

# Razlike u mehaničkom izlazu snage četiri dobne kategorije košarkaša

---

**Golub, Vatroslav**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:929931>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-10**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**(studij za stjecanje akademskog naziva:**

**magistar kineziologije)**

**Vatroslav Golub**

**RAZLIKE U MEHANIČKOM IZLAZU SNAGE  
ČETIRI DOBNE KATEGORIJE KOŠARKAŠA**

**(diplomski rad)**

**Mentor:**

**doc. dr. sc. Saša Vuk**

Zagreb, srpanj 2021.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

---

doc. dr. sc. Saša Vuk

Student:

---

Vatroslav Golub

# RAZLIKE U MEHANIČKOM IZLAZU SNAGE ČETIRI DOBNE KATEGORIJE KOŠARKAŠA

## Sažetak

Primarni cilj ovog istraživanja bio je izmjeriti mehanički izlaz snage Margaria-Kalamen testom, te utvrditi razlike između četiri dobne kategorije košarkaša košarkaškog kluba „Virka“ iz Virovitice. Istraživanje je provedeno na uzorku od 40 ispitanika koji nastupaju u četiri dobne kategorije: M-15 (n = 10; dob:  $13,7 \pm 0,46$ ; tjelesne mase  $62,1 \text{ kg} \pm 12,71 \text{ kg}$ ; visina  $175,4 \text{ cm} \pm 7,8 \text{ cm}$ ), M-17 (n = 10; dob:  $15,7 \pm 0,48$ ; tjelesne mase  $75,7 \text{ kg} \pm 8,1 \text{ kg}$ ; visina  $188 \text{ cm} \pm 4,45 \text{ cm}$ ), M-19 (n = 10; dob:  $17,6 \pm 0,52$ ; tjelesne mase  $77,2 \text{ kg} \pm 13,9 \text{ kg}$ , visina  $188,8 \text{ cm} \pm 8,9 \text{ cm}$ ) i SENIORI (n = 10; dob:  $27,5 \pm 5,17$ ; tjelesne mase  $91,9 \text{ kg} \pm 10,6 \text{ kg}$ , visina  $192,3 \text{ cm} \pm 7,7 \text{ cm}$ ). Uvjet uključenosti u istraživanje je bio da su košarkaši aktivni natjecatelji u pojedinim dobnim kategorijama. Osim mjerenja osnovnih antropoloških karakteristike kao što su visina i masa tijela, ispitanicima je izmjerena snaga koja se procijenila Margaria-Kalamen testom i vrijeme koje je ispitaniku potrebno da prijeđe put između treće i devete stepenice prilikom izvođenja testa. Pretpostavka je bila da dob ispitanika značajno utječe na rezultate Margaria-Kalamen testa, gdje stariji imaju značajno bolje rezultate od mlađih ispitanika. Rezultati su pokazali da dobna kategorija M-15 ima najbolje prosječno vrijeme Margaria-Kalamen testa ( $0,53 \pm 0,05 \text{ s}$ ), dok su SENIORI postigli najbolje rezultate u mehaničkom izlazu snage ( $1556,2 \pm 142,49 \text{ W}$ ).

