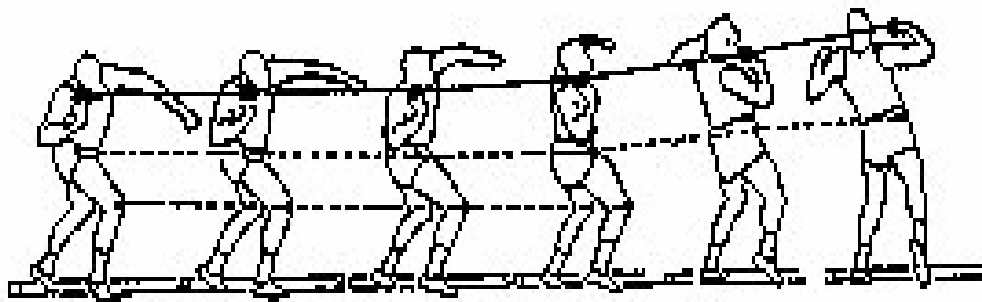
Spodnja slika prikazuje pot pospeševanja iz osnovnega položaja in razlike med obema načinoma.



Slika 18: Razlike v dolžini poti v fazi maksimalnega pospeševanja med krajšim in daljšim podrsom.

### 5.1.3 FAZA MAKSIMALNEGA POSPEŠEVANJA

Za to fazo lahko rečemo, da je najbolj pomembna. Tu je potrebno vključevati mišične skupine v pravilnem časovnem in mišičnem sosledju. Najprej začnejo delovati noge. Stopalo odrivne noge se obrne v smeri sunka, kolikor gre. Boke se obrača z vrtenjem desnega stopala. Leva noga mora biti aktivna pri iztegovanju in dviganju. Trup se prav tako obrne v smer sunka, vendar časovno gledano za nogami. Gibanje prikazuje Slika 19.



Slika 19: Smer obračanja nog in zamahovanja rok (Tidow, 1990).

Leva roka močno zamahne nazaj v smeri obračanja (Slika 20).

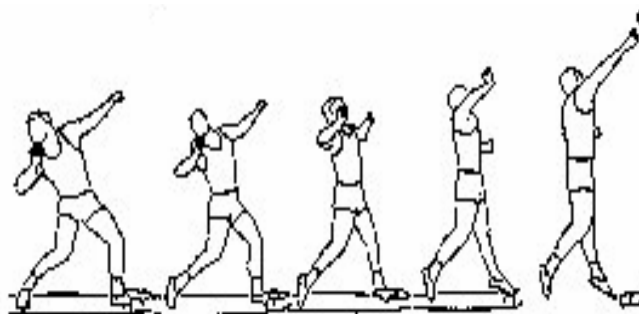


Slika 20: Zamah roke v fazi maksimalnega naprežanja (Tidow, 1990).

V trenutku, ko obrne stopalo stojne noge, začne stojno nogo iztegovati, istočasno pa izteguje tudi levo nogo. Pomembno je, da leva noga ostane čim bolj iztegnjena (Preglednica 8), ker samo na tak način nudi oporo pri dviganju težišča in iztegovanju desne noge (Slika 21 na naslednji strani). Trup je sedaj že obrnjen v smer sunka in ko noge skoraj prenehajo z delovanjem, začne delovati še z rokami.

Preglednica 8: Minimalni kot v levem kolenu.

	Razdalja (m)	Minimalni kot v levem kolenu (°)
Bagach	20,38	156
Buder	20,11	145
Virastyuk	19,66	162
Klimenko	18,26	170
Koistinen	19,34	137
Mubarak	18,56	150



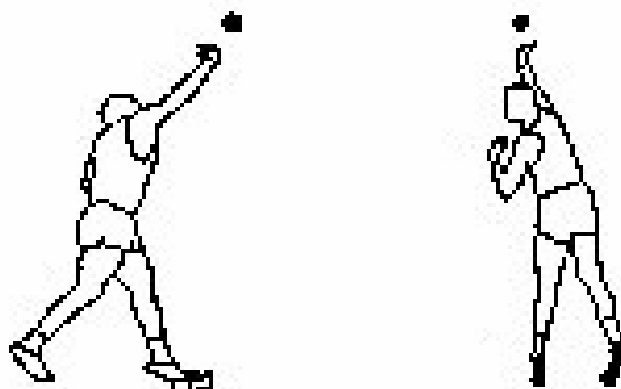
Slika 21: Izmetna faza (Tidow, 1990).

Prsni koš je izbočen, desni komolec visoko, pogled usmerjen malo levo od smeri sunka (Slika 22).



Slika 22: Iztegnjenost nog in izbočenost prsnega koša (Tidow, 1990).

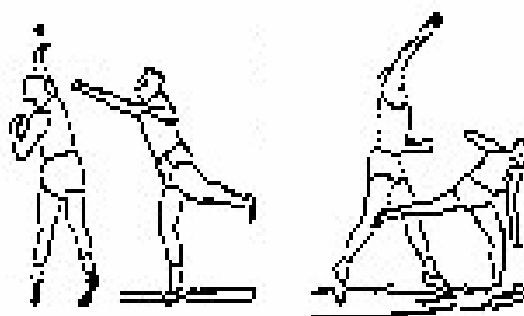
Roko začne iztegovati najprej v komolčnem in nato šele v zapestnem sklepu. Leva noga ostane iztegnjena in v stiku s tlemi, dokler krogla ne zapusti dlani (Slika 23).



Slika 23: Izmet krogle (Tidow, 1990).

#### 5.1.4 FAZA IZMETA IN OHRANJANJA RAVNOTEŽJA

Šele ko krogla zapusti dlan, se lahko razbremeni leva noga. Po izmetu je potrebno čim hitreje postaviti težo na desno nogo in tako preprečiti, da bi metalca sila, s katero se je delovalo na kroglo, potisnila iz kroga. Iz fizikalnega zakona, ki pravi, da vsaka akcija ustvari reakcijo, lahko sklepamo, da se lahko deluje na kroglo toliko časa, kolikor časa smo na tleh. Ko izgubi stik s tlemi, na kroglo ne more več aktivno delovati, ker je v brezoporni fazi.



Slika 24: Faza izmeta in ohranjanja ravnotežnega položaja z zamenjavo nog (Tidow, 1990).

## 5.2 ROTACIJSKA TEHNIKA SUVANJA KROGLE

Pri rotacijski tehniki je v primerjavi z linearno tehniko spremenjena samo faza prehitevanja orodja. Tu ni podrsa, ampak je obrat in pol. Faze rotacijske tehnike so:

1. faza priprave,
2. faza obrata,
3. faza maksimalnega pospeševanja in
4. faza izmeta in ohranjanja ravnotežja.

Čoh je razdelil tehniko na pet faz: 1) začetni položaj; 2) vhod v obrat; 3) brezoporna faza; 4) druga faza enojne opore in 5) druga faza dvojne opore (Čoh, 2007).

Luhtanen je razdelil faze podobno kot Čoh: 1) prva dvooporna faza; 2) prva enooporna faza; 3) brezoporna faza; 4) druga enooporna faza in 5) druga dvooporna faza (Luhtanen, 1997).

Bartonietz (1994) pa loči samo dve fazi: 1) zasuk, prenos teže, odziv in let; 2) izmet.

Po preučitvi imajo vse faze enake cilje tako, da se lahko sklepa, da ni posebnih razlik v interpretaciji posameznih faz. Različno je le poimenovanje.

### 5.2.1 FAZA PRIPRAVE

Metalec v prvem delu faze stoji v zadnjem delu kroga in je s hrbtom obrnjen v smer suvanja. Stopala postavi v širino ramen, prsti so ob robu kroga. Trup je nagnjen rahlo naprej. Kolena so lahko bolj ali manj pokrčena.

Večina (Oldfield, Laut, Doehring, Toth, Barnes) jih pokrči bolj (90–120 stopinj) in s tem lažje nadzorujejo gibanje, enakomerno dvigujejo težišče telesa in prehajajo preko brezoporne faze brez padca višine krogle (Bartonietz, 1994). Nekateri (Perič, Krieger, Oesterreich) pa favorizirajo bolj iztegnjena kolena (130 stopinj) (Bartonietz, 1994). Bolj pokončen položaj je nujen, če ima metalec velik obseg trebuha in mu to onemogoča dober predklon.





Slika 25: Faza priprave na začetek obrata (na sliki R. Barnes).

Baryshnikov je na začetku začel obrat z večjim predklonom in bolj pokrčenimi koleno (90 stopinj leta 1972), kasneje pa bolj pokončno in okoli 130 stopinj v kolenskem sklepu (Bartonietz, 1994).

Teža je enakomerno razporejena na obe nogi, trup je nekoliko nagnjen naprej. Levo roko drži pred telesom. V drugem delu faze metalec naredi zamah z rameni v desno. Noge nekoliko pokrči, hrbet ostane vzravnani in predklonjen. Teža telesa ostane enakomerno razporejena na obe nogi.

Drugi del faze se imenuje tudi »navijanje« pred začetkom vhoda v obrat in ga ne izvajajo vsi enako. Je bolj stvar metalčevega stila kot pa značilnost tehnike. S tem zasukom metalec lažje nadaljuje v fazo obrata, krogla dobi začetno hitrost (skoraj 4 m/s, Bartonietz, 1994) in podaljša se pot delovanja nanjo (Slika 26).

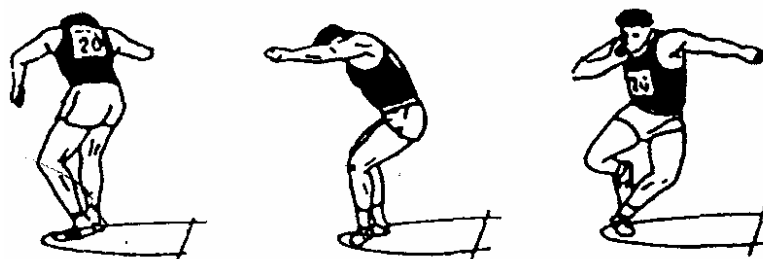


Slika 26: Prikaz zasuka pred začetkom vhoda v obrat (Tschiene, 1985).

## 5.2.2 FAZA OBRATA

Obrat je sestavljen iz prvega dvoopornega, prvega enoopornega, brezopornega in drugega enoopornega dela.

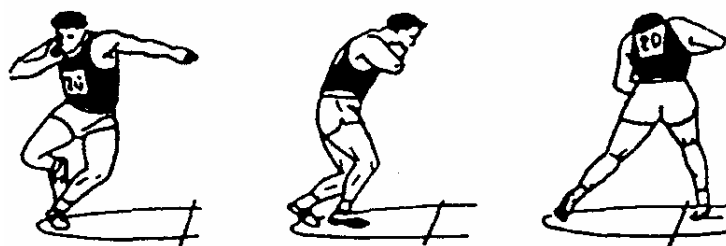
Prvi dvooporni del se začne s prenosom teže na levo nogo ter obračanjem levega stopala v levo do dviga desnega stopala s tal (Slika 27). Pri tem levo nogo nekoliko pokrči, desno pa aktivno obrača. Leva roka vodi gibanje z aktivnim krožnim delovanjem v levo. Pri tem vrtenju mora ramenska os že nekoliko zaostajati za kolčno osjo ( $20^\circ$ ) (Bartonietz, 1994). To povzroči mišično prednapetost v predelu desnega kolka, ki je potrebna za zamah desne noge.



Slika 27: Prvi dvooporni del (Tschiene, 1985).

Prvi enooporni del se prične nizko nad tlemi z dvigom desne noge s tal in njenim aktivnim polkrožnim zamahom proti sredini kroga ter krožnim obračanjem telesa na plesnih leve noge v levo in se konča z dvigom leve noge s tal (Slika 28).

