

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

OSNOVNE AKADEMSKE STUDIJE

**UGAO IZBAČAJA I BRZINA ROTACIJA LOPTE KOD
SLOBODNOG BACANJA U KOŠARCI I NJIHOVA
POVEZANOST SA EFIKASNOŠĆU NA UTAKMICAMA**

Završni rad

Student:

Miloš Drljan 90/2019

Mentor:

Dr Radivoj Mandić, vanredni profesor

Beograd, 2023.

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

OSNOVNE AKADEMSKE STUDIJE

UGAO IZBAČAJA I BRZINA ROTACIJA LOPTE KOD SLOBODNOG BACANJA U KOŠARCI I NJIHOVA POVEZANOST SA EFIKASNOŠĆU NA UTAKMICAMA

Završni rad

Student:

Miloš Drljan

Broj indeksa: 0090/2019

Komisija za ocenu i odbranu završnog rada:

1. Dr Radivoj Mandić, vanredni profesor – mentor
2. Dr Saša Jakovljević, redovni profesor
3. Dr Milan Petronijević, docent

Beograd, 2023.

SAŽETAK:

Slobodno bacanje je jedan od najstarijih šuteva u košarci, i kroz svoju istoriju mnogo puta su promenjena njegova pravila vezana za distancu sa koje se izvodi, broj poena koji donosi i koji igrači imaju pravo da ga šutiraju. Međutim, glavna karakteristika kroz celokupnu istoriju ovog šuta jeste da je u svakom razdoblju razvoja košarke kao sportske igre, to bio šut koji je ekipama donosio prevagu, naročito u neizvesnim utakmicama. Takođe, igrači koji su izuzetno precizni u izvođenju slobodnih bacanja su uvek bili značajni za igru jednom tima. Budući da se šut uvek izvodi u istim uslovima i da predstavlja jedini pravi motorički stereotip u košarci, jasno je zašto je efikasnost u izvođenju ovog šuta veoma važna. Iako na prvi pogled slobodno bacanje može izgledati lako, zbog nedostatka odbrane prilikom izvođenja, psihološki zahtevi prilikom izvođenja, naročito u neizvesnim utakmicama, čine ovaj šut izuzetno kompleksnim, što za izučavanje, pa tako i za obučavanje i usavršavanje od strane trenera. Da bi igrač bio siguran u svoje sposobnosti šutiranja slobodnih bacanja, treba svoju tehniku izvođenja da dovede do visokog nivoa. Postoje određeni kinematički parametri za koje se smatra da su važni prilikom šutiranja, i u teoriji su postavljene njihove idealne vrednosti koje bi igrači trebalo da dostignu kako bi bili efikasni. Postavlja se pitanje koliko su zapravo pojedini od njih važni sa efikasnost samog izvođenja, što i jeste najbitnija stvar kod bilo kog šuta u košarci, pa tako i slobodno bacanja. Tema ovog istraživanja je da poveže određene parametre (ugao izbačaja i brzinu rotacija lopte), sa efikasnošću igrača na utakmicama i pronađe da li su igrači čiji su parametri približniji idealnim vrednostima postavljenim u teoriji, zapravo efikasniji na utakmicama. 16 košarkaša uzrasta 15-16 godina (kadeti) nivoa Jedinstvene lige Srbije šutiralo je ukupno 70 slobodnih bacanja (5x10 i 10x2), pri čemu su kinematički parametri mereni pomoću SIQ Basketball lopte. Zatim je izvučena statistika sa zvaničnih utakmica i dobijeni rezultati su upoređeni sa efikasnošću na utakmicama. Rezultati istraživanja su pokazali statistički značajnu povezanost ugla izbačaja i efikasnosti igrača, dok se brzina rotacija lopte nije pokazala kao značajan pokazatelj efikasnosti. Ovi rezultati mogu pomoći trenerima prilikom obuke i usavršavanja igrača kako bi se fokus tokom korekcije šuta usmerio na one faktore koje će doneti najveće moguće poboljšanje igrača kod šutiranja slobodnih bacanja.

KLJUČNE REČI: *Kinematički parametri; slobodno bacanje, efikasnost na utakmicama, SIQ Basketball, kadeti*

SADRŽAJ

1. Uvod.....	5
2. Šutiranje u košarci.....	7
2.1. Slobodno bacanje.....	11
2.2. Kinematika slobodnog bacanja.....	14
3. Predmet, cilj i zadaci rada.....	17
3.1. Predmet rada.....	17
3.2. Cilj rada.....	17
3.3. Zadaci rada.....	17
4. Hipoteze.....	18
5. Metode istraživanja.....	19
5.1. Uzorak ispitanika.....	19
5.2. Procedura testiranja.....	19
5.3. SIQ Basketball.....	19
5.4. Merenje kinematičkih parametara.....	20
5.5. Statistička obrada.....	21
6. Rezultati.....	22
7. Diskusija.....	25
8. Zaključak.....	31
9. Literatura.....	32

1. UVOD

Košarka je jedan od najpopularnijih sportova na svetu zbog dinamičnosti igre, atraktivnih načina postizanja poena i velikoj mogućnosti improvizacije pojedinaca. Postoji mnogo različitih načina postizanja poena u košarkaškoj igri, a sam cilj igre je postići više poena od protivnika. Poeni u košarci vrede 1, 2 ili 3 poena. Iako postoje samo 3 vrednosti poena, načini njihovog postizanja su raznovrsni što je uslovalo razvoj obuke i usavršavanja igrača kroz istoriju. Upravo zbog te dinamičnosti, košarka je danas postala jedan od najpopularnijih i najzanimljivijih sportova koji je popularan širom planete i čija se ekspanzija nastavlja iz dana u dan.

Košarka se javila krajem 19. veka, tj. 1891. godine u gradu Springfield, u američkoj državi Masačusets. U to vreme su u SAD-u najpopularniji sportovi bili ragbi i bejzbol i studenti su u slobodno vreme rado upražnjavali ove aktivnosti. Međutim, u zimskim mesecima kada je napolju padao sneg i kada je bilo hladno nije bilo zanimljive aktivnosti za njih. Zbog toga je kanadski lekar i profesor fizičkog vaspitanja dr Džejms Nejsmit bio zadužen da osmisli igru koja bi zaokupirala studente (naročito studente-sportiste) tokom zimskih meseci kada nije bilo mogućnosti za druge igre. Zahtevi koje je dobio su bili da igra ne bude gruba, da svi mogu da učestvuju i da ne zauzima mnogo prostora. Smišljajući igru, Nejsmit je posmatrao sve najpopularnije timske sportove tog doba (fudbal, lakros, ragbi, hokej i bejzbol) i zaključio je da je fudbalska lopta najmekša i najbezbednija. Takođe, primetio je da se najviše povreda događa prilikom vođenja i trčanja sa loptom, tako da je dodavanje bilo jedina dozvoljena opcija napredovanja lopte. Koševi su bili upravo to, koševi za breskve (*engl. peach baskets*). Po ovome je igra i dobila ime "Basket Ball". U početku su koševi bili na zemlji. Međutim, Nejsmit je ubrzo shvatio da ovakva postavka čini igru suviše grubom. U interesu smanjenja kontakta među igračima, učinio je "gol" nebranjanim tako što ga je postavio visoko iznad glava igrača na 10 stopa (3.05m). Ova visina stoji i dan danas a nastala je tako što je Nejsmit okačio koš na balkone sala u kojima se igralo. U početku koševi su bili zatvoreni sa donje strane tako da je bilo potrebno rukama vaditi loptu posle svakog pogotka. Nakon toga sa donje strane je napravljena rupa, tako da je bilo moguće loptu izbiti sa donje strane. Ubrzo publika je počela da ometa igrače tako što je sa balkona dodirivala loptu i tako sprečavala ulazak lopte. Tako su nastale table koje su sprečavale publiku da ometa tok igre. U početku je postojalo trinaest pravila koja je Nejsmit objavio 15. januara 1892. godine.

Prva utakmica košarke odigrana je u decembru 1891. godine. Odigrala se u okviru YMCA Training School sale. Meč su igrale dve ekipe od po devet igrača i završila se rezultatom 1-0.

Ubrzo, igra je postala sve popularnija i privukla je pažnju sve više gledalaca. Košarka je počela da se igra po koledžima širom Amerike. Prva profesionalna liga je osnovana 1898. godine i činilo ju je 6 timova. 1939. godine organizovan je prvi turnir za koledž timove u organizaciji NCAA koji traje i danas. 1946. godine osnovana je Američka košarkaška asocijacija (*engl. Basketball Association of America – BAA*), koja se 1949. godine spojila sa Nacionalnom košarkaškom ligom (*engl. National Basketball League – NBL*), i tako je nastala Nacionalna košarkaška asocijacija ili NBA (*engl. National Basketball Association*). NBA je najpopularnija liga na svetu koja se sastoji od 30 timova iz SAD-a i Kanade.

Međunarodna košarka je počela da se razvija ubrzo nakon košarke u SAD-u. Sport se pojavio kao demonstrativni 1904. godine na Olimpijskim igrama u Sent Luisu. 1917., ulaskom SAD u Prvi svetski rat, košarka je doneta u Evropu. Američki vojnici su igru “nosili sa sobom” i širili je među evropskim vojnicima. Ubrzo nakon toga je počeo međunarodni razvoj košarke. Treneri iz Evrope odlazili su na američke koledže i tamo usavršavali svoje znanje o pravilima igre, metodici, tehnici i taktici. Prva međunarodna utakmica između reprezentacija je odigrana 1919. godine između reprezentacija SAD i Francuske. Kako se igra širila, bila je potrebna organizacija koja bi bila odgovorna za razvoj košarke i standardizaciju pravila. Tako je 18. juna 1932. godine u Ženevi, uz prisustvo predstavnika 8 košarkaških federacija (Argentina, Grčka, Italija, Letonija, Portugalija, Rumunija, Švajcarska i Čehoslovačka) osnovana Međunarodna košarkaška federacija (*franc. Fédération Internationale de Basketball – FIBA*). Košarka je tako dobila krovnu federaciju za organizovanje turnira i regulaciju pravila igre. 1936. godine na Olimpijskim igrama u Berlinu, košarka je prvi put dobila status olimpijskog sporta. Turnir je osvojila reprezentacija SAD-a. Prvo svetsko prvenstvo u košarci održano je 1950. godine u Argentini, koje je osvojila domaća reprezentacija. Što se tiče žena, one su prvi nastup na Olimpijskim igrama čekale do 1976. godine u Montrealu, a prvak je bila reprezentacija Sovjetskog Saveza. Prvo svetsko prvenstvo za žene održano je 1953. godine u Čileu, a reprezentacija SAD-a je osvojila zlato.

