



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Iva Borović Gregov

**UTJECAJ UMORA NA KINEMATIČKE
PARAMETRE SKOK ŠUTA S RAZLIČITIH
POZICIJA U KOŠARKAŠICA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2025.



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Iva Borović Gregov

**INFLUENCE OF FATIGUE ON KINEMATIC
PARAMETERS OF JUMP SHOT FROM
DIFFERENT POSITIONS IN FEMALE
BASKETBALL PLAYERS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2025.

Informacije o mentoru

Damir Knjaz rođen je 14. prosinca 1971. godine u Zagrebu, oženjen je i otac troje djece. Osnovnu i srednju školu završio je u Zagrebu. 22. travnja 2005. godine obranio je doktorsku disertaciju pod naslovom: „Evaluacija metoda učenja u košarkaškoj igri” (mentor: prof. dr. sc. Bojan Matković) i stekao naslov doktora društvenih znanosti, znanstvenog polja odgojnih znanosti – grana kineziologija. Od 1995. do 1997. godine bio je zaposlen kao nastavnik Tjelesne i zdravstvene kulture u OŠ „Matije Gupca” u Zagrebu, gdje je provodio redovnu nastavu, eksperimentalni program MZOŠ i program na engleskom jeziku. Tijekom 1998. godine radio je kao znanstveni novak na znanstveno-istraživačkom projektu MZOŠ (br. 034102) „Mini košarka” pod vodstvom prof. dr. sc. Bojana Matkovića, a 2001. godine bio je uključen u znanstveni projekt „Kreiranje centra izvrsnosti za studij lokomocije” pod vodstvom prof. dr. sc. Vladimira Medveda. Zaposlen je predmetu Košarka na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu od 2001. godine (mlađi asistent; od 2004. asistent, od 2005. viši asistent; od 2007. docent, od 2011. izvanredni profesor, od 2016. redoviti profesor), a od 2022. godine izabran je u znanstveno-nastavno zvanje i na radno mjesto redovitog profesora u trajnom zvanju u znanstvenom području društvenih znanosti, znanstvenom polju kineziologije i znanstvenoj grani kineziologije sporta u trajno zvanje. Tijekom rada na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu obnašao je funkciju dekana Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (dva mandatna razdoblja), a također je obnašao i druge visoke funkcije (Posebni savjetnik rektora Sveučilišta u Zagrebu za društvene komunikacije i sport; Predsjednik Odbora Državne nagrade za sport „Franjo Bučar”; član Vijeća Hrvatskog olimpijskog odbora, itd.). U dosadašnjem radu objavio je mnogobrojne znanstvene i stručne radove, kao i tri znanstvene knjige. Aktivno sudjeluje i prezentira radove na mnogim međunarodnim i domaćim konferencijama, a također je predavao i kao gostujući profesor na sveučilištima Penn State University u Sjedinjenim Američkim Državama i Masaryk University u Brnu (Češka). Trenutno je aktivni gostujući predavač na Beijing Sport University u NR Kini. Osnivač je i voditelj Laboratorija za sportske igre (od 2016. godine) koji djeluje na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu pri Zavodu za kineziologiju sporta, a također je bio i voditelj nekoliko znanstvenih i istraživačkih projekata. Dobitnik je mnogih nagrada i priznanja za uspješan dugogodišnji rad, uključujući Državnu nagradu za sport „Franjo Bučar” (2021. godine).

Zahvale:

Zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Damiru Knjazu, profesoru koji je svojim znanjem, znanstvenim i stručnim iskustvom te savjetima i podrškom pridonio izradi ovog rada.

Posebna zahvala prof. emeriti Branki Matković, prof. dr. sc. Bojanu Matkoviću i izv. prof. dr. sc. Tomislavu Rupčiću za pomoć, savjete i prijedloge kojima su pomogli što kvalitetnijoj izradi ovog rada.

Hvala kolegama iz Laboratorija za sportske igre, Vedranu, Stipi, Mateji i Ivanu, koji su pomogli u mjerenju i prikupljanju podataka. Također zahvala svim klubovima premijer ženske lige koji su omogućili igračicama dolazak na testiranje.

Također zahvaljujem članu Povjerenstva prof. dr. sc. Slobodanu Simoviću na konkretnim i korisnim sugestijama, kao i zamjenskom članu prof.dr.sc. Luki Milanoviću.

Hvala mojoj obitelji što ste uvijek bili uz mene kroz svaku fazu ovog rada, od samog upisa doktorskog studija do sadašnjeg trenutka. Vaša ljubav, strpljenje i podrška pružili su mi snagu u najtežim trenucima, a Vaša vjera u mene potaknula me da i sama vjerujem u vlastite sposobnosti.

Hvala mojoj majci Srećki i ocu Damiru što su uvijek isticali važnost obrazovanja i upornosti. Podrška i razumijevanje koje ste mi pružili bili su oslonac u svakom izazovu na ovom putu. Mom suprugu Frani i sinu Luki što su mi dali ljubav i strpljenje kad su rad, košarka, utakmice i reprezentacija oduzimali vrijeme koje sam htjela posvetiti i Vama. Također hvala mojoj sestri Paoli i bratu Marku što ste uvijek bili uz mene i odvajali svoje slobodno vrijeme kako bi se brinuli o mom sinu. Bez vaše podrške ovo istraživanje ne bi bilo moguće.

Ova disertacija rezultat je zajedničkog truda i premda je na naslovnici moje ime, ona pripada svima Vama.

Iva Borović Gregov

SAŽETAK:

Cilj ovog doktorskog rada bio je utvrditi u kojoj mjeri umor utječe na kinematičke parametre skok šuta za 2 i 3 poena kod vrhunskih košarkašica. Uzorak ispitanica činile su 32 najbolje hrvatske košarkašice, koje su dobrovoljno pristale na testiranje. To su igračice koje igraju na poziciji organizatora igre, bek šutera i krila. Mjerenje je provedeno na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu. Uzorak varijabli sastojao se od 17 kinematičkih parametara iz AWINDA sustava, proizvođača XSENSA, dviju varijabli mjerenih pomoću lopte 94 Fifty Smart Sensor Basketball te antropoloških i morfoloških varijabli.

Obrada kinematičkih podataka tijekom izvedbe izvršena je prema standardima programskog sustava XSENS, uvažavajući specifičnosti same motoričke kretnje. Za utvrđivanje razlika u kinematičkim pokazateljima ubacivanja lopte u koš skok šutom s različitih pozicija pod utjecajem umora koristilo se višerazinsko modeliranje (eng. *multilevel modeling*) za ponovljena mjerenja (MLwIN Y-304). Unutar pristupa višerazinskog modeliranja koristili su se Q-Q plotovi za utvrđivanje normalnosti reziduala pojedinih varijabli. Višestrukom logističkom regresijom (MedCalc v.20.009) ispitana je uloga pojedinih kinematičkih parametara u uvjetima umora kod košarkašica.

S obzirom na postavljene hipoteze H1 i H2, rezultati su pokazali da postoji statistički značajna razlika u određenim kinematičkim parametrima skok šuta za 2 i 3 poena prije i nakon opterećenja. Slično tome, hipoteze H3 i H4 pokazale su da u uvjetima umora veći kutovi u prijemu, a manje kutne brzine kinematičkih parametara smanjuju postotke uspješnosti šutiranja za 2 i 3 poena u košarkašica.

Iz rezultata je vidljivo da je statistički značajna razlika u šutu za 2 poena prije i poslije opterećenja dobivena u sljedećim varijablama: lakat, rame i kuk u trenutku prijema lopte, kutna brzina u ramenu, visina pelvisa, najviša točka izbačaja lopte te kut ulaska lopte u koš tijekom samog izvođenja skok šuta. U pogledu šuta za 3 poena u trenutku prijema, statistički značajna razlika utvrđena je u sljedećim varijablama: kuk, ručni zglob, zglob lakta, rameni zglob i koljeno, najviša točka izbačaja te kut ulaska lopte u koš tijekom faze izvođenja skok šuta.

Rezultati logističke regresijske analize ukazuju na postojanje statistički značajne razlike u varijabli koljeno u trenutku prijema lopte kod skok šuta za 2 poena, dok kod šuta za

3 poena statistički značajna razlika vidljiva je u varijabli ručnog zgloba tijekom izvođenja samog šuta.

Na temelju analiziranih rezultata šuteva za 2 i 3 poena, može se zaključiti da umor značajno utječe na promjene u kinematičkom obrascu izvođenja šuta, kao i na preciznost same izvedbe. S obzirom na to, potrebno je posvetiti pažnju skok šutu s različitih pozicija u košarkašica tijekom trenažnog procesa, kako bi se maksimalno poboljšala situacijska učinkovitost izvedbe igračica. Ovaj rad pruža i nove spoznaje za daljnja istraživanja, posebno na ženskim ekipama, kao i saznanja o tome kako što bolje istražiti područje samog umora i njegov utjecaj na šut za 2 i 3 poena kao iznimno važnog segmenta košarkaške igre.

Ključne riječi: košarka, kinematika, umor, košarkašice

ABSTRACT:

The aim of this doctoral thesis was to determine the extent to which fatigue affects the kinematic parameters of the two-point and three-point jump shot in elite female basketball players. The sample of participants consisted of 32 of the best Croatian female basketball players, who voluntarily agreed to participate in the testing. These tested female players play in positions of playmaker (point guard), shooting guard, and small forward. The measurement was carried out at the Faculty of Kinesiology in Zagreb. The sample of variables consisted of 17 kinematic parameters from the AWINDA system, produced by XSENS, two variables measured by using the 94 Fifty Smart Sensor Basketball, and anthropological and morphological variables.

The processing of kinematic data during the performance was carried out according to the standards of the XSENS software system, taking into account the specificities of the motor movement itself. Multilevel modeling for repeated measurements (MLwIN Y-304) was used to determine the differences in kinematic indicators of shooting the ball into the basket with a jump shot from different positions under the influence of fatigue. Within the multilevel modeling approach, Q-Q plots were used to determine the normality of the residuals of individual variables. Multiple logistic regression (MedCalc v.20.009) was used to examine the role of individual kinematic parameters in conditions of fatigue in female basketball players.

In terms of the set hypotheses H1 and H2, the results showed that there is a statistically significant difference in certain kinematic parameters of the two-point and three-point jump shot before and after load. Similarly, hypotheses H3 and H4 also showed that in conditions of fatigue, larger reception angles and smaller angular velocities of kinematic parameters reduce the percentages of successful two-point and three-point shots in female basketball players.

The results clearly indicate that there is a statistically significant difference in the two-point shot before and after load in the following variables: elbow, shoulder and hip at the moment of receiving the ball, angular velocity in the shoulder, pelvis height, the highest point of ball release, and the angle of the ball's entry into the basket during the jump shot execution. Regarding the three-point shot at the moment of reception, a statistically significant difference was determined in the following variables: hip, wrist, elbow joint, shoulder joint and knee, the

highest point of release, and the angle of the ball's entry into the basket during the jump shot execution phase.

The results of the logistic regression analysis indicate a statistically significant difference in the knee variable at the moment of receiving the ball in the two-point jump shot, while in the three-point shot, a statistically significant difference is perceived in the wrist variable during the execution of the shot.

Based on the obtained results of two and three-point shots, the conclusion can be made that fatigue affects certain changes in the kinematic pattern of shot execution, as well as the shot accuracy itself. Therefore, it is important to focus on the jump shot from different positions in female basketball players during the training process, in order to maximize the situational effectiveness of their performance. This thesis also provides new insights for further research, especially on women's teams, as well as knowledge on how to better research the area of fatigue itself, as well as its effect on the two and three-point shot, as a crucial segment in the game of basketball.

Keywords: *basketball, kinematics, fatigue, female basketball players*

SADRŽAJ

1. UVOD U PROBLEMATIKU DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	10
2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	23
3. METODE ISTRAŽIVANJA	24
3.1. Uzorak ispitanica:	24
3.2. Uzorak varijabli:	24
3.3. Način provedbe mjerenja:	27
3.4. Oprema za provedbu mjerenja:	30
3.5. Metode obrade podataka:	33
4. REZULTATI.....	35
4.1. Osnovna obilježja košarkašica	35
4.2. Kinematičke varijable po fazama skok šuta za 2 poena	36
4.2.1. Prva faza – prijem lopte; kutevi u gornjim i donjim ekstremitetima pri prijemu lopte za izvođenje skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja	36
4.2.2. Druga faza izvođenja skok šuta za 2 poena; izmjerene su maksimalne kutne brzine u gornjim i donjim ekstremitetima te ostale pripadajuće varijable prije i poslije opterećenja	39
4.2.3. Završna faza – doskok, nakon skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja	42
4.3.1. Prva faza – prijem lopte; kutovi u gornjim i donjim ekstremitetima pri prijemu lopte za izvođenje šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja	44
4.3.2. Druga faza izvođenja skok šuta za 3 poena; izmjerene su maksimalne kutne brzine u gornjim i donjim ekstremitetima te ostale pripadajuće varijable prije i poslije opterećenja	45
4.3.3. Završna faza – doskok pri skok šutu za 3 poena prije i poslije opterećenja	50
4.4.1. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) utjecaja kinematičkih varijabli na omjer izgleda za uspješnost skok šuta za 2 poena	52
4.4.2. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) utjecaja kinematičkih varijabli na omjer izgleda za uspješnost skok šuta za 3 poena	55
5. RASPRAVA	58
5.1. Kinematičke varijable skok šuta za 2 poena kroz tri faze	60
5.2. Kinematičke varijable skok šuta za 3 poena kroz tri faze	74
5.3. Analiza kinematičkih parametara uspješnosti skok šuta za 2 i 3 poena	87
(višestruka logistička regresijska analiza skok šuta za 2 i 3 poena)	87
6. ZAKLJUČAK.....	93
7. LITERATURA.....	95
ŽIVOTOPIS AUTORICE	116
POPIS OBJAVLJENIH RADOVA:	117

1. UVOD U PROBLEMATIKU DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Skok šut jedna je od najčešće korištenih tehnika šutiranja, a izvodi se iz različitih udaljenosti i zahtijeva dobro razvijene motoričke sposobnosti, posebice brzinu, eksplozivnost i preciznost (Matković, B. i sur., 2014). Nadalje, koš se može postići lijevom i desnom rukom, pogotovo kad govorimo o ubacivanju iz neposredne blizine, što ukazuje na to da igračica ima dobro razvijenu tehniku ubacivanja, dok se skok šut najčešće izvodi samo dominantnom rukom. Hank Loiseti sa Sveučilišta Stanford 1936. godine privukao je pozornost nacije jednoručnim načinom šutiranja u Madison Square Gardenu, a do tada je prevladavao dvoručni način šutiranja (Matković B. i sur., 2014). Skok šut kao element tehnike nastao je tijekom same igre, kroz nastojanja igrača da što prije nađu rješenja u novonastalim situacijama (Matković B. i sur., 2014).

Mnogo je elemenata u košarkaškoj tehnici i taktici s gledišta obrane i napada koji pridonose uspješnosti same igre. Manipulacija loptom obuhvaća skoro sve napadačke kretnje u košarci; od osnovnog stava do stava trostruke prijetnje, preko dodavanja, hvatanja, vođenja lopte i šutiranja. Mehanike rada ruku kod navedenih vještina gotovo su identične: završni kontakt s loptom vrše članci prstiju. Dodavanje je najbrži način prenošenja lopte i napadanja protivničke obrane. Vođenje lopte omogućuje prenošenje lopte kada protok dodavanjem nije moguće izvesti (Krause i sur., 2009).

Košarka je igra brzih reakcija ruku, nogu i cijelog tijela, koji se koriste u pravom trenutku, što je s obrambenog gledišta vrlo bitno. Obrana je faza igre u kojoj ekipa nije u posjedu lopte. Odnosi se na određivanje obrambenih zadaća, a ovisi o igračkoj poziciji, specifičnim motoričkim sposobnostima i kvaliteti tehničko-taktičkih vještina. Uspješnost izvedbe obrambenog stava ovisi o razvijenosti motoričkog prostora (agilnosti, sposobnosti reakcije, ravnoteže i koordinacije). Dio obrambene tehnike čine zgrađivanje i skok te razne taktičke obrambene formacije, od obrana čovjek na čovjeka do zonskih i kombiniranih obrana.

Za razliku od ubacivanja, šutiranje omogućuje upućivanje lopte prema košu s većih udaljenosti. Početna pozicija izvođenja skok šuta je iz stava trostruke prijetnje. Ta pozicija omogućuje igračici šut na koš, vođenje lopte i dodavanje. Lopta se nalazi na strani dominantne ruke s flektiranom šakom na stražnjoj polutci lopte, lakat dominantne ruke nalazi se uz tijelo, a podlaktica je paralelna s podlogom. Druga ruka pridržava loptu s unutarnje strane, a kut između nadlaktice i podlaktice iznosi 90 stupnjeva. Stav iz kojeg se izvodi element paralelan je, uz manje odstupanje, jer je noga na strani ruke kojom igračica šutira ponekad pomaknuta malo prema naprijed. U takvoj poziciji nogu, raspodjela težine tijela je oko 55:45 na prednjoj nozi. Tijekom sunožnog odraza, dolazi do opuštanja donjih ekstremiteta u svim zglobnim segmentima.

Za to vrijeme lopta se dovodi u centralnu poziciju šuta polukružnom kretnjom. Položaj ruke u centralnoj poziciji šuta mora biti takav da je lakat uvijek usmjeren prema košu i ne smije biti zakrenut ni u jednu stranu, već je usmjeren prema meti (košu). Kut u laktu prije izbačaja iznosi oko 90 stupnjeva. Nakon što tijelo dođe u najvišu točku odraza (tzv. „nultu točku” ili točku „mirovanja”), vrši se opuštanje ruke u zglobu lakta koji je usmjeren u pravcu koša. Konačni pravac i rotaciju lopti daje funkcija zgloba šake, a loptu iz ruke ispuštaju članci prstiju. Tijekom izvođenja skok šuta tijelo je u fazi leta u zraku potpuno mirno, čime se izolira pokret i tako pozitivno utječe na preciznost. Ruka je nakon izbačaja potpuno opuštena, a kažiprst i srednji prst ostvaruju zadnji kontakt s loptom. Pogled je uvijek usmjeren prema košu, a element završava uravnoteženim sunožnim doskokom na tlo (Matković i sur., 2014).

Najčešće pogreške koje se javljaju kod skok šuta su: dvotaktno šutiranje (podrazumijeva situaciju u kojoj igračica prvo izvodi podizanje lopte u centralnu poziciju skok šuta dok je još uvijek u kontaktu s podlogom), zabacivanje lopte iza glave, nepotpuno opuštanje ruke i nedostatak završetka izbačaja iz zgloba šake, lakat u centralnoj poziciji nije usmjeren prema košu i jednonožni skok.



Slike 1., 2., 3. i 4. Prikazi tehnike skok šuta

Prikaz stava trostruke prijetnje (Matković i sur., 2014).

Prikaz polukružne kretnje lopte do centralne pozicije skok šuta (Matković i sur., 2014).

Motorika skok šuta ovisi o nizu međusobno povezanih kondicijsko-motoričkih, biomehaničkih i psiholoških faktora. Skok šut kompleksan je element koji zahtijeva koordinaciju cijelog tijela i promatranje svake faze samog skok šuta. Uzastopnim ponavljanjem te postignutim automatizmom može se unaprijediti tehnika izvođenja. Prostorni pokazatelji su položaj tijela, pravac kretanja, putanje ključnih točaka gibanja i kutni odnosi između poluga, odnosno pojedinih dijelova tijela u pojedinim sekvencama gibanja. Vremenski pokazatelj je vrijeme izvedbe dijelova ili ukupne strukture kretanja. Prostorno-vremenski pokazatelji odnose se na brzinu koja označava prijeđeni put u jedinici vremena i ubrzanje kao prirast brzine u jedinici vremena (Milanović, 2010). Usto, preciznost mora biti

prisutna kod dodavanja i vođenja lopte ako je cilj da ti elementi tehnike budu uspješno izvedeni kao preduvjet dobrom šutiranju (Matković BR. i sur., 2005). Šutiranje s većih udaljenosti svakako zahtijeva veću preciznost (Okazaki i sur., 2012., Elliotte 1992). Preciznost skok šuta ne ovisi o jednom čimbeniku, već o kombinaciji različitih (Podmenik, N. i sur., 2017., Okubo i Hubbard, 2015, Rojas i sur., 2015, Satti, 2004).

Snaga, elastičnost i izdržljivost mišića koji pomažu u ravnotežnom i preciznom skok šutu također utječu na kvalitetu i postotak skok šuta (Canli i Çalik 2018, Coskun, 2016). Jedan dio uspješnog šutiranja zasigurno je povezan s povjerenjem u suigrače nakon dodane lopte i vlastitim samopouzdanjem, dok je drugi povezan s učenjem i treniranjem. Košarka od igrača zahtijeva fizički kontakt i razne situacije kao što su ubrzanja, skokovi, doskoci, promjene smjera, prodori na koš i kretanja u obrambenom stavu (Notarnicola i sur., 2015, Ben Abdelkrim i sur., 2007). Sve te radnje vrlo često izvode se u ograničenom prostoru te zahtijevaju brzu kretanju, visoku razinu koordinacije i snagu.

Otkako je James Naismith 1891. godine izumio košarkašku igru došlo je do značajnih promjena pravila kako bi igra postala atraktivnija za igrače i publiku, što je neminovno dovelo do promjena u treningu, pa tako i u fiziološkom profilu igrača. Modifikacije pravila 2000. godine uključivale su smanjenje vremena dopuštenog u stražnjem polju s 10 na 8 sekundi te vrijeme napada s 30 na 24 sekunde, dok se vrijeme igre s 2 x 20 minuta izmijenilo u 4 x 10 minuta, a linija 3 poena pomaknuta je sa 6,25 m na 6,75 m (Pluta i sur., 2014). Promjene pravila rezultirale su većim brojem posjeda lopte, a samim time i većim brojem postignutih koševa po utakmici (Šrumbelj i sur., 2013).

S obzirom na složenu prirodu košarkaške igre, tehničkim i taktičkim sposobnostima, provedene su studije u vezi s tehničkim vještinama kao što je skok šut (Padulo i sur., 2015). Utvrđene su razlike prema igračkim pozicijama kod nižih igrača; organizatori igre i krila najčešće i najpreciznije šutiraju slobodna bacanja i skok šut za 2 poena, dok su organizatori igre najprecizniji u šutu za 3 poena (Ardigo i sur., 2018., Ortega i sur., 2006). Mnogo je više istraživanja provedeno s košarkašima u odnosu na košarkašice. Košarka je znatno evoluirala u pogledu šutiranja za 3 poena kada je riječ o igračima koji igraju unutarnje pozicije, pogotovo poziciju broj četiri (krilni centar), a u novije vrijeme i centri. Najbolji je primjer muška seniorska reprezentacija Španjolske, koja je u periodu od 2009. do 2022. godine čak četiri puta osvojila Europsko prvenstvo, 2019. godine Svjetsko prvenstvo u Kini te još tri olimpijske medalje, dvije srebrne i jednu brončanu, tada predvođena braćom Marc i Pau

Gasol (igrač uvršten u Košarkašku kuću slavnih), Jorgeom Garbajosom (sadašnji predsjednik Međunarodne košarkaške federacije (FIBA Europe) i kasnije braćom Hernangómes. To su sve igrači na visokim pozicijama, koji su vanjskim šutom otvarali igru. Danas kada pogledamo Euroligu (natjecanje u muškoj i ženskoj kategoriji) svaka momčad/ekipa na poziciji četvorke ima igrača/icu koji su odlični šuteri, a neki čak i centre koji imaju dobar šut s vanjskih pozicija.

U modernoj košarkaškoj igri skok šut jedan je od glavnih napadačkih opcija trenera (Rojas i sur., 2000., Hay, 1994). U ACB-u, španjolskoj košarkaškoj ligi za koju se smatra da je najjača u Europi, čak 41 % svih ubačaja iz igre u sezoni 1996./1997. bili su koševi postignuti šutiranjem za 2 i 3 poena, a ostalo su činila slobodna bacanja i ubacivanja u koš iz neposredne blizine (osnovno ubacivanje – košarkaški dvokorak), polaganjem, horog šutom te ostalim tehnikama koje se koriste u neposrednoj blizini koša (Rojas i sur., 2000., Hess, 1980).

Zanimljivo istraživanje objavili su Oudejans i sur., 2012., koji su iznijeli statističke podatke WNBA lige (eng. *Women's National Basketball Association*) u sezoni 2010./2011., koji su ukazivali da je 34 % šuteva bilo unutar 2 metra od koša (uključujući polaganje, zakucavanje i horog šuteve), a čak 66 % izvedeno je s udaljenosti veće od 2 metra u odnosu na obruč. Takva razlika u postocima može se objasniti stilom igre u najjačoj ligi svijeta u odnosu na Europu. U WNBA ligi dominira brža, dinamičnija i eksplozivnija igra s mnogo kontranapada i brzih završetaka akcija u odnosu na Europu, gdje su učestaliji pozicijski napadi te spuštanje lopte na tzv. visoke igrače koji se nalaze u neposrednoj blizini koša.

Isti autori ukazuju na statistiku NBA lige (eng. *National Basketball Association*), koja upućuje na to da se postotak šutiranja može razlikovati ovisno o akcijama prije izvođenja skok šuta. Postotak uspješnog šutiranja za 3 poena nakon dodavanja iznosio je 41 % u usporedbi s 36 % kod šutiranja nakon driblinga ekipe Sacramento Kings u sezoni 2004./2005. Preciznost igrača koji šutiraju nakon driblinga ili dodavanja može ovisiti o više faktora. Kada govorimo o šutiranju nakon dodane lopte, ruke igračica koje primaju loptu moraju biti spremne kako bi prijem lopte bio miran i kontroliran. Stabilan stav pomaže u ravnoteži tijekom samog šuta, a u trenutku prijema pogled mora biti usmjeren na koš. Važno je da stopala budu usmjerena prema košu, kako bi igračica mogla što prije skočiti i izvesti skok šut bez dodatnog namještanja. Kvalitetan skok šut nakon dodavanja ovisi o tehničkoj pripremljenosti, brzini reakcije, ravnoteži te sposobnosti igračice da učinkovito iskoristi silu reakcije podloge kako bi izvela precizan i brz skok šut.

Skok šut nakon vođenja lopte zahtijeva specifične tehničke vještine koje omogućuju jednostavan prijelaz iz vođenja lopte u skok šut. Vođenje lopte mora biti potpuno kontrolirano. Igračica mora biti sposobna voditi loptu s optimalnom brzinom i intenzitetom kako bi bila spremna brzo prijeći iz driblinga u skok šut. Bez dobre kontrole lopte prijelaz će biti spor ili nesiguran, što obrani daje više vremena za reakciju (gubitak posjeda lopte). Jedna od ključnih vještina kod skok šuta nakon vođenja lopte je sposobnost brzog i stabilnog zaustavljanja nakon vođenja lopte, bez gubitka ravnoteže. Nakon zaustavljanja, igračica mora brzo prijeći u stav trostruke prijetnje, što uključuje postavljanje stopala prema košu, fleksiju u zglobov koljena kako bi mogla izvesti skok, a tijekom samog skoka, podizanje lopte u centralnu poziciju. Ponekad igračica može iskoristiti zamah dodavanja ili dobru fazu amortizacije nakon vođenja lopte za povećanje dinamike u šutu. Ako je igračica nesigurna ili oklijeva, izgubit će ritam i dovesti obranu u bolji položaj. Samopouzdanje i spremnost za brzu reakciju ključni su za uspješan skok šut.

Izmjene pravila košarkaške igre promijenile su fizičke i tehničko - taktičke zahtjeve košarke te je učinile bržom i atraktivnijom, što uzrokuje veće fiziološko opterećenje sportaša. Tijekom utakmice zabilježeno je gotovo 1000 promjena aktivnosti, što je u prosjeku iznosilo manje od 3 sekunde trajanja za svaku aktivnost (Matković i sur., 2010).

Opsežno istraživanje vrsta aktivnosti u košarci proveli su McInnes i sur. 1995. godine na utakmicama australske nacionalne lige. Utakmice su igrane po pravilima NBA lige. Autori su kretanje podijelili u osam skupina: stajanje, hodanje, trčkanje, trčanje, sprint, *shuffle*, tj. klizno kretanje, kretanje unatraske i skok. Za svaku aktivnost zabilježena je učestalost ponavljanja i trajanje. Zanimljivi su podaci dobiveni za sprint, pri čemu je najdulji trajao 5,5 sekundi, a ukupno je samo 5 % sprinteva trajalo dulje od 4 sekunde, dok je većina njih (51 %) trajala je od 1,5 do 2 sekunde. Analizom kretanja pokazalo se da se ove kratke aktivnosti izvode s različitom frekvencijom ovisno o položaju igrača na terenu te njihovim individualnim karakteristikama (Abdelkrim i sur., 2007). U usporedbi s nekim drugim raširenim sportskim igrama, košarka zahtijeva više izmjena različitih aktivnosti, kao i češće promjene intenziteta, što je vjerojatno povezano i s veličinom terena koja nužno smanjuje mogućnost duljeg trčanja uz konstantnu brzinu (Matković, 2010.).

Promatrajući košarkašku igru s fiziološkog gledišta, može se pretpostaviti da je igračima potreban dobro razvijen aeroban i anaeroban kapacitet. Aeroban kapacitet zastupljeniji je kada je riječ o brzom oporavku organizma u kratkim periodima odmora

(minuta odmora, slobodno/a bacanje/a itd.), dok je anaeroban zastupljeniji za vrijeme igre kroz stalna ubrzanja, promjene smjera te skokove u fazi obrane i napada (Borović i sur., 2016, Matković i sur., 2010).

U velikom broju istraživanja u kojima se analizirao uspjeh košarkaša, anaerobni kapacitet i izdržljivost bili su prepoznati kao dominantni činitelji (Matković BR i sur., 2005). Nadalje, Hoffman i Maresh (2000.) tvrde da uspješna košarkaška igra ovisi o anaerobnim spopsobnostima. Hoffman (2003.) utvrđuje da ovakvi donekle suprotni zaključci upućuju na postojanje različitih stilova košarkaške igre u Americi (NBA liga, NCAA) i drugim zemljama, kao i na razlike između muške i ženske igre. Premda su McInnes i sur., 1995. godine utvrdili da samo 15 % aktivnosti košarkaša čine aktivnosti najvišeg intenziteta, upravo za takve aktivnosti potvrđeno je da najviše doprinose uspjehu i mogu odrediti pobjednika.

U sportskim igrama vrlo je teško odrediti egzaktno pokazatelje intenziteta aktivnosti, no često se koristi frekvencija srca. Istraživanja provedena na različitim uzorcima košarkaša ukazuju da broj otkucaja srca tijekom košarkaške utakmice u prosjeku iznosi 87 % od maksimalnog, koji iznosi 165 ± 9 otk./min. Najviša zabilježena frekvencija srca bila je 188 ± 7 otk./min (Rupčić i sur., 2015, McDougal, J, i sur, 1991, Montgomery i sur., 2010). U košarkašica otkucaji srca iznosili su oko 165 ± 9 otk./min u prosjeku, odnosno 89,1 % od maksimalne frekvencije (Rupčić i sur, 2015, Matthew D. i sur., 2009). Igračice WNBA lige prosječno su imale frekvenciju srca za vrijeme čiste igre $177 \pm 0,3$ otk./min, što je činilo 91,3 % od njihove maksimalne frekvencije srca (Matković, i sur., 2005, Metacalfe i sur., 1999). Visoke zabilježene frekvencije srca su kontradiktorne s analizom aktivnosti same igre, gdje je rečeno da samo 15 % aktivnosti čine aktivnosti visokog intenziteta. Povećanje frekvencije srca izazivaju aktivnosti kao što su: skok za loptom, šutiranje, dodavanje i zadržavanje pozicije u kontaktu s protivničkim igračem (Matković, 2010).

Važno je naglasiti da su uočene i razlike između varijacija u kretanju frekvencije srca. To se može povezati s tjelesnom pripremljenošću samih igračica, njihovim zadacima na samom terenu te vremenom koje je određena pojedinka provela na terenu. Ardigo i sur. 2018. utvrdili su da se na 80 % maksimalne frekvencije srca preciznost za 3 poena smanjuje se za više od 20 %. Šut za 3 poena ima poseban značaj jer predstavlja oko 16 % koševa tijekom utakmice (Slawinski i sur., 2015, Guo i sur., 2004). Kako bi utvrdili da fiziološki pokazatelji za vrijeme igre na utakmicama ovise i o poziciji u igri, Rodríguez-Alonso i sur. 2003. godine izvršili su komparativnu analizu frekvencije srca. Najviše prosječne vrijednosti frekvencije

srca za vrijeme utakmica različitih razina natjecanja za vrijeme igre zabilježile su igračice na poziciji beka, potom su slijedile krilne igračice, dok su centri su imali najslabiji odgovor srčano-žilnog sustava.

Podaci s Olimpijskih igara 2012. godine pokazali su da se utakmice uglavnom dobivaju s vodstvom od najmanje pet poena razlike. Neizvjestan rezultat pri kraju utakmice povećava stres kod igračica, koje preciznim ubačajima, pokušavaju prevladati svoja psihička i fizička ograničenja te doprinijeti ekipi uspješnim skok šutom. (Slawinski i sur., 2018, Bar-Eli i sur., 2006). Analiza 74 utakmice Svjetskog prvenstva u košarci 2010. godine ukazuje je da je prosjek upućenih šuteva za 3 poena tijekom posljednjih pet minuta utakmice bio značajno viši u timovima koji su pobjeđivali u odnosu na poražene ekipe (Slawinski i sur., 2018, Malarranha i sur., 2013).

Koncentracija laktata u krvi pokazatelj je temeljem kojeg se može približno procijeniti koji se izvori energije koriste pri određenoj aktivnosti (Matković, BR. i sur., 2005). Dosadašnja istraživanja ukazuju su da je igračima koncentracija laktata tijekom aktivne igre u prosjeku bila oko $6,8 \pm 2,8$ mmol/l, a pojedinačni rezultati dosežu i do $13,2$ mmol/l (Rupčić i sur., 2014, Narazaki i sur., 2008). U košarkašica prosječna količina koncentracije laktata iznosila je $5,2 \pm 2,7$ mmol/l (Matthew i sur., 2009). Intenzitet same košarkaške utakmice značajno utječe na razinu laktata, gdje se vidi da košarkaši imaju znatno više vrijednosti u odnosu na košarkašice. S gledišta pozicije koju igraju, najveću koncentraciju laktata u krvi imale su igračice na poziciji beka ($5,7 \pm 2,1$ mmol/l), pa krila ($4,2 \pm 2,1$ mmol/l), a najmanju centri ($3,9 \pm 2,0$ mmol/l) (Rodríguez-Alonso i sur., 2003). Ovakve razlike u koncentraciji laktata mogu se povezati s različitim zadacima igračica ovisno o igračkoj poziciji. Bekovi imaju nešto izraženije vrijednosti rezultata, jer su njihove kretnje tijekom same igre intenzivnije i brže od ostalih igračica. Sagledavajući rezultate provedenih istraživanje može se pretpostaviti da su fiziološki zahtjevi vrhunske košarkaške utakmice značajni, te da podrazumijevaju veliko opterećenje za kardiovaskularni sustav i metabolički kapacitet igrača i igračica.

Umor je složen proces koji se definira kao smanjenje sposobnosti kontrakcije mišićne sile ili snage izazvano tjelesnom aktivnošću. Umor može uzrokovati promjene na mišićnoj razini (periferni umor) te smanjenu aktivnost središnjeg živčanog sustava za potrebu prijenosa motoričkih neurona, tzv. središnji umor (Freitas, T.T. i sur., 2016, Enoka i sur., 1992, Gandevia, 2001). Usto, umor se može manifestirati kao opadanje tehničke izvedbe ili ishoda

određene motoričke sposobnosti koja se može izmjeriti kao brzina ili preciznost (Freitas, T.T. i sur., 2016, Kincker i sur., 2011, Linnamo i sur., 1998).