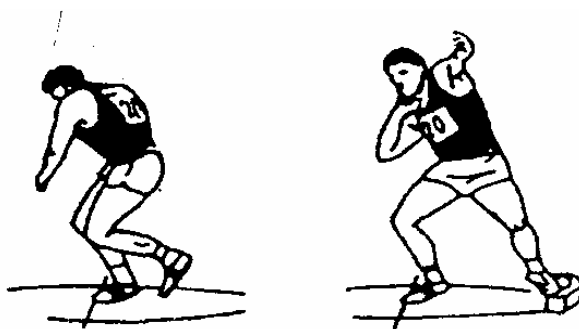
Ob polkrožnem zamahu desne noge doseže desni gleženj hitrost 8,8 m/s, levo koleno pa je pokrčeno na 100–120 stopinj (Bartonietz, 1994).



Slika 28: Prvi enooporni del (Tschiene, 1985).

Brezoporni del se prične z dvigom leve noge s tal in konča tik pred postavitvijo desne noge na tla. Ob začetku brezopornega dela težišče telesa doseže maksimalno hitrost (Bartonietz, 1994). Ta del mora biti čim krajši in čim bolj raven, saj v nasprotnem primeru negativno vpliva na delovanje sistema metalec–krogla. Ne sme biti skok, ker to povzroči padec težišča telesa in posledično padec sistema metalec–krogla.

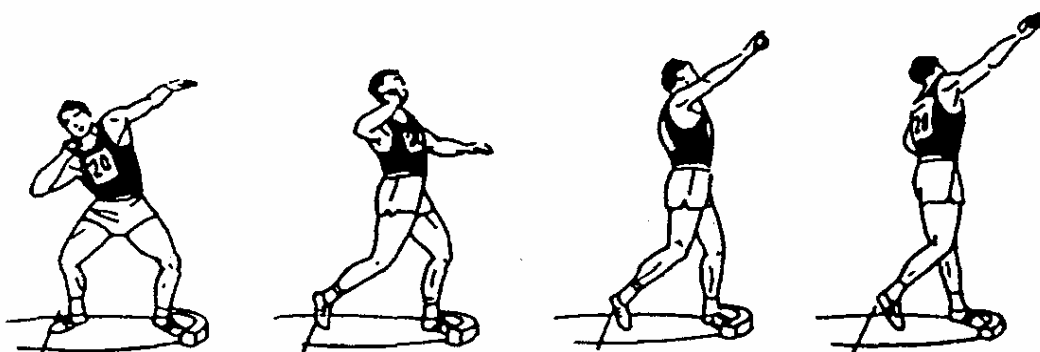
Drugi enooporni del (Slika 29) se prične s postavitvijo desne noge na tla in konča pred postavitvijo leve noge na tla. Desno stopalo je obrnjeno v nasprotno smer sunka. V tej fazi mora metalec aktivno obračati desno stopalo navznoter in hitro polkrožno obračati levo nogo nazaj. Kolena so pokrčena, dokler se faza ne konča. Hitrost krogle se tu le malo poveča, ker se ustvarja prednapetost mišic trupa zaradi hitrejšega vrtenja kolčne glede na ramensko os.



Slika 29: Drugi eno oporni del (Tschiene,1985).

### 5.2.3 FAZA MAKSIMALNEGA POSPEŠEVANJA

Ta faza se prične, ko leva noga stopi na tla. Je zelo podobna fazi pri tehniki s podrsom. Postavitev nog je za okoli 15 odstotkov bolj skupaj kot pri linearni tehniki (Bartonietz, 1994). To omogoča potrebno dvigovanje krogle. V tej fazi mora metalec pretvoriti del horizontalne hitrosti krogle v vertikalno. Vertikalna hitrost težišča telesa znaša ob izmetu okoli 2,2 m/s (Bartonietz, 1994). Stopalo odrivne noge se aktivno obrača navznoter. Boke se obrača z vrtenjem desnega stopala. Kot med kolčno in ramensko osjo se ob dotiku leve noge tal giblje med 50 in 60 stopinj (Bartonietz, 1994). Leva noga mora biti aktivna pri iztegovanju in dviganju. Trup se prav tako obrne v smer sunka, vendar časovno gledano za nogami.



Slika 30: Faza maksimalnega naprežanja (Tschiene, 1985).

Leva roka zamahne nazaj v smeri obračanja. V trenutku, ko začne z obračanjem stopala desne noge, začne desno nogo tudi iztegovati. Istočasno pa izteguje tudi levo nogo. Trup je sedaj že obrnjen v smer sunka in ko noge skoraj nehajo delovati, začne delovati še z rokami. Prsni koš je izbočen, desni komolec visoko, pogled usmerjen malo levo od smeri sunka. Roko začne iztegovati najprej v komolčnem in nato šele v zapestnem sklepu. Leva noga ostane iztegnjena in v stiku s tlemi, dokler krogla ne zapusti dlani.

### 5.2.4 FAZA IZMETA IN OHRANJANJA RAVNOTEŽJA

Šele ko krogla zapusti dlan, se lahko razbremeni leva noga. Po izmetu se nadaljuje vrtenje v levo. Metalec naredi poskok in zamenja nogi ter tako prepreči prestop.

### 5.3 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI METALCEV

Uspeh v vrhunskem športu je odvisen od večjega števila dejavnikov. Med njimi imajo pomembno vlogo morfološke značilnosti, ki imajo pomemben vpliv na dosežke športnikov.

Morfološke značilnosti telesa (telesna teža, telesna višina, premeri ramenske in kolčne osi, obsegi stegna in goleni) so tiste mere, ki opisujejo človekovo sestavo in obliko telesa. Suvanje krogle je disciplina, ki zahteva vrsto motoričnih sposobnosti.

Vpliv genotipa in fenotipa je marsikdaj odločilen dejavnik pri selekcioniranju vrhunskih športnikov.

GENOTIP je vse, kar prejme otrok od staršev, in pomeni celoto dednih informacij. Otrok ne podeduje direktno telesnih značilnosti in psihičnih lastnosti staršev, temveč le navodila za njihov razvoj. Genotip je konstanten (če se izključijo mutacije, razvojni premiki in molekularni pritiski). Nekatere dedne informacije so tako močne da v celoti odredajo razvoj točno določenih lastnosti, ne glede na spreminjanje dejavnikov okolja in lastne aktivnosti posameznika. Razvoj in manifestacijo večini preostalih značilnosti pa je mogoče razumeti le, če jih preučujemo skupaj z intenzivnostjo vplivov (dejavnikov) okolja in lastno aktivnostjo posameznika (inteligenca, telesna višina, bolezni, robustnost okostja, količina mišične mase) (Bravničar, 1987).

FENOTIP je celota morfo-funkcionalnih značilnosti posameznih celic, organov organskih sistemov in organizma kot celote. Fenotip človeka niso le njegove lahko opazne značilnosti: telesna višina, barva oči, temveč tudi krvna skupina, funkcionalna sposobnost srčno-žilnega sistema, zgradba mišic, moč, hitrost, temperament. Fenotip je skupek izoblikovanih značilnosti in lastnosti posameznika, ki se razkrivajo med rastjo in razvojem, kot posledica medsebojnega vpliva dedne osnove, zunanjih dejavnikov ter lastne aktivnosti. Zato je fenotip časovno in prostorsko odvisen in se spreminja s časom in prostorom (Bravničar, 1987).

### 5.3.1 SOMATOTIP

Konstitucija je specifična struktura in funkcionalna manifestacija posameznika, po kateri se razlikuje od preostalih sorodnih bitij (Švob, 1976). Obstajajo delitve na različne konstitucijske tipe; funkcionalna klasifikacija bi bila najprimernejša, vendar so za tako klasifikacijo sedanja vedenja preskopa zato so zunanje morfološke značilnosti še vedno osnovno merilo za določanje konstitucijskih tipov ljudi (Bravničar, 1987).

Morfološka zgradba je del konstitucije, ki se imenuje habitus ali somatotip. Somatske funkcije, ki so odraz fizikalno-kemične zgradbe telesa, fizikalno-kemičnih procesov, se lahko poimenujejo funkcionalne diateze; značilnosti psihičnih manifestacij pa so zajete s pojmom temperament (Bravničar, 1987).

Klasifikacije, ki določajo tipe postav:

Kretschmer razlikuje tri tipe, in sicer leptosomni, atletski in piknični tip.

Sheldon je določil tri tipe: ektomorfni, endomorfni in mezomorfni. Ker veliko ljudi pripada mešanim konstitucijskim tipom in ne strogo samo enemu, je uvedel ocenjevalno lestvico 2–7, s katero se oceni posamezna komponenta.

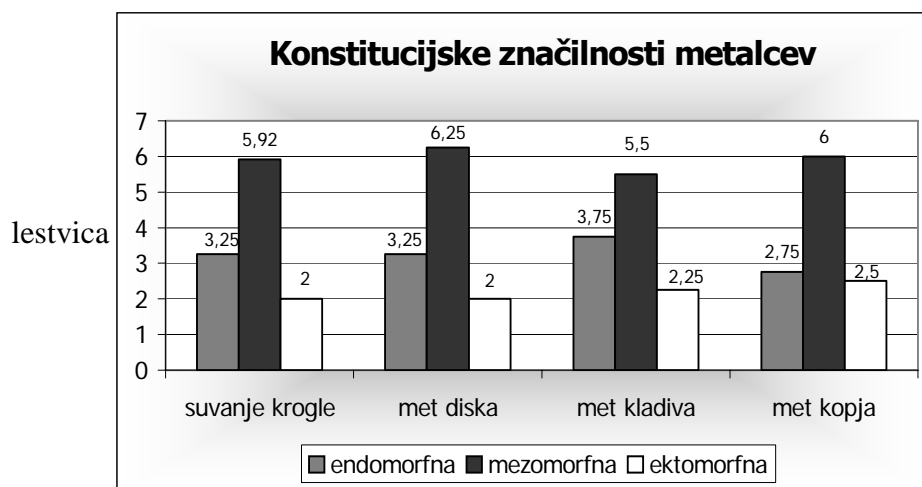
Oseba s pripadajočo lestvico 4–4–4 označuje mešan tip postave, 7–1–1 je čisti ektomorf, 1–7–1 je čisti mezomorf in 1–1–7 je čisti endomorf.

Tretja metoda je Health-Carterjeva metoda. Uporablja se jo predvsem v športni medicini. Povzeta je po Sheldonovi metodi.

Somatotip določa tri komponente, ki definirajo tip postave. Prva komponenta je ektomorfna in označuje kostne antropometrijske parametre. Druga, mezomorfna, komponenta označuje mišične antropometrijske parametre, tretja pa je endomorfna in označuje maščobne antropometrijske parametre.

Pod dimenzijami morfološke strukture psihosomatičnega statusa človeka razumemo njegove telesne antropometrijske razsežnosti, ki vplivajo na izvajanje različnih motoričnih nalog, kot so premikanje celega telesa, njegovih posameznih segmentov, hitro menjavanje položajev ... Ker se posamezne dimenzije med seboj prepletajo in vplivajo ena na drugo, je preučevanje njihovega vpliva na končni rezultat težko definirati (Emberšič, 2000).

Metalci krogle so ponavadi visoki ljudje, z nadpovprečno telesno višino, težo in mišično maso. Že na pogled se razlikujejo od ostalih tekmovalcev, ki tekmujejo v metu diska, kopja in kladiva. Nekatere študije nakazujejo, da pripadajo po Sheldonovi somatotipologiji mezomornemu konstitucijskemu tipu (Čoh, 2007). Zanj so značilna povečana telesna teža in višina, izraziti obsegi spodnjih in zgornjih okončin, veliki diametri kolenskega, skočnega, komolčnega in zapestnega sklepa. Po sposobnostih morajo imeti izredno razvito maksimalno in eksplozivno moč nog, trupa, ramenskega obroča in rok.