**Ključne riječi:** košarka, dobne kategorije, Margaria-Kalamen test, mehanički izlaz snage

## **DIFFERENCES IN THE ANAEROBIC POWER OUTPUT OF THE FOUR AGE CATEGORIES OF BASKETBALL PLAYERS**

### **Abstract**

The primal goal of this study was to measure the anaerobic power output by Margaria-Kalamen test and to determine the differences between the four age categories of basketball players of the basketball club „Virka“ from Virovitica. The survey was conducted on a sample of 40 respondents performing in four age categories: M-15 (n = 10; age:  $13.7 \pm 0.46$ ; body weight  $62.1 \text{ kg} \pm 12.71 \text{ kg}$ ; height  $175.4 \text{ cm} \pm 7.8 \text{ cm}$ ), M-17 (n = 10; age:  $15.7 \pm 0.48$ ; body weight  $75.7 \text{ kg} \pm 8.1 \text{ kg}$ ; height  $188 \text{ cm} \pm 4.45 \text{ cm}$ ), M-19 (n = 10; age:  $17.6 \pm 0.52$ ; body weight  $77.2 \text{ kg} \pm 13.9 \text{ kg}$ , height  $188,8 \text{ cm} \pm 8,9 \text{ cm}$ ); SENIORS (n = 10; age:  $27.5 \pm 5.17$ ; body weight  $91.9 \text{ kg} \pm 10.6 \text{ kg}$ , height  $192.3 \text{ cm} \pm 7.7 \text{ cm}$ ). The condition of inclusion in the research was that basketball players were active competitors in certain age categories. In addition to measuring basic anthropological characteristics such as height and body weight, subject measured the strength assessed by Margaria-Kalamen test and the time it took a subject to run between the third and ninth stair when performing the test. The assumption is that the age of the respondents significantly affects the results of the Margaria-Kalamen test, where the older subjects have significantly better results than the younger. The results showed that the group M-15 has the best average time of the Margaria-Kalamen test ( $0.53 \pm 0.05 \text{ s}$ ), while the SENIORS achieved the best results in the anaerobic power output ( $1556.2 \pm 142.49 \text{ W}$ ).

**Key words:** basketball, age categories, Margaria-Kalamen test, anaerobic power output

# Sadržaj

1. UVOD .....	6
2. METODE ISTRAŽIVANJA.....	9
2.1. Uzorak ispitanika .....	9
2.2. Mjerni instrumenti i varijable.....	9
2.2.1. Visina tijela.....	9
2.2.2. Tjelesna masa .....	10
2.2.3. Snaga .....	10
2.3. Protokol testiranja.....	10
2.4. Metode obrade podataka .....	11
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	12
3.1. Morfološke karakteristike .....	12
3.2. Prosječno vrijeme Margaria-Kalemen testa.....	14
3.3. Mehanički izlaz snage .....	16
5. ZAKLJUČAK.....	22
6. LITERATURA.....	23

## 1. UVOD

„Suvremenu košarku karakterizira visoki intenzitet aktivnosti u svih četrdeset minuta njezina trajanja koji od igrača zahtijeva odličnu kondicijsko-motoričku pripremljenost.“(Matković i suradnici, 2005). „Košarka je bazično anaeroban sport u kojem do izražaja dolaze brzina, snaga i agilnost.“ (Semenick, 1985; Hoffman i Maresh, 2000; Tsunawake i sur., 2003). „Snaga se može definirati jednako kao i jakost, ali uz uvjet da sportaš generira maksimalnu mišićnu silu u što kraćem vremenu. To znači da dva sportaša koji imaju jednaku jakost mogu biti različito snažni. Snažniji je onaj koji maksimalnu silu proizvede u kraćem vremenu.” (Milanović, 2013:342).

„Košarka spada u grupu intervalno visoko intenzivnih sportova koja zahtijeva dobru fizičku pripremljenost kao uvjet za uspješnu izvedbu. Eksplozivna snaga donjih ekstremiteta jedan je od glavnih faktora fizičke aktivnosti u košarkaškoj igri, ali i treningu.“ (Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari, Impellizzeri, 2009).

Košarka spada u eksplozivne sportove podrazumijevajući veliki broj skokova i sprintova što zahtijeva visoku razinu anaerobne snage. „Košarkašku igru čine mnogobrojna kompleksna antropološka obilježja gdje su agilnost, brzina i eksplozivna snaga osnova u izvedbi mnogih kretnih struktura.“ (Ivković, 2007). „Sa gledišta strukturne i biomehaničke analize košarkaške igre, znakovito je da su mnoge vrste kretnih struktura dominantno obilježene skokovima (koji se izvode radi dolaženja u posjed lopte, ubacivanje lopte u koš kao i sprečavanje ubacivanja lopte u koš), brzinom (prenošenje lopte, tranzicijski napad te kontranapad) te agilnosti (promjene pravca kretanja, kretanje u obrani i sl.). Košarka je sport u kojem su aktivnosti visokog intenziteta, kao sprint ili skok, ispresijecane s aktivnostima niskog intenziteta – tzv. intervalna aktivnost.“ (Ivković, 2007).