Jedna od mogućnosti kojima se potencijalno može procijeniti intenzitet rada (a samim time i umora) primjena je Borgove skale. Riječ je o skali samoprocjene opterećenja. Subjektivni osjećaj opterećenja testirana je i potvrđena metoda za prepoznavanje i određivanje intenziteta pojedinih vježbi, treninga ili natjecanja te je također osobni spontan način određivanja fizičkih i psiholoških granica izdržljivosti. Percepcija napora je individualna, odnosno razlikuje se od čovjeka do čovjeka, a temelji se prvenstveno na proprioceptivnim osjetima i iskustvu. Također, ovisi i o fizičkim i okolinskim uvjetima (Pejnović, A, 2017).

Sportaši reagiraju na umor ubrzanim donošenjem odluka, čime se smanjuje točnost odlučivanja (Padulo i sur., 2014, Thomson i sur., 2009). U sportu, kao i u sportskoj znanosti, učinci umora sve više privlače pozornost. Ono što najviše zabrinjava sportske djelatnike, a ponajviše igrače, jest velik broj teških ozljeda, zbog preopterećenog rasporeda utakmica, a premalo dana za oporavak i regeneraciju. Loša percepcija, odluka ili reakcija sportaša kod određenih kretnji izglednija je kada je sportaš umoran, jer su središnji i periferni živčani mehanizmi obrade odgovora na reakciju ugroženi (Ardigo i sur., 2018, Borotikar i sur., 2008). Propriocepcija ima važnu ulogu u održavanju funkcionalne stabilnosti zglobova (Tsuda i sur., 2001.), pogoršanje propriocepcije kao posljedice fizičkog umora može predstavljati rizik od ozljede (Lattanzio i sur., 1997, Skinner i sur., 1986). Štoviše, u mnogim dodatnim istraživanjima i analizama pokazalo se da umor negativno utječe na propriocepciju zglobova (Voight i sur., 1996, Blasier i sur., 1993), i da narušava neuromišićnu kontrolu u donjim ekstremitetima.

Kod svakog pojedinca umor se manifestira na različite načine, a njegovo nastajanje ne ovisi o stvarnom biološkom stanju sportaša, jer mozak koristi simptome umora kao ključne regulatore za zaštitu tijela od potencijalnih oštećenja (Noakes, 2012). Kompenzacijski mehanizmi na raznim razinama neuromišićnog sustava mogu djelovati na odgodu učinka umora, čime se produljuje točnost motoričke aktivnosti (Forestier i Nougier, 1998, Enoka i Stuart, 1992). Sveobuhvatna definicija umora ima više dimenzija, a može se sagledati kao mentalni ili fizički umor.

Mentalni umor predstavlja psihobiološko stanje uzrokovano produljenim razdobljima zahtjevnih kognitivnih aktivnosti i utječe na mnoge aspekte svakodnevnog života. Karakterizira

ga smanjenje sposobnosti koncentracije, pažnje i donošenja odluka, uz osjećaj mentalne preopterećenosti i smanjene motivacije. Mentalni umor može utjecati na izvedbu i emocionalno stanje te često izaziva osjećaj iscrpljenosti i smanjene učinkovitosti u obavljanju zadataka (Custem V. i sur., 2017).

Mentalni umor u košarci može se promatrati kroz prizmu slobodnog bacanja. Psihološki čimbenici donekle utječu na uspješan postotak realizacije slobodnog bacanja. Istraživanja (Kozar, B. i sur., 1994), ukazuju da slobodna bacanja obuhvaćaju znatno veći postotak ukupnih koševa postignutih tijekom posljednjih 5 minuta u odnosu na 1. do 35. minute utakmice, što potvrđuje relevantnost mentalnog umora i važnost oporavka. Kada je rezultat utakmice izjednačen, jedno pogođeno slobodno bacanje može napraviti razliku i doprinijeti pobjedi ekipe.

Fizički umor definira se kao nesposobnost mišića za održavanje potrebne razine snage za vrijeme vježbe. Alternativno, može se definirati i kao smanjenje mišićne sposobnosti stvaranja sile uslijed vježbanja (Nezhad i sur., 2015, Ahsberg i sur., 2000, Akerstedt i sur., 2004, MacIntosh i sur., 2005, Edwards, 1981, Friedman i sur., 2007, Lorist i sur., 2002, Kallenber i sur., 2007). Istraživanja pokazuju da umor negativno djeluje na centralni živčani sustav, mišiće, kognitivne sposobnosti (Fleury i sur., 1987.), na vrijeme reakcije i donošenje odluka tijekom utakmica (Fery i sur., 1997). Neizostavni je dio košarkaške igre koji smanjuje izvedbu, koordinaciju i sposobnost igrača (Forestier i Nougier 1998, Ivoilov i sur., 1981, Kellis i sur., 2006, Lyons i sur., 2006), utječe na realizaciju košarkaških elemenata, na preciznost dodavanja (Lyons i sur., 2006), visinu skok šuta, kao i preciznost šutiranja na koš (Erčulj i Supej, 2009). Utvrđivanje šuterske preciznosti nameće se igračima i trenerima kao imperativ, posebno uzimajući u obzir činjenicu da je preciznost šutiranja na koš jedan od faktora razdvajanja uspješnih i manje uspješnih timova (Pojskić i sur., Trninić i sur., 2002).

Košarkaši općenito imaju visoku sposobnost brzog kretanja, skakanja, koordinirajući pokrete donjih i gornjih ekstremiteta te trupa (Kamandulis i sur., 2013). Za postizanje učinkovite košarkaške izvedbe važno je razumjeti tjelesne prilagodbe i kompenzacije tijekom akutnog umora. Košarkaši moraju biti sposobni učinkovito obavljati specifične zadatke u uvjetima fizičkog umora koji se javlja tijekom različitih intenziteta igre (Kamandulis i sur., 2013). Moderna košarka zahtijeva igračiće sposobne igrati na nekoliko pozicija tijekom utakmice. To podrazumijeva donošenje odluka pod umorom, u vrlo kratkom vremenskom

roku (istek napada) te uz obranu jednog ili dvojice obrambenih igrača na lopti (Oudejans i sur., 2005).

Kinematička simulacija raznih sportskih aktivnosti može se smatrati vrlo dobrim alatom za znanstvena istraživanja sportskih igara, u ovom slučaju košarke. Osobito je značajna jer pridonosi cjelovitoj analizi kvalitativne razine izvođenja pojedinog tehničko-taktičkog elementa. Takve spoznaje omogućavaju bolje razumijevanje karakteristika pojedinog sporta te time utječu na modeliranje programa i povećanje stupnja tehničko-taktičkih znanja i vještina. Kinematička analiza gibanja podrazumijeva određivanje precizno definiranih prostornih, vremenskih i prostorno-vremenskih veličina i odnosa između segmenata tijela, tijela sportaša i podloge te predmeta odnosno projektila u prostoru u nekoj strukturi gibanja, u izvedbi tehničkog ili tehničko-taktičkog elementa (Milanović, 2010).

Uspješnost šutiranja lopte u koš ovisi o kinematičkim parametrima izvedbe. Potrebno je postići optimalnu visinu izbačaja lopte i uzletni kut koji ovisi o pravilnosti izbačaja lopte. Osim toga, lopta treba dobiti potrebno početno ubrzanje i rotaciju koji su u skladu s horizontalnom udaljenošću mjesta šutiranja od koša (Milanović, 2010). Samo velikim brojem ponavljanja tijekom treninga igračica može smanjiti variranje određenih parametara i uspostaviti vještinu izvedbe skok šuta koja joj osigurava visoki postotak uspješnosti u trenažnim, a kasnije i natjecateljskim uvjetima. Biomehanička istraživanja daju nam uvid u detaljnu tehniku šutiranja i pomažu u poboljšanju same učinkovitosti koju kreiramo modeliranjem treninga šuta. Ovakav način razmišljanja i implementacije biomehanike tj. kinematike i gore navedene fiziologije u sami trenažni proces omogućit će trenerima da njihova subjektivna procjena potencijalnih pogrešaka igračica nije jedini kriterij, već objektivna mjerenja mogu potvrditi ili demantirati njihovu subjektivnu ocjenu izvedbe skok šuta.

Najvažniji aspekti učinkovitog šutiranja na koš su visina izbačaja, brzina ispuštanja lopte i kut pod kojim lopta ulazi u koš (Podmenik N. i sur., 2017, Brancazio 1981, Miller i Bartlett, 1996). Veća udaljenost od koša zahtijeva veću preciznost (Elliotte, 1992, Okazaki i sur., 2004.), jer se cilj, u ovom slučaju koš, projekcijski smanjuje kako se povećava udaljenost šutiranja lopte prema košu. Šutevi koji se izvode s velikih udaljenosti zahtijevaju veći impuls sile kako bi se lopta usmjerila prema košu (Miller i Bartlett, 1993, Satern, 1993, Walters i sur., 1990).

Kod košarkašica karakterističan je manji kapacitet stvaranja sile prilikom šutiranja nego kod košarkaša (Elliotte, 1992). Košarkaši imaju veću mišićnu masu, pogotovo s aspekta ramenog pojasa, ruku i trupa što im omogućuje veću proizvodnju sile. Prilikom šuta košarkašice se pomiču korak naprijed, što dovodi do pomicanja centra težišta tijela prema naprijed, što može biti problematično zbog pozicije obrambene igračice, koja se nalazi vrlo blizu i pokušava spriječiti šutiranje lopte prema košu.

Čimbenici koji utječu na kojoj se visini lopta izbacuje svakako su tjelesna visina samog izvođača, visina odraza i ostale antropološke karakteristike igrača. Visina na kojoj igrač ispušta loptu, odnosno prestaje kontakt lopte s člancima prstiju tijekom šutiranja značajno se smanjuje s povećanjem udaljenosti (Rupčić i sur., 2016). Slični rezultati utvrđeni su i za kut izbačaja lopte tijekom šutiranja (Miller i Bartlett 1996, Okazaki i Rodacki, 2012). Jedini od navedenih parametara čije se vrijednosti povećavaju s udaljavanjem od koša je brzina izbačaja. Utvrđeno je da se zbog povećanja kutnih brzina u pojedinim zglobovima donjih i posljedično gornjih ekstremiteta povećava i brzina izbačaja (Rupčić i sur., 2016, Satern, 1993). Kao odgovor na povećanje udaljenosti od koša, Elliotte i White 1989. godine izvijestili su o većim kutnim brzinama u ramenom zglobu te amplitudama pokreta oko ramenog i ručnog zgloba. Slično tome, Miller i Bartlette 1993. godine uočavaju veću fleksiju u ramenom zglobu, opružanje ruke u zglobu lakta i pomicanje centra težišta tijela prema košu.

Kada je igrač pod pritiskom obrambenog igrača, utvrđeno je da dolazi do povećanja kuta izbačaja lopte, dok se vrijeme potrebno za izvođenje šuta, odnosno ispuštanje lopte, smanjuje. Također, dolazi do promjena u poziciji šuta, koje se očituju u povećanju kuteva u zglobu koljena i ramenom zglobu (Rojas i sur., 2000). Do takvih promjena dolazi jer se sama tehnika izvedbe skok šuta narušava prisutnošću protivnika. Kako bi se taj problem riješio, odnosno poboljšala situacijska efikasnost, trening treba provoditi sukladno situacijama u igri, a prisutnost obrambenog igrača svakako je jedan od važnih kriterija.

Aktivnu poziciju obrambenog igrača u odnosu na igrača koji šutira istraživali su Borović i sur. 2016. godine te dobili statistički značajne razlike sljedećih kinematičkih parametara: vrijeme šuta, visina odraza, trajanje kontakta s podlogom te trajanje koncentrične i ekcentrične faze. Navedeni rezultati ukazuju na to da igrači, pod pritiskom obrane, izvode ekcentričnu i koncentričnu fazu šuta u kraćem vremenskom intervalu, čime se smanjuje trajanje kontakta s podlogom. Kako bi se lopta što prije uputi prema košu, dok se obrambeni igrač nije uspio postaviti u idealnu poziciju za blokadu skok šuta.

Trajanje kontakta s podlogom, visina odraza, trajanje skok šuta i kut ulaska lopte u koš, samo su neki od parametara za koje se smatra da uvelike utječu na situacijsku efikasnost svakog igrača tijekom šutiranja (Fontanella, 2006, Krause i sur., 2009). Značajnost visine odraza može se objasniti na način da igrači s loptom izvode željeni skok šut s većim vertikalnim odrazom i na taj način spriječavaju obrambenog igrača da dođe do pozicije blokiranja šuta. Visina skoka značajno ovisi o nizu fizičkih i biomehaničkih faktora, uključujući mišićnu snagu, eksplozivnost, tehniku skoka te sposobnost tijela da proizvodi i koristi silu iz nogu. Žene imaju prosječno niže vrijednosti skoka zbog bioloških razlika, uključujući manju mišićnu masu, niže razine testosterona i drugačiju anatomsku strukturu tijela (Wilmore, 2004).

Trajanje kontakta s podlogom istraživali su Rupčić i sur. 2016. godine, a utvrdili su da s povećanjem udaljenosti od koša dolazi do smanjenja vremenskog perioda kontakta igrača s podlogom. Šut s veće udaljenosti zahtijeva više snage i energije kako bi lopta prešla veću udaljenost do koša. Kako bi proizveli dovoljnu silu, igrači koriste snažniji i eksplozivniji pokret nogu. Ovdje se može uzeti u obzir da su ispitanici bili kadetskog uzrasta, pa konačni zaključci uvelike ovise o razini usvojenosti same tehnike i razvijenosti muskulature. Analiza reakcijskih sila koje djeluju na igrače prilikom šutiranja pruža podatke koji se odnose na fazu odraza i doskoka (McClay i sur., 1994). Većina informacijskih analiza odnosi se na fazu odraza koja nam daje podatke o visini skoka, vremenu kontakta s podlogom i jakosti donjih ekstremiteta. Segment koji je manje obuhvaćen analizama i podacima je faza doskoka. On je jednako važan i trebao bi biti kontroliran, po mogućnosti sunožan zbog postizanja ili održavanja ravnoteže. „Rizični doskoci” koji su danas sve učestaliji zbog dobrih obrana (doskok u kontaktu), mogu izazvati velika opterećenja u donjim ekstremitetima, što dovodi do lokalnih preopterećenja i ozljeda. Raniji kontakt pete s podlogom povećava silu udara, zato se preferira doskok na prednji dio stopala, preko srednjeg dijela stopala do pete, u odnosu na doskok na puno stopalo (Struzik i sur, 2014, DeVita i sur, 1992, Bober i sur., 2002).

2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je utvrditi koliko umor utječe na kinematičke parametre skok šuta za 2 i 3 poena u vrhunskih seniorskih košarkašica. Dobivene spoznaje o ulozi umora na pojedine kinematičke parametre pokazat će njegov utjecaj na cijeli kinematički sustav, od skočnog zgloba do izbačaja lopte iz zgloba šake.

H1 – Nakon umora uzrokovanog fiziološkim opterećenjem dolazi do značajnog smanjenja vrijednosti kinematičkih parametara skok šuta za 2 poena u vrhunskih seniorskih košarkašica

H2 - Nakon umora uzrokovanog fiziološkim opterećenjem dolazi do značajnog smanjenja vrijednosti kinematičkih parametara skok šuta za 3 poena u vrhunskih seniorskih košarkašica

H3 – U uvjetima umora veći kutvi u prijemu, a manje kutne brzine kinematičkih parametara smanjit će izgled za uspješnost šutiranja za 2 poena u vrhunskih seniorskih košarkašica

H4 - U uvjetima umora veći kutevi u prijemu, a manje kutne brzine kinematičkih parametara smanjit će izgled za uspješnost šutiranja za 3 poena u vrhunskih seniorskih košarkašica

3. METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Uzorak ispitanica:

Uzorak ispitanica činile su 32 vrhunske seniorske košarkašice u Hrvatskoj koje su dobrovoljno dale pisani pristanak za testiranje. Igračice koje su ispitane igraju na poziciji organizatora igre, bek šutera i krila. Visoke hrvatske košarkašice rijetko šutiraju iz većih udaljenosti odnosno za 3 poena. Ograničen broj takvih igračica koje šutiraju za 3 poena jednostavno nije na razini reprezentativnog uzorka ispitanica, pa su isključene iz istraživanja. Sve igračice prošle su višegodišnji trenažni proces, od klupskih do reprezentativnih programa. Prosjek godina iznosio je $22,10 \pm 4,85$, tjelesna visina $173,99 \pm 6,96$ cm, a tjelesna masa $67,89 \pm 5,58$ kg. Igračice koje su imale ozljedu ili zdravstveni problem bile su isključene. Kako bi se izbjegao inicijalni umor na samom testiranju, treneri su zamoljeni da ih se oslobodi treninga dan prije testiranja. Prije testiranja sve su igračice bile upoznate s ciljem i protokolom istraživanja.

3.2. Uzorak varijabli:

Tablica 1. *Osnovne informacije o igračicama*

NAZIV VARIJABLE	KRATICA	MJERNA JEDINICA
Visina tijela – mjeri se antropometrom; ispitanik stoji na ravnoj površini, pete skupljene, glava u položaju frankfurtske horizontale. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena tako da prianja čvrsto, ali bez pritiska (Mišigoj-Duraković i sur., 1995).	VT	cm
Masa tijela – izmjerena digitalnom vagom Tanita (Segmental Body Composition Monitor) – fizička veličina koja izražava količinu tvari u tijelu.	MT	kg
Postotak masti – izmjeren digitalnom vagom Tanita (Segmental Body Composition Monitor) – označava udio masti u ukupnoj tjelesnoj masi osobe izražen u postocima.	%M	%

Indeks tjelesne mase – omjer vrijednosti tjelesne mase, izražene u kilogramima, i kvadrata vrijednosti tjelesne visine, izraženog u metrima (Mišigoj-Duraković i sur., 1995).	ITM	kg/m ²
Laktati u mirovanju – razina koncentracije laktata u krvi dok je tijelo u mirovanju, tj. nije pod fizičkim opterećenjem.	Lakt/mir	mmol/L
Laktati nakon trčanja 300 m – koncentracija laktata u krvi izmjerena nakon izvođenja intenzivne aktivnosti.	Lakt/trč	mmol/L
Borgova skala subjektivnog osjećaja opterećenja – služi za subjektivnu procjenu osjećaja opterećenja.	Borg	0 – 10

Kinematičke varijable po fazama skok šuta

Tablica 2. Prva faza prijema lopte, kutovi u gornjim i donjim ekstremitetima košarkašica

NAZIV VARIJABLE	KRATICA	MJERNA JEDINICA
Visina centra težišta tijela u trenutku prijema lopte	OCTT-PR	cm
Kut u gležnju – trenutak prijema lopte	Gležanj-PR	Stupnjevi °
Kut u koljenu – trenutak prijema lopte	Koljeno-PR	Stupnjevi °
Kut u kuku – trenutak prijema lopte	Kuk-PR	Stupnjevi °
Ručni zglobovi – trenutak prijema lopte	RučniZ-PR	Stupnjevi °
Lakat – trenutak prijema lopte	Lakat-PR	Stupnjevi °
Rame – trenutak prijema lopte	Rame-PR	Stupnjevi °

Tablica 3. *Druga faza izvođenje skok šuta, maksimalne kutne brzine u gornjim i donjim ekstremitetima košarkašica*

NAZIV VARIJABLE	KRATICA	MJERNA JEDINICA
Maksimalna kutna brzina gležnja – predstavlja najveću brzinu koju gležanj može postići u određenom pokretu	Gležanj-KB	Stupnjevi u sekundi ° /s*
Maksimalna kutna brzina koljena – predstavlja najveću brzinu koju koljeno može postići u određenom pokretu	Koljeno-KB	Stupnjevi u sekundi °/s
Maksimalna kutna brzina kuka – predstavlja najveću brzinu koju kuk može postići u određenom pokretu	Kuk-KB	Stupnjevi u sekundi °/s
Maksimalna kutna brzina ručnog zgloba – predstavlja najveću brzinu koju ručni zglob može postići u određenom pokretu	RučniZ-KB	Stupnjevi u sekundi °/s
Maksimalna kutna brzina lakta – predstavlja najveću brzinu koju lakat može postići u određenom pokretu	Lakat-KB	Stupnjevi u sekundi °/s
Maksimalna kutna brzina ramena – predstavlja najveću brzinu koju rame može postići u određenom pokretu	Rame-KB	Stupnjevi u sekundi °/s
Brzina izbačaja lopte – definira se od trenutka kad je igrač primio loptu do trenutka ispuštanja lopte iz ruke	Brzina-ŠUT	Metar u sekundi (m/s)
Kut ubačaja lopte – definira se kao kut kojeg formira padna linija lopte tijekom ulaska lopte u koš	Kut-Šut	Stupnjevi °
Najviša točka izbačaja lopte – najviša točka na okomitoj liniji u ispuštanju lopte	NajTočŠut	cm
Visina pelvisa – okomita udaljenost od tla do najviše točke zdjelice (spina iliaca anterior superior) dok osoba stoji	Visina-PE	cm

* Kutna brzina opisuje brzinu promjene kuta tijekom vremena i mjeri za koliko se stupnjeva neki segment rotira u jedinici vremena

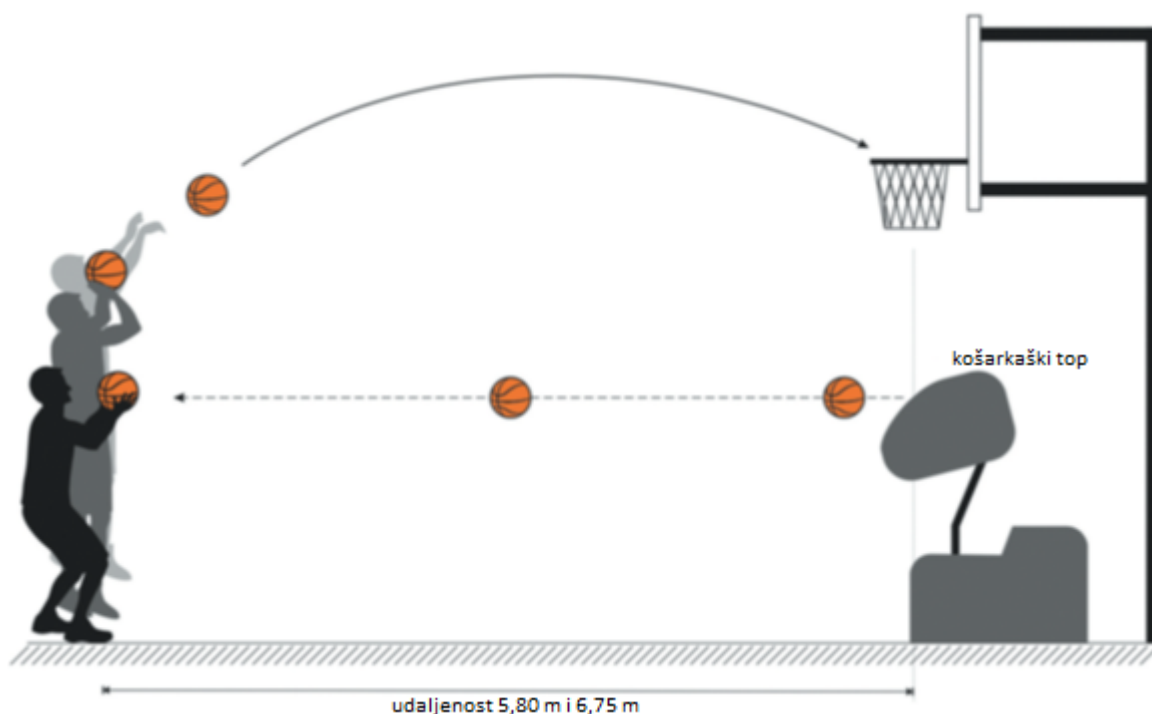
Tablica 4. *Završna faza – faza doskoka*

NAZIV VARIJABLE	KRATICA	MJERNA JEDINICA
Točka doskoka u odnosu na točku odraza u horizontalnoj ravnini – oscilacije centra težišta tijela po osi x	Odraz-doskok	cm

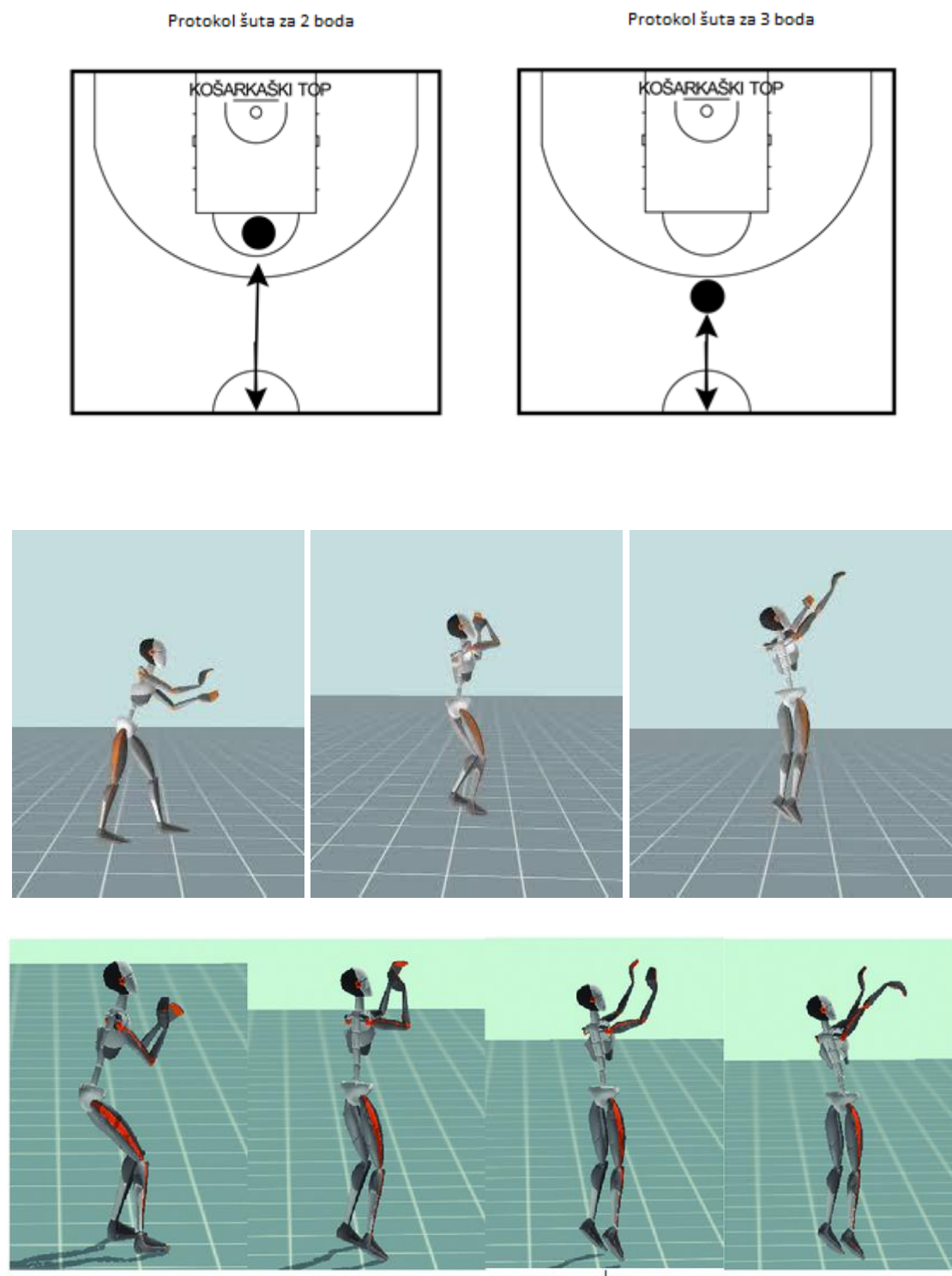
3.3. Način provedbe mjerenja:

Mjerenje je provedeno na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Prije početka testiranja na ispitanicama je izvršen skup mjerenja morfoloških karakteristika. Svaka igračica testirana je u jednom danu i sve su prošle u potpunosti jednaki protokol. Na sportašice se postavlja kinematički sustav sa 17 senzora koji mjere prostorno-vremenske parametre. Temeljem provedenih pilot istraživanja i dosada objavljenih radova (Feng, i sur., 2021), postavljeni mjerni uređaj ne predstavlja ograničavajući faktor i ne utječe na motoričku izvedbu košarkaških elemenata koji omogućuju kinematičku analizu skok šuta koji se prati kroz tri faze. Prva faza skok šuta započinje u trenutaku prijema lopte, a druga faza izvođenjem samog skok šuta do izbačaja lopte i završna faza koja se sastoji od doskoka. Testiranje se sastojalo od standardiziranog zagrijavanja, koje je uključivalo 5 minuta trčanja, 5 minuta dinamičkog istezanja te po 5 minuta vođenja lopte i šutiranja na koš, ako bi se pratila razina umora, kod igračica su izmjereni laktati u mirovanju te odmah nakon protokola umora prijenosnim analizatorom laktata (Lactate Scoute 3, proizvođača SensLab Gmbu, Leipzieg, Njemačka). Osim toga, za procjenu subjektivne razine umora korištena je Borgova skala CR-10. Protokol testiranja šutiranja prikazan je na slikama 5., 6. i 7. Svaka igračica stajala je na liniji 5,80 m, odnosno poziciji slobodnog bacanja. Testiranje započinje u trenutku primanja lopte iz košarkaškog topa i izvođenjem 5 skok šuteva za 2 poena bez opterećenja. Standardizacija dodavanja postignuta je korištenjem košarkaškog topa (Dr. Dish Shooting Machine, Airborne Athletics, Inc. Minneapolis, MN, SAD). Izabrana brzina kojom se lopta dodavala igračicama iznosila je 8 m/s, a interval između dodavanja iznosio je 5 s. Prema pilot istraživanjima, ova brzina i interval dodavanja pokazali su se optimalnima. Mreža za skupljanje lopti nije bila postavljena kako bi se izbjegle smetnje u testiranju kinematičkih parametara.

Nakon izvođenja šuta za 2 poena igračice su stajale na liniji 6,75 m (3 poena) i izvodile su 5 skok šuteva za 3 poena bez opterećenja. Nakon prvog testiranja šuteva za 2 i 3 poena, igračice su izvele protokol izazivanja umora koji se sastojao od trčanja 300 m 15x20 m s promjenom smjera za 180°. Spomenuti protokol korišten je zbog sličnosti sa situacijama u igri gdje igračica trči naprijed – natrag. Njegova pouzdanost provjerena je u prethodnim studijama (Callister i sur., 2010, Sporiš i sur., 2014). Tijekom trčanja igračice su dobile upute da trče što je brže moguće a na zidu se pomoću projektora pratila frekvencija srca, koristeći mjerač frekvencije srca (POLAR V800). Nakon protokola umora, kao što je navedeno, ponovno se mjerila koncentracija laktata u krvi te se odmah izvodi isti protokol šutiranja; 5 skok šuteva za 2 poena i 5 šuteva za 3 poena nakon opterećenja.



Slike 5., 6. i 7. Ilustracija protokola šuta za 2 i 3 poena (Feng i sur., 2021).



Slika 8. Prikaz skok šuta pomoću kinematičkog sustava Awinda Xsens (Xsens Technologies B.V., Nederland 2020).

3.4. Oprema za provedbu mjerenja:

Provedena je sveobuhvatna dijagnostika antropoloških i morfoloških karakteristika. Morfološka karakteristika visina tijela izmjerena je antropometrom, a masa tijela i postotak masti izmjereni su uređajem Tanita (Segmental Body Composition Monitor, Inner ScanV, Amsterdam, Nizozemska). Prijenosnim analizatorom izmjereni su laktati u krvi (Lactate Scout 3, proizvođača SensLab Gmbu, Leipzieg, Njemačka) te prva analiza u mirovanju i druga nakon ponavljajuće serije sprinteva. Za vrijeme testiranja ispitanice su nosile mjerac frekvencije srca POLAR (V800) koji služi za mjerenje intenziteta rada. Borgova skala CR-10 koristila se za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja. Ispitanice su, ovisno o razini umora koji su trenutno osjećale, zaokružile broj na ljestvici koji najbolje opisuje njihovo stanje (1 – 10).

Ocjena	Opis
0	Odmor
1	Vrlo Vrlo lagano
2	Lako
3	Umjereno
4	Donekle teško
5	Teško
6	
7	Vrlo Teško
8	
9	
10	Maksimum

Slika 9. Borgova skala opterećenja



Slika 10. Lactat Pro Scout

Lopta „94 Fifty Smart Sensor Basketball“ (InfoMotion Sports Technologies Inc., Dublin, Ohio, SAD) koristila se za određivanje dviju varijabli: kut upada lopte u koš i vrijeme trajanja šuta. Ovaj mjerni instrument zapravo je obična košarkaška lopta, standardnih dimenzija, opsega 749 – 780 mm i težine 567 – 650 grama, a za žene 510 – 567 grama (Službena košarkaška pravila, 2014). Kao takva omogućuje mjerenje određenih parametara koji određuju situacijsku efikasnost igrača tijekom igre. Parametri koje lopta mjeri su kut

upada lopte u koš, vrijeme trajanja šuta i broj okretaja oko horizontalne osi. Senzori u lopti povezani su Bluetoothom na uređaj s operativnim sustavom Android. Kut upada lopte u koš definira se kao kut kojeg formira padna linija lopte tijekom ulaska lopte u koš. Trajanje šuta vremenski je period u kojem igrač ostvari kontakt s loptom tijekom dolaska u posjed do trenutka dok kontakt ne prestane tijekom upućivanja lopte prema košu. Osim toga, na temelju dosadašnjih istraživanja, ovaj prikaz pokazuje provjerene i objektivne rezultate te kao takav može se koristiti u znanstvene svrhe (Rupčić i sur., 2015).



Slika 11. 94. Fifty Smart Sensor Basketball (www.94fifty.com)

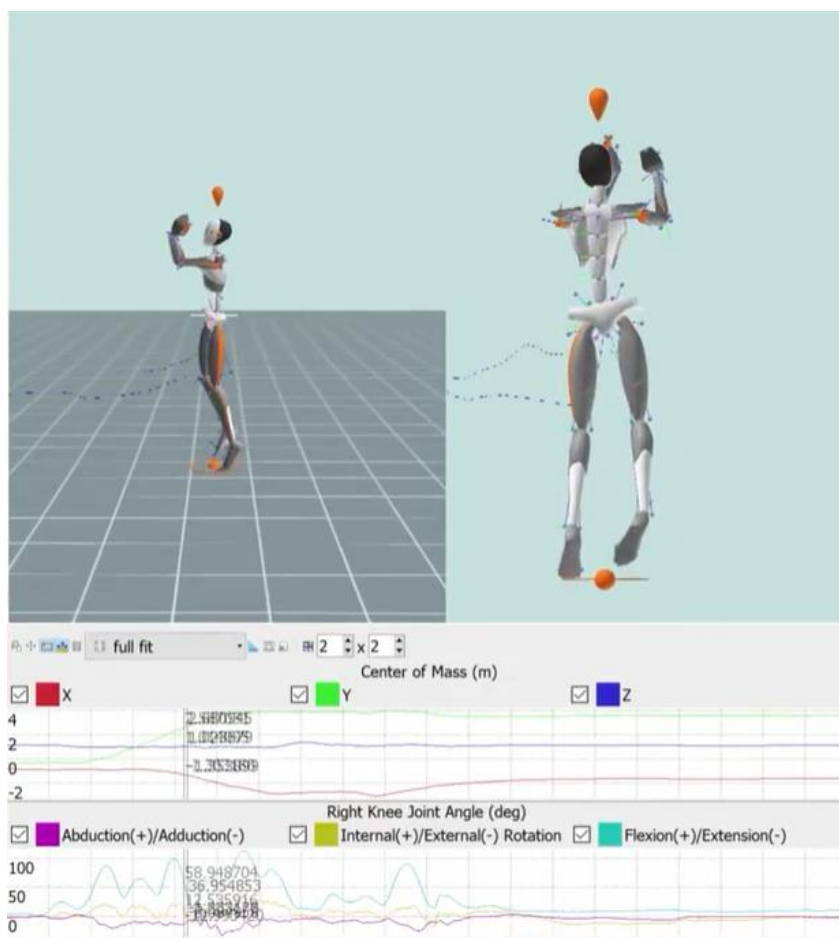
Dr. Dish Shooting Machine (Airborne Athletics, Inc. Minneapolis, MN, SAD), tj. košarkaški top, postavlja se ispod koša, a omogućuje standardizirana dodavanja prilikom izvođenja skok šuta. Ovaj uređaj ima mogućnost definiranja preciznih vremenskih intervala između dodavanja, kao položaj i intenzitet samog dodavanja lopte.