Graf 4: Konstitucijske značilnosti metalcev (Tanner, 1973; povzeto po Milanovič in sodelovci, 1986).

Iz Grafa 4 je razvidno, da je mezomorfna komponenta praviloma dominantna.

Po dosedanjih raziskavah (Milanovič in sodelavci, 1986) je bilo ugotovljeno, da imajo morfološke značilnosti pozitiven vpliv na rezultat v metu. Omenjeni avtorji so ugotovili, da pri metalcih krogle in diska te dimenzije bolj izstopajo kot pri metalcih kopja. To je zaradi razlik v teži orodja. Težje kot je orodje, večjo silo in moč potrebuje

posameznik, da ga lahko premakne, vrže ali sune. Razmerje med telesno višino (ATV) in telesno težo (ATT) je pri metalcih krogel in diska povprečno 0,567. Pri metalcih kopja je to razmerje malo manjše in znaša 0,472.

Telesna teža je pomembna morfološka značilnost. Idealne telesne teže ni, obstaja samo optimalna, ki pa je za vsakega tekmovalca različna, saj je sestavljena iz kostnega, maščobnega in mišičnega tkiva. Telesna teža ni konstantna variabla pri posamezniku, tako kot je npr. telesna višina. Determinirajo jo prehrabene in gibalne navade posameznika. V Preglednici 9 na naslednji strani lahko vidimo kakšno telesno težo in telesno višino imajo najboljši metalci krogel.



Preglednica 9: Vrednosti telesne teže in telesne višine najboljših 100 metalcev vseh časov.

PRIIMEK	REZULTAT (m)	TELESNA TEŽA – ATT (kg)	TELESNA VIŠINA - ATV (cm)	BMI (ATT/ATV <sup>2</sup> )	ATT/7,26
Barnes	23,12	137	194	36,40	18,87
Timmermann	23,06	120	194	31,88	16,53
Andrei	22,91	118	191	32,35	16,25
Oldfield	22,86	120	196	31,24	16,53
Günthör	22,75	127	200	31,75	17,49
Toth	22,67	144	193	38,66	19,83
Beyer	22,64	140	194	37,20	19,28
Cantwell	22,54	141	198	35,97	19,42
Brenner	22,52	127	192	34,45	17,49
Nelson	22,51	114	182	34,42	15,70
Smirnov	22,24	126	192	34,18	17,36
Godina	22,20	129	193	34,63	17,77
Oesterreich	22,11	99	181	30,22	13,64
Hoffa	22,11	133	182	40,15	18,32
Gavryushin	22,10	125	192	33,91	17,22
Kasnauskas	22,09	126	192	34,18	17,36
Halvari	22,09	135	191	37,01	18,60
Woods	22,02	136	188	38,48	18,73
Laut	22,02	118	193	31,68	16,25
Baryshnikov	22,00	130	198	33,16	17,91
Tafralis	21,98	120	183	35,83	16,53
Robberts	21,97	105	205	24,99	14,46
Kostin	21,96	120	194	31,88	16,53
Machura	21,93	118	187	33,74	16,25
Myerscough	21,92	149	209	34,11	20,52
Hunter	21,87	149	186	43,07	20,52
Albritton	21,85	115	194	30,56	15,84
Bahach	21,83	135	194	35,87	18,60
Feuerbach	21,82	115	186	33,24	15,84
Bloom	21,82	125	185	36,52	17,22
Bilonoh	21,81	132	200	33,00	18,18
Matson	21,78	120	199	30,30	16,53
Stulce	21,77	118	190	32,69	16,25
Peric	21,77	110	186	31,80	15,15
Carter	21,76	127	189	35,55	17,49
Bojars	21,74	127	185	37,11	17,49
Wolf	21,73	125	199	31,56	17,22
Stihlberg	21,69	130	194	34,54	17,91
Mikhnevich	21,69	127	202	31,12	17,49
Capes	21,68	134	195	35,24	18,46
Sarul	21,68	117	195	30,77	16,12
Briesenick	21,67	120	191	32,89	16,53
Olsen	21,63	130	184	38,40	17,91
Smith	21,62	125	197	32,21	17,22
Akins	21,61	136	195	35,77	18,73
Doehring	21,60	120	183	35,83	16,53
Taylor	21,59	145	198	36,99	19,97
Kyselov	21,58	125	186	36,13	17,22
Konopka	21,57	105	192	28,48	14,46

PRIIMEK	REZULTAT (m)	TELESNA TEŽA – ATT (kg)	TELESNA VIŠINA - ATV (cm)	BMI (ATT/ATV <sup>2</sup> )	ATT/7,26
Mironov	21,53	124	194	32,95	17,08
Reichenbach	21,51	143	200	35,75	19,70
Noon	21,47	123	188	34,80	16,94
Buder	21,47	148	200	37,00	20,39
Martínez	21,47	135	185	39,44	18,60
Domorosov	21,44	107	178	33,77	14,74
Lehmann	21,43	116	185	33,89	15,98
Bartels	21,43	127	186	36,71	17,49
De Bernardi	21,42	125	196	32,54	17,22
Donskikh	21,42	128	196	33,32	17,63
Harju	21,39	125	183	37,33	17,22
Semkiw	21,35	104	180	32,10	14,33
Nikolayev	21,35	122	189	34,15	16,80
Virastyuk	21,34	120	190	33,24	16,53
Höglund	21,33	130	193	34,90	17,91
Rothenburg	21,32	120	185	35,06	16,53
Gies	21,31	106	194	28,16	14,60
Krieger	21,30	137	196	35,66	18,87
Guðmundsson	21,26	124	193	33,29	17,08
Jacobi	21,25	140	197	36,07	19,28
Petrashko	21,25	112	186	32,37	15,43
Tallhem	21,24	110	192	29,84	15,15
Dal Soglio	21,23	125	190	34,63	17,22
Nilsen	21,22	108	190	29,92	14,88
Görmer	21,22	115	194	30,56	15,84
Kubes	21,20	107	190	29,64	14,74
Lykho	21,20	120	196	31,24	16,53
Komar	21,19	130	195	34,19	17,91
Milic	21,19	108	190	29,92	14,88
Kisheyev	21,16	108	193	28,99	14,88
Stolz	21,15	142	208	32,82	19,56
Belov	21,14	115	183	34,34	15,84
Verni	21,14	114	188	32,25	15,70
Beyer	21,13	113	193	30,34	15,56
Campbell	21,12	135	196	35,14	18,60
Saračević	21,11	145	196	37,74	19,97
Shmock	21,10	120	188	33,95	16,53
Stukonis	21,10	108	192	29,30	14,88
Halldórsson	21,09	113	192	30,65	15,56
Tiisanoja	21,09	119	192	32,28	16,39
Anderson	21,08	117	188	33,10	16,12
Crouser	21,07	116	196	30,20	15,98
Wilkins	21,06	116	193	31,14	15,98
Brabec	21,04	127	190	35,18	17,49
Block	21,04	120	201	29,70	16,53
Borodkin	21,04	127	190	35,18	17,49
Guset	21,04	142	185	41,49	19,56
Bodenmüller	21,03	110	194	29,23	15,15
Solomko	21,02	110	192	29,84	15,15
Stuart	21,02	120	190	33,24	16,53
Backes	21,02	123	190	34,07	16,94

Kot vidimo iz Preglednice 9 je telesna teža zelo različna, saj znaša povprečna vrednost prvih 100 vseh časov 123,68 kg (standardni odklon 11,29). Najlažji ima 99 kg, najtežji pa 149 kg. Vsi sunejo preko 21 metrov. Telesno težo pri treniranih v veliki meri definira tudi količina mišične mase posameznika. Več mišične mase predstavlja večjo telesno težo in hkrati tudi večjo mišično moč. To tekmovalec potrebuje, saj mora suniti kroglo, ki ima 7,26 kilograma.

Telesna višina je eden izmed pomembnejših faktorjev pri suvanju krogle, saj definira enega izmed treh fizikalnih dejavnikov, to je izmetna višina. Višji kot je tekmovalec, višja je dosežna višina. Vendar ob pregledu nekaterih najboljših metalcev ugotovimo, da telesna višina ne dosega tako ekstremnih višin. Najvišji tekmovalec na lestvici stotih najboljših vseh časov doseže 209 cm, najnižji pa 178 cm. Sunek pri obeh je bil preko 21 m. Povprečna telesna višina stotih najboljših znaša 191,8 centimetra (standardni odklon 5,81). Tekmujejo tudi višji tekmovalci, ki so visoki preko 209 cm (D. O.-214 cm, 20,04 m) ali pa dosti nižji (T. O.-166 cm, 17,26 m), vendar so oboji prej izjema kot pravilo.

Znotraj skupine prvih petdesetih (Preglednica 9) je korelacija med telesno težo in telesno višino 0,271, kar pomeni, da ni statistične povezave (glej Prilogo 1). Trdimo lahko, da je prva skupina zelo ozko selekcionirana in da razlike med telesno težo in telesno višino ne povzročajo razlik v rezultatu. Dejstvo je, da v tej skupini razliko med tekmovalci povzroča nivo usvojene tehnike in stopnja razvitosti motoričnih sposobnosti (predvsem moč in hitrost). Nasprotno pa je pri slabši skupini, se pravi od petdesetega do stotega mesta. Korelacija med telesno težo in telesno višino je 0,432, kar je sicer majhna povezanost, ampak je statistično značilna na nivoju 0,01. To pomeni, da je v slabši skupini višji tekmovalec težji.

Tudi BMI (body mass index,  $ATT/ATV^2$ ) je zelo različen in se giblje med 25,0 in 43,1 (sto najboljših vseh časov). Povprečje tekmovalcev iz Preglednice 9 je 33,7 in je nekoliko manjši kot pri najboljših desetih vseh časov, ki znaša 34,7.

Razmerje med telesno težo in težo krogle ( $ATT:7,26$ ) se giblje pri najboljših med 1:19 (Barnes, Beyer, Cantwell), 1:17 (Timmermann, Oldfield, Andrei, Gunthor,

Baryshnikov), 1:16 (Nelson, Laut, Feuerbach) in tudi 1:14 (Oesterreich, Robberts). Največ tekmovalcev je s kroglo v razmerju 1:17 (37 odstotkov).

Spodnja Preglednica 10 nam prikazuje povprečne vrednosti telesne višine, telesne teže, BMI in razmerja med telesno težo in težo krogle.

Boljši tekmovalci imajo višjo telesno težo. Pri sunkih preko 22 metrov je povprečna vrednost telesne teže 127,11 kilograma, preko 20 metrov 118,77 kilograma in preko 19 metrov le še 115,08 kilograma. Povprečna vrednost telesne teže se znižuje glede na dolžino sunka. Iz tega lahko sklepamo, da je potrebno imeti zadostno veliko telesno težo, če tekmovalec želi suniti kroglo daleč.

Preglednica 10: Konstitucijske vrednosti tekmovalcev razdeljenih v skupine glede na rezultat.