2. ŠUTIRANJE U KOŠARCI

Šutiranje je najvažniji element tehnike u košarci. Ostali elementi tehnike napada pomažu igraču i timu da dođu u povoljnu poziciju za šut, ali igrač mora da bude sposoban da šutira, to jest da postigne koš.

Budući da je u početku bilo zabranjeno vođenje (dribling) kao i trčanje sa loptom jedini šut koji se izvodio bio je šut iz mesta. Igrači su ga najčešće izvodili obema rukama u visini čela. Ovo je bila prva varijanta šuta u košarci. Dribling je uveden 1901. godine, međutim nije bilo dozvoljeno šutiranje posle driblinga i igrač je bio ograničen na samo jedan dribling po posedu. Tek od 1909. godine igračima je dozvoljeno šutiranje posle driblinga, kada su igrači prvi put počeli da koriste šut ovog tipa. U početku smatralo se da je šut sa zemlje bolji i efikasniji šut. Međutim, u periodu 1930-ih godina nastao je novi oblik šuta koji je dobio naziv skok-šut, budući da ga je igrač izvodio prilikom vertikalnog skoka uvis. Rani kritičari su smatrali da je ovaj šut inferioran u odnosu na šut iz mesta zbog nemogućnosti promene odluke nakon započinjanja šuta. Ipak, ovaj šut je postao izuzetno popularan i danas je dominantan način postizanja poena u košarci. Nije opšteprihvaćeno ko je njegov tvorac. Arhiva NCAA pominje Džon Miler Kupera kao prvog čoveka koji je izvodio skok-šut, dok se pominje i Ken Sejlors koji je izveo šut u maju 1934. Henk Luizeti je čovek koji je popularizovao skok-šut, dok je Pol Arizin primenjivao skok-šut iz zaustavljanja. Takođe u ovo vreme su nastali i drugi oblici šuta. Horog šut je primenjivao Tomi Hajnson, legenda Boston Seltiksa 1950-ih godina, međutim šut je svoju popularnost dobio pojavom Lua Alsindora (Karim Abdul-Džabara) koji je, koristeći ga, postao najbolji strelac u istoriji NBA lige (sve do 2023. godine). U početku svaki šut je vredeo jedan poen, da bi Nejsmit kasnije promenio pravila da svaki šut vredi tri poena, dok tri načinjena faula protivničkoj ekipi donose jedan poen. Zatim je vrednost pogodka sveo na dva poena, a uvedeno je slobodno bacanje čija je vrednost bila jedan poen. Od 1945. pa sve do 1961. godine bilo je pokušaja da se uvede šut za tri poena, međutim oni nisu zaživeli. Tek 1961. godine je Američka košarkaška liga (*engl. American Basketball League – ABL*) prihvatila šut za tri poena i stavila ga na razdaljinu od 7,62m (25 stopa). Popularnost šut je stekao u Američkoj košarkaškoj asocijaciji (*engl. American Basketball Association – ABA*), tadašnjem rivalu NBA lige. Šut je doneo ogromnu popularnost kod navijača. 1976. godine NBA i ABA lige su se spojile, a NBA je šut uveo 1979. godine na razdaljini od 7,24m. FIBA je šut uvela 1984. godine na razdaljini od 6,25m, a 2008. je povećala distancu na 6,75m. Šut se konstantno menjao tokom razvoja košarke, najčešće pod uticajem individualne kreativnosti igrača. Postoji veliki broj

različitih šuteva koje je moguće izvesti, a sa razvojem šuta razvijala se i metodika obučavanja igrača.

U odnosu na udaljenost sa koje se izvodi šut postoje dve osnovne grupe šuteva: skok-šut, koji se koristi za šuteve sa svih udaljenosti i svih pozicija i šutevi polaganjem, koji se izvode neposredno ispod koša ili sa malih udaljenosti. Poseban način šutiranja je šut kod izvođenja slobodnog bacanja koji se izvodi uvek sa istog rastojanja. O ovom šutu će biti više reči u narednim poglavljima. U pogledu udaljenosti, pozicije sa koje se šutira, postoje tri osnovna odstojanja: malo odstojanje do 3m, srednje odstojanje od 3 do 6,75m i veliko odstojanje preko 6,75m (Karalejić & Jakovljević, 2001).

Najvažnija karakteristika svakog šuta je efikasnost (preciznost). Na efikasnost šuta utiče nekoliko faktora: tehnika šuta, konstitucija igrača, fizičke predispozicije, psihološke karakteristike i selekcija šuta (Karalejić & Jakovljević, 2001).

Tehnika šuta podrazumeva pravilnost pokreta u određenoj vrsti šuta. Svaka od vrste šuteva ima zasebne motoričke mehanizme izvođenja ali zajednička obeležja postoje a to su:

- Postojanje mete. Svaki šuter mora da uspostavi vizuelni kontakt sa košem, pre nego što započne šut. Igrač percepcijom stvara relaciju između svoje pozicije i koša u pogledu udaljenosti i ugla pod kojim se nalazi u odnosu na koš. Ovo se može, svojevrsno nazvati nišanjem.
- Ravnoteža prilikom šuta. Dobra ravnoteža pre polaska u šut obezbeđuje dobre uslove za izvođenje šuta. Ona donosi mirnoću i dobre preduslove da sam šut bude precizan.
- Kontrola lopte. Podrazumeva dobro držanje lopte koje omogućava njeno brzo dovodenje u potrebnu poziciju i dobar izbačaj.
- Ritam izvođenja šuta. Svaki šut zahteva sinhronizovane kretnje sistema igrač-lopta. To dovodi do stabilnog položaja tela i svakog pojedinačnog segmenta u izvođenju šuta. Na taj način se najefikasnije koristi sila mišića i mišićnih grupa koje učestvuju u šutu.
- Pravilan izbačaj lopte. Misli se na ugao izbačaja koji određuje putanju lopte. Bitan je i način izbačaja koji određuje brzinu rotacija lopte prilikom faze leta. O ovim kinematičkim varijablama biće reči u narednim poglavljima.

Konstitucija igrača, odnosno njegove morfološke karakteristike imaju značajnu ulogu kada se određuje preciznost šuta. Dominantna komponenta konstitucije – telesna visina, ipak, nema presudan značaj za uspešnost šuta, naročito u modernoj košarci. Sve više se mogu videti igrači izuzetne telesne visine koji su veoma precizni u izvođenju šuta sa različitih distanci. Kada se

govori o konstituciji igrača, misli se na pokretljivost njegovog zglobovno-tetivnog i mišićnog aparata. Šut zahteva mekoću pokreta koja je proizvod dobre pokretljivosti. Ona omogućava da igrač izvede šut sa potrebnim amplitudama pokreta u pojedinim zglobovima. Takođe, ova pokretljivost omogućava igraču da se prilagodi različitim situacijama u igri i da adaptira tehniku izvođenja šuta situaciji u igri kako bi stvorio najpovoljnije moguće uslove za njegovo izvođenje. Građa igrača, konstitucija njegovo koštano, zglobovno-tetivnog i mišićnog aparata ponekad može da bude faktor ograničenja u izvođenju pojedinih pokreta.

Što se tiče fizičkih karakteristika, dobre šutere karakteriše eksplozivna snaga opružaca nogu, ruku i ramenog pojasa. Snažni mišići nogu omogućavaju dobru ravnotežu i visok skok prilikom izbačaja. Snažan rameni pojas i ruke omogućavaju kontrolisan šut sa svih odstojanja. Veoma važan faktor, u domenu motoričkih sposobnosti predstavlja i koordinacija. Dobar šut zahteva koordinaciju svih navedenih mišićnih grupa, da bi se šut izveo u jednom, fluidnom pokretu. Tako da je opšta koordinacija tela od velike važnosti prilikom šutiranja u bilo kojim uslovima.

Još jedan, često zanemaren aspekt šutiranja, jeste mentalni aspekt, odnosno, psihološke karakteristike igrača. Najvažnije psihološke dimenzije šutera su koncentracija i samopouzdanje. Koncentracija podrazumeva da šuter može da se usredsredi samo na izvođenje šuta uz zanemarivanje svih mogućih ometajućih faktora (protivnik, publika, rezultat,...i dr.). Samopouzdanje podrazumeva verovanje u sopstvene sposobnosti, u ovom slučaju, šuterske sposobnosti. Verovanje u njih dovodi do poboljšanja efikasnosti. Sposobnost šutera da pogodi pod pritiskom odbrane, vremena, prostora, publike i dr. razlikuje odličnog šutera od prosečnog. Takođe, često se može čuti da šuter treba da ima "kratko pamćenje". Misli se na sposobnost šutera da ne dozvoli da prethodni promašaj utiče na naredni šut. Veliki šuteri veruju u efikasnost svakog narednog šuta bez obzira na rezultat prethodnog.

Veliki šuteri su prepoznatljivi po već navedenim karakteristikama, ali i po tome što znaju kada treba, a kada ne treba da šutiraju. Ovo je poznato kao selekcija šuta. Za selekciju šuta se može reći da je ona taktika šutiranja, jer u obzir uzima individualne šuterske sposobnosti igrača, kao i vremenske i prostorne karakteristike. Osnova selekcije šuta je poznavanje sopstvenih šuterskih sposobnosti. Moguće je da igrač koji nema izrazito precizan šut ipak ima efikasan šut, jer je svestan svojih mogućnosti i prema njima vrši selekciju šuta.