Slika 12. Dr. Dish Shooting Machine (košarkaški top <https://www.drdishbasketball.com/>)

Za potrebe provođenja kinematičke analize skok šuta u košarci korišten je sustav AWINDA, proizvođača XSENS (Xsens Technologies B.V., Nizozemska). Korišteni kinematički sustav radi na 60 Hz, sastoji se od 17 bežičnih senzora pokreta koji omogućuju analizu ljudskog pokreta u 3D prikazu u trenutnom vremenu. Nakon postavljanja senzora na tijelo košarkašica započinje standardizirana kalibracija sustava prema preporuci proizvođača (Xsens Technologies B.V., Nizozemska). Obrada kinematičkih podataka tijekom izvedbe analiziranih šuteva izvršena je prema standardima programskog sustava XSENS Awinda, pri čemu je primijenjen standardizirani i u prethodnim istraživanjima validiran postupak za ovakvu vrstu mjerenja (Feng, i sur., 2021.), uvažavajući specifičnosti koje nameću motoričke kretnje skok šuta koji je bio predmet analize. Provedeno je filtriranje podataka i izračunavanje kinematičkih veličina.

Svi šutevi na koš snimani su kamerom Panasonic G.H.5 200 FPS s ciljem naknadne analize tehnike izvođenja skok šuta za 2 i 3 poena.



Slika 13. Prikaz sustava AWINDA, proizvođača XSENS (Xsens Technologies B.V., Nizozemska 2020).



Slika 14. Prikaz mjerenja pomoću sustava AWINDA

3.5. Metode obrade podataka:

Za obradu podataka korišten je programski paket Statistica v.13.5.017. Za sve varijable izračunati su deskriptivni statistički parametri (aritmetička sredina, minimum, maksimum i standardna devijacija).

Za utvrđivanje razlika u kinematičkim pokazateljima ubacivanja lopte u koš skok šutom s različitih pozicija pod utjecajem umora korišteno je višerazinsko modeliranje za ponovljena mjerenja (MLwIN V.304). Unutar pristupa višerazinskog modeliranja, jedan od ključnih aspekata je provjera pretpostavki modela kako bi se osigurala njegova valjanost i pouzdanost. Normalnost reziduala jedna je od tih pretpostavki, a Q-Q plotovi (Quantile-Quantile grafovi) često se koriste za grafičko utvrđivanje je li raspodjela reziduala (pogrešaka) za pojedine varijable normalna. Q-Q plotovi prikazuju kako raspodjela podataka (u ovom slučaju reziduala) odgovara teoretskoj normalnoj raspodjeli. To je graf koji uspoređuje kvantile empirijskih podataka s kvantilima normalne raspodjele. Korištenje Q-Q plotova jednostavan je i učinkovit način za provjeru normalnosti reziduala na različitim razinama modela. Provjera normalnosti važna je jer osigurava valjanost i pouzdanost rezultata modela.

Višestrukom logističkom regresijom (MedCalc v.20.009) analizirana je uloga pojedinih kinematičkih parametara u uvjetima umora kod vrhunskih seniorskih košarkašica. Logistička regresija korištena je i iz razloga što je zavisna varijabla binarnog karaktera pogodak ili promašaj u šutu za 2 ili 3 poena, znači 0 ili 1. Zbog potencijalnog efekta multikolinearnosti pojedinih varijabli provedene su preliminarne korelacijske analize. Nakon toga utvrdilo se da je u pojedinim analizama povezanost između određenih varijabli bila visoka i značajna ($p < 0,05$). Pojedine varijable izdvojene su iz modela zbog problema multikolinearnosti kako bi se zadovoljili uvjeti ispravnog korištenja logističke regresije

4. REZULTATI

4.1. Osnovna obilježja košarkašica

Tablica 5. prikazuje osnovna obilježja košarkašica. Prosječna dob ispitanih košarkašica iznosi $22,10 \pm 4,85$ godina. Prosječne vrijednosti tjelesne visine iznose $173,99 \pm 6,96$ cm, s najmanjom vrijednošću 160,40 cm i najvećom 186,90 cm. Prosječne vrijednosti tjelesne mase iznose $67,89 \pm 5,58$ kg, s najmanjom vrijednošću 56,20 kg i najvećom 77,20 kg. Prosječne vrijednosti % masnog tkiva iznose $25,20 \pm 4,28\%$, s najmanjom vrijednošću 15,50% i najvećom 32,40 %. Indeks tjelesne mase hrvatskih košarkašica u prosjeku iznosi $23,08 \pm 1,84$ kg/m², s najmanjom vrijednošću 19,60 kg/m² i najvećom 28 kg/m². Kada je riječ o rezultatima laktata u mirovanju prosječne vrijednosti iznose $1,7 \pm 1,03$ mmol/l, s najmanjom vrijednošću 0,5 mmol/l i najvećom 4,2 mmol/l. Rezultati laktata nakon tjelesne aktivnosti trčanja 300 m (15x20 m) u prosjeku iznose $10,2 \pm 2,98$ mmol/l, s najmanjom vrijednošću 5 mmol/l i najvećom 16,7 mmol/l. Za procjenu subjektivnog osjećaja opterećenja korištena je Borgova skala s prosječnom vrijednošću rezultata $8,59 \pm 0,94$ s najmanjim rezultatom od 7 i najvećom vrijednošću od maksimalnih 10.

Tablica 5. Osnovna obilježja košarkašica

Varijable	N	Aritmetička sredina	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Standardna devijacija
TV	32	173,99	160,40	186,90	6,96
TM	32	67,89	56,20	77,20	5,58
%M	32	25,20	15,50	32,40	4,28
ITM	32	23,08	19,60	28,00	1,84
Dob	32	22,10	17,41	34,86	4,85
Laktati u mirovanju	32	1,77	0,50	4,20	1,03
Laktati nakon trčanja	32	10,02	5,00	16,70	2,98

Borgova skala subjektivnog opterećenja	32	8,59	7,00	10,00	0,93
--	----	------	------	-------	------

Legenda: N – broj ispitanika; TV – tjelesna visina; TM – tjelesna masa; %M – postotak masti; ITM – indeks tjelesne mase

4.2. Kinematičke varijable po fazama skok šuta za 2 poena

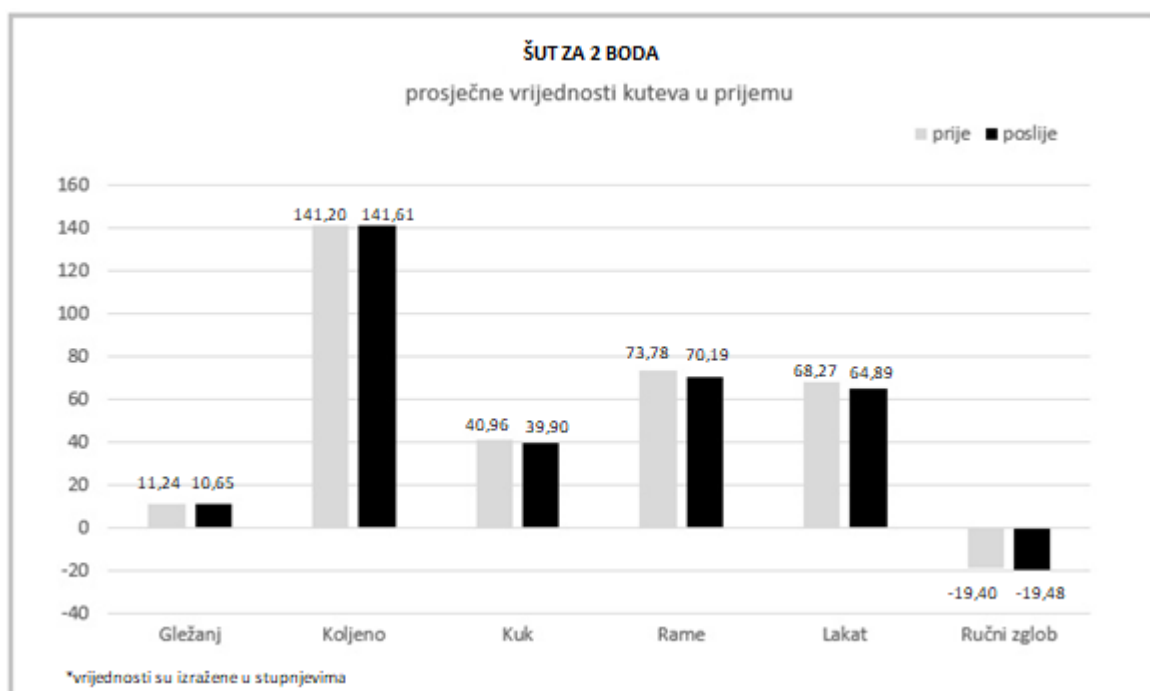
4.2.1. Prva faza – prijem lopte: kutevi u gornjim i donjim ekstremitetima pri prijemu lopte za izvođenje skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja

U tablici 6. prikazani su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji kuteva pri prijemu lopte za 2 poena prije i poslije opterećenja, Analizirano je ukupno 160 šuteva za 2 poena. Varijabla kut u koljenom zglobu u trenutku prijema lopte prije opterećenja u prosjeku iznosi $141,20^{\circ} \pm 15,18^{\circ}$, a poslije opterećenja $141,61^{\circ} \pm 13,87^{\circ}$. Varijabla kut u zglobu lakta u trenutku prijema lopte prije opterećenja u prosjeku iznosi $68,27^{\circ} \pm 12,43^{\circ}$, a poslije opterećenja $64,89^{\circ} \pm 15,07^{\circ}$. Posljednja varijabla kut u ramenom zglobu u trenutku prijema lopte prije opterećenja ima prosječne vrijednosti od $73,48^{\circ} \pm 16,32^{\circ}$, te poslije opterećenja $70,19^{\circ} \pm 17,68^{\circ}$.

Tablica 6. Osnovni deskriptivi statistički pokazatelji kutova pri prijemu lopte za 2 poena prije i poslije opterećenja.

Varijable	N	Aritmetička sredina		Minimalna vrijednost		Maksimalna vrijednost		Standardna devijacija	
		prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije
Opterećenje prije/poslije									
Occt-Pr	160	94,4	94,08	70,96	78,42	110,83	109,48	5,20	5,36
Gležanj-Pr	160	11,24	10,65	-31,57	-31,56	44,42	35,93	11,92	11,63
Koljeno-Pr	160	141,20	141,61	92,24	111,09	179,24	176,21	15,18	13,87
Kuk-Pr	160	40,96	39,90	3,87	1,67	77,83	86,94	17,87	20,01
Ručni-Pr	160	-19,40	-19,48	-52,63	-49,15	27,89	5,49	11,76	11,43
Lakat-Pr	160	68,27	64,89	40,42	21,72	112,02	105,77	12,43	15,07
Rame-Pr	160	73,48	70,19	23,96	20,36	124,88	136,00	16,32	17,68

Legenda: N – broj izvedenih šuteva, Pr-prijem lopte



Slika 15. Prosječne vrijednosti kuteva u prijemu lopte pri skok šutu za 2 poena prije i poslije opterećenja

U tablici 7. prikazani su rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja u trenutku prijema lopte. Rezultati ukazuju, da u donjim ekstremitetima ne postoji statistički značajna razlika u varijablama prije i poslije opterećenja u trenutku prijema lopte za 2 poena. Primjetna je statistički značajna razlika u vrijednostima kuta u zglobovima lakta i ramena, ali ne i ručnog zgloba. Analizirajući varijable u ramenom i lakatnom zglobu, vidljivo je smanjenje od $3,30^{\circ}$ nakon opterećenja u trenutku prijema lopte. Pad kuteva navedenim zglobovima može se objasniti utjecajem mišićnog umora na stabilnost i kontrolu zglobova u trenutku prijema lopte.

Tablica 7. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN) za 2 poena prije i poslije opterećenja u trenutku prijema lopte.

Šut za 2 poena				
Kutevi u prijemu				
Zavisna varijabla	N	Procjena β prije-poslije*	S.E.	p
Gležanj-PR	160	-0.58	0.82	0.478

Koljeno-PR	160	0,41	1,23	0,736
Kuk-PR	160	-1,05	1,28	0,383
Ručni-PR	160	-0,08	0,86	0,92
Lakat-PR	160	-3,33	1,13	0,003**
Rame-PR	160	-3,28	1,40	0,020**

Legenda: *Procjena koeficijenta β za interakcijski efekt između varijabli prije i poslije opterećenja; S.E. (standard error) – standardna pogreška

** statistički značajna razlika $p < 0,05$; PR – prijem lopte

U tablici 8. prikazani su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji izvođenja skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja s pripadajućim varijablama. Varijabla maksimalne kutne brzine u zglobu kuka prije opterećenja u prosjeku iznosi $239,43^\circ/\text{s} \pm 45,59^\circ/\text{s}$, te poslije opterećenja $245,34^\circ/\text{s} \pm 51,98^\circ$. Prosječna vrijednost maksimalne kutne brzine u ramenom zglobu prije opterećenja iznosi $555,67^\circ/\text{s} \pm 219,44^\circ/\text{s}$, te poslije opterećenja $513,79^\circ/\text{s} \pm 202,31^\circ/\text{s}$. Najviša točka izbačaja lopte u trenutku kada igračica ostvaruje posljednji kontakt s loptom prije opterećenja u prosjeku iznosi $201,23 \pm 12,03$ cm, te poslije opterećenja $198,97 \pm 12,74$ cm. Varijabla kuta ulaska lopte u koš prije opterećenja u prosjeku iznosi $33,40^\circ \pm 4,0^\circ$, te nakon opterećenja $32,48^\circ \pm 4,46^\circ$.

Tablica 8. Osnovni deskriptivni statistički pokazatelji izvođenja skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja.

Varijable	N	Aritmetička sredina		Minimalna vrijednost		Maksimalna vrijednost		Standardna devijacija	
		prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije
Opterećenje prije/poslije									
Gležanj-Kb	160	639,60	649,25	321,26	436,89	968,86	960,16	120,31	115,95
Koljeno-Kb	160	361,81	366,27	192,08	36,96	754,69	565,82	80,58	80,30
Kuk-Kb	160	239,43	245,34	104,36	116,23	373,16	411,19	45,59	51,98
Ručni-Kb	160	1092,86	1045,98	312,76	118,92	1763,93	1724,10	351,05	367,63
Lakat-Kb	160	1111,19	1105,00	702,39	790,53	1518,07	1540,17	154,11	147,13
Rame-Kb	160	555,67	513,79	113,59	184,04	1430,17	1109,02	219,44	202,31
Visina-Pe	160	115,03	114,21	100,10	98,52	135,00	134,20	7,86	8,17
NajTočŠut	160	201,23	198,97	181,00	178,30	232,30	230,60	12,03	12,74
Brzina-Šut	160	0,86	0,85	0,48	0,48	1,10	1,70	0,11	0,13
Kut-Šut	160	33,40	32,48	21,00	19,00	44,00	43,00	4,00	4,46

Legenda: N – broj izvednih šuteva, KB-kutna brzina

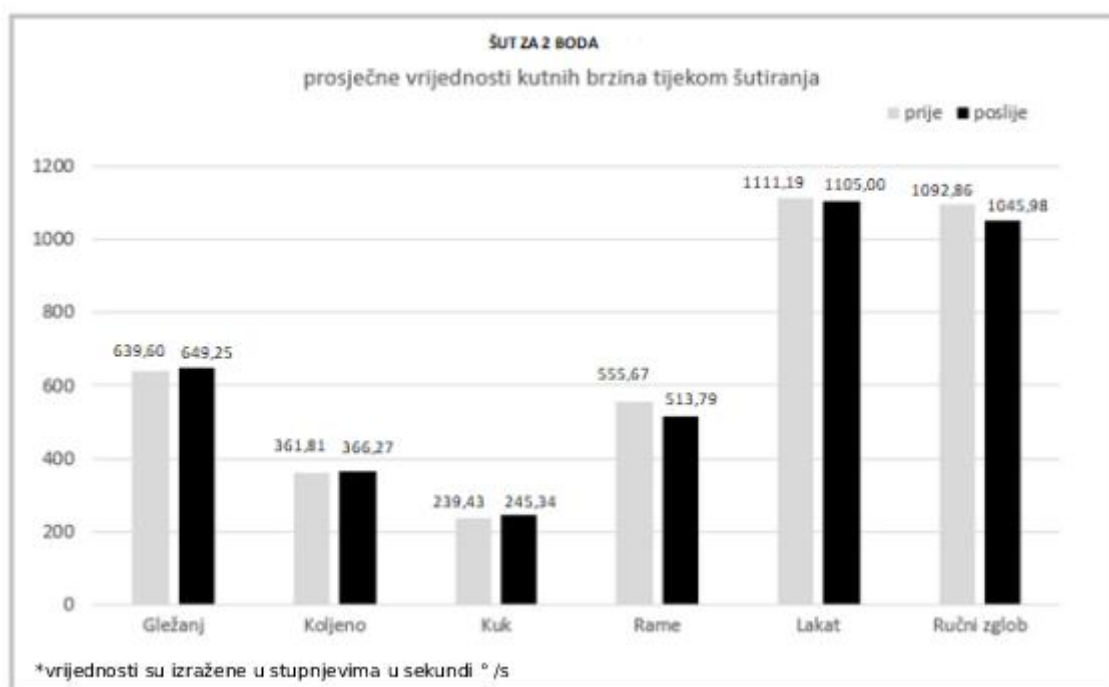
4.2.2. Druga faza izvođenja skok šuta za 2 poena: izmjerene su maksimalne kutne brzine u gornjim i donjim ekstremitetima te ostale pripadajuće varijable prije i poslije opterećenja

U tablici 8. prikazani su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji izvođenja skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja s pripadajućim varijablama. Varijabla maksimalne kutne brzine u zglobu kuka prije opterećenja u prosjeku iznosi $239,43^{\circ}/s \pm 45,59^{\circ}/s$, te poslije opterećenja $245,34^{\circ}/s \pm 51,98^{\circ}$. Prosječna vrijednost maksimalne kutne brzine u ramenom zglobu prije opterećenja iznosi $555,67^{\circ}/s \pm 219,44^{\circ}/s$, te poslije opterećenja $513,79^{\circ}/s \pm 202,31^{\circ}/s$. Najviša točka izbačaja lopte u trenutku kada igračica ostvaruje posljednji kontakt s loptom prije opterećenja u prosjeku iznosi $201,23 \pm 12,03$ cm, te poslije opterećenja $198,97 \pm 12,74$ cm. Varijabla kuta ulaska lopte u koš prije opterećenja u prosjeku iznosi $33,40^{\circ} \pm 4,0^{\circ}$, te nakon opterećenja $32,48^{\circ} \pm 4,46^{\circ}$.

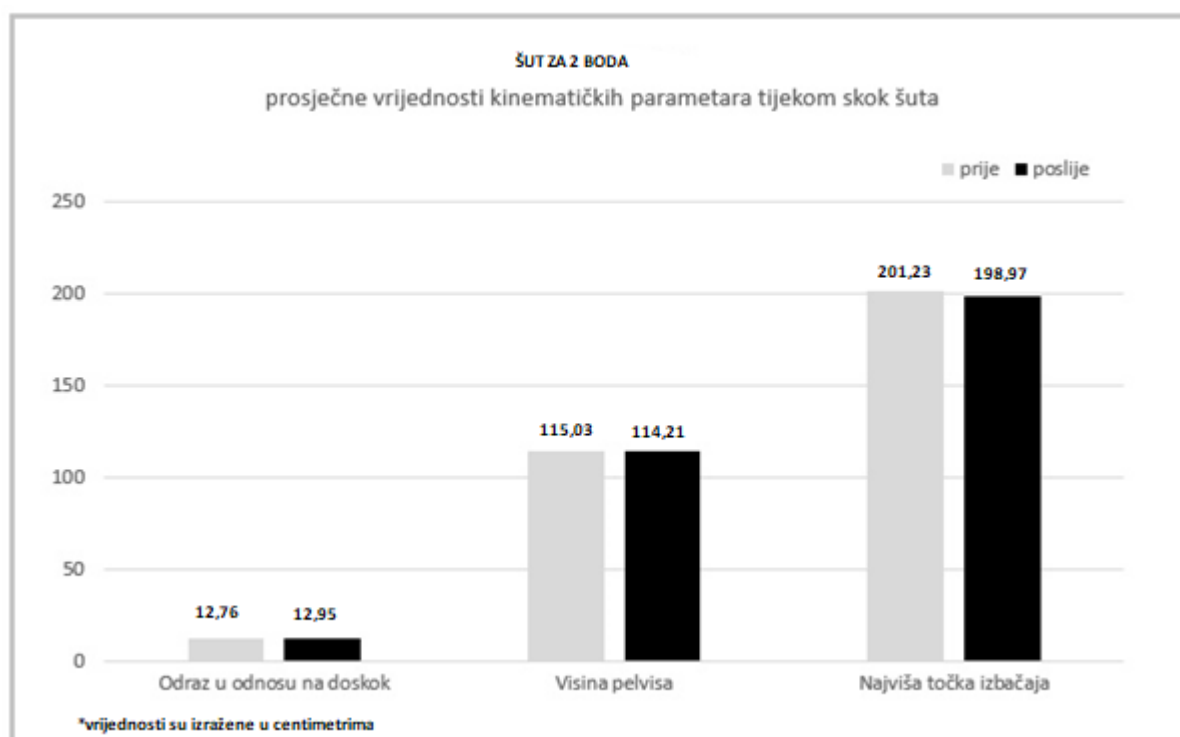
Tablica 8. Osnovni deskriptivni statistički pokazatelji izvođenja skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja.

Varijable	N	Aritmetička sredina		Minimalna vrijednost		Maksimalna vrijednost		Standardna devijacija	
Opterećenje prije/poslije		prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije
Gležanj-Kb	160	639,60	649,25	321,26	436,89	968,86	960,16	120,31	115,95
Koljeno-Kb	160	361,81	366,27	192,08	36,96	754,69	565,82	80,58	80,30
Kuk-Kb	160	239,43	245,34	104,36	116,23	373,16	411,19	45,59	51,98
Ručni-Kb	160	1092,86	1045,98	312,76	118,92	1763,93	1724,10	351,05	367,63
Lakat-Kb	160	1111,19	1105,00	702,39	790,53	1518,07	1540,17	154,11	147,13
Rame-Kb	160	555,67	513,79	113,59	184,04	1430,17	1109,02	219,44	202,31
Visina-Pe	160	115,03	114,21	100,10	98,52	135,00	134,20	7,86	8,17
NajTočŠut	160	201,23	198,97	181,00	178,30	232,30	230,60	12,03	12,74
Brzina-Šut	160	0,86	0,85	0,48	0,48	1,10	1,70	0,11	0,13
Kut-Šut	160	33,40	32,48	21,00	19,00	44,00	43,00	4,00	4,46

Legenda: N – broj izvednih šuteva, KB-kutna brzina



Slika 16. Prosječne vrijednosti kutnih brzina tijekom skok šuta za 2 poena



Slika 17. Prosječne vrijednosti kinematičkih parametara;

„odraz u odnosu na doskok”, „visina pelvisa” i „najviša točka izbačaja”

Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN) tijekom izvođenja skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja (Tablica 9.) ukazuju na to da postoji statistički značajna razlika u skok šutu prije i poslije opterećenja u sljedećim varijablama: maksimalna kutna brzina u zglobu kuka $p = 0,006$; maksimalna kutna brzina u zglobu ramena $p = 0,003$; najviša točka izbačaja lopte $p = 0,000$; visina $p = 0,003$; kut ulaska lopte u koš $p = 0,003$. Povećanje kutne brzine od $5,91^\circ/s$ nakon opterećenja može se tumačiti kao biomehanička prilagodba tijela kako bi se održala učinkovitost skok-šuta, unatoč umoru. Kada je tijelo umorno, eksplozivnost mišića, osobito nogu, najčešće opada. Nakon opterećenja u ramenom zglobu dolazi do smanjenja kutne brzine od $41,88^\circ/s$, koje se može objasniti utjecajem mišićnog umora na promjene u koordinaciji i biomehanici šuta. U ostalim varijablama nije utvrđena statistički značajna razlika tijekom šutiranja za 2 poena prije i poslije opterećenja.

Tablica 9. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN) tijekom izvođenja šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja

Šut za 2 poena				
Zavisna varijabla	N	Procjena β prije-poslije*	S.E.	p
Gležanj-KB	160	9,65	6,45	0,135
Koljeno-KB	160	4,45	4,99	0,372
Kuk-KB	160	5,91	2,12	0,006**
Ručni-KB	160	-46,88	28,54	0,101
Lakat-KB	160	-6,19	8,71	0,477
Rame-KB	160	-41,88	13,93	0,003**
Visina-PE	160	-0,81	0,27	0,003**
NajTočŠut	160	-2,25	0,29	0,000**
Brzina-Šut	160	0,04	0,82	0,597
Kut-Šut	160	-0,91	0,31	0,003**

Legenda: *Procjena β prije-poslije – procjena koeficijenta β za interakcijski efekt između varijabli prije i poslije opterećenja; S.E. (standard error) – standardna pogreška

** statistički značajna razlika $p < 0,05$; KB – kutna brzina

4.2.3. Završna faza – doskok, nakon skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja

U tablici 10. prikazani su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji faze doskoka nakon skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja. Prosječna vrijednost varijable točke doskoka u odnosu na točku odraza prije opterećenja u horizontalnoj ravnini iznosi $12,76 \pm 7,1$ cm, te nakon opterećenja $12,95 \pm 5,82$ cm.

Tablica 10. Osnovni deskriptivni statistički pokazatelji faze doskoka nakon skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja

Varijable	N	Aritmetička sredina		Minimalna vrijednost		Maksimalna vrijednost		Standardna devijacija	
Opterećenje prije/poslije		prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije
Odraz-doskok	160	12,76	12,95	0,00	1,00	36,00	27,00	7,06	5,82

Legenda: N – broj izvednih šuteva

U tablici 11. prikazani su rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN) faze doskoka nakon skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja, koji pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika tijekom faze doskoka u odnosu na odraz po horizontalnoj ravnini. Testirane igračiće pomicale su se prema naprijed u prosjeku 12 cm.

Tablica 11. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN), faze doskoka nakon skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja

Šut za 2 poena				
Doskok u odnosu na odraz				
Zavisna varijabla	N	Procjena β prije-poslije*	S.E.	p
Doskok-odraz	160	0.188	0.378	0.620

Legenda: *Procjena β prije-poslije – procjena koeficijenta β za interakcijski efekt između varijabli prije i poslije opterećenja; S.E. (standard error) – standardna pogreška

** statistički značajna razlika $p < 0,05$

U tablici 12. prikazani su postotci pogođenih i promašenih šutova za 2 poena prije i poslije opterećenja. Prije opterećenja testirane igralice su promašile 74 skok šuta (46 %), a bile su uspješne u 86 šuteva (54 %), a nakon opterećenja promašile su 67 šuteva (42 %) te su bile uspješnije i pogodile 93 skok šuta (58 %).

Tablica 12. Postotak pogođenih šuteva za 2 poena prije i poslije opterećenja

ŠUT ZA 2 POENA		
	Prije n=160 (%)	Poslije n=160 (%)
0 - promašaj	74 (46 %)	67 (42 %)
1 - pogodak	86 (54 %)	93 (58 %)

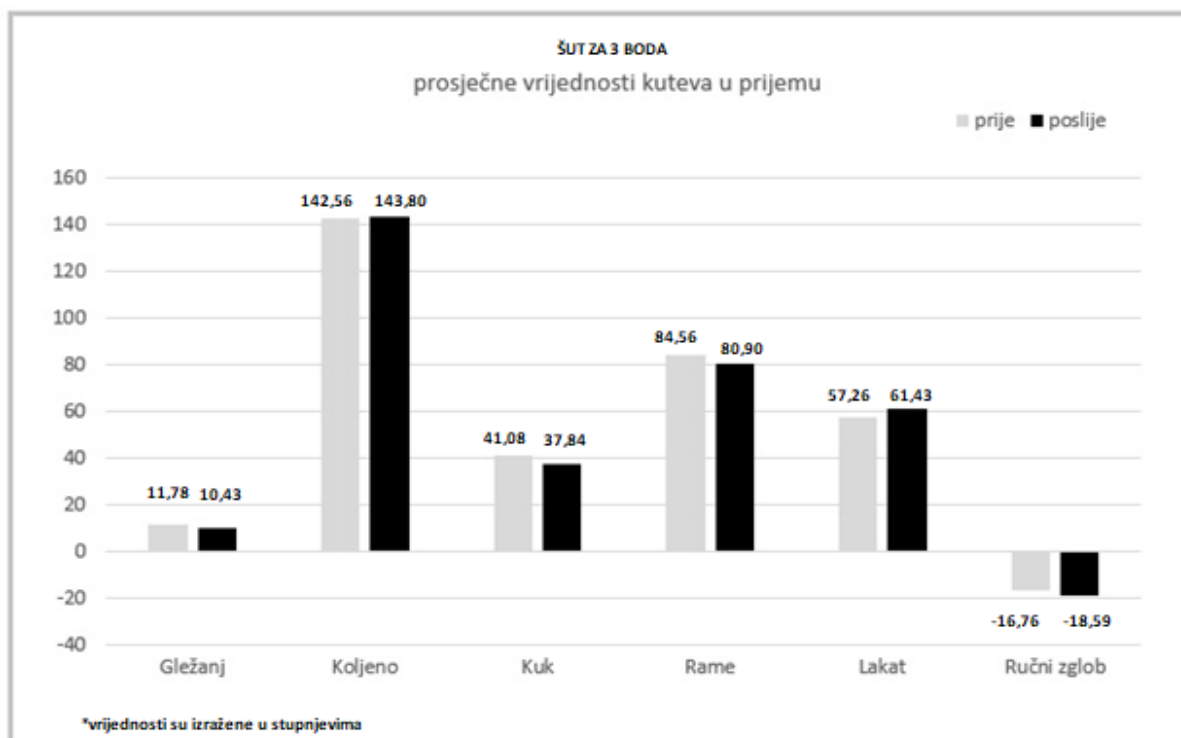
4.3.1. Prva faza – prijem lopte: kutovi u gornjim i donjim ekstremitetima pri prijemu lopte za izvođenje šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja

U tablici 13. prikazani su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji kuteva pri prijemu lopte za 3 poena prije i poslije opterećenja. Prosječna vrijednost zgloba kuka pri prijemu lopte iznosi $41,08^{\circ} \pm 0^{\circ}$, te poslije opterećenja $37,84^{\circ} \pm 18,74^{\circ}$. S gledišta gornjih ekstremiteta, prosječna vrijednost kuta ručnog zgloba pri prijemu lopte, prije opterećenja iznosi $-16,76^{\circ} \pm 12,60^{\circ}$, te poslije opterećenja $-18,59^{\circ} \pm 11,18^{\circ}$. Kut u zglobu ramena pri prijemu lopte, prije opterećenja u prosjeku iznosi $84,56^{\circ} \pm 14,75^{\circ}$, te poslije opterećenja $84,56^{\circ} \pm 16,52^{\circ}$.

Tablica 13. Osnovni deskriptivni statistički pokazatelji kuteva pri prijemu lopte za 3 poena prije i poslije opterećenja.

Varijable	N	Aritmetička sredina		Minimalna vrijednost		Maksimalna vrijednost		Standardna devijacija	
Opterećenje prije/poslije		prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije
Occt-Pr	160	94,98	95,69	69,19	69,55	107,59	109,53	6,65	6,22
Gležanj-Pr	160	11,78	10,43	-30,16	-29,44	69,53	50,72	12,37	10,71
Koljeno-Pr	160	142,56	143,80	83,65	109,79	175,21	174,15	16,61	13,91
Kuk-Pr	160	41,08	37,84	4,39	-3,59	79,95	95,15	18,96	18,74
Ručni-Pr	160	-16,76	-18,59	-45,63	-45,76	32,40	11,55	12,60	11,18
Lakat-Pr	160	57,26	61,43	24,52	19,31	94,23	139,77	12,75	17,97
Rame-Pr	160	84,56	80,90	48,29	36,73	115,10	119,43	14,75	16,52

Legenda: N – broj izvednih šuteva, Pr-prijem lopte



Slika 18. Prosječne vrijednosti kuteva tijekom prijema lopte prije i poslije opterećenja pri šutu za 3 poena

4.3.2. Druga faza izvođenja skok šuta za 3 poena; izmjerene su maksimalne kutne brzine u gornjim i donjim ekstremitetima te ostale pripadajuće varijable prije i poslije opterećenja

U tablici 14. prikazani su rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN) skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja u trenutku prijema lopte. Rezultati ukazuju na to da postoji statistički značajna razlika u prijemu lopte prije i poslije opterećenja u zglobu kuka ($p=0,004$). U pogledu gornjih ekstremiteta, statistički značajna razlika utvrđena je u varijablama pri prijemu u ručnom zglobu ($p=0,054$), zgloba lakta ($p=0,001$) i ramenog zgloba ($p=0,001$). U ostalim varijablama donjih ekstremiteta nije dokazana statistički značajna razlika između prijema lopte prije i nakon opterećenja u šutiranju za 3 poena. Smanjenje od $3,24^\circ$ u varijabli zgloba kuka ukazuje na to da igračice nemaju učinkovitu pripremnu fazu prije šuta, što znači da čekaju dolazak lopte u uspravnom položaju s minimalnim pretklonom tijela.

Tablica 14. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN) za 3 poena prije i poslije opterećenja u trenutku prijema lopte.