	<b>Razdalja (m)</b>	<b>N</b>	<b>AVG</b>	<b>S. O.</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>ATT (kg)</b>	≥ 23	2	128,50	12,02	120	137
	≥ 22	18	127,11	10,89	99	144
	≥ 21	82	122,73	11,19	104	149
	≥ 20	248	118,77	11,51	95	152
	≥ 19	415	115,08	10,75	83	150
<b>ATV (cm)</b>	≥ 23	2	194,00	0,00	194	194
	≥ 22	18	191,56	5,39	181	200
	≥ 21	82	191,87	5,94	178	209
	≥ 20	248	191,25	5,50	176	214
	≥ 19	415	189,95	6,02	174	213
<b>BMI (ATT/ATV<sup>2</sup>)</b>	≥ 23	2	34,14	3,19	31,88	36,40
	≥ 22	18	34,65	2,79	30,22	40,15
	≥ 21	82	33,37	3,03	24,99	43,07
	≥ 20	248	32,49	3,02	26,85	43,21
	≥ 19	415	31,92	2,91	23,43	42,92
<b>ATT/7,26</b>	≥ 23	2	17,70	1,66	16,53	18,87
	≥ 22	18	17,51	1,50	13,64	19,83
	≥ 21	82	16,91	1,54	14,33	20,52
	≥ 20	248	16,36	1,59	13,09	20,94
	≥ 19	415	15,85	1,48	11,43	20,66

Legenda: razdalja (m) = sunek večji ali enak od, N = število metalcev, AVG = povprečna vrednost, S. O. = standardni odklon, MIN = najmanjša vrednost, MAX = največja vrednost.

V Preglednici 10 lahko vidimo, kako telesna višina pada glede na skupino tekmovalcev. Najboljša imata vrednost 194 cm, medtem ko so tisti v skupini od 19 do 20 metrov visoki povprečno 189,95 cm.

Pri telesni višini ni tako velikih odstopanj med posameznimi skupinami metalcev kot pri telesni teži. Verjetno je eden izmed razlogov ta, da lahko s telesno težo manipuliramo, medtem ko s telesno višino ne moremo. Pri telesni teži je razlika med skupino nad 19 metrov in skupino nad 23 metrov 10 odstotkov, medtem ko je pri telesni višini pri istih dveh skupinah le 2 odstotka. Sklepamo lahko, da je telesna višina bolj pomembna od telesne teže.

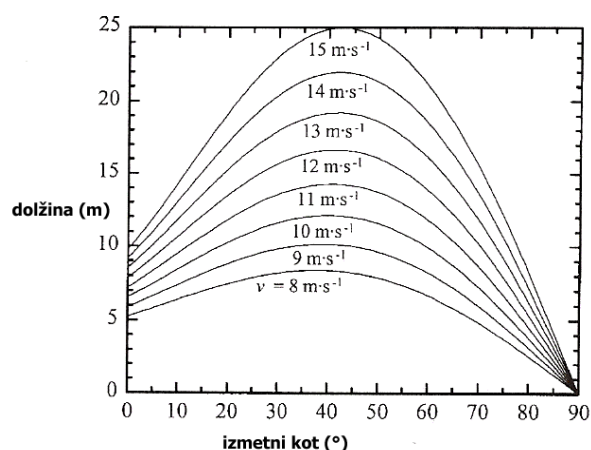
Podobne ugotovitve dobimo, ko primerjamo BMI in razmerje med telesno težo in težo krogle (ATT:7,26), boljši dosegajo višje vrednosti. Razmerje med telesno težo in kroglo nam pove, kolikokrat je metalec težji od krogle. Iz Preglednice 10 je razvidno, da najboljši skupini presegata količnik 17, medtem ko skupina preko 19 metrov le 15,85.

Vsi ti podatki kažejo na to, da mora biti metalec nadpovprečno visok in težak. Znotraj njih so boljši tisti, ki imajo telesno težo preko 125 kg in so višji od 190 cm.

#### 5.4 PODOBNOSTI IN RAZLIKE MED TEKMOVALCI V LINEARNI IN ROTACIJSKI TEHNIKI SUVANJA KROGLE

Za suvanje krogle veljajo zakonitosti poševnega meta. Temu fizikalnemu pravilu se morata podrediti obe tehniki. Na dolžino sunka vplivajo trije dejavniki: izmetna hitrost (okoli 13 m/s), izmetni kot ( $39^{\circ}$ – $42^{\circ}$ ) in izmetna višina (220–230 cm). Vsi metalci krogle težijo k temu, da bi delovali na kroglo čim dlje časa (320–390 cm). Omejeni so s premerom kroga (2,135 m), lastnimi antropometričnimi značilnostmi (večja telesna višina pomeni večjo izmetno višino) in motoričnimi sposobnostmi. Z razvojem mišične moči in hitrosti lahko najbolj vplivajo na dejavnik izmetna hitrost, ki pa se izkaže, da je tudi najbolj pomembna.

Pomembnost posameznih dejavnikov lahko vidimo na Grafih 5 in 6, ki prikazujeta odvisnosti med izmetno hitrostjo, izmetnim kotom in izmetno višino.



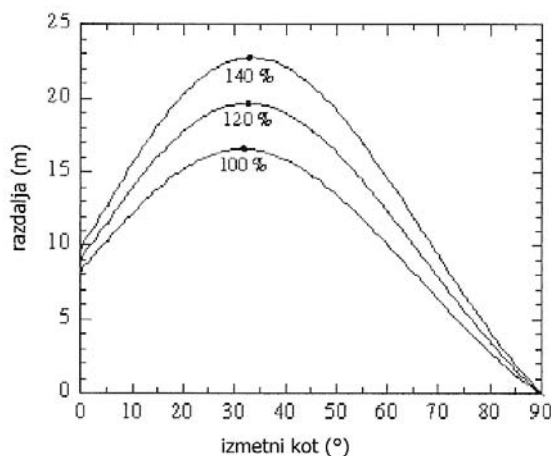
Graf 5: Vpliv izmetne hitrosti in izmetnega kota na dolžino sunka. Izmetna višina je konstantna, in sicer 2,10 m (Linthorne, 2001).

Na Grafu 5 se jasno vidi kakšen prirastek k dolžini sunka prispeva povečanje izmetne hitrosti. Manjše spremembe v izmetnem kotu ne predstavljajo večjih razlik v dolžini sunka.

Pri nobeni tehniki ni odstopanja v zagotavljanju optimalnih pogojev, ko suvanje krogle primerjamo s poševnim metom. Pri obeh tehnikah poskušajo metalci pridobiti visoko izmetno višino, najvišjo izmetno hitrost in optimalen izmetni kot glede na izmetno višino. Izmetna hitrost je najbolj neodvisna spremenljivka od vseh treh.

### 5.4.1 IZMETNA HITROST

Linthorne (2001) je v svoji raziskavi na mladem metalcu krogle, katerega osebni rekord 16,60 metrov, prišel do zaključka, da bi moral povečati silo za 140 %, če bi želel izenačiti svetovni rekord (23,12 m). To je vidno na Grafu 6.



Graf 6: Dolžina sunka glede na povečano silo v izmetni fazi (Linthorne, 2001).

Na Grafu 6 je izhodiščna sila (100 %) izražena kot maksimalen dosežek v suvanju krogle (16,60 metrov).

Izmetna hitrost je odvisna od hitrosti pridobljene v podrsu ali obratu, in pravilne medmišične koordinacije (pravilno vključevanje mišičnih skupin) v izmetni akciji. Na začetku se vključijo najmočnejše mišične skupine (mišice nog in trupa), na koncu pa še najmanjše mišične skupine (mišice prstov).

Preglednica 11 na naslednji strani prikazuje izmetne hitrosti nosilcev medalj na olimpijskih igrah (v nadaljevanju OI) v Atenah 2004.

Preglednica 11: Izmetne hitrosti in rezultati prvih treh na OI v Atenah.

ime	rezultat	izmetna hitrost
Jurij Belonog	21,16 m	13,85 m/s
Adam Nelson	21,16 m	13,95 m/s
Joachim Olsen	21,07 m	13,60 m/s

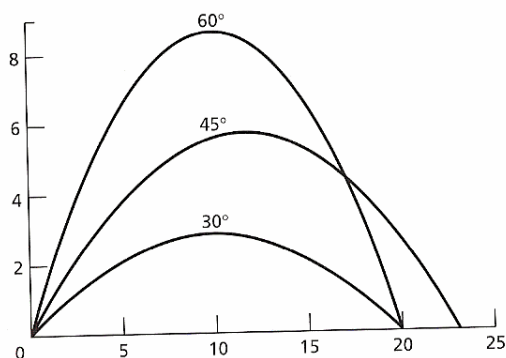
Preglednica 12: Primerjava izmetne hitrosti med boljšimi in slabšimi metalci.

	Stepanek (1987)	Čoh (2007)		Luhtanen (1997)		Peng, Huang, Peng	
dolžina (m)	16,50	20,30	19,06	18,82	20,26	13,17	15,64
izmetna hitrost (m/s)	12,1	13,95	12,60	12,47	13,19	11,03	12,18

Iz zgornjih dveh preglednic ter Grafov 5 in 6 vidimo, da boljši tekmovalci dosegajo višje izmetne hitrosti in da je ta fizikalni dejavnik zelo pomemben za doseganje dolgih sunkov.

#### 5.4.2 IZMETNI KOT

Drugi pomemben dejavnik pri suvanju kroglice je izmetni kot. Optimalen kot pri poševnem metu je  $45^\circ$ , vendar to velja samo takrat, kadar je izmetna višina enaka dometni višini.



Graf 7: Vpliv izmetnega kota na dolžino meta ob enaki izmetni hitrosti.

Ker je pri suvanju kroglice izmetna višina višja od dometne, se izmetni kot giblje okrog  $39^\circ$  do  $42^\circ$  (Graf 7).

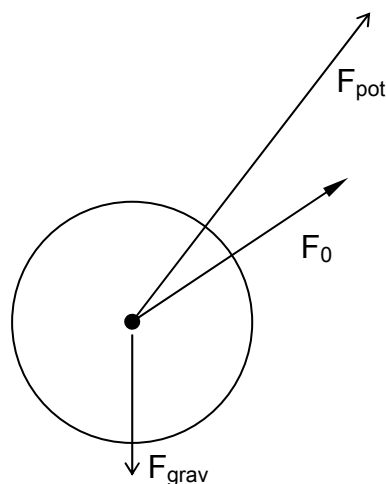


Preglednica 13: Primerjava izmetnih kotov med različnimi meti in skoki (Linthorne, 2006).

disciplina	kot (°)
suvanje krogle	26-41
met kopja	26-40
met diska	27-43
met kladiva	37-44
skok v daljino	15-27
skok z mesta	25-31

Preglednica 13 prikazuje, kako različne izmetne kote imajo nekatere discipline. Tudi znotraj discipline so razlike velike (suvanje krogle  $15^\circ$ , met kopja  $14^\circ$ , met diska  $16^\circ$ ). Po eni strani kot očitno rezultata ne definira tako močno, po drugi pa ga je verjetno ob vsej tehnični dovršenosti težko ponavljati v optimalnih vrednostih.

Dejansko pa metalec ne suni v smeri izmetnega kota. Izmetni kot je samo kot med rezultanto sile gravitacije in sile potiskanja metalca, zato je metalec potisne kroglo pod večjim kotom.



Legenda:

$F_{\text{pot}}$  = sila potiskanja metalca

$F_{\text{grav}}$  = sila težnosti Zemlje

$F_0$  = rezultanta sil  $F_{\text{pot}}$  in  $F_{\text{grav}}$

Slika 31: Rezultanta sil  $F_{\text{pot}}$  in  $F_{\text{grav}}$ .

Iz Preglednice 14 je razvidno, kakšne različne vrednosti v izmetnem kotu so dosegali tekmovalci na svetovnem prvenstvu (v nadaljevanju SP) leta 1995.

Preglednica 14: Izmetni kot in dolžina sunka na SP 1995 (Bartonietz in Borgstom, 1995).