Kao što je već rečeno, podela šuta je izvršena u odnosu na udaljenost od mete (koša) i deli se na skok-šut i šut polaganjem. Međutim, po kriterijumu tehnike (mehanike) izvođenja šuta postoje četiri osnovna načina izvođenja: šut jednom rukom iz mesta, skok šut, udica šut (horog) i šut polaganjem lopte.

Skok šut je najefikasniji i najprimenljiviji način šutiranja. Koristi se sa srednjih i većih odstojanja i sa svih pozicija na terenu. Kod skok-šuta lopta se iznosi iznad glave i šutira se posle skoka. To je njegova osnovna karakteristika u odnosu na ostale vrste šuteva. Ritam i inicijalna sila šuta počinju opuštanjem nogu i započinjanjem vertikalnog skoka. Pre opuštanja nogu igrač pojačava stav dodatnim savijanjem kolena. U fazi skoka ruke dovode loptu u poziciju iznad glave. Posle opuštanja nogu i odbacivanja od tla, trup i ramena nastavljaju opuštanje ka gore. U jednom trenutku igrač je opušten u vazduhu sa loptom u poziciji u nivou čela ili malo iznad glave. Tada započinje izvođenje šuta opuštanjem ruke kojom šutira u laktu, idući ka gore i napred. Završni impuls dolazi pregibanjem u zglobu šake i prstima. Izbačaj lopte se završava prstom koji daje lopti pravac i blagu suprotnu rotaciju. Posle izbačaja igrač zadržava opuštenu ruku i gleda u koš. Daskok mora da obezbedi dobru ravnotežu da bi igrač mogao brzo da izvede narednu akciju.

Udica šut (horog) je šut koji se izvodi opuštenom rukom sa strane tela. Često ga koriste visoki igrači. Zahteva veliku preciznost i kontrolu, međutim ako igrač može dovoljno efikasno da ga izvede, velike su šanse da bude uspešan. Budući da se šut izvodi sa strane, stvara se dodatan prostor između odbrambenog igrača i napadača, tako da ovaj šut biva izuzetno težak za odbranu.

Šut polaganjem lopte je tip šuta koji se koristi neposredno ispod koša, najčešće nakon kretanja (utrčavanja ili prodora sa loptom). Da bi igrač mogao da visoko skoči i položi loptu on mora da ima veću brzinu kretanja, ali isto tako mora da je kontroliše. Dva osnovna načina kretanja iz kojih igrač izvodi polaganje lopte su dvokorak i polukorak. Takođe u odnosu na položaj šake prilikom izvođenja šuta, postoje tri osnovne tehnike šuta polaganjem lopte: polaganje odozgo, polaganje odozdo i bočno polaganje. Veoma je bitno da prilikom polaganja igrač štiti loptu držeći je čvrsto na ramenu daljem od odbrambenog igrača. Ako igrač izvodi dvokorak, prvi korak je duži, dok je drugi nešto kraći čime se igrač suprotstavlja inerciji i dovodi telo u poziciju da može da skoči vertikalno uvis. Nakon toga skače sa suprotne noge u odnosu na ruku kojom se šutira i opušta ruku što bliže obruč, podižući koleno druge noge uvis. Kod šuta iz polukoraka igrač brzo izvodi kratak korak suprotnom nogom od ruke kojom šutira i opušta je što bliže košu. Ovaj šut se oslanja na element iznenađenja odbrambenog igrača. Šutevi se mogu izvoditi i nakon zaustavljanja naskokom (u jednom ili dva kontakta) u neposrednoj blizini koša.

Shodno značaju šutiranja u košarci, učenju i usavršavanju šutiranja treba posvetiti najveću pažnju u odnosu na druge elemente tehnike. Za početnike, najvažnije je naučiti pravilnu tehniku šutiranja. Učenje šuta jednom rukom iz mesta je osnov za kasnije učenje skok šuta. Pošto je akcenat u procesu učenja na pravilnosti pokreta ovaj šut se prvo vežba bez šutiranja na koš (rad u parovima ili na zidu). Na taj način se pažnja usmerava samo na pravilnost tehnike izvođenja.

Nakon toga, brzo se prelazi na šutiranje na koš. Počinje se sa male distance, a trener daje instrukcije vezane za metu u odnosu na poziciju sa koje se šutira (ugao pod kojim se šutira). Napredovanjem igrača povećava se udaljenost (distanca) od koša.

2.1. Slobodno bacanje

Slobodna bacanja su uvedena u igru vrlo brzo nakon nastanka košarke. U početku je ekipa koja napravi tri prekršaja bila kažnjena tako što je protivnik automatski dobijao jedan poen. Zatim je uveden šut sa 6,1m koji donosi jedan poen igraču koji ga izvodi. 1895. godine, dobila su svoju današnju distancu od 4,6m. Od 1896. vrednost poena iz igre je smanjen sa tri na dva, a vrednost slobodnog bacanja je bila jedan poen. Po uzoru na ostale sportske igre tog vremena (fudbal, američki fudbal), ekipe su mogle da biraju ko će da šutira slobodna bacanja nakon faula. To je značilo da je u svakoj ekipi postojao igrač čija je specijalnost bila izvođenje ovog šuta. Prema Nejsmitu, ovo je bilo neprimereno za igru, jer je, prema njegovim rečima, to značilo “da je faul isto što i koš”. Stoga je 1924. pravilo promenjeno da igrač koji je fauliran mora da šutira svoja slobodna bacanja. Ovo je donelo novu taktičku dimenziju fauliranju i šutiranju slobodnih bacanja. Između 1939. i 1952. godine ekipe su mogle da biraju da umesto izvođenja slobodnih bacanja uvode loptu sa strane. Nakon toga šutiranje je bilo obavezno. 1954. godine je u košarku uvedeno pravilo “jedan za jedan”. Ovo pravilo je bilo prisutno u koledž košarci a kasnije i u FIBA košarci. Ono je značilo da na 7, 8, i 9-om faulu u poluvremenu igrač izvodi jedno slobodno bacanje i ako pogodi ima pravo na još jedan šut. To pravilo je bilo prisutno u FIBA takmičenjima dok su utakmice trajale dva poluvremena od 20 minuta. Sa prelaskom na sistem 4x10 minuta, pravilo je ukinuto. U koledž košarci i danas ovo važi. Uvođenjem šuta za tri poena, igrač koji je fauliran pri tom šutu dobija tri slobodna bacanja. Ako igrač pogodi šut, tri poena se računaju i dobija dodatno slobodno bacanje. Takođe pri tehničkoj grešci protivnička ekipa dobija jedno slobodno bacanje, i igra se nastavlja od momenta pre nego što je dosuđena tehnička greška, bilo igraču ili treneru. Promenom pravila vezanih za faulove, ustanovljeno je da nesportska (namerna) lična greška donosi protivničkoj ekipi dva slobodna bacanja i posed lopte.

Vrednost pogotka ovog šuta je 1 poen i, prema trenutnim pravilima, igrač može da izvede 1-3 slobodna bacanja u toku igre, a najčešće se izvode 2 šuta ovog tipa. Za slobodno bacanje se može reći da je jedini motorički stereotip u košarci, budući da su uslovi za njegovo izvođenje uvek isti. Udaljenost linije za slobodna bacanja je 5,8m od čeonice linije i 4,6m od vertikalne ortogonalne projekcije obruča. Takođe, igrača koji izvode slobodno bacanje nijednog trenutka ne ometaju odbrambeni igrači. Iako je ovo slučaj, postoje velike varijacije u izvođenju slobodnog bacanja među pojedincima čak i na veoma visokom nivou. To zavisi od same tehnike izvođenja kao i antropometrijskih i motoričkih karakteristika samih igrača (Erčulj & Zovko, 2022). Što se tiče antropometrijskih karakteristika, telesna visina može da bude faktor koji određuje ugao izbačaja

prilikom šuta. Visoki igrači, generalno, imaju višu tačku izbačaja lopte, stoga je njihov ugao izbačaja često viši u odnosu na niske igrače. Ipak tehnika šuta značajno određuje same kinematičke parametre i telesna visina ne mora predstavljati presudan faktor prilikom šutiranja slobodnih bacanja. Takođe, energetski spremniji igrači često imaju konzistentnije rezultate šuta budući da slobodno bacanje najčešće zahteva izvođenje nakon nekoliko vezanih poseda. Stoga je veoma bitno za igrače da mogu da fizički odgovore zahtevima igre, kako bi bili odmerni u situacijama izvođenja ovog šuta. Adam Filipi, čovek koji se bavio proučavanjem ovog šuta, za slobodna bacanja govori kao o “majci svih šuteva” u košarci, što u mehaničkom, što u mentalnom smislu, kao i da je ono osnov za pravilnu tehniku šutiranja u košarci (Filippi, 2016).