Šut za 3 poena				
Kutevi u prijemu				
Zavisna varijabla	N	Procjena β prije-poslije*	S.E.	p
Gležanj-PR	160	-1,35	0,85	0,112
Koljeno-PR	160	1,24	1,13	0,272
Kuk-PR	160	-3,24	1,12	0,004**
Ručni-PR	160	-1,82	0,94	0,054**
Lakat-PR	160	4,17	1,26	0,001**
Rame-PR	160	-3,66	1,10	0,001**

Legenda: *Procjena β prije-poslije – procjena koeficijenta β za interakcijski efekt između varijabli prije i poslije opterećenja; S.E. (standard error) – standardna pogreška

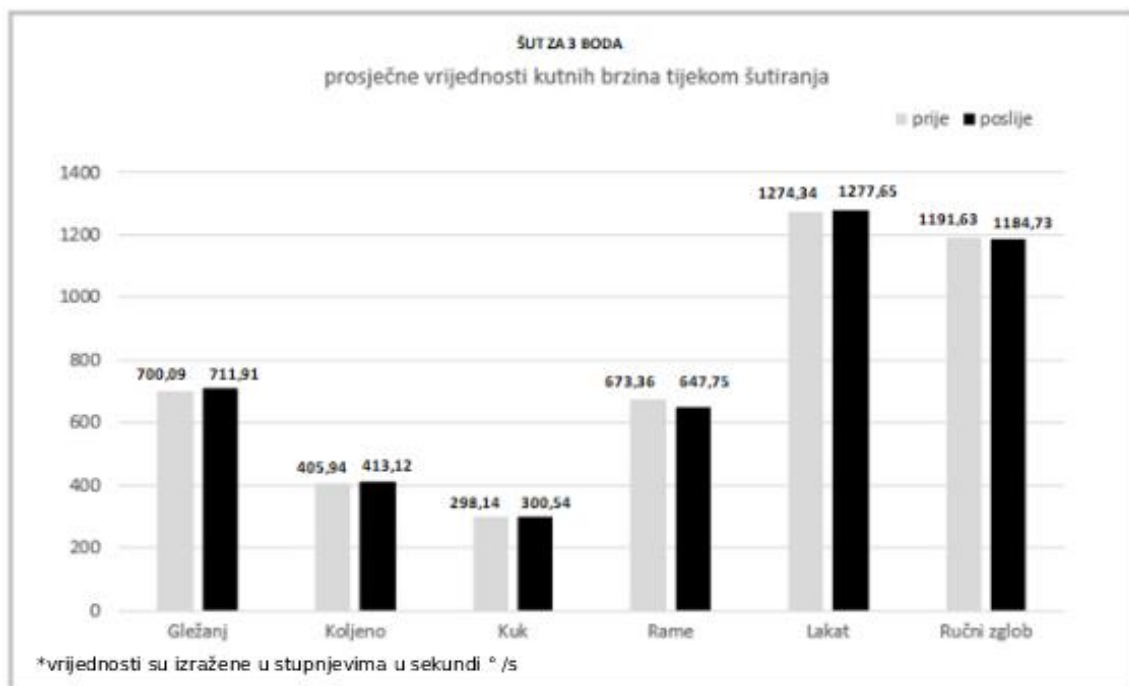
** statistički značajna razlika $p < 0,05$; PR – prijem lopte)

Rezultati u tablici 15. prikazuju osnovne deskriptivne statističke pokazatelje maksimalnih kutnih brzina i pripadajućih varijabli tijekom izvođenja skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja. Varijabla maksimalne kutne brzine u koljenom zglobu prije opterećenja u prosjeku iznosi $405,94^\circ/\text{s} \pm 71,17^\circ/\text{s}$, te poslije opterećenja $413,12^\circ/\text{s} \pm 71,22^\circ/\text{s}$. Najviša točka izbačaja lopte prije opterećenja u prosjeku iznosi $197,82 \text{ cm} \pm 12,25 \text{ cm}$, te poslije opterećenja $194,99 \pm 12,53 \text{ cm}$. Kut pod kojim lopta ulazi u koš prije opterećenja u prosjeku iznosi $43,09^\circ \pm 3,54^\circ$, te nakon opterećenja iznosi $42,55^\circ \pm 3,45^\circ$.

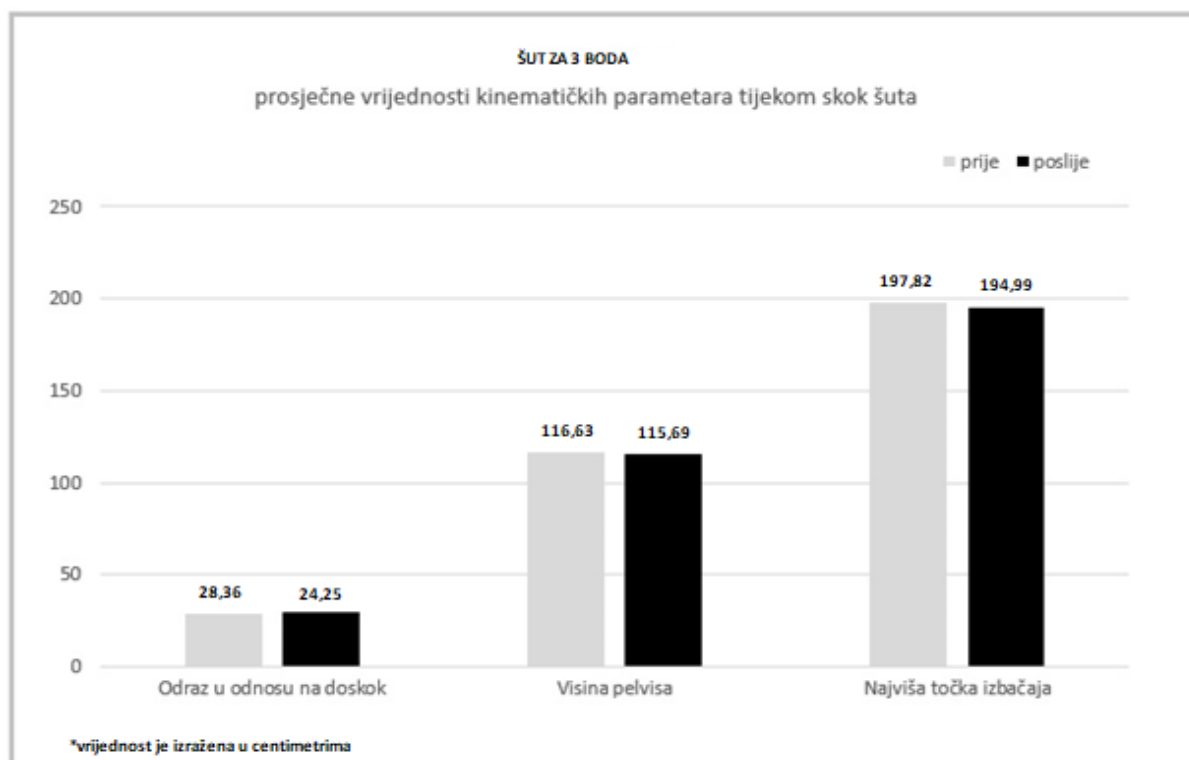
Tablica 15. Osnovni deskriptivni statistički pokazatelji maksimalnih kutnih brzina i pripadajućih varijabli izvođenja skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja.

Varijable	N	Aritmetička sredina		Minimalna vrijednost		Maksimalna vrijednost		Standardna devijacija	
Opterećenje prije/poslije		prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije
Gležanj-Kb	160	700,09	711,91	467,92	363,45	980,71	1603,65	99,21	128,27
Koljeno-Kb	160	405,94	413,12	227,30	209,87	582,01	584,23	71,17	71,22
Kuk-Kb	160	298,14	300,54	184,23	183,78	428,39	456,53	54,36	51,65
Ručni-Kb	160	1191,63	1184,73	448,25	437,07	2409,06	2429,12	354,88	378,63
Lakat-Kb	160	1274,34	1277,65	693,29	124,70	1598,33	1597,82	173,87	194,64
Rame-Kb	160	673,36	647,75	203,17	164,54	1486,32	1590,72	246,49	293,05
Visina-Pe	160	116,63	115,69	100,40	101,00	188,70	201,80	9,00	10,50
NajTočŠut	160	197,82	194,99	167,20	172,00	230,10	226,90	12,25	12,53
Brzina-Šut	160	0,89	0,88	0,62	0,36	1,30	1,80	0,11	0,15
Kut-Šut	160	43,09	42,55	33,00	32,00	51,0	51,00	3,54	3,45

Legenda: N – broj izvednih šuteva, KB-kutna brzina



Slika 19. Prosječne vrijednosti kutnih brzina tijekom šutiranja za 3 poena prije i poslije opterećenja



Slika 20. Prosječne vrijednosti ostalih kinematičkih parametara tijekom skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja

Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MLwIN) tijekom šuta za 3 poena ukazuju na to da postoji statistički značajna razlika u skok šutu za 3 poena prije i poslije opterećenja u varijablama maksimalne kutne brzine u koljenom zglobu ($p=0,044$), najviše točke izbačaja lopte u trenutku šuta ($p=0,000$) i kuta ulaska lopte u koš ($p=0,033$). Kutna brzina u zglobu koljena povećala se za $7,18^\circ/s$, što ukazuje na to da tijelo igračica prilagođava svoje pokrete kako bi kompenzirala učinke umora i održala učinkovitost šutiranja. Veća kutna brzina u laktu može se smatrati biomehaničkom prilagodbom tijela, koja nastaje kao kompenzacija smanjene brzine u drugim zglobovima tijekom umora. U ostalim varijablama nije dokazana statistički značajna razlika pri skok šutu za 3 poena prije i poslije opterećenja.

Tablica 16. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (Mlwin) tijekom izvođenja šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja te pripadajuće varijable

Šut za 3 poena				
Zavisna varijabla	N	Procjena β prije-poslije*	S.E.	p
Gležanj-KB	160	11,81	8,29	0,154
Koljeno-KB	160	7,18	3,57	0,044*
Kuk-KB	160	2,40	1,83	0,189
Ručni-KB	160	-6,89	29,05	0,812
Lakat-KB	160	3,30	13,11	0,801
Rame-KB	160	-25,61	17,16	0,131
Visina-PE	160	-0,94	0,80	0,241
NajTočIzb	160	-2,82	0,38	0,000*
Brzina-Šut	160	-0,20	0,08	0,807
Kut-Šut	160	-0,53	0,25	0,033*

Legenda: *Procjena β prije-poslije – procjena koeficijenta β za interakcijski efekt između varijabli prije i poslije opterećenja; S.E. (standard error) – standardna pogreška

** statistički značajna razlika $p < 0,05$; KB – kutna brzina

4.3.3. Završna faza – doskok pri skok šutu za 3 poena prije i poslije opterećenja

U tablici 17. prikazani su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji točke doskoka u odnosu na točku odraza nakon skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja. Varijabla točke doskoka u odnosu na točku odraza u horizontalnoj ravnini (odraz-doskok) prije opterećenja u prosjeku iznosi $28,36 \text{ cm} \pm 62 \text{ cm}$, te poslije opterećenja $29,25 \pm 8,96 \text{ cm}$.

Tablica 17. Osnovni deskriptivni statistički pokazatelji točke doskoka nakon skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja

Variable	N	Aritmetička sredina		Minimalna vrijednost		Maksimalna vrijednost		Standardna devijacija	
Opterećenje prije/poslije		prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije	prije	poslije
Odraz-doskok	160	28,36	29,25	8,00	2,00	57,0	62,00	8,62	8,96

Legenda: N – broj izvednih šuteva

U tablici 18. prikazani su rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MlwIN) tijekom faze doskoka pri skok šutu za 3 poena prije i poslije opterećenja koji pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika tijekom faze doskoka u odnosu na odraz po horizontalnoj ravnini. Kod šuta za 3 poena, umor dovodi do promjene tehnike šuta, pri čemu košarkašice više koriste pokrete iz trupa umjesto nogu, te dovode tijelo u blagi horizontalni pokret prema naprijed.

Tablica 18. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja (MlwiN) tijekom faze doskoka pri skok šutu za 3 poena prije i poslije opterećenja

Šut za 3 poena				
Doskok u odnosu na odraz				
Zavisna varijabla	N	Procjena β prije-poslije*	S.E.	p
Doskok-odraz	160	0,88	0,55	0,108

Legenda: *Procjena β prije-poslije – procjena koeficijenta β za interakcijski efekt između varijabli prije i poslije opterećenja; S.E. (standard error) – standardna pogreška

** statistički značajna razlika $p < 0,05$

U tablici 19. prikazani su postotci pogođenih i promašenih šutova za 3 poena prije i poslije opterećenja. Prije opterećenja igračice su promašile 93 skok šuta (58 %), a pogodile su 67 skok šuteva (41 %), dok su nakon opterećenja promašile 106 šuteva (66 %), a pogodile 54 skok šuta (33 %).

Tablica 19. Prikaz pogođenih i promašenih šutova za 3 poena prije i poslije opterećenja

ŠUT ZA 3 POENA		
	Prije n=160 (%)	Poslije n=160 (%)
0 - promašaji	93 (58 %)	106 (66 %)
1 - pogodak	67 (41 %)	54 (33 %)

4.4.1. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) utjecaja kinematičkih varijabli na omjer izgleda za uspješnost skok šuta za 2 poena

Tablica 20. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) uspješnosti skok šuta za 2 poena u trenutku prijema lopte.

Kada je riječ o višestrukoj logističkoj regresijskoj analizi i interpretaciji prediktora unutar logističke regresije, govorimo o omjeru izgleda, točnije o povećanom ili smanjenom izgledu za uspješnost šuta za 2 poena. Ako je vrijednost omjera izgleda (eng. *odds ratio*) (tablica 20. b) manja od 1, ona se interpretira u minusu, odnosno kao negativni činitelj uspješnosti šuta za 2 poena. Kod varijable koljeno pri prijemu lopte, omjer izgleda je ispod 1 (0,9716), što znači da negativno doprinosi uspješnosti. Izračunom $(1-0,9716) \times 100$ dobivena je vrijednost (2,84 %), što znači da veći kut u zglobu koljena tijekom prijema lopte negativno doprinosi, odnosno smanjit će izgled za uspješnost šuta za 2 poena za 2,84 %, što je značajno. Ostale varijable nisu statistički značajno različite, osim varijable gležanj pri prijemu lopte, koja je marginalna, ali nedovoljna za statistički značajnu razliku.

20. a) Koeficijenti i standardna pogreška

Varijable	Koeficijent	Standardna pogreška	Wald	P
Gležanj-PR	0.026245	0.014472	3.2887	0,0698
Koljeno-PR	-0.028826	0.012298	5.4944	0,0191*
Kuk-PR	0.00086168	0.0082661	0.01087	0,9170
Lakat-PR	0.0030076	0.011073	0.07378	0,7859
Constant	3.91849	1.86019	4.4373	0,0352

*statistički značajna razlika $p < 0,05$ PR- prijem lopte

20. b) Omjer izgleda i 95 %-tni intervali pouzdanosti

Varijable	Omjer izgleda	95% CI
Gležanj-PR	1.0266	0.9979 – 1.0561
Koljeno-PR	0.9716	0.9484 – 0.9953*
Kuk-PR	1.0009	0.9848 – 1.0172
Lakat-PR	1.0030	0.9815 – 1.0250

Legenda: 95% CI – 95 %-tni intervali pouzdanosti

*statistički značajna razlika $p < 0,05$ PR-prijm lopte

Tablica 21. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) uspješnosti skok šuta za 2 poena tijekom šutiranja i varijabla doskoka.

U pogledu rezultata višestruke logističke regresijske analize za 2 poena tijekom šutiranja, odnosno kutnih brzina i varijable doskoka, nije utvrđen nijedan statistički značajan rezultat koji bi pozitivno ili negativno utjecao na omjer uspješnosti šuta za 2 poena. Varijabla Odraz-doskok bila je marginalna ($p=0,5652$), ali nedovoljna za statističku značajnost.

21. a) Koeficijenti i standardna pogreška

Varijable	Koeficijent	Standardna pogreška	Wald	P
Odraz-doskok	0.016158	0.028097	0.3307	0.5652
NajTočŠut	-0.0030687	0.012991	0.05580	0.8133
Kut-Šut	-0.010556	0.037013	0.08134	0.7755
Brzina-Šut	0.27932	1.22732	0.05180	0.8200
Constant	0.83109	3.15677	0.06931	0.7923

21. b) Omjer izgleda i 95 %-tni intervali pouzdanosti

Varijable	Omjer izgleda	95% CI
Odraz-doskok	1.0163	0.9618 – 1.0738
NajTočŠut	0.9969	0.9719 – 1.0226
Kut-Šut	0.9895	0.9203 – 1.0640
Brzina-Šut	1.3222	0.1193 – 14.6562

Legenda: 95% CI – 95 %-tni intervali pouzdanosti

21. c) Koeficijenti i standardna pogreška – kutne brzine

Varijable	Koeficijent	Standardna pogreška	Wald	P
Kuk-KB	-0.0035158	0.0031566	1.2406	0.2654
Rame-KB	0.00025493	0.00081754	0.09723	0.7552
RučniZ-KB	-0.00070829	0.00045645	2.4079	0.1207
Constant	1.80698	1.02882	3.0848	0.0790

21. d) Omjer izgleda i 95 %-tni intervali pouzdanosti – kutne brzine

Varijable	Omjer izgleda	95% CI
Kuk-KB	0.9965	0.9903 – 1.0027
Rame-KB	1.0003	0.9987 – 1.0019
RučniZ-KB	0.9993	0.9984 – 1.0002

Legenda: 95% CI – 95 %-tni intervali pouzdanost KB-kutna brzina

4.4.2. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) utjecaja kinematičkih varijabli na omjer izgleda za uspješnost skok šuta za 3 poena

Tijekom prijema lopte i u varijablama visina pelvisa, brzina šuta te kut šuta nije utvrđen nijedan statistički značajan rezultat koji bi pozitivno ili negativno utjecao na omjer uspješnosti šuta za 3 poena.

Tablica 22. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) uspješnosti skok šuta za 3 poena.

22. a) Koeficijenti i standardna pogreška

Varijable	Koeficijent	Standardna pogreška	Wald	P
Gležanj-PR	0.0084975	0.017060	0.2481	0.6184
Koljeno-PR	0.013481	0.012684	1.1295	0.2879
Kuk-PR	-0.0017038	0.0093757	0.03302	0.8558
Lakat-PR	-0.0055583	0.010242	0.2945	0.5874
RučniZ-PR	0.0067891	0.015719	0.1865	0.6658
Constant	-2.17966	2.04428	1.1368	0.2863

statistički značajna razlika $p < 0,05$ PR-prijem lopte

22. b) Omjer izgleda i 95 %-tni intervali pouzdanosti

Varijable	Omjer izgleda	95% CI
Gležanj-PR	1.0085	0.9754 – 1.0428
Koljeno-PR	1.0136	0.9887 – 1.0391
Kuk-PR	0.9983	0.9801 – 1.0168
Lakat-PR	0.9945	0.9747 – 1.0146
RučniZ-PR	1.0068	0.9763 – 1.0383

Legenda: 95% CI – 95 %-tni intervali pouzdanosti PR-prijem lopte

Tablica 23. Rezultati višestruke logističke regresijske analize (MedCal) uspješnosti skok šuta za 3 poena tijekom šutiranja i varijabla doskoka

Kada je riječ o višestrukoj logističkoj regresijskoj analizi i interpretaciji prediktora unutar logističke regresije, govorimo o omjeru izgleda, točnije o povećanom ili smanjenom izgledu za uspješnost šuta za 3 poena. Ako je vrijednost omjera izgleda veća od 1 (tablica 23. d), ona se interpretira pozitivno, odnosno kao pozitivni činitelj uspješnosti šuta za 3 poena.

Ako promotrimo varijablu kutna brzina u ručnom zglobu tijekom šutiranja lopte na koš, omjer izgleda je iznad 1 (1,012), što znači da pozitivno doprinosi uspješnosti šuta. Izračunom $(1,012-1) \times 100$ dobivena je vrijednost od 1,2 %. To znači da veći kut u ručnom zglobu povećava izgleda za uspješnost šuta za 3 poena za 1,2 %, što je značajno. U ostalim varijablama nisu utvrđeni statistički značajno različiti rezultati koji bi pozitivno ili negativno utjecali na omjer uspješnosti šuta za 3 poena.

23. a) Koeficijenti i standardna pogreška

Varijable	Koeficijent	Standardna pogreška	Wald	P
Vis-PE	-0.027596	0.020175	1.8709	0.1714
Kut-Šut	0.091414	0.051299	3.1755	0.0747
Brzina-Šut	0.90627	1.12691	0.6467	0.4213
Constant	-2.21052	3.25083	0.4624	0.4965

23. b) Omjer izgleda i 95 %-tni intervali pouzdanosti

Varijable	Omjer izgleda	95% CI
Vis-PE	0.9728	0.9351 – 1.0120
Kut-Šut	1.0957	0.9909 – 1.2116
Brzina-Šut	2.4751	0.2719 – 22.5339

Legenda: 95% CI – 95 %-tni intervali pouzdanosti

23. c) Koeficijenti i standardna pogreška – kutne brzine

Varijable	Koeficijent	Standardna pogreška	Wald	P
Gležanj-KB	0.00042950	0.0014152	0.09211	0.7615
Kuk-KB	-0.00032587	0.0036515	0.007965	0.9289
Rame-KB	0.000048709	0.00064196	0.005757	0.9395
Lakat-KB	-0.0012771	0.00091696	1.9396	0.1637
RučniZ-KB	0.0011609	0.00046799	6.1534	0,0131*
Constant	-0.69385	1.72492	0.1618	0,6875

**statistički značajna razlika $p < 0,05$ KB-kutna brzina*

23. d) Omjer izgleda i 95 %-tni intervali pouzdanosti – kutne brzine

Varijable	Omjer izgleda	95% CI
Gležanj-KB	1.0004	0.9977 – 1.0032
Kuk-KB	0.9997	0.9925 – 1.0069
Rame-KB	1.0000	0.9988 – 1.0013
Lakat-KB	0.9987	0.9969 – 1.0005
RučniZ-KB	1.012	1.0002 – 1.0021

Legenda: 95% CI – 95 %-tni intervali pouzdanosti KB-kutna brzina

5. RASPRAVA

Košarka je već duže vrijeme jedan od najpopularnijih sportova diljem svijeta. FIBA (eng. *International Basketball Federation* / french. *Internationale de Basketball*) kao krovna svjetska košarkaška organizacija danas okuplja 212 nacionalnih košarkaških saveza. Ova je igra atraktivna zbog svoje konkurentnosti među sportskim igrama, ali i složenih te brzih vještina koje sudionici igre, tj. igrači koriste za izvođenje specifičnih tehničkih elemenata. Jedna je od tih vještina šutiranje, koje je važan čimbenik u određivanju ishoda pobjede na košarkaškoj utakmici (Khazaeli i sur., 2015, Sadeghi i sur., 2005).

Uspješnost košarkaške igre rezultat je složenog spoja tehničko-taktičkih sposobnosti, mentalne pripreme, morfoloških karakteristika i kondicijsko-motoričke izvedbe. Antropometrijske karakteristike sportaša utječu na tjelesne sposobnosti, tehniku igre i sposobnost prilagodbe specifičnostima sporta, u ovom slučaju košarke. Pravilna analiza i razumijevanje tih karakteristika pomaže u odabiru odgovarajuće pozicije za igrače i igračice. Kada se kod igračica analiziraju morfološke karakteristike povezane s njihovom pozicijom u igri, najviši centri imaju znatno duže ekstremitete, veće dijambre i raspone te veće opsege i više masnog tkiva. Bekovi su igračice najmanjih skeletnih dimenzija, mase tijela i mjere volumena, a igračice na poziciji krila nalaze se između prethodno navedenih dviju skupina (Matković i sur., 2010).

Tjelesne karakteristike poput manje visine tijela najčešće omogućuju veću okretnost i eksplozivnost, jer je centar težišta tijela niži, što je korisno za igračice vanjskih pozicija, gdje su brži prijelaz iz driblinga u šut i brži izbačaj bitni čimbenici. Obrambene igračice nemaju dovoljno vremena intervenirati, što povećava šanse za uspješno izveden skok šut. Brza reakcija omogućuje faktor iznenađenja, posebno kod šutiranja s većih udaljenosti ili šutiranje iz kretanja. U takvim situacijama lopta napušta ruku igračice prije nego obrana stigne reagirati tj. blokirati šut. Razvojem specifičnih vještina spretnosti, brzine, šuta za 2 i 3 poena, tehničkih elemenata (npr. dobar dribling ili pregled igre) može se stvoriti prednost nad višim igračicama.

U uzorku ispitanica ovog istraživanja nisu bile uključene igračice na visokim pozicijama, odnosno centri, jer visoke hrvatske košarkašice rijetko šutiraju iz većih udaljenosti odnosno za 3 poena. Ograničen broj takvih igračica koje šutiraju za 3 poena jednostavno nije na razini reprezentativnog uzorka ispitanika, pa su isključene iz istraživanja.

S obzirom na nadolazeće generacije, slijedi se trend moderne košarkaške igre, gdje se sve veća pažnja posvećuje ulozi visokih igračica koje mogu pouzdano pogoditi šut za 3 poena. Takve igračice stvaraju prednost u napadu, razvlačenjem obrane po širini terena, time prisiljavaju obrambene igračice na brz izlazak prema igračici s loptom, kako bi spriječile šut, otvaraju prostor za napadačku akciju u kojoj kreću prema košu prodorom, te kad privuku obrambene igračice dodaju loptu prema vanjskoj igračici. Otvara se prostor za igru dva na dva, gdje dolazi do preuzimanja te traženja potencijalne prednosti igračica u napadu. Time omogućuju i brže kretanje lopte te stvaranje otvorenih pozicija za šutere ili prodor prema košu. Njihova sposobnost izlaska iz polja ograničenja (reketa) i šutiranja izvan linije 3 poena čini napad dinamičnijim, dok obrani otežava zatvaranje i kontrolu samog polja ograničenja. Ovaj stil igre ne samo da povećava učinkovitost ekipe, već dodatno doprinosi atraktivnosti košarke za gledatelje.

Aktivnosti u timskim sportovima kao što je košarka uključuju energetske kapacitete koji se sastoje od anaerobnih i aerobnih sposobnosti. Moderna košarka zahtijeva vještine koje se izvode velikim brzinama, osobito otkad je 2000. godine uvedena promjena pravila igre, kojom je trajanje vremena napada smanjeno s 30 sekundi na 24 sekunde. Ovaj zahtjev za brzinom može dovesti do lošije izvedbe kad se složeni funkcionalni sustav ne uspije nositi s njime (Sporiš i sur., 2014, Sporiš, Ružić, Leko, 2008.a). Koncentracija laktata u krvi koristi se pri procjeni anaerobne glikolize metabolizma u timskim sportovima. U ovom istraživanju laktati su mjereni za procjenu umora tijekom skok šuta za 2 i 3 poena. Testirane igračice imale su srednju vrijednost laktata u krvi od $10,2 \pm 2,98$ mmol/l nakon visoko intenzivne radnje trčanja 15 x 20 m s okretom za 180°.

Razina umora također je utvrđena subjektivnom procjenom ispitanica pomoću Borgove skale CR-10. Ispitanice su test trčanja (15 x 20 m s okretom za 180°) prema Borgovoj skali subjektivne procjene intenziteta rada ocijenile u prosjeku s $8,59 \pm 0,94$, prema skali znači da je zadatak trčanja bio vrlo težak i ide prema jako teškom, odnosno devetki. Uzimajući u obzir parametar koncentracije laktata u krvi koji je iznosio $10,02 \pm 2,98$ mmol/l, može se utvrditi da su ispitanice bile podvrgnute visokoj razini fizičkog umora, na što ukazuje i subjektivna procjena samih sportašica, a to je ujedno bilo i željeno stanje kako bi se ostvario cilj istraživanja.

5.1. Kinematičke varijable skok šuta za 2 poena kroz tri faze

Tijekom pripremne faze skok šuta igračice koriste obje ruke kako bi namjestile loptu blizu tijela, pri čemu samo prsti (članci) dodiruju loptu (Okazaki i sur., 2015, Okazaki i sur., 2007). Jedna se ruka postavlja iza lopte te se koristi za stvaranje impulsa potrebnog za optimalan kut i brzinu ispuštanja lopte (Okazaki i sur., 2015, Knudson, 1993, Satern, 1988.), a druga ruka postavlja se sa strane i pomaže u podupiranju lopte tijekom pripremne faze do faze samog izbačaja, odnosno ispuštanja lopte iz ruke. Stopalo sa strane šuterske ruke postavljeno je malo naprijed kako bi se povećala stabilnost (Okazaki i sur., 2015, Eliote, 1993, Hudson, 1985, Knudson, 1993), te smanjila rotacija u ramenu, trupu i zdjelici tijekom same faze izbačaja. Takvo postavljanje stopala umanjuje kretanje igrača prema naprijed i natrag tijekom skoka te pomaže održavanju šuterske ruke u ravnini s košem (Okazaki i sur., 2015, Hudson, 1985, Knudson, 1993.). Tijekom pripremne faze počinje fleksija u zglobovima gležnja, kuka i koljena, što dovodi do blagog nagiba trupa. Oči su usmjerene prema rubu obruča, koji igračice koriste kao vizualni fokus prije i tijekom samog izbačaja lopte. Promjena fokusa za vrijeme samog šutiranja može utjecati na točnost i konzistentnost izvedbe (Ripoll i sur., 1986).

Prema istraživanju (Martina, 1981), preporuka kuta u koljenom zglobu u trenutku prijama lopte je između 115° – 120° . Navedeni kut omogućuje košarkašicama da ostanu u stavu trostruke prijetnje, spremne za vođenje lopte, dodavanje ili šut prema košu. Kako bi igračice za vrijeme igre postigle veću preciznost, potrebno je izvesti strukturalno pravilan pokret. On kreće od početne faze, odnosno trenutka prijama lopte, kada niska pozicija centra težišta tijela i pravilan rad nogu omogućavaju da igračice koriste silu reakcije podloge i usklađenost pokreta (Matković i sur., 2015). Ispitanice su imale značajno promijenjene vrijednosti, a uzrok toga mogu biti visoka pozicija trupa i ekstenzija u zglobu koljena. Fokus na prijem i kontrolu lopte, u gornjem dijelu tijela može odvratiti pažnju na pravovremenu fleksiju donjih ekstremiteta u primjerenu, pravilnu poziciju. Rezultat izmjeren tijekom prijama lopte za kut zglobu koljena kod australskih igračica u skladu je s preporukama (Eliote i White, 1989). Za razliku od rezultata spomenutog istraživanja kod testiranih igračica vrijednosti su bile značajno promijenjene, što im onemogućava brzu reakciju ili eksplozivan pokret poput skoka za loptom u obrani ili napadu te skok šuta na koš.

Rezultati spomenutog istraživanja ukazuju da su australske igračice imale optimalan kut u zglobu koljena kod prijama lopte, odnosno kut, koji je u skladu s preporukama

literature.. S druge strane testirane igračice imale su varijabilne vrijednosti, što je povezano s visokom pozicijom trupa i nedovoljnom fleksijom donjih ekstremiteta. Fokus na gornji dio tijela pri prijemu i kontroli lopte, onemogućio je pravovremenu aktivaciju nogu. Posljedično njihova sposobnost za brzu reakciju i eksplozivne pokrete poput prodora prema košu, šutiranja ili dodavanja bila je ograničena.

U rezultatima koji se odnose na gornje ekstremitete, kod dvije promatrane varijable utvrđena je statistički značajna razlika prije i poslije opterećenja. Konkretno kut u zglobu lakta smanjio se za gotovo 4° , sličan trend uočava se i kod ramenog zgloba, gdje se kut pri prijemu lopte nakon opterećenja smanjuje za $3,29^\circ$. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja ukazuju da su umor i fiziološko opterećenje doveli do statistički značajnog smanjenja u kutevim zglobova ramena i lakta pri prijemu lopte. Taj umor kod igračica primjećuje se u biomehanici šutiranja. To bi značilo da manji kutevi u navednim zglobnim sustavima utječu na kontrolu lopte, što potencijalno povećava rizik od gubitka posjeda lopte u situacijama agresivne obrane, kao i na samu preciznost daljnjeg slijeda izvođenja skok šuta. Optimalni kutevi omogućuju bolje korištenje reakcijskih sila i koordinaciju samih pokreta gornjih i donjih ekstremiteta. U istraživanju (Elliotte i White 1989), australske košarkašice prilikom prijema lopte zadržavale su kut od $54,6^\circ$ u zglobu lakta, te $53,3^\circ$ u zglobu ramena. Važno je naglasiti da su ove vrijednosti mjerene u uvjetima bez umora, što znači da su igračice imale optimalnu biomehaniku gornjih ekstremiteta. U usporedbi s testiranim igračicama, kod kojih je fiziološko opterećenje dovelo do smanjenja navedenih kuteva. To ukazuje da su australske igračice u odmornom stanju, uslijed čega, mogu zadržati optimalne kuteve za prijem lopte, dok testirane igračice nakon opterećenja ukazuju na smanjene kuteve, što može utjecati na preciznost, brzinu reakcije te samu učinkovitost u igri.

Cabarkapa i sur. istraživali su 2021. godine razlike prijema kod šuta za 2 i 3 poena kod studentske populacije. Njihov kut u prijemu u zglobu lakta za 2 poena iznosio je $47,1^\circ$, a u ramenom zglobu $100,6^\circ$. Kod testiranih košarkašica izmjereni su veći kutovi u prijemu lopte u zglobovima ramena i lakta. To ukazuje na ispruženiju poziciju ruku u trenutku kontakta s loptom, što može smanjiti sposobnost amortizacije odnosno kontrole lopte te potencijalno utjecati na stabilnost i kontrolu tijekom prijema. Rameni zglob, lakat i zglob šake imaju ključnu ulogu tijekom prijema lopte u košarci. Odgovorni su za stabilnost, kontrolu, amortizaciju i prilagodbu položaja ruku kako bi se omogućilo sigurno hvatanje lopte, te nastavak akcije odnosno kretanje.

Kretnje u ramenom zglobu omogućuju igračicama da prilagode položaj ruku kako bi što bolje uhvatile loptu, bez obzira iz kojeg smjera te na kojoj visini im dolazi lopta. Uz šaku, zglob lakta pomaže u fleksiji i amortizaciji tijekom hvatanja te smanjuje rizik od odbijanja lopte ili ispadanja lopte iz ruke. Kvalitetna međuzglobna povezanost omogućuje mekan i kontroliran prijem lopte, čime se smanjuje izgled za gubitak kontrole lopte. Razlika u ramenom zglobu u trenutku prijema lopte unutar našeg istraživanja i australskih igračica zasigurno je povezana s time što je riječ o ekipi koja se pripremala za Olimpijske igre u Seulu 1988., dakle očekivano visoka razina izvedbe. Međutim, svaka igračica ima svoj jedinstveni stil pripreme za šut, koji zavisi o njezinom obrascu kretanja, individualnim karakteristikama, antropometriji te prethodim motoričkim znanjima vještinama i iskustvu. Dobra pripremna faza može se pripisati iskustvu te velikom broju izvedbi koji dovodi do automatiziranog i ispravnog pokreta u donjim i gornjim ekstremitetima. To su svakako bileiskusne igračice koje su osvojile 4. mjesto na navedenim igrama, a u polufinalu ih je pobijedila reprezentacija Jugoslavije s tri hrvatske igračice u sastavu. Statistički značajna razlika u fazi prijema lopte za 2 poena navedene varijable ukazuje da umor utječe na pripremnu fazu pokreta. Naime, nakon opterećenja izmjerene vrijednosti kuta u ramenom zglobu i laktu pokazuju smanjenje. Ove promjene u varijablama vjerojatno će utjecati na izvedbu skok šuta, pri čemu se očekuje niži kut ulaska lopte u koš, te smanjena brzina izvođenja samog elementa šuta, što će se pokazati u daljnjim analizama.