J. Godina		M. Halvari		R. Barnes	
21,47 m	31°	20,22 m	30°	19,47 m	26°
20,54 m	36°	X	33°	20,22 m	30°
19,82 m	28°	20,19 m	35°	20,41 m	30°
19,26 m	35°	20,33 m	37°	X	28°
19,97 m	35°	20,93 m	35°	X	32°
20,35 m	41°	X	30°	X	X

Legenda: x = neuspešen poskus

Ker za vse metalce veljajo enaki fizikalni zakoni, večjih razlik v izmetnih kotih med rotacijsko in linearno tehniko ni, kar je tudi razvidno iz Preglednice 15. Pri obeh tehnikah je potrebno izmetni kot optimizirati glede na izmetno višino, ki jo metalec lahko doseže.

Preglednica 15: Izmetni kot pri linearni in rotacijski tehniki.

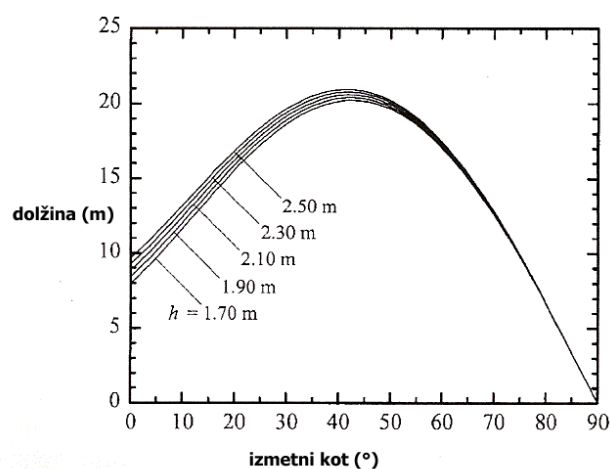
Ime	Rezultat	Izmetni kot
Rotacijska tehnika		
A. Nelson	21,16 m	33°
J. Olsen	21,07 m	41°
J. Godina	21,47 m	31°
M. Halvari	20,93 m	35°
R. Barnes	20,41 m	30°
Linearna tehnika		
J. Belonog	21,16 m	33°
A. Bagach	20,38 m	34°
O. S. Buder	20,11 m	34°
R. Virastyuk	19,66 m	33°
W. Gunthor	21,67 m	36°

Glede na zbrane podatke pa lahko trdimo, da je izmetni kot bolj stabilen pri linearni tehniki kot pa pri rotacijski. Verjetno je to posledica bolj zahtevne tehnike pri rotacijskem načinu suvanja. Velikokrat je možno opaziti padce po izmetni fazi pri rotacijski tehniki, ko tekmovalec popolnoma izgubi ravnotežje (na primer: A. Nelson na OI v Atenah).

### 5.4.3 IZMETNA VIŠINA

Zadnji, a ne najmanj pomemben dejavnik pa je izmetna višina. Višji tekmovalci imajo zaradi daljših okončin višjo dosežno višino, kar jim prinaša prednost pri doseganju visoke izmetne višine.

Najboljši dosegajo vrednosti med 220 in 230 cm. Iz Grafa 8 ugotovimo, da majhne spremembe v izmetni višini ne vplivajo veliko na dolžino sunka.



Graf 8: Vpliv izmetne višine in izmetnega kota na dolžino sunka. Izmetna hitrost je konstantna—13,5 m/s (Linthorne, 2001).

Izmetne višine najboljših so zelo različne. Tudi dosedanje raziskave se niso tako natančno ukvarjale z izmetno višino, kot so se z izmetnim kotom ali izmetno hitrostjo. Razlog za to je verjetno v dejstvu, da izmetna višina ne vpliva tako močno na dolžino sunka in da je dejavnik, ki se ga ne da močno spremeniti, pa tudi med različnimi poskusi tekmovalci dosegajo podobne vrednosti. To prikazuje Preglednica 16 na naslednji strani.

Preglednica 16: Izmetna višina pri različnih poskusih M. H. in C. H. (Luhtanen in sod., 1997).

	C. H.		M. H.	
	Dolžina	Izmetna višina	Dolžina	Izmetna višina
	20,15 m	2,09 m	20,44 m	2,18 m
	20,01 m	2,11 m	20,75 m	2,25 m
	20,22 m	2,18 m	20,28 m	2,19 m
	20,83 m	2,12 m	20,28 m	2,21 m
	20,83 m	2,13 m	20,67 m	2,27 m
Povprečje	20,41 m	2,13 m	20,48 m	2,22 m
S. o.	0,39	0,03	0,22	0,04

Legenda: S. o. = standardni odklon.

Kot vidimo iz zgornje preglednice manjša odstopanja ne povzročajo sprememb v zmanjšanju dolžine sunka.

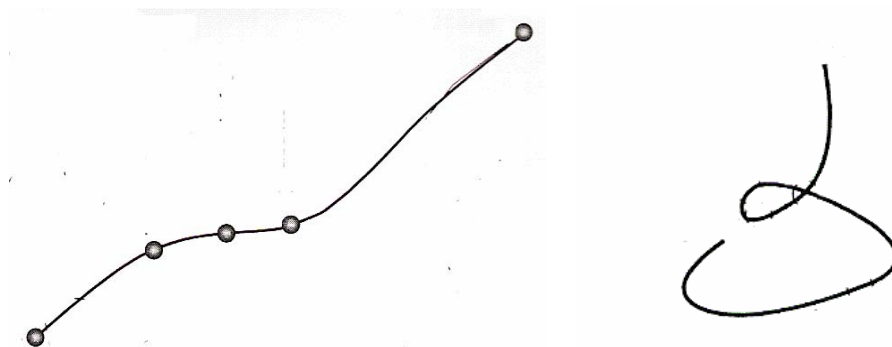
Večjih razlik v izmetni višini med linearno in rotacijsko tehniko ni, kar prikazuje spodnja preglednica.

Preglednica 17: Izmetna višina vrhunskih metalcev krogle glede na tehniko suvanja.

Ime	Rezultat	Izmetna višina
Rotacijska tehnika		
Vodovnik	20,30 m	2,25 m
Nelson	21,16 m	2,33 m
Olsen	21,07 m	2,31 m
Halvari	20,75 m	2,25 m
Linearna tehnika		
Gunthor	21,67 m	2,22 m
Belonog	21,16 m	2,55 m
Andersen	20,81 m	2,17 m
Nilsen	20,75 m	2,12 m

#### 5.4.4 POT KROGLE

Največja razlika v tehniki nastane v fazi prehitevanja orodja. Pri obeh načinih suvanja je pomembno, da metalec poskuša delovati na kroglo čim dlje časa. Razvoj tehnike je šel vedno v smer povečevanja dolžine poti, na kateri lahko metalec deluje na kroglo. Začelo se je z mesta, nato podrsom in na koncu z rotacijsko tehniko.



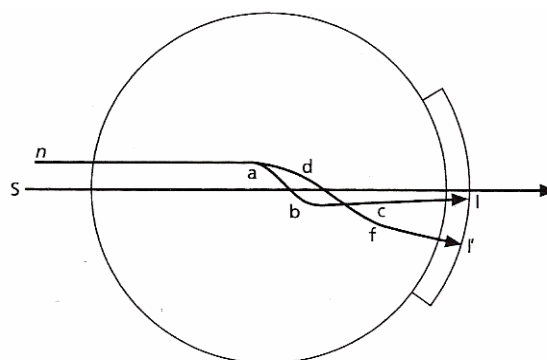
a) linearna tehnika (pogled s strani)

b) rotacijska tehnika (pogled od zadaj)

Slika 32: Pot, ki jo opravi krogla pri: a) linearni tehniki in b) rotacijski tehniki.

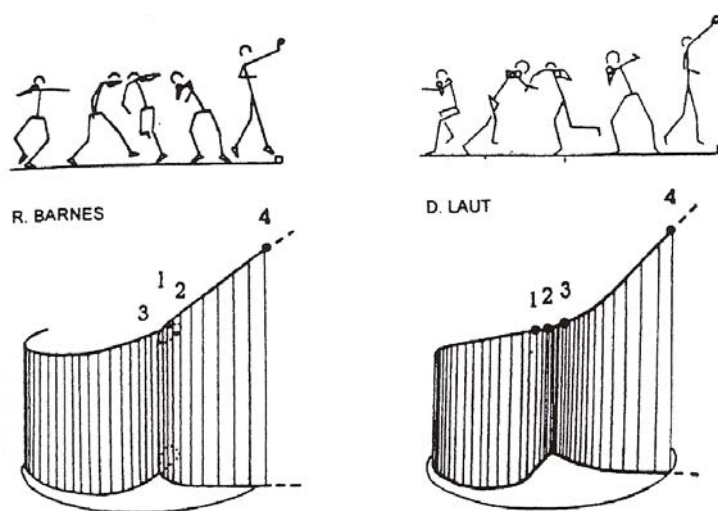
Slika 32 nam prikazuje različne poti, ki jih opravi krogla glede na tehniko, ki jo uporablja tekmovalec. Pri obeh tehnikah, ko ju opazujemo s strani, naj bi se krogla enakomerno dvigala.

Slika 33 na naslednji strani nam kaže poti krogle boljših in slabših sunkov pri linearni tehniki. S predstavlja ravno pot pri slabih metalcih, ko so njihova ramena v izmetni fazi nagnjena preveč v levo. Pot n-a-b-c-l je značilna za uspešne metalce. Pot n-a-d-f-l' pa je značilna za neuspešne poskuse in slabše metalce. Kroglo v fazi priprave predstavlja n. Opazimo lahko, da slabši metalci (l') mečejo izven optimalne smeri sunka. Pri slabih metalcih pa se pojavlja umikanje ramen v levo, kar skrajša pot kroglji in onemogoča dobro oporo desni strani pri izmetni fazi.



Slika 33: Pot krogle pri boljših in slabših sunkih.

Pri rotacijski tehniki se pojavlja na poti, ki jo opravi kroglja, zanka. To je vidno na Sliki 34.



Slika 34: Zanka, ki nastane na poti, ki jo napravi kroglja (Bartonietz, 1994).

Legenda: 1 – začetek brezoporne faze, 2 – začetek druge enooporne faze, 3 – začetek druge dvooporne faze, 4 – izmet

Zmanjšana zanka po eni strani zmanjša hitrost krogle, po drugi pa poveča aktivno centripetalno komponento sile (Bartonietz, 1994). Centripetalno silo definira formula  $F_{cp} = mv^2/r$ , kjer je:

- $F_{cp}$  = centripetalna komponenta sile (N)
- $m$  = teža krogle (kg)
- $v$  = hitrost krogle (m/s)
- $r$  = radij poti krogle (m)

Bartonietz (1994) je prišel do ugotovitve, da pri večjem radiju poti krogle, to je večji zanki ( $r = 0,21 \text{ m}$ ), metalec pridobi večjo silo ( $F_{cp} = 311 \text{ N}$ ) glede na manjšo zanko ( $r = 0,07 \text{ m}$ ,  $F_{cp} = 104 \text{ N}$ ). Vidimo, da je razmerje 3:1.

Zaradi večje centripetalne sile pa večja zanka pogosto predstavlja težave s stabilnostjo in smerjo izmeta, kar potrjuje tudi praksa (Bartonietz, 1994).

Metalci v linearni tehniki pogosteje uporabljajo tehniko kratkega podrsa in daljšega delovanja na kroglo. Ta način omogoča dobre pogoje za delovanje desne noge in blokiranje leve noge v fazi maksimalnega naprežanja. Na drugi strani pa so metalci rotacijske tehnike bolj naklonjeni ožjemu položaju nog in kratkemu delovanju na kroglo, če jih primerjamo z linearno tehniko. Naredijo daljši korak v brezoporni fazi in imajo ožjo postavitev nog v fazi maksimalnega naprežanja. To nam prikazuje Preglednica 18 na naslednji strani.

