

UDK 796.433.3.015

Grujo Bjeković, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Izudin Tanović, Univerzitet „Džemal Bijedić“ Mostar

Ratko Pavlović, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Gorjan Vuksanović, Univerzitet u Bihaću (doktorske studije)

Đorđe Arnaut, Univerzitet u Istočnom Sarajevu (doktorske studije)

STRUKTURALNA I BIOMEHANIČKA ANALIZA BACANJA DISKA

1. UVOD

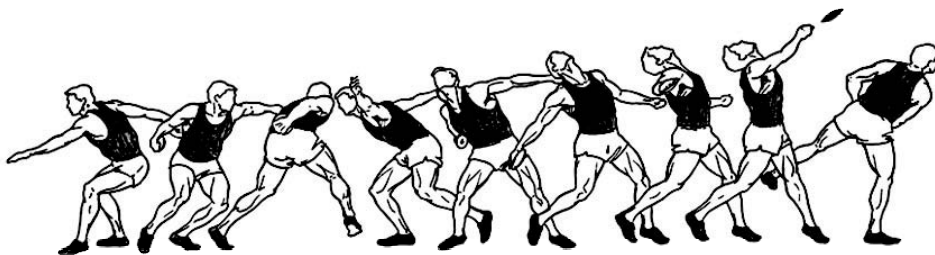
Bacanje diska je atletska disciplina po svojoj strukturi složeno kretanje, acikličnog tipa. Izvodi se kao jedna cjelina sa specifičnim ritmom. Bacač nastoji maksimalnu brzinu u svim segmentima tijela prenoseći na disk u cilju što daljeg izbačaja. Pored početne brzine, na daljinu hitac u velikoj mjeri utiče i položaj diska u trenutku izbačaja i njegove rotacije oko vertikalne osovine. Tokom leta disk je izložen djelovanju aerodinamičkih sila, koje mogu da produže putanju leta ili smanje. Najbolji rezultati se postižu bacanjem diska okretom pri čemu disk prevaljuje put od 8 do 12 metara. Ovaj dio kretanja u kojem se djeluje na disk izvodi se u intervalu od 1,2 do 1,6 sekundi, sam izbačaj u intervalu od 0,14 do 0,16 sekundi. Karakteristika za sve bacačke discipline je da se u pogledu tehničkog izvođenja dijeli na 4 faze sa različitim podfazama.

2. STRUKTURALNA ANALIZA BACANJA DISKA

Kao i bacanje kugle, bacanje diska je atletska disciplina, aciklične strukture, u kojoj bacač nastoji postići maksimalnu brzinu u svim segmentima tijela, prenoseći na disk u cilju što daljeg bacanja. Tehnika bacanja diska je nešto složenija od tehnike bacanja kugle. Kod bacanja diska, osim tehnike bacača, mora se računati i na aerodinamiku leta sprave kod različitih vremenskih uslova. Disk u letu treba letjeti pravo, bez vidljivih kolebanja, ravno ka zemlji. Talasasti let može smanjiti dužinu leta za oko 7 metara. Disk se može bacati iz mjesta i iz okreta, sa osnovnim ciljem postizanja što veće daljine bačenog diska. Kao i kod bacača kugle, pored početne brzine na daljinu hitca u velikoj mjeri utiče i položaj diska u trenutku izbačaja i njegove rotacije oko vertikalne osovine. Tokom leta disk je izložen djelovanju aerodinamičkih sila koje mogu da produže putanju leta, ili je smanje. Najbolji rezultati se postižu bacanjem diska okretom bacača oko svoje vertikalne osovine za 1.5 okret ili 540° pri kojem je bacač okrenut leđima u pravcu bacanja, a brzina izbačaja iznosi preko 30 m/s. (slika 1.).

Karakteristično za sve bacačke discipline je to da se u pogledu tehničkog izvođenja dijele na četiri faze sa različitim podfazama:

1. Pripremna faza
2. Faza startnog i prestizavajućeg ubrzanja;
3. Faza maksimalnog naprezanja;
4. Faza održavanja ravnoteže.



Slika 1. Savremena tehnika bacanja diska

2.1. Pripremna faza

Pripremnu fazu često nazivaju fazom zamaha. Sačinjavaju je tri strukturalne jedinice: držanje diska, početni položaj i zamah.