U drugoj fazi izvođenja skok šuta za 2 poena prije i poslije opterećenja promatrane su kutne brzine u gornjim i donjim ekstremitetima, kut ulaska lopte u koš te brzina izbačaja lopte. Navedeni kutevi i ostale varijable značajne za analizu skok šuta mjereni su pomoću „94 Fifty Smart Sensor Basketball“. Rezultat kutne brzine u zglobu gležnja nakon opterećenja povećava se za $9,68^{\circ}/s$, što ukazuje na to da se kut u gležnju nakon opterećenja povećao, ali nije bio statistički značajno različit ($p=0,135$). Vrijednost kutne brzine u zglobu koljena poslije opterećenja nominalno je povećana, ali nije bilo statistički značajne razlike ($p=0,372$). Povećane kutne brzine u zglobovima gležnja i koljena tijekom izvođenja skok šuta sugeriraju da igračice nastoje brže odraditi fleksiju i ekstenziju donjih ekstremiteta tijekom šutiranja na koš. Pravilna pozicija nogu omogućuje učinkovito stvaranje sile i iskorištavanje sile reakcije podloge, koja tijelo podiže prema gore i naprijed. Ta sila je ključna za postizanje daljnje visine skoka, stabilnosti u zraku, što omogućuje da ruke i rameni pojas budu usmjereni pravilno prema košu. Bez učinkovite upotrebe donjih ekstremiteta, tijelo nema dovoljno vertikalne i horizontalne energije za izvođenje skok šuta, što kasnije utječe na preciznost i

biomehaniku daljnjeg kinematičkog slijeda pokreta. Osim toga ispitani uzorak nije prevelik, te može biti razlog tome što razlike u kutnim brzinama nisu bile dovoljno izražene da budu statistički značajne.

U istraživanju (Tsarouchasa i sur. iz 1988), analizirana su slobodna bacanja na Europskom prvenstvu za seniore u Ateni 1987. godine, te je utvrđeno da manji kut u koljenom zglobu više doprinosi uspješno izvedenom slobodnom bacanju i vertikalnom pomaku lopte, što u konačnici omogućuje bolji kut ulaska lopte u koš. U ovom slučaju bitno je naglasiti da kod izvođenja slobodnog bacanja igrač stoji stabilno te u statičnoj poziciji. Energija potrebna za šutiranje ne dolazi iz skoka, nego koordiniranim djelovanjem gornjih i donjih ekstremiteta, koji prenose silu iz nogu, kroz trup i rameni pojas prema rukama. S druge strane kod skok šuta postoji dinamička komponenta skoka, gdje se tijelo u jednom trenutku odvaja od tla i stvara dodatnu vertikalnu silu kroz reakciju podloge. Time dolazi do potencijalno većih kutnih brzina u donjim ekstremitetima. To svakako skok šut čini tehnički složenijim elementom tehnike, u odnosu na slobodna bacanja, jer zahtjeva usklađenost i dinamičnost faze odraza, dovođenja lopte u centralnu poziciju za skok šut, izbačaja lopte prema košu, te doskoka u vrlo kratkom vremenskom periodu. Također, kod slobodnih bacanja putanja lopte i tijela je predvidljiva i stabilna, dok je kod skok šuta tijelo u pokretu, gdje se horizontalna komponenta kombinira s vertikalnim odrazom.

Promatrajući rezultate donjih ekstremiteta u ovom istraživanju, varijabla kutne brzine u zglobu kuka, bila je statistički značajna ($p=0,006$) pri čemu se njena vrijednost nakon opterećenja povećava za $5,91^\circ/\text{s}$. Istraživanje (Elliotte i Whitea iz 1989), ukazuje na nešto niže vrijednosti kutnih brzina kod australskih košarkašica (koljeno $168,8^\circ/\text{s}$ i kuk $181,2^\circ/\text{s}$) u odnosu na ovo istraživanje. Okazaki i Rodacki 2012. na muškoj ekipi dobivaju rezultate vrlo slične Elliotteu i Whiteu, gdje kutna brzina u zglobu kuka iznosi $180,6^\circ/\text{s}$, te u zglobu koljena $168,9^\circ/\text{s}$. Ovaj rezultat, zasigurno je posljedica automatiziranih pokreta koji proizlaze iz dijelova treninga koji se odnosi na trening šutiranja iz mjesta. Navedeni trening podrazumijeva izvođenje skok šuta iz mjesta, bez prethodnog trčanja ili drugih oblika fiziološkog opterećenja. Tijekom takvog tipa treninga igračice se nalaze u mirnoj i kontroliranoj poziciji, s naglaskom na tehnici, stabilnosti i preciznosti. Takav oblik treninga poželjan je u fazi stabilizacije i automatizacije pravilne izvedbe elementa tehnike skok šuta. Igračice u ovom istraživanju nisu imale ispred sebe obrambenu igračicu, koja bi ih potencijalno, natjerala na bolju pripremnu fazu, tj. fleksiju u zglobu koljena što će kasnije utjecati na rezultate ostalih promatranih varijabli. Ekstenzija početnog položaja u zglobu koljena, ograničava sposobnost

igračice da stvori dovoljno sile za odraz, čime se smanjuje visina skoka i gubi eksplozivnosti potrebna za kvalitetan skok šut. Takva pozicija otežava iskoristivnost sile reakcije podloge i smanjuje mogućnost optimalne putanje lopte prema košu.

Ključ uspjeha leži u prepoznavanju da svaka igračica ima svoje specifične biomehaničke potrebe i individualne karakteristike. Ipak, u ranoj fazi razvoja važno je inzistirati na usvajanju pravilne tehnike pokreta, dok se kasnije razvija individualni stil izvođenja koji ne bi smio narušavati efikasnost igre. Individualizirani pristup treningu može pomoći u korekciji nastalih poteškoća. Jedan od načina jest korištenje tehnologije koja igračice može osvijestiti o „pogrešci” koja se ponavlja. Prilagodba tehnici i vizualizacija ispravnog pokreta, npr. „spuštanja u koljenima”, može igračici pomoći da popravi i prilagodi zadanu tehniku određenog elementa.

Kvalitetna tehnika izvođenja skok šuta zahtijeva od igrača odličnu neuromuskularnu koordinaciju pokreta donjih i gornjih ekstremiteta, odnosno dobru pripremnu fazu koja će omogućiti dobru prilagodbu horizontalne kretnje u vertikalni skok (Ripolli i sur., 1986). Preciznost izvedbe ne ovisi o jednom čimbeniku, već o kombinaciji više njih (Podmenik i sur., 2017, Okubo i Hubbard, 2015, Rojas i sur., 2000). Neki od najvažnijih aspekata uspješnog šutiranja nedvojbeno su visina izbačaja, brzina izbačaja i kut ubačaja lopte u koš (Podmenik i sur., 2017, Brancazio, 1981, Miller i Bartlett, 1996), koji su također analizirani u ovom radu. Druga faza izbačaja vezana je za gornje ekstremitete, započinje fleksijom u zglobovima ramena i lakta. Lopta se polukružnom kretnjom podiže u centralnu poziciju, usmjeravajući lakat prema košu, čime se stvaraju preduvjeti za dobar kut ubačaja u koš (Fontanella, 2006, Satti, 2004). Lopta se ispušta iz zgloba šake, a posljednji kontakt s loptom imaju srednji prst i kažiprst. Okomito postavljanje lakta uz završetak u zglobu šake pomaže u primjeni stražnje rotacije na košarkašku loptu. To je važno jer stražnja rotacija lopte smanjuje horizontalnu brzinu lopte te u slučaju da lopta dotakne obruč ili ploču povećava se izgled ulaska lopte u koš. Jedan od načina dobre primjene stražnje rotacije jest brza fleksija ručnog zgloba pri šutu, što je ujedno i završna faza skok šuta, uz doskok (Hudson, 1985, Walters, 1990).

Vrijednost kutne brzine u ručnom zglobu poslije opterećenja smanjila se za $46,88^{\circ}/s$, pri čemu se uočava trend smanjenja kutne brzine uslijed umora, iako ta razlika nije bila statistički značajna ($p=0,101$). Kutna brzina u zglobu lakta nakon opterećenja smanjila se za $6,19^{\circ}/s$, što upućuje na minimalno smanjenje u brzini pokreta. Rezultati višerazinskog

modeliranja za ponovljena mjerenja pokazali su da nema statistički značajne razlike ($p=0,477$). S druge strane u ramenom zglobu utvrđena je statistički značajna razlika u kutnim brzinama ($p=0,005$), pri čemu se kutna brzina poslije opterećenja smanjuje za $41,88^\circ/\text{s}$. Ovi rezultati ukazuju da umor izaziva promjene u biomehanici šuta, osobito u završnoj fazi pokreta. Pri čemu rame preuzima veću ulogu stabilizatora, što može dovesti do sporijeg izbačaja lopte prema košu. To se očituje u nižoj visini te sporijoj brzini izbačaja lopte pri šutu, što je potvrđeno u ovom istraživanju. Takve promjene mogu utjecati na preciznost izvođenja, osobito u završnicama utakmice kad je razina umora izraženija.

Nadalje, tijekom šuta za 2 poena igračice posvećuju veću pažnju kontroli lopte i preciznosti, nego stvaranju maksimalne brzine. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da su se neki kinematički parametri promijenili kad su igračice bile pod utjecajem umora, što je sukladno prethodnim studijama koje također govore da se obrasci šutiranja mijenjaju pod utjecajem umora (Erčulj i Supej, 2009, Erčulj i Supej, 2006, Rupčić i sur., 2020). Ovo istraživanje pokazuje da su kutne brzine donjih ekstremiteta bile veće u stanju umora, u odnosu na vrijednosti prije opterećenja, a istodobno su kutne brzine gornjih ekstremiteta bile manje u stanju umora, u odnosu na vrijednosti prije opterećenja. Ovi rezultati u skladu su s prethodnim istraživanjima koja su dokazala da se u donjim ekstremitetima, kad su igračice pod umorom, kutne brzine povećavaju, dok u gornjim ekstremitetima kontinuirano padaju (Feng, 2021, Rupčić i sur., 2020). To pokazuje da su igračice pod utjecajem umora, aktivnije koristile rad donjih ekstremiteta, kako bi proizvele potrebnu silu za skok šut. Istodobno je vidljiv pad kutnih brzina u gornjim ekstremitetima, što ukazuje da se pokreti ruku i ramenog pojasa odvijaju sporije i s manje preciznosti. Takav obrazac kretanja, sugerira da igračice zbog umora (mišića ruku i ramena) kompenziraju većim angažmanom nogu. Segmenti tijela unutar višezglobnog sustava kreću se kinetičkom lancem. Sila se prenosi od proksimalnih prema distalnim dijelovima tijela (Hudson, 1986, Überschär i sur., 2019), a velike brzine tijekom skok šuta također su povezane sa strategijom uporabe energije (Elliotte, 1992, Knudson, 1993, Okazaki i Rodacki, 2018, Okubo i Hubbard, 2015). Tijekom skok šuta energija se prenosi kroz tijelo od stopala i donjih ekstremiteta, preko trupa i završava u rukama, koje daju završni impuls lopti koja je šutirana na koš. Kad se taj lanac poremeti zbog umora, šut na koš može izgubiti na visini i brzini ili preciznosti samog izbačaja.

Moderna tehnologija omogućuje precizniju i pouzdaniju obuku, smanjujući pogreške pri učenju i sprječavajući negativnu automatizaciju, koja se teško ispravlja. U tu svrhu InfoMotion Sports, Technologies, Inc. izumio je i patentirao košarkašku loptu „94 Fifty Smart

Sensor Basketball“ (Crowley, 2011). Proizvođač predlaže idealne vrijednosti za navedene parametre: kut ubačaja $42^{\circ} - 48^{\circ}$, brzina izbačaja $<0,7$ m/s, broj okretaja u minuti (rps – rotations per minute/okretaj u minuti 130 – 150). Za potrebe ovog istraživanja nije korišten parametar broj okretaja u minuti, dok preostala dva jesu. Kut ulaska i brzina izvođenja uz pravilnu tehniku šutiranja znatno ovise o samoj pripremnoj fazi (Crowley, 2011, Rupčić i sur., 2015).

Općenito se smatra, ako igračica neadekvatno koristi silu reakcije podloge, kasnije ima više poteškoća s transformacijom horizontalne kretnje u vertikalni skok, što će se naposljetku odraziti na brzinu izvođenja skok šuta, a uzrok može biti, spuštanje lopte u trenutku prijema prema dole. Kako bi igračica izvela brz i kvalitetan skok šut u pripremnoj fazi, treba zauzeti niži položaj tijela s blagom fleksijom u donjim ekstremitetima neposredno prije dolaska u posjed lopte (Rupčić i sur., 2015, Krause, Meyer, D. i Meyer, J., 2009). Spomenuti kinematički parametri, kut ulaska lopte u koš i brzina izbačaja lopte, smatraju se ključnim za situacijsku efikasnost igrača (Okazaki i Rodacki, 2012).

U suvremenoj košarci zbog sve veće dinamičnosti igre te visokih razina tehničko-taktičkih vještina te znanja u obrambenom dijelu, igrači su tijekom napada prisiljeni izvoditi šuteve prema košu u kratkim vremenskim intervalima, kako bi spriječili obrambenu reakciju. Znanstvena primjenjivost mjernog instrumenta („94 Fifty Smart Sensor Basketball“) očituje se u mogućnosti primanja povratnih informacija koje su važne za cjelokupno poboljšanje trenažnog procesa u svrhu osposobljavanja vrhunskih igračica, a potom i postizanja kvalitetnih rezultata. Praktična primjenjivost ovoga instrumenta dolazi do izražaja u procesu usvajanja i usavršavanja tehnike skok šuta kod mladih igračica, jer je u mlađim dobnim kategorijama bitno steći ispravne motoričke pokrete koji će kasnije postati automatizirani (Rupčić i sur., 2015).

Na brzinu izbačaja utječe masa lopte i sila koju lopti daje šuter u trenutku šutiranja. U samoj pripremi za skok šut iskusni šuteri držat će loptu blizu tijela tijekom izvođenja samog izbačaja. Količina sile potrebna za izvedbu skok šuta smanjuje se držanjem lopte blizu tijela. Osim toga, dobri šuteri imat će veću fleksiju u ramenu i laktu te u kuku i koljenu, što povećava pripravnost u zglobovima koji doprinose stvaranju sile i dovodi do bržeg izbačaja same lopte. Držanje lakta izravno ispod lopte omogućuje ravnu liniju leta lopte iz ruke prema košu. Izvrсни igrači nakon izbačaja ostavljaju flektiran zglob šake kako bi produžili kontakt s loptom, takvim „praćenjem lopte“ pomažu u preciznijoj projekciji lopte prema košu.

Ako promotrimo određene bivše košarkaše kao što su Larry Bird i Oscar Schmidt (jedan od najboljih strijelaca u povijest Olimpijskih igara i Svjetskih prvenstava) te još uvijek aktualne košarkaše, kao što su Stephen Curry i Kevin Durant, kao i nadolazeću zvijezdu ženske košarke Caitlin Clark, može se uočiti da svatko od njih posjeduje specifične karatkeristike u izvedbi skok šuta. Unatoč individualnim razlikama, osnovna struktura kinematike skok šuta ostaje općeprihvaćena, osobitno u završnoj fazi izvođenja. To sugerira postojanje standardiziranog biomehaničkog modela šuta.

Prema navodima proizvođača „94 Fifty Smart Sensor Basketball“, idealne vrijednosti brzine izbačaja su ispod 0,7 sekundi (Rupčić i sur., 2015, Crowley, 2011). Brzina šuta / izbačaja testiranih igračica tijekom skok šuta za 2 poena prije opterećenja iznosila je nešto više od idealnog, a rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja ukazuju na to da nema statistički značajne razlike ($p=0,597$). To sugerira da su igračice zadržale usvojene pozitivne automatizme na koje umor nije imao utjecaja. Dodatno, ovo se može objasniti činjenicom, da su igračice izvodile skok šut s bliže pozicije prema košu, uslijed čega izbačaj nije zahtijevao maksimalnu snagu. Brzina šuta vjerojatno bi bila veća kod šutiranja s većih udaljenosti, budući da takvi šutevi zahtijevaju veću mišićnu jakost, eksplozivost i koordinaciju cijelog tijela, ali s obzirom na umor, postoji mogućnost odstupanja u brzini šuta (Jarić i sur., 1997, Enoka i Duchateau, 2008).

Vencúrik i sur. analizirali su 2021. godine šut čeških nacionalnih ženskih selekcija U-16 i U-18. Izmjerena brzina izbačaja kod ubačene lopte iznosila je 0,85 m/s za U-16 kod pogotka i 0,87 m/s kod promašaja, dok je kod selekcije U-18 brzina izbačaja kod pogotka i promašaja iznosila identičnih 0,85 m/s. Nadalje, kada je riječ o analizi brzine izbačaja i važnosti u kontekstu uspješnosti šuta u košarci, Dobrovičnik je 2015. godine analizirao 52 igrača u dobi od 18 i 19 godina te ih je raspodijelio po pozicije u igri i predstavio sljedeće rezultate: bekovi su imali brzinu izbačaja 0,76 m/s, krila 0,83 m/s, te centri 0,83 m/s. U istraživanju Walters i sur., 1990, testirane su četiri sveučilišne igračice koje su igrale na poziciji bek šutera, te se njihova brzina izbačaja kretala u rasponu od 1,12 do 1,60 m/s. Stvaranje optimalne „brzine lopte“ pri šutu zapravo znači kontrolu energije koja se prenosi s tijela na loptu. Kod šutiranja sve započinje u pripremnoj fazi u trenutku kad igračica iz fleksije koljena i kukova, prelazi u ekstenziju i podizanje tijela prema gore, pri čemu noge stvaraju početni impuls. Ta se energija zatim prenosi na trup, prema ramenima, zglobovima lakta i šake, odnosno člancima prstiju koji daju završnu brzinu i rotaciju lopti. Istraživanja Wiens i sur., 2020, Hay, 1978, ističu da je uspješan šut rezultat usklađenog prijenosa

kinetičke energije od nogu prema rukama, što je taj lanac pokreta učinkovitiji, to šut može biti precizniji i kontroliraniji. Brzine izbačaja lopte od 0,7 m/s i niže predstavlja tehničku i taktičku prednost, koja bi trebala biti prioritet za igrači koje žele povećati svoju preciznost i konkurentnost na terenu. Kako bi se to postiglo, trening treba biti usmjeren na tehničku efikasnost preciznost, odnosno rad na osnovnoj mehanici šuta, smanjenje prekomjernog pokreta u pripremi šuta (npr. nepotrebno spuštanje lopte), izbjegavanje predugog zadržavanja lopte u rukama. Potrebno je staviti naglasak na vježbe što bržeg prelaska iz prijema lopte ili vođenja lopte u fazu šuta, kao i na vježbe šuta iz različitih pozicija, s obranom, uz ograničeno vrijeme trajanja napada, te naravno u fazi umora, odnosno situacijskim uvjetima. Moderna tehnologija uz snimanje i analiziranje šuta pruža uvid u to mogućnosti za skraćivanje trajanja vremena izbačaja (prijem lopte, pozicija lopte, izbačaj), a sve to s ciljem postizanja efikasnijih i „opasnijih” igračica na košarkaškom terenu.

Druga varijabla o kojoj ovisi situacijska efikasnost igračica tijekom šutiranja je kut ulaska lopte u koš. Podrazumijeva se da je idealan kut pada lopte, uzevši u obzir biomehaniku izvođenja skok šuta, kut od 45°. Postupnim smanjivanjem spomenutog kuta smanjuje se i razina efikasnosti, odnosno preciznost šutiranja. Stoga je izuzetno bitno da igrači uz brzinu izvođenja šuta na koš zadrži i ovaj parametar oko spomenutih vrijednosti. Na kut ulaska lopte u koš svakako utječe položaj ruke pri ispuštanju lopte.

Međutim kad se promatra odnos između visine i brzine izbačaja lopte na koš može se uočiti da različiti tipovi igrača ostvaruju uspješnost šuta na različite načine. Igrači poput Stephena Curryja karakterizirani su iznimno brzom tehnikom izbačaja lopte, čime nadoknađuje eventualnu nižu visinu točke izbačaja lopte. Brzina pokreta takvim igračica omogućuje šutiranje prije nego što obrambeni igrač reagira, čime smanjuju potrebu za visokim izbačajem lopte. S druge strane, igrači poput Kevina Duranta ostvaruju višu točku izbačaja lopte zahvaljujući svojoj tjelesnoj visini i dužini ekstremiteta, te nešto sporijoj, ali vrlo kontroliranoj tehnici šuta. Kad lopta dođe do visine od 3,05 metara ona je za obranu gotovo neuhvatljiva, što značajno povećava vjerojatnost uspješnog šutiranja unatoč nižoj brzini izbačaja. Ovaj odnos između brzine izbačaja i visine izbačaja ukazuje, da različiti profili igrača mogu kompenzirati biomehaničke razlike kroz individualno prilagođene tehničke obrasce kretanja.

Povećani kut u ramenom zglobu pri izbačaju i relativno mali nagib trupa, pridonijet će višoj poziciji lopte pri samom izbačaju. Osim toga, zglob lakta šuterske ruke nalazit će se

neposredno ispod lopte. Važno je naglasiti da druga ruka, koja pridržava loptu, ne pridonosi kutu ili brzini izbačaja, već je važna za stabilnost i ravnotežu (Satern, 1988). Kut ulaska lopte u koš određuju tri čimbenika: okomito pomicanje, horizontalno pomicanje i brzina izbačaja (Miller i Bartlett, 1993.). Vertikalno pomicanje (visina leta lopte) opisuje koliko se visoko nalazi lopta u odnosu na tlo. Horizontalni pomak tijela povećava se s udaljenošću od koša kako bi se postigla optimalna sila i kut izbačaja. Na navedene čimbenike utječu brzina i kut izbačaja lopte te visina na kojoj igrač izbacuje loptu u koš (Miller i Bartlett, 1993). U slučaju da igračica ima visoku točku izbačaja lopte i šutira pod optimalnim kutom od 45° , imat će dobru putanju kretanja lopte prema košu i dobre izgleda za pogodak. Kut izbačaja manji od 30° rezultira niskom putanjom lopte može pogoditi u obruč, ako kut iznosi 60° i više lopta će se kretati visoko te će izgubiti energiju i preciznost.

Vrijednost kuta ulaska lopte u koš tijekom skok šuta za 2 poena poslije opterećenja smanjuje se gotovo za jedan stupanj sa $33,40^\circ$ na $32,48^\circ$. Rezultatima višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja utvrđena je statistički značajna razlika prije i poslije opterećenja ($p=0,003$). Ovo smanjenje ulaska lopte u koš je očekivano jer su kutne brzine ovog istraživanja u zglobov kuka i ramena smanjene i to statistički značajno, te automatski smanjuju prijenos energije na loptu. Kad igračica nakon opterećenja izvodi skok šut, kut ulaska lopte u koš se smanjuje, zato što se smanjuje visina i brzina izbačaja lopte. Posljedica je to umora mišića nogu i trupa koji su odgovorni za prijenos energije, pretvarajući pokret skok šuta u vertikalni odraz. Iz košarkaške perspektive, igračice koje su pod umorom često ne postignu idealnu vertikalnu komponentu šuta, jer noge više ne stvaraju dovoljnu silu potrebnu za odraz, tijelo nije u ispravnoj poziciji, a lopta napušta ruku u ravnijoj putanji kretanja prema košu (nema parabolične kretnje lopte). Takav šut, često završava odbijanjem od prednjeg obruča ili promašajem jer ravnija putanja lopte smanjuje njenu optimalnu rotaciju. Tipičan primjer ovakvih situacija može se vidjeti u završnicama utakmica, kad umor preuzme kontrolu nad tehnikom šuta. Šuteri poput Stephena Curryja ili Luke Dončića svjesno traže brži izbačaj lopte uz manji odraz, što nekad dovodi do ravnije putanje lopte. S druge pak strane, visoki igrači poput Kevina Duranta ili Jasona Tatuma, koji šutiraju s prirodno višom točkom izbačaja lopte mogu lakše kompenzirati pad kuta ulaska lopte u koš, jer njihova lopta napušta ruku s visine oko 3,05 metara, što je za obranu gotovo neobranjivo. Kako bi se ove razlike smanjile ili potpuno neutralizirale, trenažni proces mora uključivati šutiranje pod nekom vrstom fiziološkog opterećenja (sprinta, skoka), kako bi igrači automatizirali tehniku izvedbe i u stvarnim natjecateljskim uvjetima. Također, preporuča se, dodatni rad na

kontroliranom završetku šuta (precizni završni pokreti prstiju, optimalna rotacija lopte pri izbačaju prema košu) koji će omogućit bolji let lopte i veću vjerojatnost pogotka lopte u koš.

Okazaki i Rodacki su 2012. testirali košarkaše u rasponu šutiranja na udaljenosti od 2,8 m do 6,4 m te dobili kuteve ulaska lopte u koš u rasponu od 37° do 62°. Vercúrik i sur. istraživali su 2021. mlađe dobne kategorije na reprezentativnom uzorku ženskih selekcija U-16 i U-18 kod šutiranja za 2 poena iz kretanja i uvijanja te pratili kut ulaska lopte i efikasnost¹. Prosječan kut ulaska lopte u koš selekcije U-16 kod pogođenog šuta iznosio je 31,6°, a promašenog 29,7°, dok je kod selekcije U-18 prosjek bio 31,8° kod pogođenog šuta i 29,6° kod promašenog šuta. U istraživanju Buttona i sur. 2003., utvrđena je veća dosljednost u kinematičkim obrascima slobodnih bacanja kod igrača koji su imali više iskustva u natjecateljskom rangu. Ovakve razlike mogu se pripisati različitoj dobi, većem igračkom iskustvu, šutiranju na razne načine, „dotrčavanju”, „uvijanju” i „rezanju”^{1,2,3}. Treba uzeti u obzir i to da su igračice u ovom istraživanju imale fiziološko opterećenje koje je dovelo do pada kuta ulaska lopte u koš. Premda je riječ o najboljim hrvatskim igračicama na bekovskim pozicijama, umor je ipak imao učinak na kinematiku izvedbe šuta, što je značajan podatak za njihovo daljnje usavršavanje.

¹ Uvijanje u košarkaškoj igri predstavlja rotacijski pokret trupa, koji se javlja u pripremnoj fazi skok šuta. Igrači ga koriste kako bi stvorili sebi prostor ili promijenili smjer kretanja, prije samog dolaska u posjed lopte

² Šutiranje iz dotrčavanja predstavlja motoričku strukturu u kojoj igrači horizontalnu kretnju prema košu pretvaraju u vertikalni skok, odnosno skok šut. Ova vrsta šutiranja uključuje kontinuiranu dinamiku pokreta prije samog izvođenja skok šuta.

³ Rezanje u košarkaškoj igri predstavlja naglu promjenu smjera kretanja igrača s ciljem stvaranja prostorno vremenske prednosti u odnosu na obranu. Ovaj pokret izvodi se brzom promjenom smjera kretanja, često nakon korištenja varke ili kretanja bez lopte, s ciljem oslobađanja obrambenog igrača i stvaranja optimalne pozicije za prijem lopte te izvođenje skok šuta.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da su vrijednosti najviše točke izbačaja tijekom skok šuta za 2 poena bile značajno veće prije opterećenja u odnosu na vrijednosti nakon fiziološkog opterećenja. To potvrđuju i rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja koji utvrđuju statistički značajnu razliku ($p=0,000$). Kada su mišići nogu umorni, oni proizvode manju količinu vertikalne sile, što znači da je visina skoka smanjena, a samim time niža je i početna točka izbačaja lopte. Smanjena visina najviše točke izbačaja rezultira lošijim kutom ulaska lopte u koš te smanjuje izgled za pogodak. Uz to, umor djeluje i na mišiće ruku i ramena, što dovodi do lošijeg vertikalnog zamaha lopte (postavljanje lopte za izbačaj). To može ograničiti igračice u podizanju lopte prema optimalnoj visini, što je posebno uočljivo u završnicama utakmica. Međutim, svi ti elementi podložni su poboljšanju kroz pravilno strukturiran trenažni proces, pri čemu se radom na stabilnosti trupa i automatizaciji tehnike šuta, pod utjecajem umora može zadržati visina i preciznost izbačaja lopte. Primjeri vrhunskih šutera poput Stephana Curryja ili Caitlin Clark ukazuju da se kroz kontinuirano izvođenje situacijskih treninga, gotovo identična tehnika šuta može reproducirati neovisno o razini umora, čime se povećava šuterska učinkovitost u ključnim trenucima košarkaške igre.

Na visinu izbačaja mogu utjecati i antropometrijske karakteristike igračica. Visoka igračica sposobna je ostvariti veći vertikalni doseg skokom, što rezultira većom početnom visinom izbačaja lopte te povoljnijim kutom ulaska lopte u koš (Okazaki i Rodacki, 2015). Općenito, igračice se potiče da ispuste loptu u najvišoj točki u trenutku skoka (Okazaki i Rodacki, 2015, Eliote 1992, Knudson, 1993). Ispuštanje lopte prije dostizanja najviše točke tijekom šuta, omogućuje igračicama da prenesu dio vertikalne brzine, koja proizlazi iz okomitog pomaka njihovog tijela na loptu i tako ostvare veću silu (Rupčić i sur., 2021, Eliote, 1992). Moguće objašnjenje ovog rezultata proizlazi iz zaključka da je umor uzrokovao smanjenje sile koju će igračice iskoristiti kako bi izbacile loptu sa što veće visine. Smanjena visina izbačaja može se objasniti i smanjenom kutnom brzinom uzrokovanom fiziološkim opterećenjem, gdje šuterska ruka postiže niži položaj. Okazaki je u svom istraživanju iz 2008. godine, utvrdio da rame uvelike može utjecati na kut ubačaja, koji je usko povezan s visinom izbačaja lopte. Okazaki i Rodacki 2012. godine, istraživali su visine izbačaja košarkaša na udaljenostima od 2,8 m do 6,4 m od koša. Visina izbačaja lopte prema košu iznosila je 2,46 m na udaljenosti od 2,8 m, dok je na udaljenosti od 6,4 m pala na 2,33 metra visine. Ovo potvrđuje da se visina izbačaja smanjuje kako udaljenost raste (Okazaki i Rodacki, 2012). Smanjenu visinu izbačaja lakše je obraniti (pogotovo kod muških košarkaša)

kad se natječete s momčadima koje igraju agresivniju obranu, te mogu lakše blokirati šut. Stoga je preporuka trenerima, nakon što igračice u potpunosti usvoje pravilnu tehniku izvođenja, da u treninge uključe vježbe u sličnim situacijskim uvjetima. Uključujući simulaciju umora i pritiska obrane, kako bi igračice naučile prilagoditi brzinu izbačaja, kut ulaska lopte u koš, te pozicioniranje tijela, s ciljem povećanja šanse za uspješan šut i učinkovitost u završnicama utakmica. Osim tehničkih aspekata, važno je naglasiti i taktičku komponentu, pri čemu igračice trebaju razvijati sposobnost brzog odlučivanja pod pritiskom obrane, izabrati optimalan trenutak šutiranja na koš te prilagoditi visinu i brzinu lopte prema situaciji na terenu. Redovitim izvođenjem ovakvih situacijskih šuteva, tijekom treninga igračice stječu osjećaj za prostor, vremenski ritam igre i učinkovitu koordinaciju, što je važno za povećanje šuterske preciznosti u natjecateljskim uvjetima igre.

Završna faza skok šuta, doskok, za 2 poena praćena je u jednoj varijabli. Rezultat točke odraza u odnosu na točku doskoka prije i poslije opterećenja u šutu za 2 poena gotovo su identični. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja ukazuju na to da nema statistički značajne razlike ($p=0,620$). Rezultat ovog istraživanja može se objasniti time da vrhunske igračice mogu promijeniti svoj neuromišićni sustav, na način da donji ekstremiteti mogu nadomjestiti nedostatak sile gornjih ekstremiteta kad su oni pod utjecajem umora (Rupčić i sur., 2021). Manje horizontalno pomicanje težišta tijela tijekom šutiranja jedna je od karakteristika dobrih šutera. Obrambenoj igračici teže je efikasno braniti kad igračica izvodi vertikalni šut, nego kad se kreće horizontalno prema njoj. Do promjene u navedenoj varijabli može doći u situaciji kad šutu prethode razne promjene smjerova, s ciljem dolaska u poziciju za štu na koš, kao što je npr. kretanje bez lopte kroz protrčavanja, uvijanja i sl. Takva akcija uz umor posljedično će utjecati na ravnotežu igračica (Wilkins i sur., 2014), te uzrokovati značajnu promjenu u točki odraza u odnosu na točku doskoka. Iako, naravno, tijekom igre su moguće i takve izvedbe, samo izvrsni igrači su u stanju takve šuteve dovesti na visoki stupanj situacijske učinkovitosti. Visoko razvijena motorička kontrola omogućuje brzu i preciznu koordinaciju ruku, nogu i tijela čak i u uvjetima umora ili narušene ravnoteže. Sposobnost anticipacije kretanja obrambenih igračica i pravovremeno prilagođavanje kuta i brzine izbačaja povećava šanse igrača za uspješan šut. Uz to, kontinuiranim treninzima u simuliranim natjecateljskim uvjetima igrači razvijaju automatske motoričke obrasce, to im omogućuje brzo i precizno izvođenje zadatka s minimalnim pogreškama. Zbog takve kombinacije tehničke preciznosti, osjećaja za ritam igre te psihološke stabilnosti, vanserijski igrači su često uspješni, čak i u izrazito zahtjevnim situacijama na košarkaškim utakmicama.

Ovo istraživanje pokazalo je da se učinkovitost šuta za 2 poena ne razlikuje prije i poslije opterećenja. Rezultati prije opterećenja u pogledu preciznosti iznosili su 54% uspješnosti. Poslije opterećenja rezultati su bili bolji te su pokazali 58% uspješnosti pogotka šuta za 2 poena. Iz rezultata je uočljivo da je razina preciznosti nakon opterećenja veća za 4%. Smanjena brzina izbačaja povezana je s većom razinom preciznosti (Aksović i sur., 2015, Satern, 1988, Knudson, 1993). Smanjena brzina izbačaja omogućuje igračicama i dodatno vrijeme za potencijalno ispravljanje šuta pomoću vizualnih i proprioceptivnih povratnih informacija (Schmidt i sur., 1979). Ispitanice jesu preciznije, ali sporije i ujedno situacijski neefikasnije, jer nije bilo obrane i ostalih ometajućih čimbenika. Ovi zaključci odgovaraju prethodnim istraživanjima koja pokazuju da visoki intenzitet ponovljenih sprinteva može privremeno narušiti biomehaničku stabilnost tijela, no učinkovitost šutiranja ostaje očuvana zahvaljujući prilagodbi neuromuskularnog sustava u ostalim segmentima tijela (Barbieri i sur., 2017). Brza biomehanička prilagodba tijela smatra se važnom sposobnošću za poboljšanje košarkaških vještina i izbjegavanje ozljeda (Steinberg i sur., 2016). Iako su navedeni zaključci doneseni promatranjem vrhunskih sportaša, slični obrasci biomehaničke prilagodbe mogu se uočiti i kod sportaša u drugim sportovima. U istraživanju koje se bavilo utjecajem umora na preciznost šuta i tehničku izvedbu elemenata kod vrhunskih vaterpolista, rezultati su pokazali da se preciznost šutiranja i brzina lopte uglavnom nisu mijenjali pod zadanim fiziološkim uvjetima (Royal i sur., 2006). Može se reći da su vrhunski sportaši sposobni uspješno samoregulirati podražaje, ne samo kako bi održali zadanu izvedbu, već je i poboljšali te kako bi donošenje odluka u izazovnim uvjetima bilo na vrhunskoj razini (Royal i sur., 2006, Kitsantas i Zimmerman, 2002).