Šut jednom rukom iz mesta se danas najčešće primenjuje prilikom izvođenja slobodnih bacanja. Postoji nekoliko važnih faktora, u mehaničkom smislu za izvođenje šuta (Karalejić & Jakovljević, 2001):

- Meta. Igrač treba da se usredsredi na obruč. Potrebno je što pre uspostaviti vizuelnu kontrolu mete i fokusirati pogled na nju do trenutka kontakta lopte sa metom (obruč ili tabla). Takođe, koncentracija na metu pomaže u eliminaciji ometajućih faktora.
- Ravnoteža. Stav je nešto viši od osnovnog stava sa loptom i nešto širi prilikom šutiranja. Stopala su usmerena prstima ka košu, a jedno stopalo (isto kao i jača ruka) je često istureno blago napred. Savijena kolena daju snagu za šut. Glava je ispravljena iznad trupa i stopala i kontroliše ravnotežu.
- Pozicija ruku. Lopta stoji u poziciji trostruke pretnje. Drži se napred na strani ruke kojom se šutira. Vrlo je važno da šaka ruke kojom se šutira bude tačno iza lopte. Prsti su prirodno rašireni i savijeni. Šaka je opuštena i pravi prirodno udubljenje za loptu gde je lopta u kontaktu sa prstima i gornjim delom dlana. Lakat mora da bude uvučen unutra i usmeren ka košu. Šaka druge ruke se postavlja sa strane i doprinosi stabilnoj poziciji lopte u rukama. Ruka je opuštena, a lakat je usmeren nazad i u stranu. Ona služi samo za pridržavanje lopte do trenutka izbačaja.
- Ritam šuta. Predstavlja sinhronizovano opružanje nogu, trupa, ruke (lakta) kojom se šutira i pregibanje šake i prstiju iste. Inicijalni impuls započinje opružanjem nogu. Kada su noge opružene, trup i ramena nastavljaju lagano opružanje nagore. Nakon toga opruž se ruka kojom se šutira u laktu idući gore i napred. Završna sila i kontrola šuta dolazi pregibanjem u zglobov šake i prstima.
- Putanja lopte. Putanju lopte pre svega određuje ugao izbačaja lopte. Ugao izbačaja prouzrokuje upadni ugao lopte u koš. Takođe, ovi kinematički parametri zavise od brzine

lopte pri izbačaju. Blaga rotacija lopte u fazi leta pomaže da ona uđe u koš i kada ne prođe direktno kroz obruč. Lopta koja udari u prednji (bliži) ili zadnji (dalji) deo obruča, usled suprotne rotacije, ima tendenciju da se penje iznad obruča i da propadne kroz njega. Zbog toga je veoma važno da igrač šutira loptu sa rotacijom.

- Pozicija posle izbačaja. Nakon izbačaja igrač bi trebalo da zadrži ruku kojom je šutirao opruženu u pravcu koša sa dlanom prema tlu. Dlan druge ruke je okrenut gore. Pogled je takođe usmeren na koš. Težina je raspoređena na obe noge i igrač je u ravnoteži.

Postoji još nekoliko faktora, osim mehanike šuta, koji određuju efikasnost izvođenja prilikom šutiranja slobodnih bacanja:

- Rutina izvođenja. Podrazumeva izvođenje slobodnog bacanja uvek na isti način. To je, u pogledu učenja i usavršavanja, najbolji način za usvajanje motoričkog obrasca i stvaranje automatizacije šuta. Pod ovaj faktor može se uvrstiti i rutina igrača pre izvođenja šuta. Svaki igrač bi trebalo da pronađe njemu optimalan ritual pre šutiranja koji ponavlja svaki put.
- Relaksacija. Podrazumeva i fizičku i psihičku relaksaciju. Igrač dolazi na liniju slobodnih bacanja najčešće sa pojačanom frekvencijom disanja i otkucaja srca. Mogućnost smirivanja je u direktnoj zavisnosti od njegove fizičke pripreme. Nekoliko dubokih udaha i izdaha bi trebalo da pomogne igraču da opusti rameni pojas i ruke. Dobra fizička relaksacija pomaže dobroj psihičkoj relaksaciji. Budući da se slobodna bacanja izvode bez ometanja od strane odbrambenog igrača i daju igraču vreme za razmišljanje, veoma je važno da svaki igrač nađe način da se fokusira na zadatak i psihički bude smiren tokom izvođenja.
- Samopouzdanje i koncentracija. Igrač bi trebalo da eliminiše sve spoljašnje i unutrašnje smetnje pre stupanja na liniju slobodnih bacanja. Ne bi trebalo da razmišlja o prošloj akciji ili šta će se desiti posle šuta, već da bude u sadašnjosti. Ovo je naročito važno u neizvesnim završnicama utakmica, kada je svaki poen važan i može biti presudan.

2.2. Kinematika slobodnog bacanja

Iako je sam šut prilično jednostavan, nije lako postići velike procenete kako za pojedinačne igrače, tako i za ekipu. Postoje slučajevi kada i vrhunski igrači ne mogu da pređu brojku od 50% ili 60% na utakmicama. Generalno je prihvaćeno da prevazilaženje brojke od 80% razdvaja dobre od prosečnih izvođača slobodnih bacanja, dok prevazilaženje brojke od 90% se smatra vrhunskim izvođenjem (Erčulj & Zovko, 2022).

Ekipa postigne između 15 i 20 poena sa linije slobodnog bacanja na utakmici što je u proseku oko 20% poena na utakmici (Kozar et al., 1994; Filippi, 2016). Često se na košarkaškim utakmicama dešava da izvođenje slobodnih bacanja odlučuje pobednika. Procenat izvođenja slobodnih bacanja je od velike važnosti na utakmicama gde su timovi poprilično jednaki i gde nekoliko poena odlučuje pobednika. Kozar i sar. (Kozar et al., 1994) su pronašli da na utakmicama NCAA Divizije 1 koje su završile sa devet (9) poena razlike i manje, 48,4% poena postignutih u poslednjih 5 minuta su postignuti sa linije slobodnih bacanja, a čak 69% u poslednjem minutu utakmice (Kozar et al., 1994). Važnost izvođenja slobodnih bacanja je takođe potvrđena od strane Pima (1986) koji je pronašao na uzorku najboljih NCAA timova da u 71,5% slučajeva tim koji pobeđuje postiže više pogodaka iz šuta slobodnih bacanja od gubitničkog tima (Pim, 1986).

Tema ovog rada jeste osvrt na kinematičke varijable (ugao izbačaja i brzinu rotacija lopte) i njihovu povezanost sa efikasnošću izvođenja slobodnog bacanja na utakmicama.

Ugao izbačaja predstavlja ugao pod kojim se lopta izbacuje. Odnosi se na ugao između opružene ruke igrača prilikom izbačaja (trenutka kada lopta napušta šaku) i zamišljene horizontalne linije koja ide iz centra lopte i paralelna je sa podlogom. Različiti autori su pokušavali da utvrde idealne uglove koji dovode do najveće efikasnosti pri izvođenju. U početku je korišćena metoda posmatranja pa je bilo podbornika za niski (Veeneker, 1937), srednji (Lambert, 1932; Wooden, 1966) i visoki ugao izbačaja (Meanwell, 1924; Bunn, 1972; Miller & Coffey, 1992). Početkom istraživanja došlo se do određenih kvantitativnih podataka na osnovu kojih se došlo do prvih optimalnih uglova za izvođenje slobodnog bacanja koji su se takođe razlikovali. Različiti autori su došli do različitih zaključaka, pa su takođe grupisani u niske (35 do 45 stepeni, Sharman, 1965), srednje (49 do 55 stepeni, Hay, 1978) i visoke (55 do 60 stepeni, Hartley and Fulton, 1971; 56 do 62, Hamilton and Reinschmidt, 1997). Neka kasnija istraživanja su koristila video analizu i procenila da je idealni ugao izbačaja 52 stepena (Tran & Silverberg, 2008). Takođe, autori su se

bavili pitanjem visine izbačaja koja utiče na sam ugao izbačaja. Igrač visine 182,9 cm ima prosečnu visinu izbačaja na 2,13 m i tada je idealni ugao izbačaja 52 stepena (Tran & Silverberg, 2008). Ovo, kao i još neka istraživanja pokazuju da viši igrači imaju prednost u izvođenju slobodnog bacanja jer povećana visina izbačaja povećava prostor za grešku prilikom izvođenja (Brancazio, 1981). U praksi, međutim, postoji stereotipno mišljenje da su viši igrači lošiji u izvođenju slobodnih bacanja. Iako je uticaj visine izbačaja na idealni ugao izbačaja i dalje nedovoljno proučeno područje, sportski naučnici bi trebalo da uzmu u obzir igračke pozicije, a ne samo njihove antropometrijske karakteristike. Istraživanja koja su rađena pronašla su konzistentnije prilagođavanje kinematičkog obrazca šutiranja sa promenom distance od koša kod bekova u odnosu na centre (Miller & Bartlett, 1996). Ovi podaci bi mogli da ukazuju da su bekovi precizniji u izvođenju slobodnih bacanja jer su naviknuti na šuteve sa većih distanca, za razliku od centara. Takođe Tran i Silverberg (2008) su takođe pronašli da se optimalni ugao izbačaja smanjuje za jedan (1) stepen ako se visina izbačaja smanji za 15 cm. Stoga, za igrače sa visinom izbačaja od 2,43 m optimalni ugao izbačaja je oko 50 stepeni, a za igrače sa prosečnom visinom izbačaja od 1,83 m optimalni ugao izbačaja 54 stepena. Ovo znači da je za većinu igrača optimalni ugao izbačaja između 50 i 55 stepeni.

U praksi, postoje manja ili veća odstupanja od predstavljenih teoretskih kinematičkih modela koja se javljaju i kod najuspešnijih igrača. Stef Kari, telesne visine 190 cm, je jedan od najuspešnijih izvođača slobodnih bacanja svih vremena, sa preko 90% uspešnosti tokom čitave svoje karijere. Njega karakteriše veći ugao izbačaja nego većina igrača njegove visine. Kod slobodnog bacanja ugao kojim Stef Kari izbacuje loptu je 58 stepeni i 10 minuta (prosek za igrača njegove visine je 54 stepena i 60 minuta) i dostiže visinu od 411 cm u svojoj najvišoj tački (Erčulj & Zovko, 2022).

Ako se posmatra Džejms Harden, još jedan od veoma uspešnih izvođača slobodnih bacanja, koji se takmiči u NBA ligi, sa procentom uspešnosti od 85% tokom svoje karijere, uviđa se da ga karakteriše znatno manji ugao izbačaja. Prosečan igrač njegove visine (195 cm) ima ugao izbačaja prilikom slobodnog bacanja od 53 stepena i 4 minuta, dok njegovi šutevi u proseku imaju 49 stepeni i 6 minuta. Lopta dostiže 381 cm maksimalne visine što je za 30cm manje od Stefa Karija, 5cm nižeg igrača (Erčulj & Zovko, 2022).