Držanje diska

Disk se drži opuštrenom rukom, raširenih prstiju od 1.5-2 cm pored tijela, oslonjen na dlan i podlakticu ruke, pri čemu je zglobov šake malo savijen, tek toliko da ivica diska nalegne na podlakticu. Disk naliježe na treće falange povijenih i priljubljenih prstiju kažiprsta, srednjeg i domalog koji su više ili manje otvoreni u obliku lepeze bez naprezanja. Palac je ispružen i nalazise malo dulje od kažiprsta, pripijen uz disk (slika 2). Kod bacača koji imaju veliki raspon šake kažiprst i srednji prst su jedan do drugog. Disk u pripreмноj fazi naliježe između kažiprsta i srednjeg prsta drži se labavo pored tijela i pri tome je ruka opružena. Veća površina je prema palcu što olakšava njegovo ispuštanje, jer se prilikom izbačaja ne priljepljuje za dlan. Radi sigurnijeg držanja savija se zglobov šake, ali samo toliko da gornja ivica diska nalegne na podlakticu. Bilo kakvo veće savijanje velika je greška.



Slika 2. Držanje diska



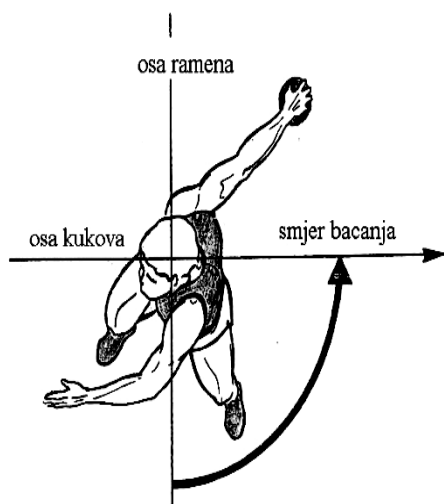
Slika 3. Početni položaj

Početni položaj

Bacač stane na zadnji dio kruga, okrenut leđima prema pravcu bacanja. Stopala su razmaknuta u širinu ramena ili malo šire a težina tijela podjednako raspoređena na malo savijene noge. (slika 3).

Zamah

Pripremajući se za okret, bacač izvodi 1 – 3 priprema zamaha. Zamah diskom sa lijeve u desnu stranu je proizvoljan, a svrha mu je da se gornji deo tijela zasuče, tako da osovina ramena zatvori ugao od oko 90° sa osom kukova. Noge su savijene u sva tri zgloba i bacač se nalazi u najnižem položaju. Bacač osjeća zategnutost na dijelu tijela od desnog kuka prema lijevom ramenu i od lijevog ramena preko desnog do šake koja drži disk. Zasuk koji je u području ramenog zgloba i ruke sa diskom postignut prilikom izmahivanja mora se sačuvati sve do izbačaja (slika 4).

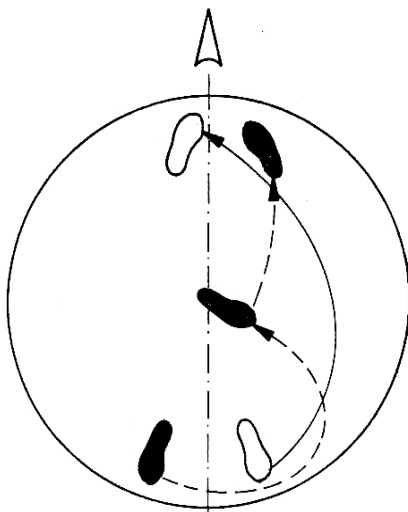


Slika 4. Ukrštanje osovina kod faze zamaha

2.2. Faza startnog prestizavajućeg ubrzanja

Poslije zamaha bacač ulazi u okret, što označava početak njegova napredovanja prema pravcu bacanja. Brzina ulaska u okret konstantno se povećava i ne smije biti isprekidana jer prebrz ulazak u okret čini bacača nestabilnijim i nesigurnijim, dok prespor ulazak osigurava bolju stabilnost, ali onemogućava razvijanje optimalne brzine. Ulazak u okret počinje okretanjem tijela oko prednjeg dijela stopala lijeve noge, dok desna pomaže ovo kretanje potiskivanjem tijela iznad lijeve u pravcu bacanja. Aktivnost desne noge naročito dolazi do izražaja na kraju ulaska u okret kada se trup naklanja u pravcu bacanja. Da bi ulazak u okret bio što efikasniji, desna noga se ne diže rano s podloge. Desna ruka sa spravom se približava tijelu, ali ne sasvim do njega. Koljeno lijeve noge ne smije popustiti pod narastajućim pritiskom i ne treba ga savijati više nego što je bilo savijeno na početku ulaska u okret. Kada bacač dođe u položaj u