Osim toga, psihološki utjecaj umora postaje značajniji u trenucima kada svjesno percipiraju smanjenu energiju i nastoje se dodatno usredotočiti kako bi što učinkovitije izvršili zadatak. Talentirane i visoko utrenirane košarkašice uspijevaju održati ili prilagoditi preciznost šuta, čak i pod utjecajem umora, odnosno nakon izvođenja vježbi koje izazivaju fiziološko opterećenje poput ponovljenih sprinteva, kako su otkrili Lyons i sur. 2006. godine kod istraživanja sposobnosti dodavanja u košarci. Statistika Američke košarkaške lige (eng. *National Basketball Association - NBA*) upućuje na to da se postotci šutiranja mogu razlikovati, ovisno o radnjama koje su prethodile samoj izvedbi skok šuta. Nadalje, analize statističara u *NBA* i *WNBA* ligi otkrile su da je broj koševa nakon asistencija u korelaciji s omjerom pobjeda i poraza (Oudejans i sur., 2012, Ibanez, S.J. i sur., 2008, Gomes i sur., 2006), pri čemu ekipe s većim udjelom takvih poena ostvaruju bolji ukupni učinak. Štoviše, u

WNBA ligi od svih postignutih koševa iz igre 60% je postignuto nakon asistencije (*WNBA*, Statistics, 2011). Ovi podaci ukazuju na to da je uspješan šut nakon asistencije moćniji alat za suprotstavljanje suparničkoj obrani od šutiranja nakon driblinga (Melnick, M.J. i sur., 2001, Ibanez, S.J. i sur., 2008). Na temelju statistike iz *NBA* i *WNBA* lige nije moguće isključiti da i drugi čimbenici koji su navedeni u ovom radu kao što su umor, obrambeni igrač ili udaljenost od koša mogu utjecati na postotak šuta nakon driblinga ili dodavanja (Oudejans, 2012).

5.2. Kinematičke varijable skok šuta za 3 poena kroz tri faze

Skok šut predstavlja temelj hijerarhijske strukture košarkaških znanja (Trninić i sur., 2010). Glavna karakteristika elementa jest da omogućuje šutiranje lopte prema košu s većih udaljenosti. Kao takav ovaj element košarkaške tehnike rezultat je želje i potrebe igračica da pronađu najbolja rješenja u novim situacijama (Rupčić i sur., 2020). S obzirom na kineziološku analizu šuta za 3 poena, ona je ista kao i za 2 poena, a provodi se od same početne faze stava trostruke prijetnje, pogleda usmjerenog prema naprijed i postavljanja stopala pa sve do pripremne faze gdje se lopta polukružnom kretnjom dovodi u centralnu poziciju.

Neki igrači koriste i malu bočnu devijaciju, tj. pronaciju radioulnarnog zgloba koja prati fleksiju ručnog zgloba, ali pronacija se događa tek kad je lakat potpuno ispružen. S druge strane, neki igrači savijaju zapešće prije nego su im laktovi skroz opruženi kako bi iskoristili energiju koju stvaraju zglobovi odgovorni za otpuštanje lopte (Okazaki i sur., 2015, Okazaki, 2006). Nakon što je lopta napustila zglob šake slijedi kontinuirano savijanje ručnog zgloba (Knudson, 1993, Satern, 1988.) te smanjena fleksija ramena i ekstenzija u zglobu lakta (Okazaki i sur., 2007). Pokret završava sunožnim doskokom. Moderna košarka ne samo da igračicama nameće velik napor i intenzivne pokrete, već zahtijeva i visoki stupanj preciznosti, pogotovo s velikih udaljenosti (Erčulj i Supej, 2009, Jovanović-Golubović i sur., 2003).

Temeljem rezultata analize ovog istraživanja, prve faze prijema lopte kod skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja zabilježeni su zanimljivi rezultati s aspekta gornjih i donjih ekstremiteta. Rezultat kuta u zglobu gležnja u prijemu lopte kod šuta za 3 poena poslije opterećenja smanjuje se za 1,33°. Višerazinskim modeliranjem za ponovljena mjerenja nije utvrđena statistički značajna razlika ($p=0,112$). Rezultat kuta u koljenom zglobu u prijemu poslije opterećenja bilježi blago povećanje od 1,24°, te nije utvrđena statistički značajna razlika ($p=0,272$). Rezultat kuta u zglobu kuka u prijemu lopte jedina je statistički značajna

varijabla u pogledu donjih ekstremiteta, gdje je uvidom u rezultate višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja utvrđeno da postoji statistički značajna razlika ($p=0,004$). Snižen kut znači manju fleksiju u zglobo koljena i kuka, tj. uspravniji položaj tijela, što ukazuje na slabiji prijenos energije s nogu na gornji dio tijela. Budući da se izvedba skok šuta za tri poena oslanja na kinetički lanac prijenosa energije, snižen kut često rezultira ravnijom putanjom lopte (bez adekvatne parabole), što dovodi do nepovoljnog kuta ulaska lopte u koš i smanjene efikasnosti igračica.

Dolazak lopte igračice su dočekivale držeći trup gotovo vertikalno, s minimalnim pretklonom tijela, što dodatno utječe na kvalitetu izbačaja. U istraživanju Rupčića i sur. iz 2020. godine provedenom na kadetskim reprezentativcima uočeni su mnogo veći kutevi u zglobo kuka pri prijemu lopte u rasponu od $131,32^{\circ} \pm 136,44^{\circ}$, koji su također bili statistički značajni s obzirom na fazu prijema lopte prije i poslije opterećenja. Dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da su vrijednosti fleksije kuka bile smanjene pri šutiranju s većih udaljenosti. Tako Tsai i sur., 2006. godine izvještavaju o kutu u zglobo kuka koji poslije opterećenja pada za $5,6^{\circ}$, Slawinski 2015. godine objavljuje istraživanje u kojem vrijednost kuka tijekom prijema lopte za 3 poena iznosi $52,2^{\circ} \pm 12^{\circ}$, a nakon fiziološkog opterećenja pada na 50° . U usporedbi s prethodnim istraživanjima, u ovom radu kut u zglobo kuka snižen je za $3,28^{\circ}$ nakon opterećenja. Iako je pad manji nego u nekim studijima, on i dalje može imati značajan učinak na tehniku šuta. Navedeni rezultati ukazuju da umor umjereno utječe na fleksiju u zglobo kuka tijekom prijema lopte, te prijenos energije s donjih na gornje ekstremitete. Ovaj se učinak posebno ističe kod šutiranja s većih udaljenosti, gdje svaki centimetar visine i stupanj kuta može značiti razliku između pogođenog ili promašenog šuta.

Kako bi igračica relativno brzo uputila skok šuta prema košu, u slučaju kada nije bila ometena obrambenim igračem, ona mora biti u aktivnoj poziciji. To znači da centar težišta tijela mora biti adekvatno snižen te mora postojati fleksija u donjim ekstremitetima. U kombinaciji s pravilnim, uravnoteženim prostorno-vremenskim uvjetima od primanja lopte do korištenja sile reakcije podloge, može se ustvrditi da takav položaj utječe na ispravan kut ispuštanja lopte, a zatim i na preciznost samog šuta (Rupčić i sur., 2020).

Sva tri promatrana rezultata u gornjim ekstremitetima prijema lopte kod skok šuta za 3 poena bila su statistički značajno različita. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja utvrđuju statistički značajnu razliku u ručnom zglobo ($p=0,054$). Iz navedenog parametra vidljivo je da se obrazac šutiranja mijenja, pogotovo zapešća koje ima važnu ulogu

u ispravnom izvođenju skok šuta, jer iz njega proizlazi finalni dodir lopte, što u kombinaciji s prstima daje lopti adekvatnu brzinu i smjer te posljedično utječe na preciznost izbačaja (Fontanella, 2006). Osim toga, utvrđena je statistički značajna razlika u zglobu lakta u prijemu ($p=0,001$). Isti je slučaj s rezultatom za kut u ramenom zglobu u prijemu, gdje je uvidom u rezultate višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja utvrđena statistički značajna razlika prije i poslije opterećenja ($p=0,001$).

Dok rame daje stabilnost i služi kao stabilizator, zglob lakta precizno usmjerava i pozicionira loptu za izbačaj. U svojem izvještaju iz 2021. godine Cabarkapa iznosi rezultate muškog ispitanika tijekom pripremne faze hvatanja lopte za 3 poena s vrijednostima u zglobu lakta $45,1^\circ$ i u zglobu ramena $99,1^\circ$. Premda se ovi rezultati razlikuju, varijacije u zglobu lakta ostaju relativno male. Kako bi se bolje razumio utjecaj opterećenja na kinematičke parametre, važno je uključiti i prethodna istraživanja. U skladu s tim Nezhad i sur., 2015. testirali su mlade reprezentativce Irana tijekom šuta za 3 poena prije i nakon opterećenja. Njihovi rezultati pokazuju da je kut u zglobu lakta u fazi prijemu lopte iznosilo $78,24^\circ$, dok je nakon opterećenja došlo do smanjenja od $9,51^\circ$. U provedenom istraživanju zabilježen je pad u zglobu ramena pri prijemu lopte od $3,66^\circ$ nakon opterećenja. Rezultat ukazuje da umor, iako ne uzrokuje drastične promjene, može narušiti biomehaničku koordinaciju između ramenog i zgloba lakta. Manja fleksija u ramenu dovodi do smanjenog vertikalnog zamaha, što može dovesti do niže visine izbačaja, te nisko parabolične putanje lopte prema košu. U praksi, šut upućen pod utjecajem umora, može potencijalno kasniti u fazi izbačaja lopte, jer dolazi do sporije aktivacije mišića gornjih ekstremiteta. Javlja se moguće zakašnjenje u izbačaju lopte prema košu. zbog nedostatka snage i kontrole pokreta, lopta napušta ruku u nižoj poziciji. Kako bi se kompenzirao taj pad kuta, preporuča se specifični trening snage usmjeren na rameni pojas, te uključivanje situacijskih treninga pod utjecajem umora.

U provedenom istraživanju gornjih ekstremiteta, jedino je u zglobu lakta tijekom prijema lopte zabilježeno povećanje kuta nakon opterećenja, dok su vrijednosti u zglobu ramena i šake nakon umora bile smanjene. Razlog mogu biti različite tehnike šutiranja i završetaka u zglobu šake koje su automatizirane kod svake pojedinačne igračice, a kod donjih ekstremiteta uočeno je da pripremna faza nije bila adekvatno pripremljena. Umor je utjecao na mišiće nogu koji doprinose skoku i na mišiće ruku koji doprinose izbačaju lopte. Ako se kinematika tijela promijeni, a vidljivo je da postoji promjena, izbačaj lopte neće biti optimalan, jer uspješan šut zahtijeva optimalnu kombinaciju kuta ulaska lopte u koš, visine i brzine izbačaja lopte (Hamilton i Reinschmidt, 1997, Okazaki i sur., 2015).

U drugoj fazi izvođenja skok šuta za 3 poena prije i poslije opterećenja promatrane su kutne brzine tijekom izvođenja samog šuta u gornjim i donjim ekstremitetima. Rezultat kutne brzine u zglobu gležnja poslije opterećenja smanjuje se za 11,8°/s. Rezultatima višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika ($p=0,154$). Kutna brzina u zglobu koljena tijekom skok šuta za 3 poena poslije opterećenja povećava se za 7,18°/s. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja bili su statistički značajno različiti prije i poslije opterećenja ($p=0,044$). Kod donjih ekstremiteta promatrana je i kutna brzina u zglobu kuka, koja je poslije opterećenja porasla za 2,4°/s. U ovoj varijabli nije bilo statistički značajne razlike ($p=0,189$).

Nakon analize vrijednosti kutnih brzina donjih ekstremiteta uočljivo je da se navedene vrijednosti povećavaju. Navedeno povećanje u kuku i koljenu omogućuje igračicama da zadrže optimalnu visinu skoka te brži prijenos energije s donjeg prema gornjem dijelu tijela, što poboljšava koordinaciju pokreta. Slične rezultate zabilježili su Rupčić i sur. 2020. godine na pilot projektu s uzorkom od jednog kadetskog reprezentativca. Protokol umora bio je isti kao i u ovom istraživanju, a pratile su se tri serije šuteva za 3 poena. Njegovi rezultati tijekom skok šuta za 3 poena ukazuju na maksimalnu kutnu brzinu u zglobu gležnja, koja u prvoj seriji šuta iznosi 725,04°/s, te jedino ova varijabla bilježi pad u odnosu na drugu i treću seriju. Maksimalne kutne brzine u zglobu koljena bilježe porast od prve do treće serije za 10,59°/s, kao i u zglobu kuka, gdje se kreću u rasponu od 357,02°/s do 359,94°/s.

Tsai i sur. u svom radu iz 2006. godine dolaze do zaključka da se pod višom razinom opterećenja kutna brzina zgloba kuka smanjuje za 3,04 %, a u skočnom zglobu za 1,65 %, dok jedino u zglobu koljena dolazi do povećanja od 9,46 %. Kako bi dodatno potvrdili važnost uloge koljena u prijenosu sila tijekom skok šuta, relevantno je i istraživanje Miller i Bartlett iz 1993. godine koji pokazuju da se povećanjem udaljenosti od koša, kutna brzina u zglobu koljena povećala za 2,79 %. U tom kontekstu značajni su i rezultati Michael i sur., 2015. godine koji su istraživali prvu mušku slovačku ligu te došli do zaključka da od 52 % ukupno postignutih koševa s većih udaljenosti čak 33 % čine šutovi za 3 poena. Testirali su tri igrača seniorske lige i pratili kutne brzine donjih i gornjih ekstremiteta te rezultate uspoređivali s pogođenim ili promašenim šutom za 3 poena. Kutna brzina u zglobu gležnja tijekom zabijenog koša kretala se od 775,94°/s do 751,56°/s, a kod promašaja od 732,64°/s do 529,26°/s. Vrijednosti koljena kod uspješnog šuta kretale su se od 614,98°/s do 553,09°/s, a kod promašaja od 980,77°/s do 521,49°/s. Kutna brzina u zglobu kuka kod pogođenog šuta bila je od 477,62°/s do 406,75°/s, a kod promašaja od 431,20°/s do 315,20°/s. Primjetno je da

su razlike u stupnjevima između pogođenih i promašenih šutova za 3 poena znatne, što ističe važnost kutnih brzina u donjim ekstremitetima. Analizom dobivenih rezultata istraživanja u zglobu kuka zabilježen je blagi pad kuta od $2,4^{\circ}$, dok su se vrijednosti u koljenu i gležnju povećale za $7,18^{\circ}$, odnosno za $11,82^{\circ}$. Važno je naglasiti da u trenutku pripremne faze, koljeno ima ključnu ulogu u prijenosu energije kroz kinetički lanac. Ako je koljeno u ekstenziji, automatski se koristi manja sila, jer nema fleksije kroz koju bi se kompenzirala neaktivnost u zglobu kuka. S aspekta košarkaške igre, to javlja se u situacijskim uvjetima, kada šutiranju prethode radnje poput promjene smjera ili kontakta s obrambenim igračem, koristeći blokade. U tim situacijama narušena je sinkronizacija između gornjih i donjih ekstremiteta, što dovodi do potencijalnih biomehaničkih odstupanja u samoj izvedbi skok šuta.

Podmenik i sur. 2017. godine pratili su kutne brzine kadeta pri šutiranju s različitim udaljenosti. Njihovo istraživanje također je potvrdilo da povećanjem udaljenosti od koša dolazi do povećanja kutnih brzina u zglobu koljena i kuka, no ne i gležnja, za koji su se ujedno utvrdile niže vrijednosti. Dobivena vrijednost kutnih brzina u zglobu kuka u odnosu na provedeno istraživanje bila je niža za $37,56^{\circ}/s$, a nešto veća razlika od $94,86^{\circ}/s$ zabilježena je u zglobu koljena, gdje su ispitanice imale nižu vrijednost u odnosu na provedeno istraživanje. Međutim, treba uzeti u obzir da je bila riječ mlađedobnoj kategoriji i muškim ispitanicima. Pojedinaac s bolje razvijenom snagom uložiti će manje mišićne sile u pokretu šuta u usporedbi s osobom koja ima manje razvijenu snagu. Često se događa da prilikom šuta na koš igrači s manje razvijenom snagom aktiviraju i pojedine dodatne mišiće, što može dovesti do određenih izmjena u tehnici šutiranja. Navedena pojava posebno je izražena pri šutiranju s većih udaljenosti te u uvjetima umora, kada je moguće angažirati manje mišićne sile (Erčulj, Supej, 2006, Justin i sur., 2006).

Iz dobivenih rezultata vidljivo je, da su kutne brzine donjih ekstremiteta veće što je veća i udaljenost od koša, što je i logično. Nadalje, rezultati navedenih istraživanja razlikuju se prije i poslije opterećenja. Razlog tome mogu biti različiti tipovi izazivanja umora, kao i razlike u dobnim kategorijama ispitanika. Naime, kod mlađih igrača biomehanička struktura šuta nije još u potpunosti automatizirana, dok ni stabilnost trupa te koordinacija gornjih i donjih ekstremiteta nisu dovoljno razvijene. Zbog toga se u uvjetima umora često narušava ritam i sinkronizacija pokreta šutiranja prema košu. Također je potrebno uzeti u obzir razlike između dječaka i djevojčica u tom uzrastu. Činjenice koje su navedene svakako pokazuju da donji ekstremiteti imaju važan utjecaj na šut za 3 poena, na što ukazuju i promjene koje se

događaju u kinematičkim parametrima tijekom izazivanja protokola umora. Donji ekstremiteti utječu i na lokomotornu reakciju gornjih ekstremiteta, zgloba šake, lakta i ramena, a time i na konačni ishod samog šutiranja lopte prema košu, odnosno pogođen ili promašen šut za 3 poena.

Temeljem ovog istraživanja kutne brzine u ručnom zglobu poslije opterećenja smanjuju se za $6,63^{\circ}/s$ te nije utvrđena statistički značajna razlika. Kutna brzina u zglobu lakta poslije opterećenja povećava se za $3,31^{\circ}/s$, odnosno nije bila statistički značajno različita. Rezultat kutne brzine u ramenom zglobu, također, nije bio statistički značajno različit. Uvidom u rezultate varijabli gornjih ekstremiteta uočljivo je, da se vrijednosti kinematičkih parametara smanjuju nakon intervencije umora u zglobu šake i ramena, dok u laktu dolazi do blagog povećanja vrijednosti. Na temelju izmjerenih kinematičkih parametara uočeno je, da su ispitanice promijenile svoj uobičajeni obrazac izvođenja skok šuta. To se posebno očituje u rezultatima kutne brzine ručnog zgloba koji bilježe trend smanjenja. Upravo, ručni zglob ima važnu ulogu u pravilnom izvođenju šuta, jer daje završni impuls pri šutiranju lopte na koš, što u kombinaciji s djelovanjem članaka prstiju daje lopti odgovarajuću brzinu i pravilnu putanju, te u konačnici utječe na preciznost šuta (Fontanella, 2006). Promjene u obrascu izvođenja šuta dovode do promjene u preciznosti, te će u nastavku biti prikazano kako dolazi do smanjenja preciznosti u šutu za 3 poena. U istraživanju Tsaija i sur. iz 2006. godine koji su se također bavili kinematičkom analizom skok šuta za 3 poena nakon visokog intenziteta dobivene su slične vrijednosti. Njihovi rezultati ukazuju na smanjenje vrijednosti kutnih brzina u zglobu šake za $91,4^{\circ}/s$ i zglobu lakta za $11,5^{\circ}/s$, a kutna brzina u zglobu ramena bilježi minimalno povećanje za $0,2^{\circ}/s$.

Nakon ispitivanja kutnih brzina u gornjim ekstremitetima Rupčić i sur. 2020. godine dobili su na kadetskom reprezentativcu slične rezultate, međutim, potrebno je napomenuti da se radilo o pilot projektu provedenom na jednom ispitaniku. Kada je ispitanik bio najumorniji, maksimalna vrijednost kutnih brzina ručnog zgloba smanjila se za $276,98^{\circ}/s$ te u zglobu lakta za $32,63^{\circ}/s$, a kutna brzina ramenog zgloba za $26,43^{\circ}/s$. Uočljivo je značajno smanjenje vrijednosti između prve i treće serije šuteva. S obzirom na to da su motoričke sposobnosti potpuno razvijene u nešto starijoj dobi (Podmenik i sur. 2017, Škof, 2007), mlađi igrači koriste različite tehnike šutiranja na koš. Također se može pretpostaviti da mlađi košarkaši prilikom izbačaja lopte još nemaju automatiziran pokret, što može negativno utjecati na preciznost i koordinaciju šuta. Slijedom navedenog često pokušavaju nadoknaditi nedostatak motoričke kontrole, povećanjem maksimalnih kutnih brzina svojih ekstremiteta neporedno

prije izbačaja lopte (Podmenik i sur., 2017). Osim toga, važnu ulogu u načinu izvođenja skok šuta imaju antropometrijske karakteristike, razina motoričkih sposobnosti te stečeno igračko iskustvo, koji zajedno oblikuju individualni stil i učinkovitost izvedbe šuta (Okazaki i sur., 2012, Okazaki i sur., 2009).

Promjena udaljenosti na kojoj igračica šutira na koš, u ovom slučaju pri šutu za 3 poena s udaljenosti od 6,75 m, utječe na visinu izbačaja, kut ulaska lopte u koš i brzinu izbačaja same lopte. Kako se udaljenost šutiranja povećava, igračice moraju proizvesti veću brzinu lopte pri samom šutu (Miller i Bartlett, 1996, 1998.), odnosno reorganizirati koordinaciju segmenata tijela kako bi se ispunili zahtjevi novog zadatka (Okazaki i Rodacki, 2012). Dodatni uvid u biomehaničku izvedbu šuta u situacijskim uvjetima ukazuju Rojas i sur., 2000. godine koji su analiziral kut ubačaja uz prisutstvo obrambenog igrača te izvijestili o vrijednosti kuta ulaska lopte u koš, koji je iznosio 45° . Istraživanje koje su proveli (Miller i Bartlett 1996), ukazuje da se kut izbačaja kod kraće udaljenosti kreće od 52° do 55° , dok se pri većoj udaljenosti kreće od 48° - do 50° . Temeljem ovog istraživanja rezultat kuta ulaska lopte u koš poslije opterećenja smanjuje se za $0,54^\circ$. Višerazinsko modeliranje za ponovljena mjerenja ukazuje da dolazi do statistički značajne razlike prije i poslije opterećenja ($p=0,033$). U provedenom istraživanju, smanjen kut ulaska lopte u koš, nakon opterećenja upućuje da umor utječe na biomehaničke aspekte šutiranja na koš, što je u skladu s literaturom. Lopta u trenutku šutiranja ulazi u koš s nešto manjom paraboličnom kretnjom, što je posljedica i smanjene kutne brzine u ručnom zglobu, koji daje završni kontakt lopti. To utječe na preciznost, osobitno kod šutiranja s većih udaljenosti u ovom slučaju za 3 poena, s linije 6,75 m.

Budući da umor utječe na pad vertikalne sile, igračice mogu nesvjesno povećati horizontalnu komponentu pokreta (pomak prema naprijed tijekom šuta) kako bi došle do koša, što rezultira niskom parabolom lopte i dovodi do „guranja” lopte, umjesto šutiranja. Takav šut najčešće završava na „prvom” obruču, a horizontalna pomicanja prema naprijed dovode igračicu u nepovoljan položaj za šut, pogotovo ako je obrana dobro postavljena. Nakon opterećenja, efikasnost šuta za 3 poena smanjuje se na samo 33 % (54/160), što je rezultat značajnih biomehaničkih promjena u šutu uzrokovanih umorom, jedna od tih promjena zasigurno je kut ulaska lopte u koš, koji se nakon opterećenja smanjuje. U istraživanju (Slawinskog i sur., 2018), razmatrani su utjecaj umora na određene varijable skok šuta za 3 poena kod mlađih dobnih kategorija muških košarkaških selekcija U-16 i U-18.

Jedna od varijabli bila je i kut ulaska lopte u koš, koji je poslije opterećenja pao za $0,1^\circ$, ali nije bio statistički značajno različit.

U istraživanju Stojanovića i sur. iz 2019, koji su „pametnom“ loptom testirali seniorske košarkaše (bekovi, krila i centri), prosječan kut ulaska lopte u koš iznosio je $40,56^\circ$. U ovom slučaju nije bilo protokola izazivanja umora, već su igrači tesitrani nakon zagrijavanja. Slične rezultate dobio je i Satti 2004, koji je zabilježio vrijednost rezultata u rasponu od $37,8^\circ$ do 42° . To je nešto niže od optimalnog kuta koji preporučuje proizvođač. Mlađe dobne kategorije ženskih i muških selekcija U-16 i U-18 istraživali su Vencúrik i sur., 2021. godine. Pratili su kut ulaska lopte u koš tijekom pogotka i promašaja za svaku navedenu kategoriju. Šut se izvodio iz dotrčavanja i uvijanja prijd dolaska u posjed lopte te nije postojao protokol izazivanja umora, već se pratio samo šut na koš. Rezultat u ženskoj selekciji U-16 za varijablu kut ulaska lopte u koš iznosio je kod pogotka $44,3^\circ$, a kod promašaja $41,1^\circ$. U starijoj selekciji U-18 kut pogotka iznosio je $46,7^\circ$, a promašaja 44° . Nikkhah i Khazaeli u svojem istraživanju iz 2018. godine ukazuju da antropometrijske karakteristike pozitivno koreliraju s kutom ulaska lopte u koš. Unatoč tim obrascima, svaka košarkašica ima svoj jedinstven mikrotehnički stil skok šuta, koji je prilagođen njezinim tjelesnim, morfološkim, motoričkim, funkcionalnim te koordinacijskim karakteristikama.

Povećanje udaljenosti od koša zahtijeva biomehaničku prilagodbu, što se postiže koordiniranom aktivacijom kinetičkog lanca (Miller i Bartlett 1996., Okazaki i Rodacki 2012). Povećana brzina izbačaja može također utjecati na preciznost upućenih šuteva na koš s velikih udaljenosti. Rezultati višerazinskog modeliranja za ponovljena mjerenja ukazuju, da se brzina izbačaja lopte tijekom šuta za 3 poena smanjuje za $0,1$ m/s nakon opterećenja, što upućuje da brzina ostaje relativno stabilna. Nije bilo statistički značajne razlike prije i poslije opterećenja. Igračice na visokom natjecateljskom nivou, zahvaljujući dobro razvijenoj kondicijsko – motoričkoj pripremljenosti, kao i visokom stupnju automatizacije pokreta šuta, mogu održati kvalitetnu tehniku čak i kad su pod utjecajem umora. Biomehanički, to znači da unatoč smanjenju mišićne snage ili promjene u ritmu pokreta izazvanom umorom, igračice uspješno koordiniraju gornje i donje ekstremitete te kinetički lanac, što omogućuje stabilnu brzinu izbačaja lopte na prema košu. Iako umor može smanjiti preciznost (što je vidljivo u padu uspješnosti šuta za 33%), sama brzina izbačaja lopte ostaje relativno nepromjenjena, jer tijelo kompenzira nedostatak snage kroz sinkronizaciju ostalih segmenata tijela.

U istraživanju (Vencúrika i sur., 2021), na ženskim selekcijama U16 i U18 brzine izbačaja lopte bile su nešto niže nego u provedeno istraživanju na seniorkama, unatoč izostanku protokola umora. U selekciji U16 brzina je iznosila 0,93 m/s, kod pogođenog šuta i 0,97 m/s kod promašaja, dok je u selekciji U18 kod pogođenog šuta brzina iznosila 0,89 m/s, a kod promašaja 0,88 m/s. Slično tome, Dobrovičnika i sur. iz 2015. godine te Gormana i Maloneya iz 2016. godine, pratili su igrače u statičnoj poziciji, gdje su čekali dodavanje lopte, pri čemu je brzina izbačaja bila 0,79 m/s i 0,81 m/s. Sepro i Rojas 2000. godine utvrđuju da su veće brzine i velika visina izbačaja efikasnije za uspjeh šutera, jer se igrač tijekom igre susreće s protivnikom, odnosno obrambenim igračem. Ovi podaci potvrđuju da različite prethodne radnje i položaji tijela prije samo izbačaja lopte, značajno utječu na brzinu i kinematiku šuta, pri čemu se razlikuje prijem lopte, koji ovisi o statičnom ili dinamičkom šutu.

Visina same igračice te visina njenog skoka izravno utječu na visinu izbačaja lopte, tijekom skok šuta (Okazaki i sur., 2015). Navedeno upućuje, da visoke igračice koje mogu više skočiti potencijalno imaju prednost, jer loptu upućuju prema košu s veće visine, što povećava šanse za uspješan šut. U košarci se igrače potiče da loptu ispuste u najvišoj točki tijekom skoka (Okazaki i sur., 2015, Elliotte, 1992, Knudson, 1993). To je ključno, jer se u toj točki vertikalna brzina igrača gotovo zaustavlja, što povećava stabilnost tijela i kontrolu nad loptom (Elliotte i White 1989, Knudson, 1993). Ispuštanje lopte prije najviše točke u skoku može omogućiti igračima da prenesu dio vertikalne brzine (Okazaki i sur., 2015, Elliotte, 1992). To se može koristiti u situaciji kad igračica želi izvesti brzi šut, ali tada postoji rizik da lopta ima manju visinu izbačaja te manju paraboličnu kretnju, što olakšava obrani u pokušaju blokade šuta. U slučaju da se ispuštanje lopte dogodi nakon najviše točke, odnosno u trenutku pada visine skoka. Tada igračica gubi vertikalnu komponentu impulsa sile, što smanjuje kontrolu nad preciznošću šuta i povećava rizik od blokade. Tijelo se nalazi u nestabilnom položaju, jer je u padu, te može otežati koordinaciju. Ako ruke i rameni pojas nemaju dovoljno snage, dolazi do slabijeg izbačaja lopte, što dovodi do nepreciznosti u šutiranja.

Pokreti donjih ekstremiteta i trupa također mogu utjecati na visinu izbačaja. Stoga odgovarajuća organizacija pokreta tijela i segmenata tijekom procesa učenja mogu doprinijeti kretanju koje rezultira uspješnim skok šutom (Okazaki i sur., 2015). Rezultat najviše točke izbačaja lopte tijekom skok šuta za 3 poena poslije opterećenja smanjuje se za 2,83 cm te dolazi do statistički značajne razlike prije i poslije opterećenja ($p=0,000$). Umor dovodi do smanjene visine skoka, što izravno utječe na visinu izbačaja, gdje igračice izbacuju loptu s

niže pozicije, a samim time, kako je prethodno navedeno, i kut ubacivanja lopte u koš se smanjuje, što utječe na efikasnost. Sve je međusobno povezano, jer pod utjecajem umora košarkašice završnu fazu izbačaja lopte izvode na nižoj visini. Šuterska ruka postiže nižu izbačajnu poziciju, jer nije u optimalnom položaju za kontrolu i visinu lopte pa je mogućnost blokiranja šuta veća (Okazaki i Rodacki, 2012, Okazaki i sur., 2008).

U istraživanju Rupčića i sur. 2020. godine u kojem se istraživao utjecaj umora na određene varijable skok šuta za 3 poena, uz naglask da se radilo o pilot istraživanju, jedna od varijabli bila je najviša točka izbačaja lopte kod kadetskog reprezentativca, gdje je također, došlo do pada vrijednosti rezultata. Točnije, rezultat visine izbačaja lopte u šutu za 3 poena u prvoj seriji bez izazivanja protokola umora bio je 2,58 m, a u trećoj dionici nakon izazivanja umora pao je za 0,11 cm te je u konačnici bio statistički značajno različit ($p=0,00$).

Sličan trend, zabilježili su (Slawinski i sur., 2018), pri čemu je visina izbačaja smanjena s 2,35 m na 2,31 m nakon opterećenja. Ovi podaci ukazuju da umor dovodi do smanjene visine izbačaja lopte, što naglašava njegov utjecaj na biomehaniku šuta za 3 poena. To može sugerirati da profesionalne te kondicijsko motorički spremne igračice, mogu zadržati stabilnu visinu izbačaja unatoč umoru, zahvaljujući automaitziranoj tehnici i kondicijskoj spremi. Dok kod neiskusnih ili umornih (kondicijski nespremnih) igračica pad može biti izraženiji.

Nagib trupa, osim što može promijeniti visinu izbačaja (Satern, 1988), često narušava ravnotežu i stabilnost šuta, čime se smanjuje preciznost izvedbe (Knudson, 1993). Stoga neki autori sugeriraju da bi trup trebao biti bliže okomitom položaju na lopti prilikom izbačaja (Knudson, 1993). Rezultat točke odraza u odnosu na točku doskoka tijekom šuta za 3 poena poslije opterećenja povećava se za 0,89 cm te nema statistički značajne razlike prije i poslije opterećenja. Nakon što je igračica napustila tlo, centar težišta tijela treba ostati u gotovo okomitom položaju. Kretanja trupa prema naprijed ili natrag dovest će do promjene kuta ulaska lopte u koš (Knudson, 1993, Elliotte, 1989, Satern i sur., 1988.) te smanjiti visinu izbačaja. Iako razlika od 0,89 cm ne predstavlja veliku biomehaničku promjenu, ipak ukazuje na početak promjena u koordinaciji te ravnoteži izvođenja skok šuta. Rezultat upućuje da bi pri većim fiziološkim opterećenjima ili produljenom trajanju umora, biomehaničke promjene mogle postati izraženije, što se može očitovati u narušavanju stabilnosti trupa tijekom faze leta. Te dovodi do otežane koordinacije ruku tijekom izbačaja lopte, što može prouzročiti nižu paraboličnu kretnju prema košu.

Vencúrik i sur. 2021. godine istraživali su skok šuta za 3 poena iz kretnje i uvijanja te su varijabli točke odraza u odnosu na točku doskoka kod mlađih dobnih kategorija ženskog sastava U-16 zabilježili rezultate pomaka prema naprijed od 21,6 cm, dok je selekciji uzrasta U-18 žene pomak prema naprijed bio 15,9 cm. Ovakav pomak najčešće proizlazi iz nedovoljno razvijene mišićne snage donjih ekstremiteta. Kad igrači nemaju dovoljno snage za stvaranje vertikalne komponente skoka, energiju nastoje nadoknaditi horizontalnim gibanjem tijela prema naprijed. Pomak tijela prema naprijed rezultira pomicanjem dominantnog stopala u istom smjeru, što povećava horizontalni pomak tijekom pokreta. To odgovara istraživanju Elliottea iz 1992. godine i Podmenika i sur. iz 2015. godine, koji su izvijestili o pomaku od 30 cm prilikom šuta s većih udaljenosti. U studiji koju je proveo Yates 1982. godine na šutevima koje su izvodile iskusne košarkašice u usporedbi sa šutovima nešto neiskusnijih košarkaša, košarkaši su pokazali manja horizontalna pomicanja u svojem centru težišta (Nikkhah i Khazaeli, 2018, Miller i Bartlett, 1996). Iskusnije igralice i igrači, zahvaljujući boljoj neuromuskularnoj kontroli i ekonomičnosti pokreta, zadržavaju stabilniji položaj tijela i manji pomak u horizontalnom smjeru kretanja.

U istraživanju Šimunovića i sur. iz 2018. godine kadetski reprezentativci imali su horizontalni pomak od 14,48 cm. Ovdje je bila riječ o šutu nakon kretanja. Zasigurno da je jedan od razloga manjeg horizontalnog odstupanja kod dječaka bolja razvijenost gornjih ekstremiteta i tehnike šuta u odnosu na djevojčice. One su u ranijoj dobi sklonije „metodskom šutu”, odnosno šutu jednom rukom s grudiju s mjesta, koji u svojoj biomehanici kretanja podrazumijeva odskok prema naprijed kako bi se olakšalo samo upućivanje lopte prema košu.

Temeljem rezultata ovog istraživanja učinkovitost šuta za 3 poena razlikuje se prije i poslije opterećenja. Fiziološko opterećenje nastalo izazivanjem protokola umora, (15 x 20 m s okretom za 180°) uzrokovalo je značajan pad učinkovitost šuta za 3 poena. Pogođena su samo 54 od ukupno 160 šuteva, odnosno uspješnost za 3 poena iznosila je 33 %. Iz svega navedenog proizlazi da umor negativno utječe na preciznost šutiranja na koš.