Brzina rotacije lopte je broj rotacija koje lopta napravi oko svoje ose u vazduhu nakon izbačaja. Ona je veoma značajna kod izvođenja bilo kog šuta pa tako i slobodnih bacanja iz dva razloga. Prvi je što rotacija usporava loptu nakon njenog udarca u obruč, što povećava šansu da ona nakon udarca u obruč uđe u koš. Drugi je što rotacija savija trajektoriju lopte povećavajući upadni ugao

i “čini da koš izgleda veće”, što dalje povećava mogućnost za grešku. Postoje različite mere kojima se prikazuje ova kinematička varijabla, ona koja se najviše koriste su rotacije po sekundi (r/s), herci (Hz), i revolucije tj. rotacije po minuti (RPM – rotation per minute). Ovaj kinematički parametar je znatno manje istraživao nego ugao izbačaja. Što se tiče istraživanja koja uključuju izvođenje slobodnih bacanja jedno od značajnih je istraživanje Trana i Silverberga (2008) koje pokazuje da prilikom izvođenja slobodnog bacanja prosečne visine izbačaja od 2,13 m i ugla od 52 stepena, lopta treba da ima rotaciju od 3 Hz (Tran & Silverberg, 2008). Brzina rotacija je takođe ispitivana u nekim istraživanjima, i opšteprihvaćeno je da njena vrednost treba da dostigne 130-160 revolucija po minuti (RPM), gde se kao idealna mera pominju 2 rotacije po sekundi tokom faze leta, odnosno 2 herca (Hz). Ipak, ova istraživanja su rađena prilikom skok šuta i nisu rađena ispitivanja direktno na slobodnim bacanjima tako da je potrebno sprovesti dodatna istraživanja u ovoj oblasti.

Razlog sa sprovođenjem istraživanja jeste nedostatak naučne literature kada je u pitanju povezanost ovih kinematičkih parametara sa uspešnošću igrača na utakmicama. Značaj ovog istraživanja može se videti u tome da pomogne trenerima, naročito sa mladim igračima, da lakše, preciznije i efikasnije vrše proces obuke šutiranja i uvežbavanje slobodnih bacanja sa svojim igračima.

Iako su idealni parametri postavljeni, javlja se pitanje da li su oni neophodni da bi igrači bili efikasni na utakmicama.

3. PREDMET, CILJ I ZADACI RADA

3.1. Predmet rada

Predmet rada je ugao izbačaja i brzina rotacija lopte tokom faze leta kod slobodnog bacanja u košarci i njihova povezanost sa efikasnošću na utakmicama mladih košarkaša.

3.2. Cilj rada

Cilj rada je ispitati ugao izbačaja i brzinu rotacije lopte tokom faze leta kod izvođenja slobodnog bacanja u košarci i njihovu povezanost sa efikasnošću na utakmicama.

3.3. Zadaci rada

- prikupljanje i pregled adekvatne literature,
- napraviti protokol testiranja,
- formirati grupe ispitanika (kadeti),
- sprovesti testiranje,
- prikupiti statistike sa zvaničnih utakmica,
- izvršiti obradu podataka,
- izvršiti statističku analizu dobijenih podataka,
- prikaz i diskusija dobijenih rezultata

4. HIPOTEZE

Na osnovu rezultata prethodnih istraživanja, prva hipoteza je da će igrači čije su vrednosti približnije idealnim uglova postavljenim u teoriji biti efikasniji u izvođenju slobodnih bacanja na utakmicama (H1). Druga hipoteza odnosi se na broj rotacija lopte nakon izbačaja. Ne očekuje se da će igrači čije su vrednosti približnije idealnim uslovima brzine rotacije postavljenim u teoriji biti efikasniji u izvođenju slobodnih bacanja na utakmicama (H2).

5. METODE ISTRAŽIVANJA

U okviru ovog istraživanja primenjen je eksperimentalan metod.

5.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika predstavljalo je 16 košarkaša uzrasta do 16 godina (uzrasna kategorija – kadeti, telesna visina = $196,4\text{cm} \pm 9,5\text{cm}$). Ispitanici su članovi klubova Beka, Partizana, Crvene Zvezde i Dinamika, koji se takmiče u najvišem rangu takmičenja za svoj uzrast (jedinствenoj kadetskoj ligi Srbije). Pre početka testiranja prikupljena je statistika sa zvaničnih utakmica tokom sezone gde je posmatran procenat izvođenja slobodnih bacanja kao i broj izvođenja po utakmici (procenat = $67,3\% \pm 11,7\%$, broj šuteva po utakmici = $3,5 \pm 3,4$). Istraživanje je sprovedeno neposredno nakon završetka takmičarskog perioda i svi ispitanici su bili zdravi i sposobni u trenutku sprovođenja testova.

5.2. Procedura testiranja

Pošto je cilj ovog istraživanja bio da se utvrdi povezanost kinematičkih parametara prilikom šuta sa takmičarskom efikasnošću pri šutu slobodnih bacanja, uzeti su zvanični podaci o broju šuteva i pogodaka slobodnih bacanja tokom takmičarske sezone za svakog ispitanika. Nakon toga, određeni su procenti uspešnosti izvođenja za svakog ispitanika, koji su uzeti kao kategorijska varijabla za definisanje podgrupa. Kako bi se dobili podaci o kinematičkim parametrima šuta za svakog ispitanika, korišćena je specijalno dizajnirana „pametna“ košarkaška lopta – SIQ Basketball (Glendale, USA).

5.3. SIQ Basketball

Posebno dizajnirana „pametna“ lopta u sebi ima ugrađene senzore pomoću kojih pruža informacije o kinematičkim parametrima prilikom šutiranja kao što su ugao izbačaja, brzina rotacija, brzinu izbačaja nakon driblinga, tip šuta (polaganje, skok-šut, zakucavanje), pogodak „bez koske“, itd. Za potrebe ovog istraživanja u obzir su uzeti samo parametri koji se odnose na ugao izbačaja i brzinu rotacija nakon izbačaja.



Slika 1. „SIQ – basketball“ lopta i aplikacija za mobilni telefon

5.4. Merenje kinematičkih parametara

Merenje kinematičkih parametara sprovedeno je u okviru treninga sa svakim od timova.

Slika 2, 3, 4 - Izbačaj prilikom slobodnog bacanja

Prvo je sprovedeno opšte zagrevanje i dinamičko rastezanje, nakon čega su se ispitanici dodatno zagrejali sa loptom. Na kraju zagrevanja svaki ispitanik je izveo 5 probnih pokušaja šuta sa linije slobodnog bacanja. Merenje je sprovedeno tako što su ispitanici prvo šutirali 5 serija po 10 slobodnih bacanja zaredom, tako što se promena vršila nakon svake serije. Nakon toga, šutirali su 10 serija po 2 slobodna bacanja po istom principu. Svaki ispitanik je šutnuo ukupno 70 slobodnih bacanja, a ukupan uzorak iznosio je 1120 šuteva. Podaci o uglu izbačaja i broju rotacija za svaki pojedinačni šut izvučeni su putem aplikacije SIQ – Basketball koja je povezana sa loptom putem Bluetooth-a.



5.5 Statistička obrada

Za dobijanje rezultata primenjena je metoda deskriptivne statistike i metoda utvrđivanja razlika putem T - testa za nezavisne uzorke pri čemu je nivo statističke značajnosti postavljen na 95% ($p < 0.05$). Uzimajući u obzir da su procenti uspešnosti šuta tokom sezone uzeti kao kategorijska varijabla, ispitanici su podeljeni u 2 podgrupe: igrači sa procentom uspešnosti preko 70% i igrači sa procentima uspešnosti ispod 70%. Iako literatura upućuje na činjenicu da se šuteri sa procentima iznad 80% smatraju kao dobri, potrebno je uzeti u obzir da je ovde u pitanju uzorak članova mlađih kategorija pa je u obzir uzeta veća tolerancija. U grupi sa preko 70% nalazilo se 9 ispitanika, dok se u grupi ispod 70% nalazilo 7 ispitanika. Za unos podataka u bazu korišćen je program Majkrosoft eksel (Microsoft Corporation. (2016). USA), dok je za obradu podataka korišćen statistički paket za obradu podataka u društvenim naukama (eng. Statistic Package for Social Sciences – IBM SPSS software (Armonk, NY, UnitedStates: IBMCorp)).

6. REZULTATI

Rezultati deskriptivne statistike prikazani su u tabeli 1. Iz priloženih rezultata može se zaključiti da se brzina rotacije ne može uzeti kao pouzdan podatak za određivanje efikasnosti šutiranja ($cV\% = 19.46 - 59.25$), dok se ugao izbačaja može uzeti kao pouzdan podatak ($cV\% < 10$). Takođe se može uvideti i da su obe grupe ispitanika na testiranju imale visok procenat šuteva ($>70\% = 75.7\%$; $<70\% = 75.5\%$) što je razumljivo s obzirom da su isključeni svi ometajući faktori.