kojem je više bokom okrenut u pravcu bacanja, odvaja desnu nogu od podloge i njome snažno zamahuje prema sredini kruga. Zamah se ostvaruje kontrakcijom pregibača i abduktora natkoljnice. Bacač u dvopotpornom položaju treba steći potrebnu brzinu koja je potrebna za kretanje u smjeru bacanja. Ovo kretanje bacač počinje nagibom trupa i završava ga preko jednopotpornog ulaskom (slika u bezpotporni položaj s odrazom s lijeve noge. Neki bacači polaze s više uspravnim trupom i kratkim i brzim pokretom dovode nogu u sredinu kruga, dok drugi polaze s nagibom trupa i desnu nogu vode u nešto širem luku. Za vrijeme okreta desna ruka s diskom prati kretanje desne noge. U početku se malo spušta, istovremeno kad se savije koljeno lijeve noge, a poslije se podiže. Prilikom ulaska u okret bacač drži glavu više uspravno i ovaj položaj zadržava cijelo vrijeme bacanja. Prijevremeno okretanje glave u lijevu stranu dovodi do preranog ulaska u okret. Kad se lijeva noga odvoji od tla počinje bezpotporni položaj. Lijeva ruka je ispred tijela, ruka s diskom zaostaje. Linija ramena sada je više u horizontalnom položaju, a bacač se postepeno uspravlja, čime priprema formiranje optimalnog položaja za izbačaj. Bezpotporni položaj je najpasivniji dio okreta, pa svi bacači teže da svedu na minimum. Kad se desna noga postavi na tlo prednjim dijelom stopala, malo dalje od centra kruga, okret se nastavlja oko nje, dok je lijeva pored desne i u prvo vrijeme prednjim dijelom stopala dodiruje podlogu (slika 5.). Preticanje desne noge je od posebne važnosti, jer bi se tijelo ranije okrenulo uslijed zamaha i bacač ne bi maksimalno iskoristio svoje potencijale snage u izbačaju. Desno stopalo je postavljeno u blizini centra kruga, a lijevo na istom pravcu ili malo ulijevo. Tijelo se za vrijeme okreta okreće oko svoje vertikalne osovine tako što se osovina giba ulijevo do linije lijevo rame - stajna noga. Bacač u ovoj fazi nastoji ostvariti prostorno zaostajanje diska u odnosu na kretanje desnog kuka, koljena i ramena.