Preglednica 18: Dolžina koraka v pripravljalni fazi in v fazi maksimalnega naprežanja v % (Bartonietz 1994).

Atlet	Linearna tehnika	
	B. Oldfield	45
U. Timmermann	40	60
J. Brenner	50	50
M. Stulce	50	50
W. Gunthor	40	60
<b>Povprečje</b>	<b>45</b>	<b>55</b>
	Rotacijska tehnika	
B. Oldfield	60	40
A. Baryshnikov	50	50
D. Laut	55	45
R. Barnes	60	40
K. Toth	62	38
J. Doering	67	33
Dal Soglio	58	42
<b>Povprečje</b>	<b>59</b>	<b>41</b>

Pri linearni tehniki predstavlja razkorak v fazi maksimalnega naprežanja približno 55 odstotkov premera kroga, pri rotacijski tehniki pa le 41 odstotkov. To pomeni, da je razkorak pri rotacijski tehniki za približno 14 odstotkov krajši glede na linearno tehniko.

Zamik med kolčno in ramensko osjo (v fazi, ko pride desna noga na tla) je pri obeh tehnikah podoben. Pri linearni tehniki znaša do 75 stopinj, medtem ko pri rotacijski tehniki med 50 in 60 stopinjami. Velika razlika se pojavi pri poti, ki jo opravi ramenska in kolčna os pred izmetom. Od dotika desne noge tal do izmeta ramenska os naredi kot 270 stopinj pri rotacijski tehniki in največ 180 stopinj pri linearni tehniki (Bartonietz, 1994).

Spodnja preglednica prikazuje amplitudo in kotne hitrosti ramenske osi pri metalcih v rotacijski in linearni tehniki.



Preglednica 19: Amplituda ramenske osi in povprečne vrednosti kotne hitrosti ramenske osi.

Atlet	Razdalja	Amplituda ram. osi	Povp. kotna hitrost ram. osi (°/s)
Rotacijska tehnika			
Godina	21,47 m	270	964
Halvari	20,93 m	200	625
Barnes	20,41 m	270	794
Noon	20,13 m	270	844
Goncharuk	19,38 m	230	575
Dal Soglio	19,38 m	270	844
Doering	20,96 m		750
Laut	21,56 m		790
Barnes	21,80 m		900
Perič	19,57 m		765
Linearna tehnika			
Stulce	21,49 m		410
Lycho	20,94 m		560
Timmermann	20,38 m		540
Gunthor	20,91 m		500

Višja kot je kotna hitrost, hitreje se metalec obrača v smer sunka. Vendar je iz tabele razvidno, da najvišja kotna hitrost še ne zagotavlja najdaljšega sunka. Potrebno je zagotoviti optimalni izmetni kot ter maksimalno izmetno višino.

Ko primerjamo posamezne faze znotraj ene tehnike, lahko ugotovimo, da nastajajo razlike v časovnih intervalih, ki jih metalci porabijo, da opravijo določeno gibanje.

Pri linearni tehniki je Lanka (2000) prišel do rezultatov, ki so prikazani v Preglednici 20 na naslednji strani.

Preglednica 20: Hitrost (m/s) telesnih segmentov pri različno uspešnih metalcih krogle.

	Rezultat v suvanju krogle (m)			
	19,60	18,30	13,30	12,26
Spremenljivke	19,60	18,30	13,30	12,26
Maksimalna hitrost kolka (m/s)	5,74	5,13	4,28	4,81
Hitrost kolka ob izmetu (m/s)	2,75	1,05	0,83	1,96
Maksimalna hitrost ramena (m/s)	6,77	7,66	4,91	5,32
Hitrost ramena ob izmetu (m/s)	6,34	5,46	3,10	4,82
Maksimalna hitrost zapestja (m/s)	11,00	10,64	8,02	7,95
Hitrost zapestja ob izmetu (m/s)	10,90	9,25	7,51	7,85
Izmetna hitrost krogle (m/s)	13,12	12,51	10,49	10,12

Kot vidimo v zgornji preglednici, so boljši metalci uspešnejši v vseh spremenljivkah. Hitrost posameznih segmentov se povečuje od kolka preko ramenskega obroča do zapestja pri vseh skupinah. Časovna sekvenca gibov je primerna, vendar je zaradi pomanjkanja moči in dovršenosti tehnike prepočasi izvedena.

Pri rotacijski tehniki, kjer so posamezne faze malo drugačne, pa so razlike med boljšimi in slabšimi tekmovalci vidne v Preglednici 21.

Preglednica 21: Hitrosti krogle ob koncu posameznih faz (Luhtanen, 1997).

Dolžina sunka (m)	18,82	20,26
Prva dvooporna faza (m/s)	2,75	2,23
Prva enooporna faza (m/s)	2,48	2,39
Brez oporna faza (m/s)	1,02	1,54
Druga enooporna faza (m/s)	2,88	2,44
Druga dvooporna faza (m/s)	12,20	13,19

V preglednici vidimo, da so časovni intervali pri boljšem sunku v vseh fazah krajši, le pri brezoporni in zadnji fazi je daljši. To pomeni, da je boljši metalec (20,26 m) prišel v drugo dvooporno fazo (faza maksimalnega naprežanja) hitreje, kar pomeni, da je imela krogla večjo začetno hitrost in jo je nato lažje potiskal. Daljše delovanje na orodje pomeni, da ima metalec več časa, da maksimalno izkoristi svojo moč. Daljša brezoporna faza pomeni daljši korak in ožji položaj nog v drugi dvooporni fazi, večjo

silo in hitrost, ki jo je metalec vložil v prvi eno oporni fazi in da ima krogla večjo hitrost in boljše izhodišče na začetku naslednje faze.

Moč, ki jo proizvedejo metalci ob zaključku sunka, je nazorno prikazana v spodnji tabeli. Rotacijska tehnika ima boljše izhodišče, saj so dosežene večje vrednosti, vendar večjih raziskav za to področje še ni bilo, zato težko trdimo, da ima rotacijska tehnika boljše pogoje.

Preglednica 22: Moč pri različni tehniki.

	Tehnika	Dolžina (m)	Moč (kW)
Timmermann	Linearna	21,31	6,2
Laut	Rotacijska	21,56	6,7

### 5.4.5 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI

V morfoloških značilnostih pri posamezni tehniki večjih razlik ni, prav tako ne, ko primerjamo tehniki med seboj. T-test (Priloga 2) je pokazal, da med tehnikama ni razlik v telesni teži (0,44 – enosmerno testiranje, 0,89 – dvosmerno testiranje), pri telesni višini pa so razlike (0,082 – enake variance, 0,084 – neenake variance) blizu meje statistične verjetnosti (0,05).

Preglednica 23: Konstitucijske vrednosti najboljših metalcev v linearni tehniki.

Rang	Rezultat (m)	Priimek	Telesna teža (kg)	Telesna višina (cm)	(ATT/ATV <sup>2</sup> )	ATT/7,26
2	23,06	Timmermann	120	194	31,88	16,53
3	22,91	Andrei	118	191	32,35	16,25
5	22,75	Günthör	127	200	31,75	17,49
7	22,64	Beyer	140	194	37,20	19,28
9	22,52	Brenner	127	192	34,45	17,49
18	22,02	Woods	136	188	38,48	18,73
24	21,93	Machura	118	187	33,74	16,25
25	21,92	Myerscough	149	209	34,11	20,52
27	21,85	Albritton	115	194	30,56	15,84
28	21,83	Bahach	135	194	35,87	18,60
29	21,82	Feuerbach	115	186	33,24	15,84
31	21,81	Bilonoh	132	200	33,00	18,18
32	21,78	Matson	120	199	30,30	16,53
33	21,77	Stulce	118	190	32,69	16,25
35	21,76	Carter	127	189	35,55	17,49
39	21,69	Mikhnevich	127	202	31,12	17,49
40	21,68	Capes	134	195	35,24	18,46
41	21,68	Sarul	117	195	30,77	16,12
42	21,67	Briesenick	120	191	32,89	16,53
53	21,47	Buder	148	200	37,00	20,39
54	21,47	Martínez	135	185	39,44	18,60
57	21,43	Bartels	127	186	36,71	17,49
58	21,42	DeBernardi	125	196	32,54	17,22
61	21,35	Semkiw	104	180	32,10	14,33
63	21,34	Virastyuk	120	190	33,24	16,53
64	21,33	Höglund	130	193	34,90	17,91
65	21,32	Rothenburg	120	185	35,06	16,53
66	21,31	Gies	106	194	28,16	14,60
76	21,20	Lykho	120	196	31,24	16,53
77	21,19	Komar	130	195	34,19	17,91
<b>AVG</b>	<b>21,80</b>		<b>125,33</b>	<b>193,00</b>	<b>33,66</b>	<b>17,26</b>
<b>S. O.</b>	<b>0,51</b>		<b>10,52</b>	<b>6,03</b>	<b>2,57</b>	<b>1,45</b>
<b>MIN</b>	<b>21,19</b>		<b>104,00</b>	<b>180,00</b>	<b>28,16</b>	<b>14,33</b>
<b>MAX</b>	<b>23,06</b>		<b>149,00</b>	<b>209,00</b>	<b>39,44</b>	<b>20,52</b>

Legenda: AVG = povprečna vrednost, S. O. = standardni odklon, MIN = najmanjša vrednost, MAX = največja vrednost

Razlike med metalci v linearni tehniki obstajajo. Povprečna vrednost telesne teže znaša 125,33 kg (s. o. = 10,52, MIN = 104 kg, MAX = 149 kg), pri stotih najboljših vseh časov pa je 123,68 kg.

Pri telesni višini je povprečna vrednost 193 cm (s. o. = 6,03, MIN = 180 cm, MAX = 209 cm). Tu so odstopanja znotraj skupine manjša (s. o. = 6,03) glede na telesno težo (s. o. = 10,52), kar potrjuje, da je telesna višina bolj pomemben in težje spremenljiv dejavnik.

BMI (33,66) je podoben povprečni vrednosti stotih najboljših (33,65). Prav tako je razmerje med telesno težo in težo krogle večje kot pri stotih najboljših, in sicer pri stotih najboljših znaša 17,04, pri metalcih, ki uporabljajo linearno tehniko pa 17,26.

Podobne ugotovitve dobimo pri rotacijski tehniki, čigar vrednosti so prikazane v Preglednici 24.

Preglednica 24: Konstitucijske vrednosti najboljših metalcev v rotacijski tehniki.