Tabela 1. Kinematički parametri šuta slobodnih bacanja

Deskriptivna statistika						
Grupa	Varijabla	Efikasnost	N	Srednja vrednost	Standardna devijacija	cV%
Ukupan uzorak	Ugao [°]	Promašaj	273	46.05	3.85	8.35
		Pogodak	847	48.51	3.28	6.75
		Ukupno	1120	47.91	3.58	7.47
	Brzina rotacije [Hz]	Promašaj	273	1.90	0.50	26.39
		Pogodak	847	1.95	1.09	56.06
		Ukupno	1120	1.94	0.98	50.69
>70%	Ugao [°]	Promašaj	119	47.55	3.33	7.00
		Pogodak	371	49.38	2.89	5.84
	Brzina rotacije [Hz]	Promašaj	119	1.87	0.36	19.46
		Pogodak	371	1.93	1.00	51.61
<70%	Ugao [°]	Promašaj	154	44.90	3.83	8.54
		Pogodak	476	47.82	3.40	7.11
	Brzina rotacije [Hz]	Promašaj	154	1.92	0.59	30.47
		Pogodak	476	1.96	1.16	59.25

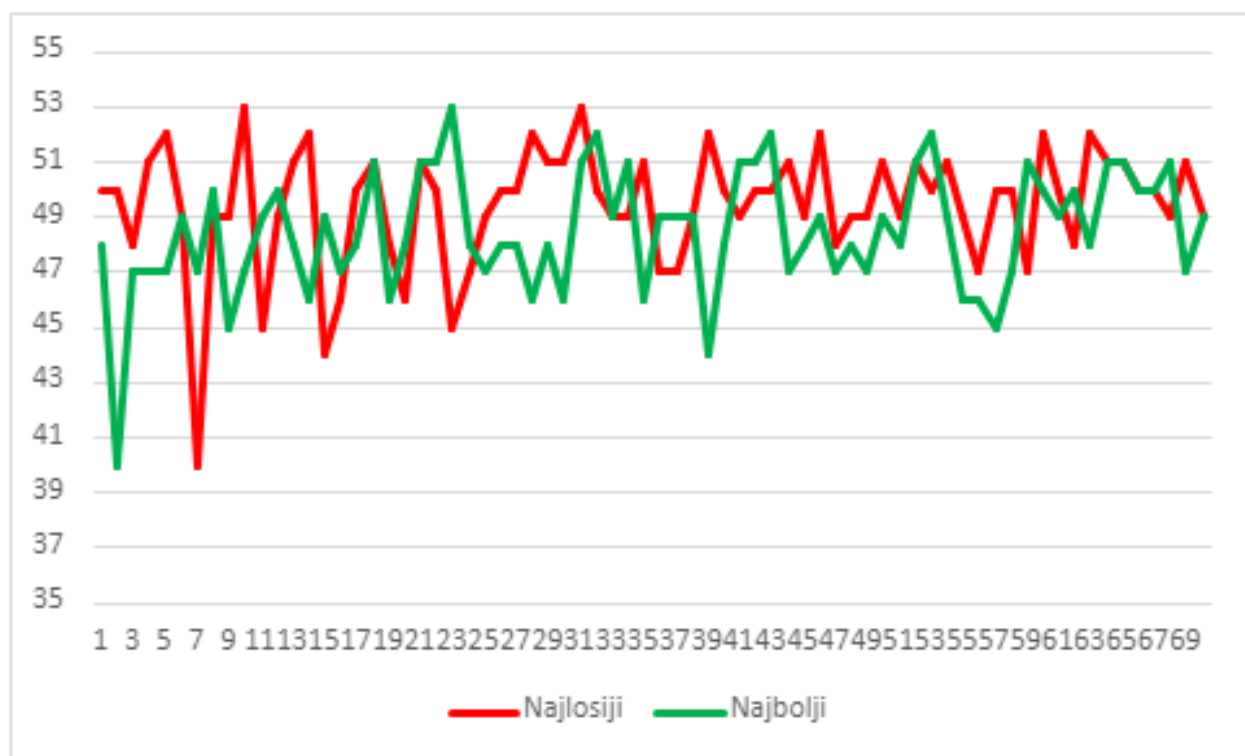
Rezultati T - testa mogu se videti u tabeli 2. Statistički značajne razlike pojavile su se kod obe grupe kada je u pitanju ugao prilikom izbačaja. Sa druge strane, ne postoje značajne razlike kada je u pitanju brzina rotacije lopte nakon izbačaja.

Tabela 2. Razlike između kinetičkih parametara šuta slobodnih bacanja

Grupa	Varijabla	T-test		Razlike Sr. Vrednosti	Standardna greška merenja
		t	p		
<70%	Ugao [°]	-8.977	0.000*	-2.921	0.325
	Brzina rotacije [Hz]	-0.386	0.700	-0.0376	0.0974
>70%	Ugao [°]	-5.813	0.000*	-1.837	0.316
	Brzina rotacije [Hz]	-0.669	0.504	-0.0624	0.0933

* - $p < 0.05$

Na grafikonu 1 grafički je prikazan trend promene ugla u odnosu na šut za najboljeg i najlošijeg ispitanika prilikom testiranja. Za prikaz trenda primenjena je linearna funkcija, pri čemu se vidi skoro idealno poklapanje. Ovaj podatak u skladu je sa malim koeficijentom (Tabela 1. $cV\% = 5.84 - 8.54$) varijacije kada je u pitanju ugao prilikom izbačaja lopte, što se dodatno može videti i na slici (ugao varira u okviru vrednosti 45 – 55 stepeni).



Grafikon 1. Trend promene ugla za najboljeg (zeleni) i najlošijeg (crveni) ispitanika tokom testiranja što se tiče efikasnosti šuta

Tabela 3. Razlike u vrednostima za pojedine pokazatelje u odnosu na efikasnost šuta prilikom testiranja ispitanika

Deskriptivna statistika i razlike u odnosu na efikasnost					
Varijabla	Grupa	Efikasnost	N	Srednja vrednost (razlika)	Standardna devijacija(razlika)
Ugao izbačaja	>70%	Ukupno	1120	48.93(+1.83)	3.09(-0.63)
		Pogodio	847	49.38(+1.56)	2.89(-0.51)
		Promašio	273	47.55(+2.65)	3.33(-0.5)
	<70%	Ukupno	1120	47.10(-1.83)	3.72(+0.63)
		Pogodio	847	47.82(-1.56)	3.4(+0.51)
		Promašio	273	44.90(-2.65)	3.83(+0.5)
Brzina rotacija	>70%	Ukupno	1120	1.91(-0.04)	0.88(-0.16)
		Pogodio	847	1.93(-0.03)	1.00(-0.16)
		Promašio	273	1.87(-0.05)	0.36(-0.23)
	<70%	Ukupno	1120	1.95(+0.04)	1.04(+0.16)
		Pogodio	847	1.96(+0.03)	1.16(+0.16)
		Promašio	273	1.92(+0.05)	0.59(+0.23)

U tabeli 3 prikazani su deskriptivni pokazatelji (srednja vrednost i standardna devijacija), dok su u zagradama prikazane razlike ovih varijabli između grupa. Može se videti da, što se tiče ugla izbačaja, grupa koja je šutirala preko 70% imala veću srednju vrednost u odnosu na grupu koja je šutirala manje od 70% za sve tri kategorije efikasnosti. Takođe, odstupanje od srednje vrednosti je manje kada je u pitanju grupa koja je šutirala preko 70% za sve tri kategorije efikasnosti. Što se tiče brzina rotacija lopte, ne postoji statistički značajnih razlika između grupe, za bilo koju kategoriju efikasnosti.

7. DISKUSIJA

Tema ovog rada bila je da se utvrde u kojoj meri kinematički parametri (ugao izbačaja i brzina rotacija lopte) utiču na efikasnost izvođenja slobodnih bacanja na utakmicama. U skladu sa tim primenjena je eksperimentalna metoda pri čemu je korišćena pametna lopta koja registruje kinematičke parametre šuta. Na osnovu rezultata merenja, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u srednjoj vrednosti za ugao izbačaja (Tabela 2. Ugao [°] – $p < 0.001$) kod promašaja i pogodaka za celokupan uzorak (Tabela 1. Ugao - Promašaj [°] = 46,05; Ugao - Pogodak [°] = 48,51).

Obe grupe ispitanika su na testiranju šutirale više od 70% sa linije za slobodna bacanja u okviru 70 šuteva definisanih procedurom. U poređenju sa istraživanjem Čabarkape i saradnika, mladi košarkaši imaju znatno manje razlike u procentima između grupa prilikom testiranja, nego odrasli muškarci koji se rekreativno bave košarkom. U datom istraživanju, ispitanici su podeljeni u grupe na isti način, međutim njihovi rezultati prilikom testiranja su značajno različiti ($>70\% = 82,7\% \pm 7,9\%$; $<70\% = 52,4\% \pm 13,4\%$) (Čabarkapa i sar., 2021). Ovi rezultati ukazuju na činjenicu da je procenat slobodnih bacanja kod igrača veći na treningu nego na utakmici, bez obzira na statistiku sa utakmica, zbog nedostatka ometajućih faktora kao što su umor, publika, rezultatski pritisak, značaj utakmice ili drugi faktori koji mogu da smetaju prilikom izvođenja. Iako je procenat igrača relativno nizak u odnosu na vrhunske izvođače slobodnih bacanja (Erčulj & Zovko, 2022), srednje vrednosti pokazuju da ispitanici imaju relativno slične rezultate kada nema nikakvih spoljašnjih ometajućih faktora. Nije poznato kakvi bi rezultati igrača bili kada bi šutirali pod zamorom.

Pored toga, u okviru ovog istraživanja utvrđeno je da grupa ispitanika koja je na utakmicama šutirala više od 70% sa linije za slobodna bacanja (Tabela 1. Ugao [°] = 47,55 – 49,38) imala veću srednju vrednost ugla izbačaja od grupe koja je šutirala manje od 70% sa linije a slobodna bacanja (Tabela 1. Ugao [°] = 44,90 – 47,82), kako za pogotke, tako i za promašaje. Ipak, rezultati srednjih vrednosti su značajno manji nego u drugim istraživanjima ovog tipa u kojima je srednja vrednost ugla izbačaja kod uspešnih izvođača slobodnih bacanja 52 stepena (Huston & Grau, 2003; Tran & Silverberg 2008). U pitanju su ispitanici uzrasta 15-16 godina (kadeti). Takođe, samo jedan ispitanik je šutirao preko 80% prilikom testiranja. Uzeći u obzir ove dve informacije, može se zaključiti da je razlog manje srednje vrednosti ugla izbačaja u odnosu na prethodna istraživanja taj što su u pitanju adolescenti čiji se lokomotorni aparat i centralni nervni sistem nisu u potpunosti razvili, što dovodi do manje uspešnosti u izvođenju slobodnih bacanja. Slabiji procenti izvođenja

(15 od 16 ispitanika je prilikom testiranja šutiralo manje od 80%) ukazuju na to da nisu u pitanju igrači sa vrhunskom uspešnošću izvođenja ovog šuta zbog čega je srednja vrednost ugla slabija. Još jedan faktor koji treba uzeti u obzir jeste što nije poznato koliko iskustva igrači imaju u izvođenju specifičnih motoričkih radnji povezanih sa šutiranjem slobodnih bacanja, kao ni to koliko dugo treniraju košarku. Smatra se da će igrači koji duže treniraju imati bolje procenite šuta, kako iz igre tako i sa linije slobodnih bacanja na račun većeg broja ponavljanja ovog motoričkog zadatka. Postoji mogućnost da bi rezultati srednjih vrednosti ugla izbačaja bili drugačiji da je u obzir uzet košarkaški staž ispitanika kao i vreme provedeno trenirajući kako na nivou karijere, tako i na godišnjem, mesečnom, nedeljnom i dnevnom nivou i koliko vremena je posvećeno radu na samom šutu.