Slične promjene u tehnici šutiranja pod utjecajem umora zabilježene su u istraživanju Erčulja i Supeja 2009, u kojem je testiran utjecaja umora na kinematičke parametre šutiranja za 3 poena na vrhunskom *NBA* košakašu. Iako rezultati navedenog istraživanja pokazuju da umor uzrokuje promjene u kinematičkim parametrima skok šuta za 3 poena, važno je napomenuti da se radi o ograničenom uzorku, odnosno samo jednom vrhunskom *NBA* igraču. Individulane biomehaničke karakteristike, motoričke sposobnosti i tehnike šutiranja mogu

znatno varirati od igrača do igrača. Pad preciznosti u posljednoj seriji pokazuje da umor utječe na izvedbu, što je važno za interpretaciju rezultata u stvarnim uvjetima utakmice. U ovom istraživanju, umor je doveo do statistički značajnih razlika u segmentima kutne brzine u zglobov koljena, niže točke izbačaja te promjeni kuta ulaska lopte u koš. To upućuje da umor utječe na koordinaciju pokreta i položaja tijela u zraku tijekom izvođenja skok šuta, te je jedan od razloga nepreciznosti šutiranja s većih udaljenosti.

Poznavanje karakteristika šuta za 3 poena, smatra se ključnim za postizanje uspjeha u modernoj košarkaškoj igri. Posljednjih desetljeća šutevi za 3 poena postali su sve češći u *NBA* ligi. U košarkaškoj sezoni 2017./2018. šutevi za 3 poena činili su 36% ukupnog broja šuteva, dok je u sezoni 1979./1980. taj udio iznosio samo 3% (Rolland i sur., 2020, Goldsberry, 2019). Kada je sezoni 1979./1980. uvedena linija za 3 poena u prosjeku se šutiralo oko 3 %, a taj se broj povećao otprilike 10 puta do danas, na 27 šuteva po utakmici. Utjecaj šuta za 3 poena radikalno je promijenio *NBA* ligu i postao glavni adut za većinu uspješnih timova. Najbolji primjer je ekipa *Golden State Warriors* za koju su šutevi za 3 poena iz kontranapada bili odlučujući tijekom sezone 2017./2018. Te sezone osvajaju *NBA* ligu uputivši 654 šuteva za 3 poena u prvih 7 sekundi nakon ostvarivanja uspješnosti posjeda lopte od 43 % (Rolland i sur., 2020). Isti autori su 2020. godine, proveli još jedno vrlo zanimljivo istraživanje u kojem su pratili kretnje i reakcije *NBA* igrača, odnosno koliko im vremena treba da nakon otvaranja za prijem lopte upute loptu prema košu te na kojoj se udaljenosti od obrambenog igrača odlučuju na upućivanje lopte prema košu.

Igrači poput Ersana Ilyasove ili Gordona Johnsona šutiraju otvorene šutove kada im je najbliži igrač najmanje na 4 stope 121,6 cm (1 stopa = 30,4 cm). Njihov postotak uspješnosti je oko 40 %, što ukazuje da dobri šuteri moraju biti sposobni brzo uputiti loptu prema košu nakon što dođu u posjed lopte. Kawhi Leonard uglavnom upućuje loptu prema košu kada je najbliži igrač na udaljenosti od 4 do 8 stopa od njega. Distribucija Russella Westbrooka navodi da promašuje gotovo sve šuteve, ako mu je najbliži obrambeni igrač unutar 6 stopa. Za drugo pitanje o tome koliko igraču, nakon otvaranja za prijem lopte, treba vremena da uputi loptu prema košu dobiveni su sljedeći rezultati. Na primjeru Kylea Korvera i Stephena Curryja vidljivo je da oni šutiraju čak i kad su jako dobro čuvani te imaju vrlo malo vremena, čak ispod 0,5 sekundi, dok igrači poput Nowitzkoga, Matthews, Portera i Westbrooka trebaju nešto više vremena da upute loptu prema košu. U usporedbi s Bryantom, čije je vrijeme oslobađanja sporije, ali hvatanja lopte iznimno brzo, pokazuje da on može šutirati i pod izravnim pritiskom obrambenog igrača. Šutevi za 3 poena uvelike utječu na rezultat i

pomažu timovima da dođu do pobjede. Stoga je uočavanje čimbenika koji mogu utjecati na uspjeh šutiranja uvijek bilo u središtu pozornosti košarkaških trenera i igrača (Nikkhah i Khazaeli, 2018.) Moderna košarkaška igra osim što nameće velike napore i intenzivne pokrete igračica i igrača, zahtijeva i visok stupanj preciznosti s velikih udaljenosti (Erčuj i Supej, 2009, Jovanović-Golubović i sur., 2003).

5.3. Analiza kinematičkih parametara uspješnosti skok šuta za 2 i 3 poena (višestruka logistička regresijska analiza skok šuta za 2 i 3 poena)

Kada je riječ o višestrukoj logističkoj regresijskoj analizi i interpretaciji prediktora unutar logističke regresije, prikazuje se omjer izgleda, odnosno povećan ili smanjen izgled za uspješnost šutiranja na koš. Ako je vrijednost omjera izgleda manja od 1, tumači se u minusu, kao nešto što negativno utječe na uspješnost šuta. Ako je vrijednost omjera izgleda veća od 1, to znači da pozitivno doprinosi uspješnosti šuta, odnosno povećava izgled za uspješan šut. Rezultati višestruke logističke regresijske analize utjecaja kinematičkih parametara na uspješnost skok šuta za 2 poena ukazuju na to da postoji statistički značajna razlika u fleksiji koljena u trenutku prijema lopte za kut u zglobu koljena.

Granična statistička značajnost ($p=0,069$) zabilježena je kod kuta u zglobu gležnja pri prijemu lopte, što upućuje da bi povećanje uzorka ispitanica moglo omogućiti potvrdu statističke značajnosti ove varijable. Višestruka logistička regresijska analiza u zglobu koljena ukazuje da je omjer izgleda ispod 1 (0,9716), što znači da negativno utječe na uspješnost šuta za 2 poena; izračunom $(1-0,9716) \times 100$ dobivena je vrijednost od 2,84 %. S obzirom na to da je omjer izgleda manji od 1, utvrđena je negativna povezanost između kuta u zglobu koljena pri prijemu lopte i uspješnosti šuta za 2 poena. To znači da povećanje kuta u zglobu koljena tijekom prijema lopte negativno utječe, odnosno smanjuje izgled uspješnog šuta za 2,84 %, što predstavlja statistički značajan utjecaj.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju, da veća ekstenzija u zglobu koljena (dolazi do većeg kuta u samom zglobu) u trenutku prijema lopte, smanjuje izgled za uspješan šut za 2 poena. Povećanje ekstenzije u zglobu koljena pri prijemu lopte, dovodi do toga da igračica gubi sposobnost iskorištavanja energije, iz mišića nogu za prijenos sile prema gornjim ekstremitetima. Optimalan kut prema (Martinu, 1981), iznosi između 115° - 120° te omogućuje bolju amortizaciju lopte, stabilniji i učinkovitiji kinetički lanac prijenosa energije.

Naizgled mali pad postotka uspješnosti, može imati znatan učinak u stvarnim situacijskim uvjetima igre, gdje se šut na koš izvodi u velikom broju ponavljanja. Igračica koja u prosjeku pogađa 50% šuteva, potencijalno može, zbog umora i povećane ekstenzije u zglobu koljena smanjiti svoju preciznost na 47%. To u konačnici može odrediti razliku između pobjede i poraza u napetim završnicama utakmica. Ovo istraživanje ukazuje da umor negativno utječe na kut u koljenom zglobu, koji je s aspekta prijema lopte vrlo važan, jer

određuje daljnji kinematički slijed, svih segmenata tijela uključenih u izvedbu skok šuta. Podaci o razinama umora igračica, mogu trenerima pomoći u oblikovanju metodike samog treninga, a kasnije i igre. To omogućuje da se u trenažnom procesu posebna pažnja posveti poboljšanju šuterske učinkovitost pod utjecajem fiziološkog opterećenja.

Kad govorimo o mlađim dobnim kategorijama, čiji pokreti nisu još u potpunosti automatizirani i vještine su procesu učenja, šutiranje u uvjetima visokog fiziološkog opterećenja, te brzine pokreta, treba uključivati postupno u trenažni proces. Kako bi se potencijalne greške u budućnosti svele na minimum. Promatrajući rezultate ovog istraživanja cilj je postići automatiziranu izvedbu skok šuta u uvjetima fiziološkog opterećenja, kako bi igračice i igrači, mogli adekvatno reagirati u stvarnim situacijskim uvjetima, koje zahtijeva moderna košarkaška igra.

Miura i sur. su 2004., godine proveli istraživanje utjecaja umora na promjene u proprioceptiji koljena nakon vježbanja. Smanjena proprioceptija, kao posljedica tjelesnog ili mentalnog umora može predstavljati rizik od ozljede ligamenata koljena. Istraživanje je pokazalo da postoji statistički značajan učinak umora na proprioceptiju koljena. Skinner i sur. (1986.), utvrđuju smanjenje proprioceptije u zglobu koljena za 15 %, nakon umora, što je rezultiralo smanjenom učinkovitošću fleksije i ekstenzije u zglobu koljena. U slučaju da mišići ne mogu na vrijeme stabilizirati koljeno, uslijed pojave umora, dolazi do vremenskog kašnjenja u amortizacije i povećana amplituda pokreta, što u ekstremnim slučajevima može narušiti cijelu dinamičku ravnotežu (Medved i Kasović, 2007).

Korelacijska analiza kinematičkih parametara pri izvođenju doskoka, ukazuje na smanjene vrijednosti kod ispitanika nakon fiziološkog opterećenja u odnosu na ispitanike koji su test izvodili u odmornom stanju (Medved i Kasović, 2007). Ovo je važno za košarkašku igru, jer svaki dolazak u posjed lopte započinje doskokom i zaustavljanjem. Nakon što igračica primi loptu, idealno je, da ostvari poziciju trostruke prijetnje (napadački stav s loptom), iz koje izvodi polazak u vođenje, dodavanje ili šutiranje na koš. Napadački stav s loptom uključuje optimalnu poziciju u zglobu koljena, težinu raspoređenu na prednjem dijelu stopala i stabilnu ravnotežu tijela. Ako igračica nije u stabilnom ravnotežnom položaju nakon doskoka, uzrokovanim umorom, smanjuje se mogućnost uspješno izvedenog skok šuta, obrana dobiva priliku za uspješniju obrambenu reakciju.

Ostali rezultati nisu bili statistički značajno različiti, izuzev kuta u gležnju koji je bio marginalan ($p=0,069$). U odnosu na mišiće koljena s anatomske gledišta, gležanj se sastoji

od drugačije vrste vlakana (Keros i Pećina, 2020). Zglobovi gležnja anatomske su i funkcionalno prilagođeni za izvođenje pliometrijskih akcija, pri čemu se razvijaju veće sile u odnosu na zglob koljena. Takva anatomska građa omogućava brži prijenos sila kroz kinetički lanac, što posljedično rezultira manjim kutnim brzinama. Struktura mišića soleusa i tricepsa surae (troglavi lisni mišić) zajedno s ahilovom tetivom drukčija je u odnosu na dio oko zgloba koljena ili zgloba kuka (Keros i Pećina, 2020). Stopalo ostvaruje prvi kontakt s podlogom, dok gležanj djeluje kao ključna struktura u amortizaciji skoka, doskoka, te prijenosu sila prema gornjim ekstremitetima, osiguravajući stabilnost i kontrolu pokreta tijela.

Istraživanja provedena na drugim sportovima ukazuju da umor može promijeniti obrasce aktivacije mišića gornjih ekstremiteta, kao što je brza fleksija lakta u plivanju (Rota i sur., 2013, Corcos i sur., 2009, Ikuta i sur., 2012, Stirn i sur., 2011) i veslanju (Rota i sur., 2013, Geržević i sur., 2011). Također, Rota i sur. 2013, su istraživali učinak umora na tenisku izvedbu i aktivnosti mišića gornjih ekstremiteta. Izmjerene su, brzina i točnost servisa i forhend udarca. Nakon mjerenja uočeno je smanjenje preciznosti udarca servisa za (11,7 %), brzine izvođenja servisa za (4,5 %) i točnosti forhend udarca za (25,6 %).

Ostali rezultati ovog istraživanja nisu pokazali statistički značajne razlike, što upućuje na to da umor, nije imao značajan utjecaj na uspješnost šuta za 2 poena. Međutim, imao je određene učinke na središnji živčani sustav, što ukazuje i Borgova skala subjektivnog opterećenja, čiji su rezultati u prosjeku bili 8,59 od 10, te izmjereni laktati u krvi, koji su nakon fiziološkog opterećenja iznosili 10,2 mmol/l. Utrenirane iskusne igralice mogu se nositi s mogućim negativnim učincima vježbi visokog fiziološkog opterećenja, koji ponekad, zahtijevaju manje snage, ali više koordinacije kao što je skok šut (Barbieri i sur., 2017, Hudson, 1982, Woolstenhulme i sur., 2006). Također, središnji živčani sustav koristi različite neuromuskularne prilagodbe, tj. kompenzacijske strategije kako bi se prevladali učinci umora, odnosno kako bi se sačuvala tehnička izvedba elementa (Rota i sur., 2013, Bonnard i sur., 1994). To omogućuje preciznost i učinkovitost skok šuta, posebno u završnicama utakmice, kada umor najviše dolazi do izražaja.

Rezultati višestruke logističke regresijske analize utjecaja kinematičkih parametara na uspješnost skok šuta za 3 poena ukazuju na to da postoji statistički značajna razlika prije i poslije opterećenja tijekom izvođenja šuta, za kut u ručnom zglobu. Marginalna statistička značajnost ($p=0,074$) utvrđena je kod kuta ulaska lopte u koš, dok preostali rezultati nisu bili statistički značajni. Ovdje se može govoriti o trendu koji na ovom uzorku ispitanika nije

statistički potvrđen, ali vjerojatno, da se radilo o većem broju ispitanih košarkašica, došlo bi do potvrde značajnosti. Višestruka logistička regresijska analiza u ručnom zglobu tijekom šutiranja za 3 poena ukazuje da je omjer izgleda iznad 1 (1,012), što znači da pozitivno doprinosi uspješnosti šuta za 3 poena; izračunom $(1,012-1) \times 100$ dobivena je vrijednost od 1,2 %. Rezultat je pozitivan jer je iznad 1 te ukazuje na, pozitivnu povezanost između ručnog zgloba tijekom šuta i uspješnosti šuta za 3 poena. To znači da veći kut u ručnom zglobu tijekom izvedbe skok šuta povećava izgled uspješnog šuta za 3 poena, u postotku za 1,2%, što predstavlja statistički značajan utjecaj.

Budući da gornji ekstremiteti, u ovom slučaju zglob šake, služe kao krajnji realizator (članci prstiju) u rukovanju loptom, važno je razumjeti kako umor utječe na njihovu izvedbu (Forman i sur., 2022). Kombinacijom izravnog pokreta zapešća (fleksija/ekstenzija, ulnarna i radijalna devijacija) i rotacije radioulnarnih zglobova podlaktice (supinacija/pronacija) omogućuje se širok raspon pokreta na distalnom gornjem ekstremitetu (Forman i sur., 2019).

Rezultat provedenog istraživanja ukazuje na zanimljiv, ali biomehanički i košarkaški vrlo logičan slijed. Veći kut u ručnom zglobu tijekom faze izbačaja lopte povezan, je s većim izgledima uspješnog šuta za 3 poena. Navedeno ukazuje da precizniji i učinkovitiji rad zgloba šake i same podlaktice, doprinosi stabilnosti i kontroli tijekom šutiranja lopte prema košu. Pravilna fleksija i kontrolirana ekstenzija ručnog zgloba, omogućuje optimalni prijenos sile s podlaktice na loptu, čime se ostvaruje bolja rotacija i kontinuirano kretanje lopte prema košu. Također, ono što treba naglasiti u anatomskom smislu, šaka predstavlja izuzetno kompleksan zglob s velikim motoričkim potencijalom, što u konačnici i omogućuje preciznu kontrolu lopte, te koordiniran rad članaka prstiju pri izvođenju različitih elemenata tehnike. Igračice, koje imaju „finu“ motoričku kontrolu izbačaja iz zgloba šake, potencijalno mogu ostvariti precizniji šut, zbog dobre koordinacije između zapešća, lakta i ramena. Bitno je naglasiti da u slučaju kada se radi samo o jednom zglobu, rezultati povezani s učincima umora, mogu znatno ovisiti o vrsti motoričkog zadatka i potrebnom vremenu za njegovo izvođenje (Albanese i sur., 2022, Enoka i sur., 1995).

Iako je promjena od 1,2% naizgled mala, ona u praktičnom smislu može biti odlučujuća, u kontekstu natjecanja, posebno u trenucima kad se odluke donose pod pritiskom i umorom. Ovaj rezultat potvrđuje važnost, specifične metodike rada na stabilnosti i preciznosti završnog pokreta iz zgloba šake. Minimalne biomehaničke razlike u distalnim djelovima ruke (šaka – članci prstiju), mogu značajno utjecati na učinkovitost šuta za 3 poena.

Dirk Nowitzki koristio je iznimno visok izbačaj lopte, pri kojem je ručni zglob savijen pod velikim kutom, što je omogućavalo šutiranje s visokom paraboličnom kretnjom lopte prema košu. Takav način šutiranja, bio je gotovo neobranjiv, zahvaljujući biomehaničkoj prednosti i individualnoj kvaliteti samog igrača. Tehnika Stephena Curryja i Catlin Clark naglašava brz i učinkovit rad zgloba šake; veći kut omogućuje im brže izbačaje s velikom rotacijom lopte. Dok Klay Thompson šutira na način da uvažava stabilnost zgloba šake u pripremnoj fazi, čime postiže dosljednost (velik broj ponavljanja pokreta s minimalnim varijacijama) te uspijeva šutirati čak i u brzom tempu igre. Ovaj opis predstavlja praktičan prikaz tehnike šutiranja ponajboljih svjetskih igrača. Može se primjetiti da kut i fleksibilnost zgloba šake, uz samu biomehaničku strukturu, te tehničku i taktičku kvalitetu igrača i igračica doprinosi kvaliteti i učinkovitosti šutiranja za 3 poena.

Ovi podaci izuzetno su važni za košarkaške trenere, budući da detaljno razumijevanje biomehaničkih, tehničkih i taktičkih čimbenika koji utječu na šutiranje omogućava preciznije planiranje treninga i prilagodbu tehnike pojedinim igračima. Vrlo malo istraživanja bavilo se utjecajem kinematičkih parametara na uspješnost šuta za 3 poena, pogotovo na košarkašicama. Ova saznanja trenerima daju uvid u tehničke karakteristike šuta njihovih igračica, te funkcionalnim sposobnostima koje stoje iza izvedbe određenog elementa tehnike, u ovom istraživanju skok šuta. Ključno je, da te informacije pomažu razumijeti razloge smanjene preciznosti u situacijskim uvjetima samog natjecanja.

Iako ostale varijable (kutna brzina u zglobu kuka, kutna brzina u zglobu koljena, te kutna brzina u ramenom zglobu) nisu bile statistički značajno različite, smanjena preciznost šutiranja za 3 poena pod utjecajem umora, ukazuje na određene promjene u cjelokupnom izvođenju skok šuta. Promjene u obrascu izvođenja samog šuta neizbježno dovode do promjene u preciznosti. Pokazalo se da svaki igrač, ima svoj jedinstveni stil (tehniku) skok šuta, koja je prilagođena njihovim individualnim karakteristikama

Višestruka logistička regresijska analize utjecaja kinematičkih parametara, na uspješnost skok šuta za 3 poena ukazuje na graničnu statističku značajnost ($p=0,074$) kuta ulaska lopte u koš. Iako rezultat na ovom uzorku ispitanike, ne zadovoljava standardni prag statističke značajnosti, prisutan je trend koji upućuje da veći kut ulaska lopte u koš može pozitivno utjecati na preciznost šuta. Biomehanika šuta ukazuje da lopta s većim kutom ulaska u koš, koristi veću površinu obruča za prolazak, čime se smanjuje rizik da pogodi rub obruča i dođe do promašaja. Biomehaničko objašnjene, dodatno naglašava važnost

kinematičkih i individualnih antropometrijskih karakteristika igrača. U tom kontekstu, istraživanje koje su proveli Nikkhah i sur., 2018, proučava utjecaj antropometrijskih parametara na određene kinematičke varijable, te utvrđuju postojanje statistički značajne poveznice između dužine ruke i visine igrača sa kutom ulaska lopte u koš. Ovo može doprinijeti boljem razumijevanju kako tjelesne komponente igrača doprinose optimalom kutu ulaska lopte u koš i preciznosti šuta. Budući da igrčice na visokim pozicijama imaju optimalne predispozicije za realizaciju šuta, treneri mogu unaprijediti svoja taktička znanja i planirati trenažne jedinice u skladu s tim smjernicama.

Donošenje odluka na terenu definirano je kao proces odabira prikladnog pokretačkog odgovora iz niza mogućnosti (Royal i sur., 2006, Abernethy, 1996). Izvršenje tehničkih vještina proces je kojim se donesena odluka organizira, pokreće i provodi (Abernethy, 1996). To ukazuje koliko iskustvo, kvalitetan proces rada i jaka natjecanja omogućuju seniorskim igračicama kompenzaciju umora gornjih ili donjih ekstremiteta, a da pritom rezultat ili tehnička izvedba na terenu ostanu na vrhunskoj razini. Vencúrik i Nykody 2017, godine istraživali su koji od četiri faktora (agresivnost obrambenog igrača, udaljenost od koša, vremenski period utakmice i posjed lopte) utječu na preciznost šuta tijekom igre. Treba istaknuti da se radi o malom uzorku ispitanica, 10 članica U-19 ženske selekcije, što može potencijalno smanjiti primjenu rezultata na širu populaciju. Utvrđeno je da je udaljenost šutiranja od koša, statistički značajan prediktor uspješnosti šuta za 3 poena. S druge strane uočena je povezanost s rezultatima Okazakija i Rodackija 2012, te Millera i Bartletta 1996, koji ukazuju da je udaljenost od koša bitan čimbenik uspješnosti šuta.

Istraživanje Csataljaya i sur. iz 2013. godine, ukazuje na utjecaj visokog obrambenog pritiska na uspješnost šuta, dok vremenski period i vrijeme posjeda nisu dali statistički značajne razlike. U modernoj košarkaškoj igri obrambeni pritisak na igračicu s loptom je izuzetno visok. Samo igračice i igrači koji pokazuju visoku razinu izvedbe određenog motoričkog zadatka, pod velikim opterećenjem (kognitivnim i fiziološkim) mogu ponuditi najbolje rješenje. Treba napomenuti da u situacijskim uvjetima utakmice, dolazi do kombinacije čimbenika – poput umora, agresivnosti obrambenog igrača, te vremenskog ograničenja trajanja napada, što se u „laboratorijskim uvjetima“ teško u potpunosti realizira. Ukupna preciznost šuta, može ovisiti o kompleksnoj interakciji više čimbenika, pogotovo u situacijskim uvjetima košarkaške utakmice.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati dobiveni u ovom istraživanju djelomično potvrđuju postavljene hipoteze H1 i H2, s obzirom na statističku značajnost i smanjene vrijednosti kinematičkih parametara tijekom skok šuta za 2 i 3 poena. Nadalje, dobiveni rezultati u hipotezama H3 i H4 mogu se djelomično potvrditi, jer postoji statistički značajna razlika u pojedinim kinematičkim parametrima. Rezultati ovih ispitivanja vrlo su slični rezultatima regularnih utakmica, što upućuje, da su uvjeti umora bili na razini stvarnih zamora na košarkaškoj utakmici. To čini dobivene rezultate kvalitetnim temeljem za daljnja istraživanja.

1. Istraživanje ukazuje da umor smanjuje kutne brzine gornjih ekstremiteta i visinu izbačaja lopte, dok donji ekstremiteti preuzimaju veću ulogu u izvedbi skok šuta. Hipoteza da umor izazvan fiziološkim opterećenjem dovodi do smanjenja kinematičkih parametara skok šuta za 2 poena može se djelomično prihvatiti, jer su promjene uočene samo u nekim varijablama, dok učinkovitost šuta ostaje nepromijenjena. Ovo ukazuje na prilagodbu neuromuskularnog sustava, kad je tijelo pod fiziološkim opterećenjem. Ispitanice su šutirale preciznije, ali sporije i situacijski manje efikasno. Pad visine izbačaja i kuta ulaska lopte u koš može olakšati obrani blokadu šuta, posljedično smanjujući učinkovitost izvedbe. U praktičnom smislu, rezultati ovog istraživanja naglašavaju važnost treniranja šuta pod fiziološkim opterećenjem te pravilnog i koordiniranog korištenja gornjih i donjih ekstremiteta.

2. Temeljem rezultata skok šuta za 2 poena, kutne brzine donjih ekstremiteta rastu, dok se kutne brzine gornjih ekstremiteta smanjuju, osim varijable u zglobu lakta koja je u blagom porastu. Visina izbačaja i kut ulaska lopte u koš se smanjuju, a nakon šuta dolazi do većeg pomaka centra težišta tijela prema naprijed. Hipoteza da umor izazvan fiziološkim opterećenjem dovodi do smanjenja kinematičkih parametara skok šuta za 3 poena može se djelomično prihvatiti, jer su promjene uočene samo u nekim varijablama, dok se učinkovitost šutiranja nakon opterećenja smanjila. Navedeni pokazatelji, sugeriraju da umor narušava tehniku izvedbe skok šuta i stabilnost tijela, te otežava prijenos sile kroz kinetički lanac, što rezultira smanjenom preciznošću. Fokus treninga potrebno je stoga usmjeriti na održavanje stabilnosti trupa, zadržavanje optimalne visine i kuta ulaska lopte u koš obzirom da navedeni elementi omogućuju učinkovit šut, te smanjuju vjerojatnost brze i pravovremene obrambene reakcije.

3. Istraživanje ukazuje da veći kut u koljenu pri prijemu lopte tijekom šuta za 2 poena smanjuje uspješnost šuta. Hipoteza da će veći kutevi pri prijemu, a manje kutne brzine kinematičkih parametara smanjiti izgled uspješnosti skok šuta za 2 poena može se djelomično prihvatiti, jer su promjene uočene samo u nekim varijablama. To ukazuje da umor negativno utječe na kut u zglobu koljena pri prijemu lopte, čime se smanjuju izgledi za uspješan šut u postotku od 2,84%. Kut u zglobu koljena u trenutku prijema važan je biomehanički element, jer određuje daljnji kinematički slijed pokreta svih dijelova tijela. Nepravilna pozicija koljena narušava učinkovitost prijenosa sile, stabilnost i preciznost šuta osobito u završnici utakmice kad je pristan umor. Takve nijanse u tehničkoj izvedbi, mogu predstavljati razliku između uspješnog i neuspješnog šute, a time i utjecati na pobjedu ili poraz. Početna pozicija tijela može biti ključna za donošenje odluke o tome treba li uputiti loptu prema košu ili izvršiti dodavanje, posebno kad je igračica pod pritiskom obrane ili se nalazi na većoj udaljenosti od koša.

4. Temeljem rezultata skok šuta za 3 poena, veća kutna brzina u zglobu šake povećava uspješnost šuta za 3 poena. Hipoteza da će veći kutevi pri prijemu, a manje kutne brzine kinematičkih parametara smanjiti izgled uspješnosti skok šuta za tri poena može se djelomično prihvatiti, jer su promjene uočene samo u nekim varijablama. Navedeno upućuje, da veći kut u ručnom zglobu tijekom izvedbe skok šuta povećava izgled uspješnog šuta za 3 poena, u postotku za 1,2%. S košarkaškog aspekta, kontrolirani i precizni pokreti u zglobu šake, zajedno s kontinuitetom izvedbe, imaju važnu ulogu kod uspješno izvedenog skok šuta za 3 poena. Osobito pod utjecajem fiziološkog opterećenja, kada je i razina koncentracije smanjena. Ovakva koordinacija pokreta, direktno utječe na situacijske uvjete košarkaške igre, jer preciznost i automatizacija šuta predstavljaju važne čimbenike u konačnom ishodu napadačke akcije i same utakmice.

Time je cilj istraživanja ostvaren, obzirom da je utvrđeno koliko umor utječe na kinematičke parametre skok šuta za dva i tri poena kod vrhunskih seniorskih igračica, što je u ovom radu detaljno prikazano i objašnjeno. Otvara se prostor za daljnja istraživanja, budući da nema puno studija o košarkašicama koje uključuju, kinematiku i fiziologiju, a mogu dodatno unaprijediti trenažne procese te utjecati na samu tehniku izvedbe skok šuta s različitih pozicija.

7. LITERATURA

1. Abdelkrim, B. N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
2. Abernethy, B., Thomas, K. T., & Thomas, J. T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise. In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317-356). Elsevier Science.
3. Ahsberg, E., Kecklund, G., Akerstedt, T., & Gamberale, F. (2000). Shiftwork and different dimensions of fatigue. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, 457-465.
4. Akerstedt, T., Knutsson, A., Westerholm, P., Theorell, T., Alfredsson, L., & Kecklund, G. (2004). Mental fatigue, work and sleep. *Journal of Psychosomatic Research*, 57, 427-433.
5. Albanese, G. A., Falzarano, V., Holmes, W. R., & Morasso, P. (2022). A dynamic submaximal fatigue protocol alters wrist biomechanical properties and proprioception. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 2-14.
6. Alemdarağlu, U. (2012). The Relationship Between Muscle Strength Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 149-158.
7. Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*, 88(1), 287-332.
8. Ammar, A., Chtourou, H., Abdelkarim, O., Parish, A., & Hoelkelmann, A. (2016). Free throw shot in basketball: kinematic analysis of scored and missed shots during the learning process. *Sport Science for Health*, 12(1), 27-33.
9. Apostolidis, N., Nassis, G. P., Bolatoglou, T., & Geladas, N. D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44, 157-163.

10. Ardigo, L. P., Kuvacic, G., Iacono, A. D., Dascanio, G., & Padulo, J. (2018). Effect of Heart Rate on Basketball Three-Point Shot Accuracy. *Frontiers in Physiology*, 9(75), 1-6.
11. Bajdziński, M., & Starosta, W. (2002). Movements kinaesthetic differentiation ability and its conditions. *International Association of Sport Kinetics*, 14, 1-168.
12. Bajpai Vinita, M., & Binni, G. (2017). Comparative analysis of angular kinematics variables of successful and unsuccessful free shot in female basketball players. *International Journal of Physical Education and Sports Sciences*, 11(18). 380-384.
13. Barbieri, F. A., Rodrigues, S. T., Polastri, P. F., Barbieri, R. A., De Paula, P. H. A., Milioni, F., Redkva, P. E., & Zagatto, A. M. (2017). High intensity repeated sprints impair postural control, but with no effects on free throwing accuracy, in under-19 basketball players. *Human Movement Science*, 54, 191-196.
14. Bar-Eli, M., Avugos, S., & Raab, M. (2006). Twenty years of “hot hand” research: Review and critique. *Psychological Sport in Exercise*, 7(6), 525-53.
15. Bayraktar, B., & Kurtoğlu, M. (2009). Performance in sport, effective factors, evaluation and enhancement. *Clinical Development*, 22(1), 16-24.
16. Becker, S., Fröhlich, M., Kelm, J. & Ludwig, O. (2017). Change of muscle activity as well as kinematic and kinetic parameters during headers after core muscle fatigue. *Sports*, 5(1), 1-7.
17. Bigland-Ritchie, B., Johansson, R. S., Lippold, O. C. J., & Woods J. J. (1983). Contractile speed and EMG changes during fatigue of sustained maximal voluntary contractions, *Journal of Neurophysiology*, 50, 313-324.
18. Blasier, R. B., James, E. C., & Laura, J. H. (1993). Shoulder proprioception: effect of joint laxity, joint position, direction of motion, and muscle fatigue. *Orthopaedics Review*, 23, 45-50.
19. Bober, T., Rutkowska-Kucharska, A., & Szpala, A. (2002). Hard vs. soft landing in depth jump. *Acta Bioenergy Biomechanics*, 4 (1), 595-596.
20. Bonnard, M., Sirin, A. V., Oddsson, L., & Thorslensson, A. (1994). Different strategies to compensate for the effects of fatigue revealed by neuromuscular adaptation process in humans. *Neuroscience Letters*, 166(1), 101-105.

21. Borg, G. (1985). *An introduction to Borg's RPE scale*. Movement Publications.
22. Borotikar, B., S., Newcomer, R., Koppes, R., & McLean, S. G. (2008). Combined effects of fatigue and decision making on female lower limb landing postures: central and peripheral contributions to ACL injury risk. *Clinical Biomechanics*, 23, 81-92.
23. Borović Gregov, I., Feng, L., Očić, M., Bon, I. & Dukarić, V. (2020). Razlike u skok šutu kod košarkaša kadetskog uzrasta za 2 i 3 poena u određenim kinematičkim parametrima. *18. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša, Zagreb* (pp. 331-334). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
24. Borović, I., Rupčić, T., & Antekolović, Lj. (2016). Utječe li aktivna pozicija obrambenog igrača na promjene u nekim kinematičkim parametrima kod skok-šuta? *Zbornik radova 25. Ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske* (pp. 196-175). Hrvatski kineziološki savez.
25. Borović, I., Rupčić, T., Matković, B. R., Garafolić, H., & Dadić, M. (2016). Anthropological profile of U-16 basketball players. *Acta Kinesiologica*, 10(1), 71-77.
26. Brancazio, P. J. (1981). The physics of basketball. *American Journal of Physics*, 49, 356-365.
27. Button, C., Macleod, M., Sanders, R., & Coleman, S. (2003). Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3), 257-269.
28. Cabarkapa, D., Fry, A. C., & Dean, M. A. (2021). Differences in kinematic characteristics between 2-point and 3-point basketball shooting motions – A case study. *Journal of Advances in Sport and Physical Education*, 19-23.
29. Callister, R., Miller, A., Aguiar, E., Dascombe, B., Smith, C., Clark, L., & Rogers, T. (2010). Blood lactate levels support classification of the 300 m shuttle run as anaerobic capacity field test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 30-31.
30. Canli, U., & Çalik, V. K. (2018). The relationship of shooting skill with functional movements performance and attention level of basketball players. *Journal of Education and Training Studies*, 6(12a), 49-54.

31. Carter, J. E. L., Ackland, T. R., Kerr, D. A., & Stapff, A. B. (2005). Somatotype and size of elite female basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 1057-1063.
32. Coleman, S. G. S., Benham, A. S., & Northcott, S. R. (1993). A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *Journal of Sports Sciences*, 11, 295-302.
33. Cortes, N., Onate, J., & Morrison, S. (2014). Differential effects of fatigue on movement variability. *Gait and Posture*, 39(3), 888-893.
34. Coskun, A. (2016). Shoot in basketball. *Sports Sciences Seminar*. Marmara University School of Physical Education and Sports, Department of Physical Education and Sports Teaching.
35. Crowley, M. (2011). *Monitoring of physical training events*. United States Patent Application Publication, US 2012/ 0029666 A1.
36. Csataljay, G., James, N., Hughes, M., & Dancs, H. (2013). Effects of defensive pressure on basketball shooting performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 594-601.
37. Custem, V., Marcora, J., De Pauw, S. M., Bailey, K., Meeusen, S., & Bart, R. R. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance. A systematic review. *Sport Medicine*, 47, 1569-1588.
38. DeVita, P., & Skelly, W. A. (1992). Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 24(1), 108-115.
39. Dobovičnik, L., Jakovljević, S., Zovko, V., & Erčulj, F. (2015). Determination of the optimal certain kinematic parameters in basketball three-point shooting using the 94fifty technology/Bestimmung Optimaler Werte Einzelner Kinematischer Parameter Für Dreipunktewürfe Im Basketball Unter Anwendung Der 94fifty-Technologie. *Physical Culture*, 69, 5-13.
40. Edwards, R. H. (1981). Human muscle function and fatigue. In R. Porter & J. Whelan (Eds.), *Human Muscle Fatigue: Physiological Mechanisms* (pp. 1-18). Ciba Foundation Symposium 82.