Slika 5. Koraci pri bacanju diska



Slika 6. Jednopotporna faza

2.3. Faza maksimalnog naprezanja (slika 7.)

Postavljanjem lijeve noge na podlogu počinje faza maksimalnog naprezanja. Rameni pojas i ruka sa spravom zaostaje za kukovima. Disk je daleko od tijela, glava je u prirodnom položaju, lijeva ruka započinje kretanje ulijevo u cilju otvaranja bacača u pravcu bacanja, noge su malo savijene u koljenima. Opužanjem desne noge počinje okretanje tijela oko uzdužne osovine ulijevo, koja je na suprotnoj strani od pravca bacanja i prolazi pored lijeve noge. Istovremeno, lijeva noga se premješta u pravac bacanja oko prednjeg dijela stopala s unutrašnje strane. Ovi pokreti su praćeni intenzivnim okretanjem desnog kuka u pravcu bacanja, pri čemu on prestiže ramena. Lijeva ruka kretanjem ulijevo i koso gore, rasteže prsnu muskulaturu, a potom podiže lijevo rame, što omogućuje bacaču da vodi spravu po širem luku. Prije nego što se bacač okrene u pravac bacanja, noge se opružaju i trup se uspravlja prema gore, ali desni kuk je još uvijek ispred ramena. U ovoj fazi naprezanje bacača usmjereno je da se disk koji se vodi u širokom luku izbacuje najvećom snagom u pravcu bacanja. U zadnjem momentu bacanja trup se uspravlja čime se poboljšavaju uvjeti za stvaranje veće brzine kojom bacač djeluje na disk. Lijeva ruka koja je savijena u laktu, zaustavlja kretanje jer bi njeno dalje kretanje ulijevo dovelo do prevelike rotacije trupa što bi se štetno odrazilo na ugao izbačaja i položaj diska. Također treba izbjeći naglo okretanje glave ulijevo što bi uzrokovalo odvođenje dijela mase tijela u lijevu stranu a to bi uticalo na pomak osi okreta u lijevo. Bacači izvode izbačaj na više načina: 1. S osloncem na dvije noge; 2. S osloncem na jednoj nozi; 3. U skoku. Bacači koji izvode izbačaj s osloncem na obje noge koriste više mišiće trupa i ruku i ramenog pojasa u bacanju, a manje mišiće nogu. Bacači koji izbacuju disk sa jedne noge su uglavnom veće tjelesne mase i više koriste mišiće nogu u izbačaju, a bacačikoji bacaju u skoku su niži i eksplozivniji.



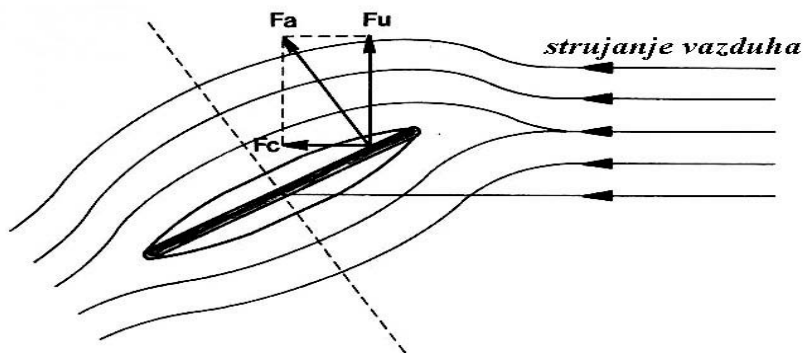
Slika 7. Faza izbačaja i maksimalnog naprezanja

2.4. Faza održavanja ravnoteže

Prethodni pokreti su bacaču proizveli veliku brzinu kretanja koju treba nakon izbačja iskontrolirati i zaustaviti dalje kretanje tijela u pravcu bacanja. U principu se koriste dva načina održavanja ravnoteže. Prvi način, kada bacač nastavlja rotaciju oko vertikalne osovine na desnoj nozi i drugi način, kada bacač poslije promjene nogu, vrši pokret lijevom rukom i nogom nazad i u lijevo, spuštajući težište tijela dole.