Takođe, u okviru samih grupa pronađena je razlika u uglu izbačaja kod promašaja i pogodaka, što potvrđuje prvu hipotezu (H1). U grupi koja je šutirala preko 70% pronađena je razlika od 1,83 stepena, dok je u grupi koja je šutirala manje od 70% na utakmicama pronađena razlika od 2,92 stepena u srednjoj vrednosti između promašaja i pogodaka. Ovi rezultati ukazuju na značajnost ugla izbačaja za efikasnost igrača. Iako je ovo slučaj, srednja vrednost ugla izbačaja koja je pronađena niža je u odnosu na raspon od 50 do 55 stepeni koji je pronađen u prethodnim istraživanjima (Tran & Silverberg, 2008; Hung et al., 2004; Erčulj & Zovko, 2022). Ako se uporedi sa istraživanjem Hamiltona i Rajnšmita, koji su idealan ugao postavili između 56 i 62 stepena (Hamilton and Reinschmidt, 1997), može se uočiti još veća razlika u idealnom uglu izbačaja. Budući da je u istraživanju Trana i Silverberga, ugao izbačaja proračunat prema visini izbačaja, zaključeno je da bi niži igrači trebalo da imaju veće vrednosti ugla izbačaja (Tran & Silverberg, 2008). Međutim prosečna visina ispitanika bila je 196,4cm ($TV = 196,4\text{cm} \pm 9,5\text{cm}$), dok je prosečan ugao izbačaja 47,91 stepen, a za pogotke je ta vrednost 48,51 stepen. Iako su vrednosti relativno bliske, i dalje su rezultati u kontrastu sa prethodno navedenim istraživanjima. Bilo bi zanimljivo pogledati kakvi bi rezultati bili kada bi se igrači podelili prema parametrima kao što su visina ili pozicija igranja. Iako nijedno istraživanje direktno nije pokušalo da poveže ove faktore sa efikasnošću prilikom izvođenja slobodnih bacanja, kao odličan početak može se iskoristiti istraživanje Milera i Bartleta (Miller and Bartlett, 1996).

Jedan od mogućih razloga za razlike u efikasnosti među ispitanicima u ove dve grupe može biti loše naučena tehnika, ili nedovoljan rad na korigovanju grešaka prilikom izvođenja. Za postizanje vrhunskih rezultata prilikom izvođenja slobodnih bacanja potreban je konstantan i kvalitetan rad sa igračima koji, između ostalog, podrazumeva sticanje pravilne tehnike šuta i korigovanje grešaka, kako prilikom učenja, tako i tokom usavršavanja (Karalejić, Ahmetović, Jakovljević, Novović, 1998). Ako igrač u fazi učenja nove motoričke radnje usvoji pogrešan obrazac pokreta,

potrebno je što pre ukloniti isti, jer u suprotnom dolazi do učvršćivanja pogrešne tehnike na nivou centralnog nervnog sistema. To znači da što više puta igrač izvede pokret na pogrešan način, to će biti teže da se u kasnijim fazama učenja i usavršavanja pokret koriguje.

Takođe, pokazano je da za ceo uzorak ispitanika varijabilnost između pogodaka i promašaja ima značajnu ulogu. Između promašaja postoji prosečno odstupanje od srednje vrednosti od 3,85 stepeni, dok je za pogotke ta vrednost 3,28 stepeni. Ovo je razumljivo budući da su igrači koji imaju konzistentnije vrednosti ugla izbačaja generalno uspešniji.

Takođe, uočena je i razlika između 2 grupe ispitanika. Grupa koja je šutirala preko 70% je imala manja prosečna odstupanja od srednje vrednosti kako kod pogodaka tako i kod promašaja. Razlika u prosečnom odstupanju je 0,50 za promašaje u korist grupe koja je šutirala preko 70%, dok je za pogotke ta razlika 0,51. Ovi podaci dodatno potvrđuju mišljenje da bi igrači koji imaju manje varijacije u uglu izbačaja trebalo da budu uspešniji. Budući da su njihove varijacije bile manje na testiranju, smatra se da bi one bile manje i na samim utakmicama što bi dovelo do veće uspešnosti prilikom izvođenja. Budući da je prilikom testiranja posmatrana samo efikasnost igrača tj. odnos pogodaka i promašaja nije poznato u koju stranu je otklon greške i koliko je ona konzistentna. Poznato je da je konstantna greška grupe koja je šutirala preko 70% manja od grupe koja je šutirala manje od 70%, međutim nije poznato u koju stranu je otklon greške. Postoji prostor za buduća istraživanja da se detaljnije posmatra konstantna greška prilikom izvođenja slobodnih bacanja. Takođe, nije poznato kako su grupisani rezultati promašaja, i kakve su razlike između grupa, odnosno kakav je odnos varijabilne greške. Prilikom šuta bilo kog tipa, pa i slobodnog bacanja, igrač može da promaši levo, desno, kratko ili dugo. Posmatranje varijabilne greške bi dalo podatke da li su promašaji grupisani na određenom delu mete ili su neravnomerno raspoređeni po celokupnoj meti. Promašaji koncentrisani u jednom delu bi mogli da ukazuju na određenu grešku u tehnici koju treba ispraviti (položaj lakta, šake, stopala itd.), dok bi neravnomerna raspoređenost promašaja na meti mogla da ukaže na pogrešno naučenu tehniku, pri čemu bi istu u potpunosti trebalo korigovati igraču. U budućim istraživanjima, posmatranje konstante i varijabilne greške prilikom promašaja bi moglo dati značajne podatke kada je u pitanju tehnika izvođenja slobodnog bacanja.

Ni u jednom slučaju brzina rotacija lopte tokom faze leta nije predstavljala statistički značajan pokazatelj za efikasnost igrača prilikom izvođenja slobodnih bacanja. Iz ovoga se može zaključiti da ovaj kinematički parametar ne predstavlja značajan faktor kod procene uspešnosti igrača tokom izvođenja šuta ovog tipa na utakmicama. U istraživanju Trana i Silverberga, optimalna vrednost brzine rotacije lopte je bila 3 herca (Hz) (Tran & Silverberg, 2008), dok je u ovom istraživanju

prosečna vrednost bila 1,94 za ukupan uzorak, a 1,95 za pogotke. Ovaj rezultat je znatno manji u odnosu na navedeno istraživanje.

Što se tiče prosečnog odstupanja od srednje vrednosti za brzinu rotacije lopte tokom faze leta, postoji veće varijacije kod pogodaka u odnosu na promašaje, kako za ceo uzorak, tako i među grupama. Za ukupan uzorak, srednje odstupanje je za 0,59 Hz manja kod promašaja nego kod pogodaka. Ovo ukazuje da igrači koji su efikasniji u izvođenju ovog šuta imaju veće varijacije u brzini rotacije lopte tokom faze leta nego igrači koji su manje efikasni. Nije pronađen značajan broj istraživanja koji se bavio varijabilnošću u brzini rotacije lopte kod šutiranja slobodnih bacanja, tako da postoji prostor za daljim proučavanjem ove teme. Ovaj podatak dodatno utvrđuje stav da brzina rotacije lopte ne predstavlja značajan kinematički parametar prilikom izvođenja slobodnih bacanja, kako na treningu tako i na utakmicama. Dokle god je ugao izbačaja u optimalnom rasponu, igrači imaju veću šansu za pogotkom. Da li je njihova brzina rotacije lopte manja ili veća, ne predstavlja značajan pokazatelj njihove efikasnosti.

Isti rezultati su dobijeni i prilikom upoređivanja grupa ispitanika. Kod grupe ispitanika koja je šutirala preko 70% prosečno odstupanje od srednje vrednosti brzine rotacije lopte tokom faze leta je prilikom promašaja za 0,64 Hz manje nego kod pogodaka. Kod grupe koja je šutirala manje od 70%, ova vrednost je za 0,57 Hz manja kod promašaja nego kod pogodaka. Budući da su igrači šutirali prilično visokim procentom na testiranju ($>70\% = 75,7\%$; $<70\% = 75,5\%$) bilo je znatno više pogodaka nego promašaja. Zbog toga se pretpostavlja da je opravdano da postoji veća varijacija u brzini rotacije lopte kod pogodaka u odnosu na promašaje. Međutim, ovaj podatak govori u prilog hipotezi 2 (H2) da ovaj kinematički parametar nije značajan prilikom procenjivanja efikasnosti igrača na utakmicama i da on ne utiče značajno na efikasnost izvođenja slobodnih bacanja.

Potvrda postavljenim hipotezama predstavlja i koeficijent varijacije koji je za sve vrednosti ugla izbačaja manji od 10% (Tabela 1. $cV\% = 5,84\% - 8,54\%$), dok za brzinu rotacija lopte on ima veliki opseg vrednosti (Tabela 1. $cV\% = 19,46\% - 59,25\%$). Ove vrednosti ukazuju na povezanost između optimalnog ugla izbačaja i efikasnošću igrača na utakmicama, i u isto vreme potvrđuju da brzina rotacija lopte tokom faze leta ne predstavlja značajan kinematički parametar kada se procenjuje uspešnost igrača u realizaciji ovog šuta.