41. Elliott, B. C. (1992). A kinematic comparison of the male and female two-point and three-point jump shots in basket-ball. *Australian Journal of Sciences Medicine in Sport*, 24(4), 111–118.
42. Elliott, B. C., & White, E. (1989). A kinematic and kinetic analysis of the female two point and three point jump shots in basketball. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(2), 7-11.
43. Enoka, R. M. (1995). Mechanisms of muscle fatigue: central factors and task dependency. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 5, 141-149.
44. Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue, *Journal of Applied Physiology*, 72, 1631-1648.
45. Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: What, why and how it influences muscle function. *The Journal of Physiology*, 586(1), 11-23.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.139477>
46. Erčulj, F., Blas, M., & Bracic, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.
47. Erčulj, F., & Supej, M. (2009). Impact of fatigue on the position of the release arm and shoulder girdle over a longer shooting distance for an elite basketball player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1029-36.
48. Erčulj, F., & Supej, M. (2006). The impact of fatigue on jump shot height and accuracy over a longer shooting distance in basketball. *Ugdymas Kūno Kultūra Sportas*, 4(63), 35-4.
49. Faria, E. W., Parker, D. L., & Faria, I. E. (2005). The science of cycling: physiology and training – Part 1. *Sports Medicine*, 35, 285-312.
50. Feng, L., Dukarić, V., Orešković, D., Simović, S., & Bi, Z. (2021). Differences in kinematic parameters of basketball jump shot performed from different shooting positions. *9th International Scientific Conference on Kinesiology* (pp. 136-139).

51. Feng, L., Zheng, L., Borović, I., Rupčić, T., & Knjaz, D. (2021). Does fatigue affect the kinematics of shooting in female basketball? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 1-13.
52. Féry, Y.-A., et al. (1997). Effect of physical exhaustion on cognitive functioning. *Perceptual and Motor Skills*, 84(1), 291-298.
53. FIBA Central Board (2014). *Official basketball rules*, FIBA.
54. Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
55. Rojas, F. J., Cepero, M., Oña, A., & Gutierrez, M. (2000). Kinematics adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43, 1651-1660.
56. Fleury, M., & Bard, C. (1987). Effects of different types of physical activity on the performance of perceptual tasks in peripheral and central vision and coincident timing. *Ergonomics*, 30(6), 945-958.
57. Fontanella, J. J. (2006). *The Physics of Basketball*. The Johns Hopkins University Press.
58. Forestier, N., & Naugier, V. (1998). The effects of muscular fatigue on the coordination of a multijoint movement in human. *Neuroscience Letters*, 252, 187-190.
59. Forman, D. A., Forman, G. N., Robathan, J., & Holmes, M. W. R. (2019). The influence of simultaneous handgrip and wrist force on forearm muscle activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 45, 53-60.
60. Forman, G. K., Sonne, M. W., Kociolek, A. M., & Gabriel, D. A. (2022). Influence of muscle fatigue on motor test performance of the hand and wrist: A systematic review. *Human Movement Science*, 81, 102912.
61. Freitas, T.T., Calleja-Gonza, J., Alarcon, F., & Alcarze, P. E. (2016). Acute effect of two different resistance circuit training protocols on performance and perceived exertion in semi-professional basketball players, 30(2), 407-414.

62. Friedman, J. H., Brown, R. G., Comella, C., Garber, C. E., Krupp, L. B., & Lou, J. S. (2007). Fatigue in Parkinson's disease; a review. *Movement Disorders*, 22, 297-308.
63. Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81, 1725-1789.
64. Garcia-Gil, M., Torres-Unda, J., Esain, I., Dunabeitia, I., Gil, S., Gil, J., & Irazusta, J. (2018). Anthropometric parameters, age, agility as performance predictors in elite female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1723-1730.
65. Gerzevic, M., Strojnik, V., & Jarm, T. (2011). Difference in muscle activation between submaximal and maximal 6-minute rowing test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2470-81.
66. Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability – part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-94.
67. Girard, O., & Millet, G. P. (2000). Neuromuscular fatigue in racquet sports. *Neurologic Clinics*, 26, 181-194.
68. Gómez, M. A., Lorenzo, A., Sampaio, J., & Ibáñez, S. J. (2006). Differences in game-related statistics between winning and losing teams in women's basketball. *Journal of Human Movement Studies*, 51, 357-369.
69. Gribble, P. A., & Hertel, J. (2004). Effect of hip ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(6), 641-646.
70. Guo, D., Deng F., & Zhang, Z. (2004). 3 point shot performance analysis. *Pre-Olympic congress, Sport Science Through the Ages: Challenges in the New Millennium*. Athens.
71. Haefner, J., & Haefner, J. (2011). *Basketball Shooting Course & Practice Drills - Discover How to Improve Your Shooting Stroke and Become a Lights Out Shooter!* Breakthrough Basketball.com. <http://www.breakthroughbasketball.com/pr/btshooting.html>
72. Hamilton, G. R., & Reinschmidt, C. (1997). Optimal trajectory for the basketball free throw. *Journal of Sports Sciences*, 15, 491-504.

73. Hartley, J., & Fulton, C. (1971). Mechanical analysis of the jump shot. *Athletic Journal*, 51, 92-128.
74. Hay, J. G. (1994). *The Biomechanics of Sport Techniques*. Prentice-Hall.
75. Hess, C. (1980). Analysis of the jump shot. *Athletics Journal*, 61(3), 30-33.
76. Hiemstra, L. A., Lo, I. K., & Fowler, P. J. (2001). Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamics stabilization. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 10, 598-605.
77. Hoffman, J. R. (2003). Physiology of Basketball. In D. R. McKeage (Ed.), *Basketball*. Blackwell Science Ltd.
78. Hoffman, J. R., & C. M., Maresh. (2000). Physiology of basketball. In W. E. Garret & D. T. Kirkendall (Eds.), *Exercise and Sport Science*. Lippincott Williams & Wilkins.
79. Hudson, J. L. (1983). A biomechanical analysis by skill level of free throw shooting in basketball. *1. International Symposium of Biomechanic in Sports* (pp. 95-102). International Society of Biomechanics in Sports.
80. Hudson, J. L. (1985). Shooting techniques for smaller players. *Athletic Journal*, 66(4), 22-23.
81. Ibáñez, S. J., Sampaio, J., Feu, S., Lorenzo, A., Gómez, M. A., & Ortega, E. (2008). Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *European Journal of Sport Science*, 8, 369-372.
82. Ikuta, Y., Matsuda, Y., Yamada, Y., Kida, N., Oda, S., & Moritani, T. (2012). Relationship between decrease aiming velocity and muscle activity during 200-m front crawl. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 112, 3417-3429.
83. Isik, T., & Gencer, R. T. (2007). Technical analysis of team performance in basketball: evaluation of home and away field performances. *Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 18(3), 101-108.

84. Ivoilov, A. V., Smirnov, Y. G., Carlson, J. S., & Garkavenko, A. G. (1981). Effects of progressive fatigue on shooting accuracy. *The Theory and Practice of Physical Training Culture*, 7, 12-4.
85. Jarić, S., Radovanović, S., Milanović, S., Ljubisavljević, M., & Anastasijević, R. (1997). A comparison of the effects of agonist and antagonist muscle fatigue on performance of rapid movements. *European Journal of Applied Physiology*, 76(1), 41-47. <https://doi.org/10.1007/s004210050210>
86. Jovanović-Golubović, D., & Jovanović, I. (2003). *Antropološke osnove košarke [Anthropological Basis of Basketball]*. University of Niš, Faculty of Physical Culture.
87. Justin, I., Stojnik, V., & Šarabon, N. (2006). Vpliv povečanja maksimalne moči iztegova komolca na sposobnost natančnega zadevanja pri metu pikada in metu za tri točke v košarki. [Impact of increased maximum power of elbow extensors on the precision of dart throws and three-point basketball shots. In Slovenian.] *Šport*, 54(2), 51-55.
88. Kamandulis, S., Venckunas, T., Masiulis, N., Matulaitis, K., Balciūnas, M., Peters, D., et al. (2013). Relationship between general and specific coordination in 8- to 17-year-old male basketball players. *Perceptual Motor Skills*, 117, 821-836.
89. Kauranen, K. J., Siira, P. T., & Vanharanta, H. V. (1998). A 10-week strength training program: Effect on the motor performance of an unimpaired upper extremity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(8), 925-930.
90. Kellenberg, L. A. C., Schulte, E., Disselhorst-Klug, C., & Hermans, H. J. (2007). Myoelectric manifestations of fatigue at low contraction levels in subjects with and without chronic pain. *Journal of Electromyography Kinesiology*, 17, 264-274.
91. Kellis, E., Katis, A., & Vrabas, S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian Journal Medicine Science in Sports*, 16, 334-344.
92. Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior*. A Bradford Book.

93. Keros, P., & Pećina, M. (2020). *Funkcijska anatomija lokomotornog sustava*. Naklada Ljevak.
94. Khazaeli, M. A., Sadeghi, H., Rahimi, A., & Mirmoezzi, M. (2015). Comparison of selected kinematics parameters of the ball movement at free throw and jump shot of basketball adult players. *Indian Journal of Fundamental and Allied Life Sciences*, 5(S3), 2549-2553.
95. Goldsberry, K. (2019, April 30). The NBA is obsessed with 3s, so let's finally fix the thing. *ESPN.com*. <https://www.espn.com/espn/print?id=26633540>
96. Kitsantas, A., & Zimmerman B. J. (2002). Comparing self-regulatory processes among novice, non-expert, and expert volleyball players: A microanalytic study. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14(2) 91-105.
97. Knicker, A. J, Renshaw, I., Oldham, A. R., & Cairns, S. P. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Medicine*, 41, 307-328.
98. Knudson, D. (1993). Biomechanics of the basketball jump shot – Six key teaching points. *Journal of Physical Education, Recreation Dance*, 64(2), 67-73.
99. Kozar, B., Vaught, R. E., Lord, R. H., Whitfield, K. E., & Dve, B. (1994). Importance of free throws at various stages of basketball games. *Perceptual Motor Skills*, 78(1), 243-248.
100. Krause J., Meyer D., & Meyer, J. (2009). *Basketball skills and drills* (3rd ed.). Human Kinetics.
101. Kuesa, R., & Macura, P. (2015). Physical Characteristics of female basketball players according to playing position. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 55, 46-53.
102. Lattanzio, P. J., Petrella, R. J., Sproule, J. R., & Fowler, P. J. (1997). Effects of fatigue on knee proprioception. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 7, 22-7.
103. Linnamo, V., Hakkinen, K., & Komi, P. V. (1998). Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. *European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology*, 77, 176-181.

104. Lorist, M. M., Kernell, D., Meijma, T. F., & Zijdwind, I. (2002). Motor fatigue and cognitive task performance in humans. *Journal of Physiology*, 545, 313-319.
105. Lyons, M., Al-Nakeeb, Y., & Nevill, A. (2006). The impact of moderate and high intensity total body fatigue on passing accuracy in expert and novice basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 215-227.
106. Ljubojević, M., Bojanić, D., Bjelica, D., Vasiljević, I., & Vukotić, M. (2020). Differences in anthropometric characteristics between two elite female basketball teams – Participants at EuroBasket 2019 in Latvia and Serbia. *International Journal of Morphology*, 38(4), 857-862.
107. MacIntosh, B., Gardiner, P., & McComas, A. (2005). *Skeletal muscle: form and function* (2nd ed.). Human Kinetics.
108. Malarranha, J., Figueira, B., Leite, N., & Sampaio, J. (2013). Dynamic modeling of performance in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(2), 377-8.
109. Malone, L. A., Gervais, P. L., & Steadward, R. D. (2002). Shooting mechanics related to player classification on free throw success in wheelchair basketball. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39, 701-709.
110. Martin, T. P. (1981). Movement analysis applied to the basketball jump shot – part II. *Physical Educator*, 38(3), 127.
111. Matković, B., & Matković, B. R. (1986). Utjecaj morfoloških karakteristika na uspješnost u košarci. *Kineziologija*, 18(2), 95-98.
112. Matković, B., & Blašković, M. (1983). Odnosi između latentnih antropometrijskih karakteristika i eksplozivne snage kod košarkaša. *Kineziologija*, 15(2), 17-27.
113. Matković, B., et al. (2010). *Antropološka analiza košarkaške igre*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
114. Matković, B., Knjaz, D., & Rupčić, T. (2014). *Temelji košarkaške igre – priručnik za praćenje nastave iz predmeta košarka*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

115. Matković, B. R., & Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
116. Matković, B. R., Matković, B., & Knjaz, D. (2005). Fiziologija košarkaške igre. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 20(2), 113-124.
117. Matthew, D., & Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 27(8), 813-21.
118. McDougal, J., Wegner, H., & Green, H. (1991). *Physiological testing of the high performance athlete*. Human Kinetics.
119. McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 13, 387-97.
120. Medved, V., & Kasović, M. (2007). Biomehanička analiza ljudskog kretanja u fukciji sportske patologije. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 22, 40-47.
121. Melnick, M. J. (2001). Relationship Between Team Assists and Win-Loss Record in the National Basketball Association, *Perceptual & Motor Skills*, 92, 595-602.
122. Metacalfe, S., Naughton, & G., Carlson, J. (1999). Physiological responses during competition of elite WNBL basketballers, *5th IOC World Congress of Sport Science*. Sydney.
123. Meyer, D. E., Abrams, R. A., Kornblum, S., Wright, C. E., & Smith, J. E. K. (1988). Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements. *Psychological Review*, 95(3), 340-370.
124. Michal, M., Bendiakova, E., & Rozim, R. (2015). Biomechanical analysis of extraleague players shooting in Eurovia Slovak basketball league. *Sport Science International scientific journal of kinesiology*. 8. 2:52-56.
125. Michael, S. T., Zebas, S. L., & Potteiger, A. (1995). Effects of perceived neuromuscular fatigue on kinematic variables of the basketball jump shot. *13 International Symposium on Biomechanics in Sports*. University of Kansas.

126. Milanović, D. (2010). Teorija i metodika treninga. *Primijenjena kineziologija u sportu* (2nd ed.). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
127. Miller, S. A., & Bartlett, R. M. (1993). The effects of increased shooting distance in the basketball jump shot. *Journal of Sports Sciences*, 11, 285-293.
128. Miller, S., & Bartlett, R. M. (1996). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences*. 14(3), 243-53.
129. Mišigoj-Duraković, M. *Morfološka antropometrija u športu*. (1995). Fakultet za fizičku kulturu.
130. Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija: biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
131. Miura, K., Ishibashi, Y., Tsuda, E., Okamura, Y., Otsuka, H., & Toh, S. (2004). The effect of local and general fatigue on knee proprioception. *Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 20(4), 414-8.
132. Montgomery, G. O., Pyne, B. D., Minahan, L. C. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 5, 75-86.
133. Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2008). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(3), 425-32.
134. Nezhad, V. S., Rahimi, A., & Sarshin, A. (2015). Effect of fatigue on body joints kinematic in 3 point jump shot among basketball player young boys. *Biological Forum – An International Journal*, 7, 1910-1914.
135. Nikkhah Gorshahari, H., & Khazaeli, M. A. (2018). The relationship between kinematic and anthropometric variables of three-point jump shot from two different zones and the angle of the ball's entry into the basket of the national male basketball players of Iran. *Pharamocophore of International Journal*, 9(6), 49-56.
136. Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 3(82).

137. Noble, B. J., Borg, G. A. V., Jacobs, I., Ceci, R., & Kaiser, P. (1983). A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(6), 523-528.
138. Nunome, H., Doyo, W., Sakurai, S., Ikegmai, Y., & Yabe, K. (2002). A kinematic study of the upper-limb motion of wheelchair basketball shooting in tetraplegic adults. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39, 63-71.
139. Okazaki, V. H. A., Lamas, L., Okazaki, F. H. A., & Rodacki, A. L. F. (2013). Efeito da distância sobre o arremesso no basquetebol desempenhado por crianças. *Revista Motricidade*, 9(2), 61-72.
140. Okazaki, V. H. A., Rodacki, A. L. F., & Satern, M. N. (2015.). A review on the basketball jump shot. *International Society of Biomechanics in Sports*, 14(2), 190-205.
141. Okazaki, V. H. A., & Rodacki, A. L. F. (2012). Increased distance of shooting on basketball jump shot. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 231-237.
142. Okazaki, V. H. A., & Rodacki, A. L. F. (2018). Basketball jump shot performed by adults and children. *Human Movement*, 19(1), 71-79.
143. Okazaki, V. H. A., Rodacki, A. L. F., Sarraf, T. A., Dezan, V. H., & Okazaki, F. H. (2004). Technical specificity diagnostic of the basketball players. *Brazilian Journal of Movement and Science*, 12(4), 17-24.
144. Okubo H., & Hubbard, M. (2015). Kinematics of arm joint motions in basketball shooting. *Procedia Engineering*, 112, 443-448.
145. Ortega, E., Cárdenas, D., Sainz de Baranda, P., & Palao, J. M. (2006). Differences between winning and losing teams in youth basketball games (14-16 years old). *International Journal Applied Sport Sciences*, 18, 1.
146. Osváth, P., Mészáros, Zs., Tóth, Sz., Kiss, K., Mavroudes, M., Ng, N., Mészáros, J. (2009). Physical and physiological performances in 10-year-old obese boys. *Acta Physiologica Hungarica*, 96(4), 475-482.
147. Oudejans, R. R. D., Karamat, R. S., & Stolk, M. H. (2012). Effects of actions preceding the jump shot on gaze behavior and shooting performance in elite female basketball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 7(2), 255-267.

148. Oudejans, R. R. D., Koedijker, J. M., Bleijendaal, I., & Bakker, F. C. (2005). The education of attention in aiming at a far target: Training visual control in basketball jump shooting. *International Journal of Sports and Exercise Psychology*, 3, 197-221.
149. Padulo, J., Attene, G., Migliaccio, G., Cuzzolin, F., Vando, S., & Ardigo, L. (2014). Metabolic optimisation of the basketball free throw. *Journal of Sports Sciences*, 20, 1-5.
150. Pejnović, A. (2017). *Diplomski rad: Mogućnost primjene metode subjektivnog osjećaja opterećenja za utvrđivanje anaerobnog praga kod nogometaša*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
151. Pluta, B., Andrzejewski, M., & Lira, J. (2014). The effects of rule changes on basketball game results in the men's European basketball championships. *Human Movement*, 15, 204-208.
152. Podmenik, N., Supej, M., Čoh, M., & Erčulj, F. (2017). The effect of shooting range on the dynamics of limbs angular velocities of the basketball shot. *Kinesiology*, 49(1), 92-100.
153. Podmenik, N., Supej, M., Kugovnik, O., & Erculj, F. (2015). Movement of the body's centre of mass during a jump shot related to the distance from the basket of young players. *Kinesiologia Slovenica*, 21, 21-33.
154. Pojskić, H., Šeparović, V., & Užičanin, E. (2014). Razlike između efikasnosti šutiranja u aktivnim i stacionarnim testovima košarkaške preciznosti. 4. *Međunarodni znanstveni kongres. Suvremena kineziologija*. Fakultet za tjelesni odgoj i sport Univerziteta u Tuzli.
155. Raczek J., Mynarski W., & Ljach, W. (2003). *Developing and diagnosing of co-ordination motor abilities* [in Polish]. AWF.
156. Raza, S. (2014). Angular & linear kinematical analysis: Three point shooting in girls basketball player. *International Journal of Engineering Research & Management Technology*, 1(4), 27-30.
157. Ribeiro, F., Santos, F., Gonçalves, P., & Oliveira, J. (2006). Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 397-402.

158. Ripoll, H., Bard, C., & Paillard, J. (1986). Stabilization of head and eyes on target as a factor in successful basketball shooting. *Human Movement Science*, 5, 47-58.
159. Rodríguez-Alonso, M., Fernández-García, B., Pérez-Landaluce, J., & Terrados, N. (2003). Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 436-6.
160. Rota, S., Morel, B., Saboul, D., Rogowski, I., & Hautier, C. (2013). Influence of fatigue on upper limb muscle activity and performance in tennis. *Journal of Electromyography in Kinesiology*, 24(1), 90-7.
161. Royal, K. A., Farrow, D., Mujika, I., Halson, S. L., Pyne, D., & Avernethy, B. (2006). The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 807-815.
162. Rupčić, T., Antekolović, L., Knjaz, D., Matković, B., & Cigrovski, V. (2015). Reliability analysis of the 94 fifty smart sensor basketball. In M. Zvonař & Z. Sajdlová (Eds.), *10th International Conference on Kinanthropology "Sport and Quality of Life"* (pp. 432-438). Masaryk University.
163. Rupčić, T., Feng, L., Matković, B. R., Knjaz, D., Dukarić, V., Baković, M., Matković, A., Svoboda, I., Vavaček, M., & Garafolić, H. (2020). The impact of progressive physiological loads on angular velocities during shooting in basketball-case study. *Acta Kinesiologica*, 14(2), 102-109. <http://actakinesiologica.com/wp-content/uploads/2020/12/16-Rupcic-T.-et.-al..pdf>.
164. Rupčić, T., Knjaz, D., Baković, M., Borović, I., & Zekić, R. (2016). Razlike u nekim kinematičkim parametrima između šutiranja s različitih pozicija u košarci. *Ljetna škola kineziologa* (pp. 253-258). Hrvatski kineziološki savez.
165. Rupčić, T., Knjaz, D., Baković, M., Devrnja, A., & Matković, B. R. (2015). Impact of fatigue on accuracy and changes in certain kinematics parameters during shooting in basketball. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 1(30), 5-20.
166. Ružić, L. (2003). Određivanje koncentracije laktata u krvi u treningu sportaša. In M. Pećina et al. (Eds.), *Športska Medicina* (1st ed.) (pp. 11-6). Medicinska naklada.

167. Sadeghi, H. (2005). *Ground Work of Sports Biomechanics* (2nd ed.). Samt Publication.
168. Sallet, P., Perrior, D., Ferrer, J. M., & Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, 291-194.
169. Satern, M.N. (1993). Kinematic parameters of basketball jump shots projected from varying distances. *Biomechanics in Sports XI, Proceedings of the XIth Symposium of the International Society of Biomechanics In Sports* (pp. 313-317). Amherst, USA.
170. Satern, M. N. (1988). Performance excellence – Basketball: shooting the jump shot. *Human Kinetics*, 1(4), 9-11.
171. Satti, S. (2004). The perfect basketball shot. *International Journal of Nonlinear Mechanics*, 6, 22-29.
172. Savas, S., Fatih, M., & Uzun, A. (2018). The effects of radio strength and shooting training applied to professional basketball players on the shoot percentage level. *Universal Journal of Education Research*, 6(7), 1569-1574.
173. Scanlan, A., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 15, 341-347.
174. Schmidt, R. A., Zelaznik, H., Hawkins, B., Frank, J. S., & Quinn Jr, J. T. (1979). Motor-output variability: a theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86(5), 415.
175. Skinner, H. B., Wyatt, M. P., Hodgdon, J. A., et al. (1986). Effects of fatigue on joint position sense of the knee. *Journal of Orthopaedic Research*, 4, 112-8.
176. Slawinski, J., Poli, J., Karganovic, S., Khazoom, C., & Dinu, D. (2015). Effect of fatigue on Basketball three point shot kinematics. *33rd International Conference on Biomechanics in Sports Activities* (pp. 1209-1211). University of Poitiers.
177. Southard, D., & Miracle, A. (1993). Rhythmicity, ritual, and motor performance: A study of free throw shooting in basketball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64, 284-290.

178. Sporiš, G., Vučetić, V., Milanović, L., Milanović, Z., Krespi, M., & Krakan, I. (2014). Anaerobic endurance capacity in elite soccer, handball and basketball players. *Kinesiology*, 46, 52-59.
179. Sporiš, G., Ruzic, L., & Leko, G. (2008). The anaerobic endurance of elite soccer players improved after a high-intensity training intervention in the 7-week conditioning program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 559-66.
180. Steinberg, N., Elakim, A., Zaav, A., Pnatonowitz, M., Halumi, M., Eistenstein, T., & Nemet, D. (2016). Postural balance following aerobic fatigue tests. A longitudinal study among young athletes. *Journal of Motor Behavior*, 332-340.
181. Stirn, I., Jarm, T., Kapus, V., & Strojnik, V. (2011). Evaluation of muscle fatigue during 100-m front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 101-13.
182. Strumbelj, E., Vracar, P., Robnik-Sikonja, M., Dezman, B., & Erculj, F. (2013). A decade of Euroleague Basketball: An analysis of trends and recent rule change effects. *Journal of Human Kinetics*, 38, 183-189.
183. Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42, 73-79.
184. Struzik, A., Rotika, A., Pietraszewski, B., & Popowczak M. (2014). Accuracy of replicating statis torque its effect on shooting accuracy in young basketball players. *Human Movement*, 15(4), 216-220.
185. Svoboda, I., Knjaz, D., Baković, M., Matković, B., & Prlenda, N. (2016). Razlika u nekim kinematičkim parametrima kod šutiranja na koš s udaljenosti od 6,25m i 6,75m kod košarkaša kadetskog uzrasta. Differences in some kinematic parameters during shooting from distance of 6,25 m and 6,75m. *25. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske*.
186. Syaukani, A. A., & Yan, L. C. (2019). Kinematic differences on mind-range basketball jump-shot between experienced and less-experienced collegiate player. *Jurnal Keolahragaan*, 7(1), 1-10.
187. Škof, B. (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov (pedagoško-psihološki in biološki vidiki kondicijske vadbe mladih). Sport for children and adolescents*

(pedagogical-psychological and biological aspects of condition training of youth). [In Slovenian.] University of Ljubljana, Faculty of Sports.

188. Thomson, K., Watt, A. P., & Luikkonen, J. (2009). Differences in ball sports athletes speed discrimination skills before and after exercise induced fatigue. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 259-264.

189. Trninić, S., Dizdar, D., & Lukšić, E. (2002). Differences between winning and defeated top quality basketball teams in final tournaments of European club championship. *Collegium Antropolgicum*, 26(2), 521-531.

190. Trninić, S., Trninić, M., Jelaska, I. (2010). Hierarchical structuring of knowledge in basketball game. *Acta Kinesiologica*, 4(1), 37-44.

191. Tsai, C., Ho, W. H., Lii, Y. K., & Huang, C. H. (2006). *The kinematic analysis of basketball three-point shoot after high intensity program*. Institute of Sports Science, Taipei Physical Education College.

192. Tsarouchas, K., Kalamaras, E., Giavroglou, A., & Prassas, S. (1988). Biomechanical analysis of free throw shooting in basketball. *Biomechanics in Sports*, 6, 551-560.

193. Tsuda, E., Okamura, Y., Otsuka, H., et al. (2001). Direct evidence of the anterior cruciate ligament-hamstring reflex arc in humans. *American Journal of Sports Medicine*, 29, 83-7.

194. Ueberschär, O., Fleckenstein, D., Warschun, F., Kränzler, S., Walter, N., & Hoppe, M. W. (2019). Measuring biomechanical loads and asymmetries in junior elite long-distance runners through triaxial inertial sensors. *Sports Orthopaedics Traumatology*, 35(3), 296-308.

195. Uygur, M., Gokpete, A., Ak, E., Karabörk, & Korkusuz, F. (2010). The effect of fatigue on the kinematics of free throw shooting in basketball. *Journal of Human Kinetics*, 24, 51-56.

196. Vahideh, S.N., Rahimi, A., & Sarshin, A. (2015). Effect of fatigue on body joints kinematic in 3 point jump shot among basketball players. *Biological Forum*, 7(1), 1910-1914.

197. Vencúrik, T., & Nykodým J. (2017). Selected factors influencing the successfulness of shooting in women's basketball. *8th International Scientific Conference of Kinesiology* (pp. 428-431).
198. Vencúrik, T., Knjaz, D., Rupčič, T., Sporiš, G., & Feng, L. (2021). Kinematic analysis of 2-point jump shot of elite young male and female basketball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 934. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030934>
199. Viggiano, A., Chieffi, S., Tafuri, D., Messina, G., Monda, M., & De Luca, B. (2014). Laterality of a second player position affects lateral deviation of basketball shooting. *Journal of Sports Sciences*, 32, 46-52.
200. Voight, M. L., Hardin, J.A., Blackburn, T. A., Tippet, S., & Canner, G.C. (1996). The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *Journal of Orthopaedics Sports Physical Therapy*, 23, 348-52.
201. Walters, M., Hudson, J., & Bird, M. (1990). Kinematic adjustments in basketball shooting at three distances. *8th International Symposium of the Society of Biomechanics in Sports* (pp. 219-223), July 3-9, Prague, Czechoslovakia.
202. Wiens, C., McNitty-Grey, & Jill, L. (2020). The contribution of body center of mass velocity to basketball ball, release velocity across shot distance. *International Society of Biomechanics in Sport*, 38(1), 1-4.
203. Wilkins, J. C., Valovich Mcleod, T. C., Perrin, D. H., & Gansneder, B. M. (2004). Performance on the balance error scoring system decreases after fatigue. *Journal of Athletic Training*, 39(2), 156-161.
204. Willmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). Body weight, body composition and sport. In J. Wilmore & D. L. Costill (Eds.), *Physiology of Sport and Exercise* (pp. 447-469). Human Kinetics.
205. Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc.
206. Women's National Basketball Association (2011). *WNBA Statistics*. [preuzeto sa <http://www.wnba.com/statistics> 20. svibnja 2023. godine.]

207. Woolstenhulme, M. T., Griffiths, C. M., Woolstenhulme, E. M., & Parcell, A. C. (2006). Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 799-803.
208. Yates, G., & Holt, L. E. (1982). The development of multiple linear regression equations to predict accuracy in basketball jump shooting. In J. Terauds (Ed.), *Biomechanics in Sports* (pp. 103-109). Academic Publications.
209. Zamunér, A. R., Moreno, M. A., Taís, M. C., Graetz, J. P., Rebelo, A. C. S., Tamburús, N. Y., & da Silva, E. (2011). Assessment of subjective perceived exertion at the anaerobic threshold with the Borg CR-10 scale. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 130-136.
210. Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39, 547-568.

ŽIVOTOPIS AUTORICE

IVA BOROVIĆ GREGOV, mag. cin. rođena je 5. listopada 1988. godine u Zadru. Udana je i majka jednog djeteta. Osnovnu i srednju školu završila je u Zadru. Diplomirala je na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2013. godine diplomski rad na temu „Napadačka igra dodavanjem”.

Tijekom studija bila je demonstratorica na predmetu Košarka. Od 2013. godine do siječnja 2025. zaposlena je u Ženskom košarkaškom klubu „Medveščak” kao trenerica. Početkom 2025. obnaša dužnost ravnateljice Centra za izobrazbu u košarci. Od 2014. godine do danas vanjska je suradnica na predmetu Košarka u Sveučilišnom i Studijskom centru za izobrazbu trenera na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Aktivno se bavila košarkom od 1999. do 2018, kada je zaključila sportsku igračku karijeru.

Kao igračica osvojila je pet naslova Državne prvakinja i četiri Kupa Ružice Meglaj Rimac te 2. mjesto u Ženskoj regionalnoj ligi u seniorskoj konkurenciji. Godine 2015. osvojila je nagradu Grada Zagreba kao članica za najuspješniju ekipu. Nastupala je za seniorsku reprezentaciju Hrvatske na Europskom prvenstvu u Mađarskoj 2015. godine. Godine 2018. osvojila je nagradu za najbolju igračicu Ženske premijer lige po izboru trenera za sezonu 2017./2018.

U trenerskoj karijeri istaknula se kao pomoćna trenerica Hrvatske reprezentacije U-20 2017. i 2018. godine na Europskom prvenstvu u Izraelu, gdje je osvojila brončanu medalju. Od 2019. godine do danas pomoćna je trenerica u seniorskoj reprezentaciji Hrvatske, koja je nastupala na Europskom prvenstvu 2021. godine u Francuskoj. Godine 2024. izabrana je za izbornicu ženske reprezentacije U-20 te je dobitnica nagrade za najboljeg trenera po izboru trenera u Ženskoj premijer ligi za sezonu 2023./2024.

Kao trenerica u mlađim kategorijama osvojila je medalje za sve kategorije mlađih uzrasta Ženskog košarkaškog kluba Medveščak. Godine 2015. upisala je poslijediplomski doktorski studij kineziologije za stjecanje akademskog zvanja doktorice znanosti na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Objavila je 15 znanstvenih i stručnih radova te aktivno sudjeluje na domaćim i međunarodnim znanstvenim i stručnim skupovima.

POPIS OBJAVLJENIH RADOVA:

1. Borović, I. (2013) Šut jednom rukom s grudiju iz mjesta i skok šut. *Time Out*, 28, 8-12.
2. Borović, I. (2014) Obrambeni stav i kretanje u stavu. *Time Out*, 29, 11-13.
3. Borović Gregov, I. (2021). Motor profile of Croatian Women Senior Basketball Players by Position on the Game. *Novel Research in Science*, 5(2), 1-3.
4. Borović Gregov, I., Feng, L., Očić, M., Bon, I., & Dukarić, V. (2020). Razlike u skok šutu kod košarkaša kadetskog uzrasta za 2 i 3 poena u određenim kinematičkim parametrima. *18. godišnja konferencija Kondicijska priprema sportaša* (pp. 331-334).
5. Borović, I., & Kovač, M. (2013). Zona 2-3. *Time Out*, 27, 16-21.
6. Borović, I., & Ivković, G. (2019). Antropološki profil seniorskih košarkašica Hrvatske. *28. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske* (pp. 552-558).
7. Borović, I., Rupčić, T., & Antekolović, Lj. (2016). Utječe li aktivna pozicija obrambenog igrača na promjene u nekim kinematičkim parametrima skok-šuta? *25. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske* (pp. 169-175).
8. Borović, I., Rupčić, T., Matković, R. B., Garafolić, H., & Dadić, M. (2016). Anthropological profile of 16 basketball players. *Acta Kinesiológica*, 10, 71-77.
9. Borović, I., Šimunović, D., Gudelj, D., & Gregov, C. (2014). Utjecaj različitih modaliteta treninga na koštanu masu žena. *Kondicijska priprema sportaša 2014.* (pp. 405-420). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
10. Čubrić, S., Pavlović, D., Lukenda, Ž., Borović, I., & Knjaz, K. Dijagnostika motoričkih znanja u specifičnim uvjetima košarkaške igre (2023). *21. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša 2023.* (pp. 47-52). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
11. Gudelj, D., & Borović, I. (2015.). Vježbanje djece predškolske dobi s naglaskom na socijalni i emocionalni razvoj. *Kondicijska priprema sportaša 2015.* (pp. 234-237). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
12. Feng, L., Zheng, L., Borović, G. I., Rupčić, T., & Knjaz, D. (2021). Does fatigue affect kinematics of shooting in female basketball? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 1-13.

13. Matković, B., Borović, I., Rupčić, T., Knjaz, D., & Palijan, T. (2014). Napadačka igra dodavanjem – osnovni oblik pozicijskog napada za školske košarkaške momčadi. 23. *Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske* (pp. 554-561).
14. Rupčić, T., Knjaz, D., Baković, M., Borović, I., & Zekić, R. (2016). Razlike u nekim kinematičkim parametrima između šutiranja s različitih pozicija u košarci. 25. *Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske* (pp. 253-258).
15. Šimunović, D., Gudelj-Šimunović, D., Borović, I., Rupčić, T., & Knjaz, D. (2017). Anthropological analysis of the Croatian u16 basketball men's national team - a comparative analysis of two generations. *8th International Scientific Conference on Kinesiology* (pp. 411-414).