Rang	Rezultat (m)	Priimek	Telesna teža (kg)	Telesna višina (cm)	(ATT/ATV <sup>2</sup> )	ATT/7,26
1	23,12	Barnes	137	194	36,40	18,87
4	22,86	Oldfield	120	196	31,24	16,53
6	22,67	Toth	144	193	38,66	19,83
8	22,54	Cantwell	141	198	35,97	19,42
10	22,51	Nelson	114	182	34,42	15,70
12	22,20	Godina	129	193	34,63	17,77
13	22,11	Oesterreich	99	181	30,22	13,64
14	22,11	Hoffa	133	182	40,15	18,32
17	22,09	Halvari	135	191	37,01	18,60
19	22,02	Laut	118	193	31,68	16,25
20	22,00	Baryshnikov	130	198	33,16	17,91
21	21,98	Tafralis	120	183	35,83	16,53
22	21,97	Robberts	105	205	24,99	14,46
26	21,87	Hunter	149	186	43,07	20,52
30	21,82	Bloom	125	185	36,52	17,22
34	21,77	Peric	110	186	31,80	15,15
37	21,73	Wolf	125	199	31,56	17,22
43	21,63	Olsen	130	184	38,40	17,91
44	21,62	Smith	125	197	32,21	17,22
46	21,60	Doehring	120	183	35,83	16,53
47	21,59	Taylor	145	198	36,99	19,97
49	21,57	Konopka	105	192	28,48	14,46
52	21,47	Noon	123	188	34,80	16,94
60	21,39	Harju	125	183	37,33	17,22
67	21,30	Krieger	137	196	35,66	18,87
72	21,23	Dal Soglio	125	190	34,63	17,22
<b>AVG</b>	<b>21,95</b>		<b>125,73</b>	<b>190,62</b>	<b>34,68</b>	<b>17,32</b>
<b>S. O.</b>	<b>0,48</b>		<b>12,72</b>	<b>6,66</b>	<b>3,79</b>	<b>1,75</b>
<b>MIN</b>	<b>21,23</b>		<b>99,00</b>	<b>181,00</b>	<b>24,99</b>	<b>13,64</b>
<b>MAX</b>	<b>23,12</b>		<b>149,00</b>	<b>205,00</b>	<b>43,07</b>	<b>20,52</b>

Legenda: AVG = povprečna vrednost, S. O. = standardni odklon, MIN = najmanjša vrednost, MAX = največja vrednost

Povprečna vrednost telesne teže znaša 125,73 kilogramov (MIN = 99 kg, MAX = 149 kg). Pri stotih najboljših vseh časov je 123,68 kilograma.

Pri telesni višini je povprečna vrednost 190,62 cm (MIN = 181 cm, MAX = 205 cm). Tu so odstopanja znotraj skupine manjša (s. o. = 6,66) glede na telesno težo (s. o. = 12,72), kar potrjuje, da je telesna višina bolj pomemben in težje spremenljiv dejavnik.

BMI (34,68) je višji kot povprečna vrednost stotih najboljših (33,65). Prav tako je razmerje med telesno težo in težo krogle večje kot pri stotih najboljših, in sicer pri stotih najboljših znaša 17,04, pri metalcih, ki uporabljajo rotacijsko tehniko pa 17,32.

Razlike med linearno in rotacijsko tehniko pri telesni teži in telesni višini so prikazane v spodnji preglednici.

Preglednica 25: Konstitucijske razlike metalcev v linearni in rotacijski tehniki.

		Telesna teža (kg)	Telesna višina (cm)	BMI	ATT/7,26
<b>Linearna tehnika</b>	AVG	125,33	193,00	33,66	17,26
	S. O.	10,52	6,03	2,57	1,45
	MIN	104,00	180,00	28,16	14,33
	MAX	149,00	209,00	39,44	20,52
<b>Rotacijska tehnika</b>	AVG	125,73	190,62	34,68	17,32
	S. O.	12,72	6,66	3,79	1,75
	MIN	99,00	181,00	24,99	13,64
	MAX	149,00	205,00	43,07	20,52

Legenda: AVG = povprečna vrednost, S. O. = standardni odklon, MIN = najmanjša vrednost, MAX = največja vrednost.

Telesna teža je pri obeh tehnikah podobna (125,33 kg–125,73 kg). Vidimo, da je najmanjša vrednost pri rotacijski tehniki 99 kilogramov, pri linearni tehniki pa 104 kilograme. To potrjuje tezo, da rotacijska tehnika ustvarja boljše pogoje, kar lahko izkoristijo lažji metalci.

Metalci, ki uporabljajo rotacijsko tehniko, so 3 cm nižji (največja vrednost je 4 centimetre nižja glede na linearno tehniko). Obratno velja za BMI, ki je pri rotacijski tehniki višji (posledično zaradi manjše telesne višine), in za razmerje med telesno težo in kroglo, ki je nekoliko večje pri rotacijski tehniki. Povprečna vrednost najboljših stotih je 17,04.

#### 5.4.6 POGOSTOST UPORABE POSAMEZNE TEHNIKE

Zadnja leta lahko opazimo, da je na največjih tekmovanjih zastopanost rotacijske tehnike večja (IAAF, 2007). Zakaj nista obe tehniki enakomerno zastopani, je težko odgovoriti, lahko pa sklepamo, da je iz vidika motorike rotacijska tehnika težja in jo zato favorizira manj tekmovalcev. Rotacijska tehnika je popularna v Združenih državah Amerike, saj njihovi metalci skoraj vsi uporabljajo rotacijsko tehniko. Preglednici 26 in 27 prikazujeta zmagovalce in tehniko suvanja na vseh večjih tekmovanjih zadnjih nekaj let. Za nekatera prvenstva so podatki nepopolni, vendar na podlagi danih podatkov lahko sklepamo sledeče:

- a) linearna tehnika je bolj zastopana na evropskih prvenstvih. To je posledica dejstva, da trenerji in tekmovalci še vedno bolj favorizirajo linearno tehniko;
- b) na svetovnih prvenstvih je rotacijska tehnika bolj pogosta med finalisti;
- c) na olimpijskih igrah je bila leta 1996 in 2000 rotacijska tehnika bolj zastopana, leta 2004 pa sta jo od osmih finalistov uporabila le dva metalca.

Preglednica 26: Zastopanost posamezne tehnike na večjih tekmovanjih.

	ROTACIJSKA TEHNIKA	LINEARNA TEHNIKA
SP 1993	25 %	37,5 %
EP 1994	25 %	50 %
SP 1995	62,5 %	37,5 %
OI 1996	62,5 %	37,5 %
SP 1997	50 %	37,5 %
EP 1998	37,5 %	62,5 %
SP 1999	50 %	50 %
OI 2000	62,5 %	37,5 %
SP 2001	75 %	25 %
EP 2002	37,5 %	62,5 %
SP 2003	37,5 %	50 %
OI 2004	25 %	75 %
SP 2005	50 %	50 %
EP 2006	62,5 %	25 %



Preglednica 27: Zastopanost posamezne tehnike na večjih tekmovanjih.

	SP	1993	TEHNIKA		EP	1998	TEHNIKA		SP	2003	TEHNIKA
1. W. GUNTHER	SUI	21.97	L	1. A. BAGACH	UKR	21.17	L	1. A. MIKHNEVICH	BLR	21.69	L
2. R. BARNES	USA	21.80	R	2. O. S. BUDER	GER	20.98	L	2. A. NELSON	USA	21.26	R
3. A. BAGACH	UKR	20.40	L	3. Y. BELONOG	UKR	20.92	L	3. Y. BILONOG	UKR	21.10	L
4. Y. PALCHIKOV	RUS	20.05		4. D. PERIC	YUG	20.65	R	4. K. TOTH	USA	20.89	R
5. D. PERIC	YUG	19.95	R	5. P. DAL SOGLIO	ITA	20.50	R	5. J.N ANLEZARK	AUS	20.61	R
6. G. WEIL	CHI	19.95		6. M. HALVARI	FIN	20.33	L	6. R. BARTELS	GER	20.50	L
7. O.-S. BUDER	GER	19.74	L	7. M. MARTINEZ	ESP	20.05	L	7. T. REINIKAINEN	FIN	20.45	
8. J. REINHARDT	GER	19.53		8. M. MERTENS	GER	19.67		8. V. TIISANOJA	FIN	21.09	L

	EP	1994			SP	1999			OI	2004	
1. A. KLIMENKO	UKR	20.78	L	1. C.J. HUNTER	USA	21.79M	R	1. Y. BILONOG	UKR	21.16	L
2. A. BAGACH	UKR	20.34	L	2. O.-S. BUDER	GER	21.42M	L	2. A. NELSON	USA	21.16	R
3. R. VIRASTYUK	UKR	19.59	L	3. A. BAGACH	UKR	21.26M	L	3. J. OLSEN	DEN	21.05	R
4. M. HALVARI	FIN	19.52	R	4. A. BLOOM	USA	20.95M	R	4. M. MARTINEZ	SPA	20.84	L
5. M. KOISTINEN	FIN	19.51	L	5. Y. BELONOG	UKR	20.60M	L	5. A. MIKHNEVICH	BLR	20.60	L
6. D. PERIC	IEP	19.40	R	6. D. PERIC	YUG	20.35M	R	6. Y. BELOV	BLR	20.34	L
				7. J. GODINA	USA	20.35M	R	7. J. ANLEZARK	AUS	20.31	L
				8. V. TIISANOJA	FIN	19.93M	L	8. R. BARTELS	GER	20.26	L

	SP	1995			OI	2000			SP	2005	
1. J. GODINA	USA	21.47M	R	1. A. HARJU	FIN	21.29	R	1. A. NELSON	USA	21.73	R
2. M. HALVARI	FIN	20.93M	R	2. A. NELSON	USA	21.21	R	2. R. SMITH	NED	21.29	R
3. R. BARNES	USA	20.41M	R	3. J. GODINA	USA	21.20	R	3. R. BARTELS	GER	20.99	L
4. A. BAGACH	UKR	20.38M	L	4. A. BLOOM	USA	20.87	R	4. Y. BILONOG	UKR	20.89	L
5. B. NOON	USA	20.13M	R	5. Y. BILONOG	UKR	20.84	L	5. C. CANTWELL	USA	20.87	R
6. O.-S. BUDER	GER	20.11M	L	6. M. MARTINEZ	SPA	20.55	L	6. A. MIKHNEVICH	BLR	20.74	L
7. R. VIRASTYUK	UKR	19.66M	L	7. J. ROBBERTS	RSA	20.32	R	7. J. OLSEN	DEN	20.73	R
8. D. GONCHARUK	BLR	19.38M	R	8. O.-S. BUDER	GER	20.18	L	8. V. TIISANOJA	FIN	20.57	L

	OI	1996			SP	2001			EP	2006	
1. R. BARNES	USA	21.62M	R	1. J. GODINA	USA	21.87	R	1. R. BARTELS	GER	21.13	L
2. J. GODINA	USA	20.79M	R	2. A. NELSON	USA	21.24	R	2. A. MIKHNEVICH	BLR	21.11	L
3. A. BAGACH	UKR	20.75M	L	3. A. HARJU	FIN	20.93	R	3. J. OLSEN	DEN	21.09	R
4. P. DAL SOGLIO	ITA	20.74M	R	4. M. MARTINEZ	SPA	20.91	L	4. R. SMITH	NED	20.90	R
5. O.-S. BUDER	GER	20.51M	L	5. D PERIC	YUG	20.91	R	5. P. SOFIN	RUS	20.55	L
6. R. VIRASTYUK	UKR	20.45M	L	6. Y. BILONOG	UKR	20.83	L	6. Y. BILONOH	UKR	20.32	L
7. C.J. HUNTER	USA	20.39M	R	7. C. KARLSSON	FIN	20.78	R	7. A. DITTMAR	GER	19.95	L
8. D. PERIC	YUG	20.07M	R	8. B. SNYDER	CAN	20.63	R	8. T. MAJEWSKI	POL	19.85	

	SP	1997			EP	2002			SP	2007	
1. J. GODINA	USA	21.44	R	1 Y. BELONOG	UKR	21.37	L	1. M. KONOPKA	SVK	21.57	R
2. O.-S. BUDER	GER	21.24	L	2 J. OLSEN	DEN	21.16	R	2. P. LYZHYN	BLR	20.82	
3. C.J. HUNTER	USA	20.33	R	3 R. BARTELS	GER	20.58	L	3. J. OLSEN	DEN	20.55	R
4. Y. BELONOG	UKR	20.26	L	4 A. HARJU	FIN	20.47	R	4. R. HÄGGBLOM	FIN	20.26	
5. M. HALVARI	FIN	20.13	R	5 M. MARTINEZ	SPA	20.45	L	5. A. MIKHNEVICH	BLR	20.12	L
6. R. VIRASTYUK	UKR	20.12	L	6 V. TIISANOJA	FIN	20.20	L	6. C. KARLSSON	FIN	20.09	R
7. K. TOTH	USA	20.02	R	7 G. GUSET	ROM	20.50	L	7. M. VODOVNIK	SLO	19.46	R
8. M. MERTENS	GER	19.91		8 R. SMITH	NED	19.73	R	8. G. BUCKI	FRA	18.72	

## 6 SKLEP

Atletika, kot ena izmed najbolj množičnih športnih panog, nam ponuja ogromno vrhunskih rezultatov. Nekateri od teh se še izboljšujejo, drugi pa so ostali nespremenjeni že vrsto let. Med temi disciplinami je tudi suvanje krogle, kjer je bil nazadnje postavljen moški svetovni rekord leta 1990.