Primenom T – testa prikazano je da postoje statistički značajne razlike kada je u pitanju ugao izbačaja za grupu koja je šutirala manje od 70% i za grupu koja je šutirala više od 70%. Grupa koja je šutirala preko 70% pokazuje manje razlike unutar grupe između promašaja i pogodaka prilikom primene T – testa od grupe koja je šutirala manje od 70%, što ukazuje na veću

konzistentnost samih pokušaja, a to dalje dovodi do zaključka da igrači sa stabilnijim vrednostima ugla izbačaja, imaju veću uspešnost na utakmicama.

Prikazano je takođe da ne postoje statistički značajne razlike kada je u pitanju brzina rotacija lopte kako za grupu koja je šutirala preko 70%, kao i za grupu koja je šutirala manje od 70%. Razlike između promašaja i pogodaka, unutar samih grupa, ne daju statistički značajne podatke. Može se zaključiti da brzina rotacija lopte tokom faze leta ne predstavlja statistički značajan parametar za uspešnost igrača prilikom izvođenja. Ipak, ne postoji značajan broj istraživanja koji se bavio brzinom rotacije lopte kao kinematičkim parametrom kada je u pitanju šutiranje slobodnih bacanja. Više istraživanja je potrebno za donošenje konkretnih zaključaka.

Istraživanje je rađeno sa igračima uzrasta od 15-16 godina (kadeti). Ovo je faktor koji treba uzeti u obzir prilikom tumačenja rezultata. Budući da su igrači ovog uzrasta u periodu adolescencije, njihov lokomotorni aparat nije u potpunosti završio sa razvojem. Nije poznato da li bi došlo do promene u rezultatima kada bi uzrast ispitanika bio mlađi ili stariji. Takođe, kadeti koji su bili ispitivani igraju na najvišem nivou takmičenja u svom uzrastu (Triglav jedinstvena kadetska liga Srbije). Nije poznato kakvi bi rezultati bili da su testirani prosečni ili lošiji igrači.

Rezultati koji su dobijeni ne uzimaju u obzir izvođenje slobodnih bacanja kod igrača kada su pod zamorom. Zamor može biti značajan faktor koji može smanjiti efikasnost sportista u izvođenju nekog motoričkog zadatka, čak i kod onih kvalitetnih, bilo da je on senzorni, fizički, mentalni ili emocionalni (Mrdaković, Ilić, Bačanac, 2019). Budući da su prilikom ovog testiranja igrači izvodili slobodna bacanja odmah nakon kratkog opšteg zagrevanja i dinamičkog rastezanja, kao i dodatnog zagrevanja sa loptom, nije poznato da li bi došlo do promene u rezultatima kada bi igrači bili pod određenom vrstom zamora. Takođe, bilo bi zanimljivo primetiti da li postoji i kakva je razlika između grupa kada šutiraju pod zamorom, sa aspekta efikasnosti, ali i konzistentnosti kinematičkih parametara.

Još jedan aspekt koji nije obuhvaćen jesu ometajući faktori koji mogu uticati na izvođenje. Važnost utakmice, trenutni ciljevi ekipe, psihološke karakteristike igrača, uticaj trenera, publika itd (Karalejić, Ahmetović, Jakovljević, Novović, 1998). Sve su to faktori koji mogu pozitivno ili negativno uticati na efikasnost igrača prilikom šuta sa linije za slobodna bacanja na utakmicama. Testiranje je sprovedeno uz što je moguće manje ometanja igrača prilikom izvođenja, što postavlja pitanje kakvi bi rezultati igrača bili da je isto testiranje sprovedeno u uslovima koji na realniji način prikazuju izvođenje slobodnih bacanja na samim utakmicama. Takođe, veoma je interesantno imati uvid u to da li postoje razlike između grupa i kakve su kada je ovaj faktor uspešnog izvođenja u pitanju i sa aspekta efikasnosti i konzistentnosti.

Takođe, prilikom ovog istraživanja, iako je izvučena statistika igrača sa zvaničnih utakmica, utakmice nisu analizirane pojedinačno, pa stoga nemamo uvid o uglovima izbačaja prilikom šuta na samim utakmicama. Nije poznato da li uglovi izbačaja koji su doveli do uspešnog izvođenja kod igrača prilikom testiranja, zapravo dovode do uspešnog izvođenja na samim utakmicama. Takođe, nije poznato da li brzina rotacije lopte kao kinematički parametar ima značajniji uticaj kada je u pitanju izvođenje na utakmicama u odnosu na izvođenje šuta ovog tipa u kontrolisanim uslovima testiranja.

8. ZAKLJUČAK

Rezultati ove studije ukazuju da je ugao izbačaja značajan kinematički parametar koji može poboljšati izvođenje slobodnog bacanja na utakmicama, a samim tim i efikasnost igrača. Utvrđeno je da povećanje ugla do vrednosti približnim nekim ranije, u teoriji postavljenim vrednostima (50-55 stepeni) statistički značajno utiče na izvođenje. Brzina rotacija lopte tokom faze leta nije se pokazala kao verodostojan parametar pri proceni efikasnosti igrača u izvođenju slobodnog bacanja budući da razlike kod pogodaka i promašaja, kako za celokupan uzorak, tako i za različite grupe ispitanika, nisu bile značajne.

Takođe, pokazano je da ugao izbačaja ima znatno manje varijacije između pokušaja kod boljih izvođača nego kod lošijih. Ovim se može pretpostaviti da pored samih vrednosti ugla izbačaja, bolji šuteri imaju manje varijacije između samih pokušaja kada je u pitanju vrednost ugla izbačaja, što pokazuje da i konzistentnost među pokušajima ima značajnu ulogu kada je u pitanju sama efikasnost izvođenja.

Što se tiče brzine rotacija lopte prilikom izvođenja ona se pokazala kao znatno manje značajan parametar kada je u pitanju efikasnost igrača. Nigde nisu dobijeni statistički značajni podaci koji bi ukazali da je brzina rotacija lopte tokom faze leta značajna varijabla koja utiče na izvođenje slobodnih bacanja na utakmicama. Ipak, ovaj faktor je znatno manje izučavan nego ugao izbačaja i postoji mnogo prostora za buduća istraživanja na ovu temu. Trebalo bi uzeti u obzir uzrast ispitanika, nedostatak ometajućih faktora, odsustvo zamora kao i nedovoljno podataka sa samih utakmica.

Trebalo bi napomenuti, da je istraživanje rađeno na kadetima uzrasta 15-16 godina koji igraju na najvišem nivou takmičenja za njihov uzrast. Takođe svi ispitanici su bili odmorni i izvodili su šuteve bez ikakvih ometajućih faktora. Naredna istraživanja bi trebalo da se fokusiraju na utvrđivanje značajnosti ovih parametara za druge uzrasne kategorije. Istovremeno, testiranje igrača pod određenim stepenom zamora moglo bi da dovede do promene u rezultatima istraživanja.

LITERATURA

1. Brancazio, P. J. (1981). Physics of basketbll. *American Journal of Physics*, 49(4), 356-65.
2. Bunn, J. W. (1972). *Scientific Principles of Coaching, 2nd Edition*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
3. Čabarkapa, D., Fry, A., Carlson, K., Poggio, J., and Deane, M. (2021). Key kinematic components for optimal basketball shooting performance. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 36(4), 5-15.
4. Čabarkapa, D., Fry, A., Poggio, J., and Deane, M. (2021). Kinematic differences between proficient and non-proficient free throw shooters – video analysis. *Journal of Applied Sports Sciences*, Vol.1, 12-21.
5. Erčulj, F., and Zovko, V. (2022). *Basketball Shooting: A Science-based Approach to Coaching*. Hamburg: Kovac.
6. Filippi, A. (2016). *Mastering the Art of Free Throw Shooting*. USA: Adam Filippi.
7. Hamilton, G. R., and Reinschmidt, C. (1997). Optimal trajectory for the basketball free throw. *J. Sports Sciences*, 15, 491-504.
8. Hartley, J., and Fulton, C. (1971). Mechanical Analysis of the Jump Shot. *Athletic J.*, 51, 92.
9. Hay, J. G. (1978). *The Biomechanics of Sports Techniques, 2nd Edition*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
10. Hung, G. Johnson, B., Coppa, A. (2004). Aerodynamics and Biomechanics of the Free Throw. *Biomedical Engineering Principles in Sports*, 367-390.
11. Huston, R. L., and Grau, C. A. (2003). Basketball shooting strategies — the free throw, direct shot and layup. *Sports Engineering*, 6, 49-64.
12. Karalejić, M., Ahmetović, Z., Jakovljević, S., Novović, M. (1998). *Košarka: Priručnik za Trenere*. Beograd: Grafolik.
13. Karalejić, M., and Jakovljević, S. (2001). *Osnove košarke*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
14. Kozar, B., Vaughn, R., Whitfield, K., Lord, R., and Dye, B. (1994). Importance of Free-Throws at Various Stages of Basketball Games. *Perceptual and Motor Skills*, 78(1), 243-8.
15. Lambert, W. L. (1932). *Practical Basketball*. Chicago: Athletic Journal.
16. Meanwell, W. E. (1924). *The Science of Basketball for Men*. Madison, WI: Democrat.

17. Miller, F. Y., and Coffey, W. (1992). *Winning Basketball for Girls*. New York: Facts on File.
18. Miller, S., and Bartlett, R. (1996). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *J. Sports Sciences*, 14, 243-53.
19. Mrdaković, V., Ilić, D., and Bačanac, Lj. (2019). *Motorno ponašanja, motorna kontrola i motorno učenje*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
20. Pim, R. (1986). The effect of personal fouls on winning and losing basketball games. *The Coaching Clinic*, 24(4), 14-16.
21. Sharman, B. (1965). *Sharman on Basketball Shooting*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
22. Tran, C., Silverberg, L. (2008). Optimal release conditions for the free throw in men's basketball. *Journal of Sports Sciences*, 26(11), 1147-55.
23. Veeneker, G. F. (1937). *Basketball for Coaches and Players*. New York: A. S. Barnes.
24. Wooden, J. (1966). *Practical Modern Basketball*. New York: Ronald Press.