„Snaga eksplozivnog tipa za potrebe starta, kratkog sprinta, te maksimalnog skoka u obrani i napadu, energetske dominira tijekom same aktivnosti, zatim koordinacija u izvođenju specifičnih motoričkih zadataka i snalaženje u prostoru, brzina živčano-mišićne koordinacije i brzina samih pokreta, visoka aerobna sposobnost osigurava sporije zamaranje i brži oporavak u kratkim pauzama tijekom čitave utakmice, a anaerobna energetska sposobnost odgovorna je za izdržljivost pri repetitivnim aktivnostima visokog

intenziteta.“ (Matković, Matković, Knjaz, 2005). „U velikom broju istraživanja koja su analizirala uspjeh košarkaša, anaerobni kapaciteti i izdržljivost bili su detektirani kao dominantni činitelji.“

„Za utvrđivanje anaerobnog kapaciteta košarkaša istraživači su koristili čitav niz najrazličitijih laboratorijskih i terenskih testova (Wingate anaerobni test, Margaria – trčanje uz stepenice, različiti skokovi u vis s platforme ili bez nje – Sargent, Abalakov, ergo-jump, te čitav spektar različitih situacijskih motoričkih testova).“ (Matković, Matković, Knjaz, 2005).

Istraživanja su pokazala kako Margaria-Kalamen test mjeri horizontalnu i vertikalnu snagu, što ga potencijalno čini boljim prediktorom spremnosti za igranje košarke od ostalih anaerobnih testova snage. Davis, Briscoe, Markowski, Saville i Taylor (2003) su utvrđivali odnos između vertikalnog skoka i antropometrijskih karakteristika kod 23 muških rekreativaca, u dobi od 20 do 37 godina. Rezultati istraživanja govore kako su tjelesna masa i test anaerobne snage Margaria-Kalamen snažni prediktori vertikalnih skokova kod rekreativaca.

Wagner, Dale, Kocak i Settar (1997) su u svom istraživanju procjenjivali anaerobnu snagu kod 20 sportaša i 20 nesportaša nakon šestotjednog programa pliometrijskog treninga. Margaria- Kalamen test pokazao se boljim alatom za procjenu anaerobne snage od vertikalnog skoka i sprinta na 50 metara.

Još jedna prednost je jednostavna prilagodljivost mjestu u kojem se testiranje provodi te potreba za minimalnom opremom. Pokazao se kao valjani test za mjerenje snage, te je zbog jednostavnosti primjene i zanimljive provedbe primjenjiv kod odraslih, ali i mladih ispitanika.

Do sada, većina istraživanja o tjelesnim i fiziološkim karakteristikama s obzirom na dob usmjerena je na antropometrijske karakteristike, sastav tijela, performanse trčanja na utakmicama, vrijeme sprinta, performanse skoka i ponovljene sposobnosti sprinta. Međutim, nije provedena studija na koji način dob košarkaša utječe na njihovu anaerobnu snagu.



## **CILJEVI I HIPOTEZE**

Cilj rada je utvrditi razlike u mehaničkom izlazu snage između četiri dobne kategorije košarkaša košarkaškog kluba „Virka“ iz Virovitice.

Hipoteza:

H1: Dob ispitanika značajno utječe na rezultate Margaria-Kalamen testa, gdje stariji imaju značajno bolje rezultate od mlađih ispitanika u svim varijablama.

## **2. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **2.1. Uzorak ispitanika**

Uzorak ispitanika sastojao se od 40 aktivnih košarkaša košarkaškog kluba „Virka“ iz Virovitice raspoređenih u četiri dobne kategorije M-15 (n = 10, tjelesne mase  $62,1 \text{ kg} \pm 12,71 \text{ kg}$ ; visina  $175,4 \text{ cm} \pm 7,8 \text{ cm}$ ), M-17 (n = 10, tjelesne mase  $75,7 \text{ kg} \pm 8,1 \text{ kg}$ ; visina  $188 \text{ cm} \pm 4,45 \text{ cm}$ ), M-19 (n = 10, tjelesne mase  $77,2 \text{ kg} \pm 13,9 \text{ kg}$ , visina  $188,8 \text{ cm} \pm 8,9 \text{ cm}$ ) i SENIORA (n = 10, tjelesne mase  $91,9 \text{ kg} \pm 10,6 \text{ kg}$ , visina  $192,3 \text{ cm} \pm 7,7 \text{ cm}$ ). Ispitanici su imali uredan zdravstveni status bez ozljeda lokomotornog sustava. Provedba ovog istraživanja odobrena je od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, te je u skladu s Helsinškom deklaracijom. Sudjelovanje u testiranju je bilo dobrovoljno, roditelji su potpisali pristanak za sudjelovanje djeteta u istraživanju, a odrasli pristanak odrasle osobe za sudjelovanje u istraživanju.