Analiza zgodovine suvanja krogle kaže, da je šel razvoj tehnike predvsem v smer podaljševanja poti, po kateri lahko metalec aktivno deluje na kroglo. Najprej so suvali z mesta, nato so se v smer sunka obrnili s hrbtom, kasneje pa so začeli uporabljati tudi podrs. Tak način suvanja uporabljajo še danes tisti, ki uporabljajo linearno tehniko suvanja krogle. Leta 1976 je ruski metalec krogle A. Baryshnikov postavil svetovni rekord in osvojil bronasto medaljo na olimpijskih igrah z rotacijsko tehniko suvanja krogle. V današnjem času tekmovalci uporabljajo ali eno ali drugo tehniko, nikoli pa obeh. Zastopanost posamezne tehnike na največjih tekmovanjih gre v prid linearni tehniki. Vendar je tendenca zadnjih let, da je vedno več metalcev, ki uporabljajo rotacijsko tehniko suvanja krogle.

Ne glede na tehniko, ki jo metalec uporablja se je potrebno za optimalen sunek podrediti fizikalnim zakonom. Za suvanje krogle veljajo zakonitosti poševnega meta. Za optimalen sunek je potrebno zagotoviti optimalen izmetni kot glede na najvišjo možno izmetno višino in največjo možno izmetno hitrost. Obe tehniki morata zadostiti tem trem pogojem, če metalec želi suniti daleč.

Metalčeva izmetna višina je pogojena z njegovo telesno višino in dolžino roke. Višja kot je dosežna višina, višja je njegova izmetna višina. Vrednosti, ki jih dosežajo, se gibljejo med 220 in 230 centimetrom. Ugotovljeno je bilo, da so med temi vrednostmi velike razlike (od 212 do 255 centimetrov). To nakazuje na dejstvo, da izmetna višina je pomemben dejavnik, ampak drastično ne vpliva na rezultat.

Do podobnih ugotovitev smo prišli pri parametru izmetni kot. Tu so vrednosti manjše od  $45^\circ$ . To je zato, ker je izmetna višina višja od dometne višine. Teoretično bi morale biti vrednosti med  $39^\circ$  in  $42^\circ$ . Metalci dosežajo pri izmetnem kotu vrednosti

manjše od  $39^\circ$ . Verjetno je to posledica moči ramenskega obroča v različnih položajih. Večji kot je izmetni kot, manjša je moč ramenskega obroča, ker so vključene manjše mišice, ki niso tako močne. Na ta način težje dosežejo visoko izmetno hitrost. Za to področje resnejših raziskav še ni bilo, tako, da ostaja to področje še odprto za natančnejše analize in razprave.

Izmetna hitrost je glede na ostala dva parametra najbolj pomembna za dolg sunek. Hkrati pa je dejavnik, na katerega se da najbolj vplivati. Izmetna višina je določena z dosežno višino posameznika. Od izmetne višine pa je odvisen izmetni kot. Višja izmetna višina pomeni, da metalec lahko sune pod nižjim kotom. Za izmetno hitrost pa velja, da ne glede na izmetno višino in izmetni kot, večja kot je, daljši je sunek. Za sunke preko 21 metrov mora kroglja v fazi izmeta doseči hitrost preko 13,5 m/s. Ugotovljeno je bilo, da slabši metalci dosežajo nižje vrednosti izmetne hitrosti.

Ugotovljeno je bilo tudi, da pri rotacijski tehniki pot, ki jo opravi kroglja, naredi zanko. Večja zanka pomeni večjo centripetalno silo. Vendar to ne zagotavlja boljših pogojev, ker na drugi strani povzroči velike težave z vzpostavljanjem ravnotežja v fazi vrtenja.

Poleg parametrov poševnega meta pa na sunek vplivajo tudi morfološke značilnosti metalcev. V nalogi je bilo ugotovljeno, da povezav med telesno težo in telesno višino, pri najboljših petdesetih na svetu vseh časov, ni. Majhna statistična značilnost pa je pri skupini med petdesetim in stotim mestom. To pomeni, da je to zelo ozka selekcionirana skupina in da razlike v telesni teži in telesni višini niso odločilnega pomena. Ugotovljeno je bilo, da so metalci težki povprečno preko 120 kilogramov in visoki preko 190 centimetrov.

## 7 LITERATURA

1. Atletska zveza Slovenije (2000). *Pravila za atletska tekmovanja*. Združenje atletske sodnikov Slovenije. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica.
2. Bartlett, R. (2000) Principles of Throwing. V: Zatsiorsky, V. (ur.) *Biomechanics in Sport: performance enhancement and injury prevention*. Oxford: Blackwell Scientific.
3. Bartonietz, K. E. (1994). Rotational Shot Put Technique: Biomechanic findings and recommendations for training. *Track and Field Quarterly review*, 94 (3), 18–29.
4. Bartonietz, K., Borgstrom, A. (1995). The throwing events at the World Championships in Athletics 1995, Goteborg – Technique of the world's best athletes. Part 1: shot put and hammer throw. *New Studies in Athletics*. 10 (4). 43–63.
5. Bravničar, M. (1987). *Antropometrija*. Ljubljana: Fakulteta za telesno kulturo.
6. Čoh, M. (1992). *Atletika – tehnika in metodika nekaterih disciplin*. Ljubljana: Fakulteta za Šport.
7. Čoh, M. (2007). Vpliv telesne konstitucije na rotacijsko tehniko suvanja krogle. *Atletika*. 20–23.
8. Egger, J. P. (1994). NSA Round Table. *New Studies in Athletics*.
9. Emberšič, D. (2000). *Povezanost morfoloških in kinematičnih spremenljivk z uspehom v metu kopja pri vrhunskih mladih tekmovalcih in tekmovalkah* (magistrska naloga). Ljubljana: Fakulteta za Šport.

10. Gemer, G. V. (1990). Overview of the Shot Put technique. *New Studies in Athletics*, 31–34.
11. Peng, H., Huang, C., Peng, H. *Dynamics of the shoulder and elbow joints of the throwing arm during rotational shot putting - case study*. Pridobljeno 25. 05. 2007 iz <http://www.ntnu.edu.tw/acad/docmeet/a6/a604.doc>
12. Hubbard, M., De Mestre. N. J., Scott. J. (2001). Dependence of release variables in the shot put. *Journal of Biomechanics*, 34. 449–456.
13. <http://www.hickoksports.com/images>
14. <http://www.iaaf.net>
15. <http://www.menshotput.com>
16. <http://www.tilastopaja.net/>
17. Kovač in sod. (1995). *Šport v Republiki Sloveniji: dileme in perspektive*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport.
18. Lanka, J. (2000). Shot Putting. V: Zatsiorsky, V. (ur.). *Biomechanics in Sport: performance enhancement and injury prevention* (str. 435–457). Oxford: Blackwell scientific.
19. Linthorne, N. P. (2001). Optimum release angle in the shot put. *Journal of Sports Sciences*, 359-372.
20. Linthorne, N. P. (2006). Throwing and jumping for maximum horizontal range. School of Sport and Education.
21. Luhtanen, P. (1997), A Preliminary study of rotational shot put technique. Research Institute for Olympic Sports.

22. Milanovič, D., Hofman, E., Puharič, V., Šnajder, V. (1986). *Atletika – znanstvene osnove*. Zagreb: Fakultet za Fizičku kulturu.
23. Mizera, F., Horvath, G. (2002). Influence of environmental factor on shot put and hammer throw range. *Journal of Biomechanics*, 35. 785–796.
24. *Pravilnik o diplomskem delu/diplomski nalogi* (2006). Ljubljana: Fakulteta za šport.
25. Šturm, J., Strojnik, V. (2003). *Uvod v antropološko kineziologijo: skripta za študente Fakultete za šport*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
26. Švob, T. (1979). *Čovjek i njegova nasljednost: uvod u humanu genetiku*. Zagreb: Jugoslovenska medicinska naklada.
27. Tidow, G. (1990). Model Technique analysis sheets for the throwing events part IV: The Shot Put. *New Studies in Athletics*, 45–57.
28. Tschiene, P. (1988). The throwing events: recent trends in technique and training. *New Studies in Athletics*. 7–20.
29. Tschiene, P. (1985). Shot. V Payne, H. (ur.). *Athletes in Action: The Official International Amateur Athletic Federation Handbook on Track and Field Techniques* (str. 198–211). London: Pelham Books
30. Young, M. (2005). *Critical Factors in the Shot Put*. Pridobljeno dne 30. 06. 2007 iz <http://www.elitetrack.com/articles/>

## 8 PRILOGE

### Priloga 1: Korelacija med telesno višino in telesno težo med skupino 1 in skupino 2.

Korelacija		SKUPINA		ATT	ATV
1	ATT	Pearson Correlation		1	0,271
		Sig. (2-tailed)		,	0,06
		N		49	49
	ATV	Pearson Correlation		0,271	1
		Sig. (2-tailed)		0,06	,
		N		49	49
2	ATT	Pearson Correlation		1	0,432**
		Sig. (2-tailed)		,	0,002
		N		51	51
	ATV	Pearson Correlation		0,432**	1
		Sig. (2-tailed)		0,002	,
		N		51	51

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Legenda: SKUPINA 1: boljših petdeset metalcev; SKUPINA 2: slabših petdeset metalcev.

### Priloga 2: t-Test za spremenljivke telesna teža in telesna višina med tekmovalci v linearni in rotacijski tehniki suvanja krogle.

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances			t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
TELESNA TEŽA	Variable 1	Variable 2	TELESNA VIŠINA	Variable 1	Variable 2
Mean	125,3333	125,7307692	Mean	193	190,6154
Variance	110,7126	161,8846154	Variance	36,34483	44,40615
Observations	30	26	Observations	30	26
Pooled Variance	134,4034		Pooled Variance	40,07692	
Hypothesized Mean Difference	0		Hypothesized Mean Difference	0	
df	54		df	54	
t Stat	-0,12794		t Stat	1,405803	
P(T<=t) one-tail	0,449335		P(T<=t) one-tail	0,082755	
t Critical one-tail	1,673565		t Critical one-tail	1,673565	
P(T<=t) two-tail	0,89867		P(T<=t) two-tail	0,165511	
t Critical two-tail	2,004879		t Critical two-tail	2,004879	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances			t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
TELESNA TEŽA	Variable 1	Variable 2	TELESNA VIŠINA	Variable 1	Variable 2
Mean	125,3333	125,7307692	Mean	193	190,6154
Variance	110,7126	161,8846154	Variance	36,34483	44,40615
Observations	30	26	Observations	30	26
Hypothesized Mean Difference	0		Hypothesized Mean Difference	0	
df	49		df	51	
t Stat	-0,12621		t Stat	1,395628	
P(T<=t) one-tail	0,450042		P(T<=t) one-tail	0,084437	
t Critical one-tail	1,676551		t Critical one-tail	1,675285	
P(T<=t) two-tail	0,900085		P(T<=t) two-tail	0,168873	
t Critical two-tail	2,009575		t Critical two-tail	2,007584	