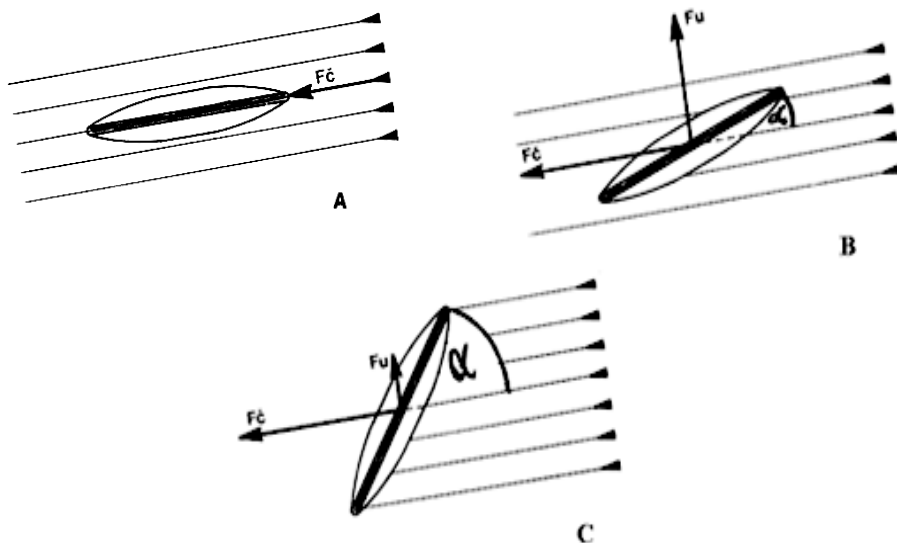
3. BIOMEHANIČKA ANALIZA BACANJA DISKA

Aerodinamika leta diska kod različitih stanja atmosfere sredine, pored tehnike bacača, veoma je važna za postizanje rezultata. Pri izbačaju, na disk djeluje otpor vazdušne struje, aerodinamička sila (F_a) koja se razlaže na dvije komponente: silu čeonog otpora ($F_{\check{c}}$), smanjuje brzinu kretanja i silu uzgona (F_u), sila kojom se podiže disk. (slika 8).



Slika 8. Dejstvo aerodinamičkih komponenti na let diska

Aerodinamička sila može povećati domet sprave, uz uslov da se tokom faze leta postigne optimalni položaj diska, tako da sila čeonog otpora ($F_{\check{c}}$) bude što manja, a sila uzgona (F_u) što veća. Kada je napadni ugao (α) nula, sila čeonog otpora je minimalna, jer površina poprečnog presjeka i koeficijent aerodinamičnosti imaju najmanju moguću vrijednost (slika 9a). Kada napadni ugao počne rasti, sila čeonog otpora ($F_{\check{c}}$) raste vrlo sporo, ali naglo raste sila uzgona (F_u), (slika 9b). Kada ugao (α) premaši vrijednost od oko 15° , sila čeonog otpora počinje naglo da raste, a sila uzgona (F_u) sve sporije. Kao posledice naglog povećanja turbulencije iza diska, pri uglavnom većim od 30° sila uzgona čak se počinje smanjivati (slika 9c). Iz ovoga proizilazi zaključak da je optimalni napadni ugao za disk oko 15° , aslično važi i za druga tijela.



Slika 9. Promjena veličine komponenti zavisno od napadnog ugla

Brzina izbačaja diska kod kvalitetnih bacača iznosi od 25 do 30 m/s. Povećanjem brzine izbačaja diska 1 m/s omogućuje veću dužinu hitca za 4 – 5 metara. Sa povećanjem brzine bacanja, sila bacača se bolje ispoljava kad se smanji ugao izbačaja. Maksimalna dužina leta diska moguća je samo ako je postignut optimalni ugao između uzdužne ose diska i horizontalne linije. Da bi se to postiglo, zamah treba da bude precizno usmjeren u pravcu izbačaja diska.

Pravac kretanja vjetra bacač može da iskoristi za povećanje dužine leta diska:

- Kod pravca duvanja vjetra u smjeru bacanja treba malo povećati ugao izbačaja,
- Kod pravca duvanja vjetra u grudi, treba malu smanjiti ugao izbačaja

Utvrđeno je da bacanje uz vjetar, koji duva u grudi jačinom 4 – 6 m/s, sa pravilnim izbacivanjem diska, daje znatno bolje rezultate, nego kad se bacanje diska izvodi niz vjetar ili kad ga nema, što je posljedica djelovanja vazдушnih struja, jer se tada smanjuje ugao izbačaja (23°) i napadni ugao koji je jednak nuli.

4. LITERATURA

1. Branković, M. i Bujanj, R. *Atletika – Tehnika i metodika*. Niš: Univerzitet u Nišu
2. Čukić, S. (1999). *Atletika*. Priština: Samostalno izdanje autora.

STRUCTURAL AND BIOMECHANICAL ANALYSIS OF DISCUS THROW

Discus throw is track and field event with acyclic type of movement. It is performed with specific rhythm. Athlete tries to direct maximal speed from all of the body segments towards the discus in order to achieve the maximum result. Beside initial velocity, discus position at the time of the throw and its rotation around its axis largely influence on throw length. During its flight discus is exposed to aerodynamic forces, which can extend or reduce its trajectory. The best results are accomplished by circular movement of the body, by which discus is thrown 8 to 12 meters. This part of the body movement which influences on the discus is performed in the interval of 0.14 to 0.16 seconds. It is common for all throwing events that throwing technique is divided into four phases with different sub phases.

Key words: athlete, discus throw, maintaining a balance, final strain.