### **2.2. Mjerni instrumenti i varijable**

Uz dob ispitanika izmjerena je tjelesna masa, visina i snaga.

#### **2.2.1. Visina tijela**

Za visinu tijela korištena je vrijednost koja je zabilježena na posljednjem liječničkom pregledu koji su ispitanici obavili prije početka natjecateljske sezone. Izmjereni su tako da su stajali na ravnoj podlozi u uspravnom stavu, s težinom ravnomjerno raspoređenoj na obje noge. Pogled je bio usmjeren prema naprijed, glava u položaju tzv. "Frankfurtske horizontale" te opuštenih ramena. Visina tijela mjerila se uz pomoć mjernog instrumenta antropometra (SECA).

### **2.2.2. Tjelesna masa**

Tjelesna masa se mjerila digitalnom vagom (Silvercrest) na ravnoj površini. Svaki ispitanik je neposredno prije testiranja u uspravnom položaju mirno, bos i u donjem rublju stao na vagu koja se prije mjerenja postavila u nulti položaj.

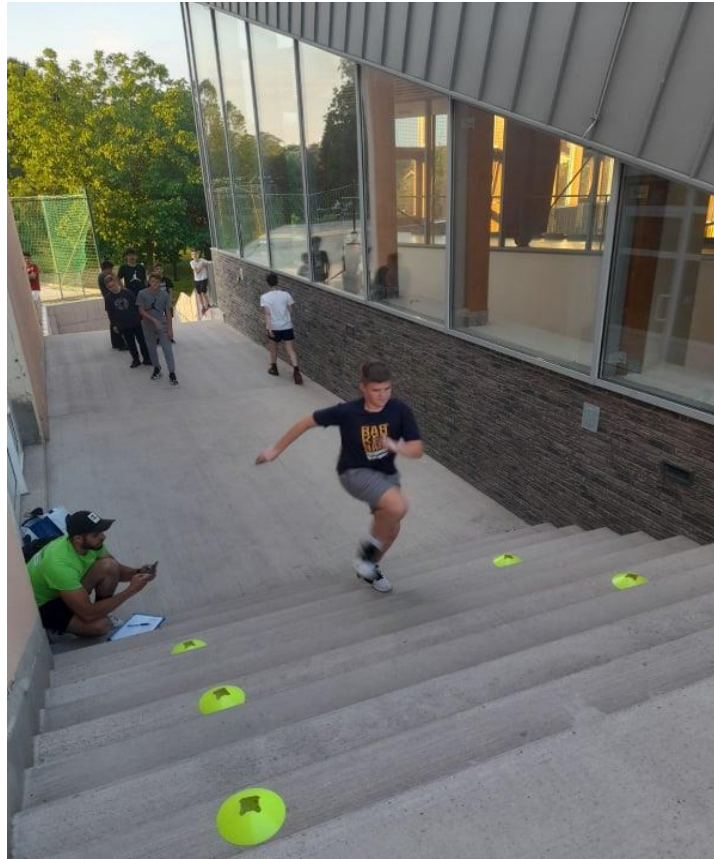
### **2.2.3. Snaga**

Snaga je procijenjena Margaria-Kalamen testom pomoću formule:  $P = (m \cdot g \cdot h) / t$ , gdje  $P$  označava mehanički izlaz snage,  $m$  je masa ispitanika,  $g$  je konstantna gravitacijska sila koja iznosi  $9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $h$  je visina stepenica, i  $t$  je vrijeme koje je ispitaniku bilo potrebno da prijeđe put između treće i devete stepenice prilikom izvođenja testa.

## **2.3. Protokol testiranja**

Margaria-Kalamen test se provodio ispred i na stepenicama (Slika 1). Prije početka provedbe ispitanicima je demonstriran test te se provelo standardizirano zagrijavanje u trajanju od pet minuta koje je uključivalo trčanje sa zadacima i dinamičko istežanje.

Test se izvodio na označenoj stazi sa startom šest metara ispred prve stepenice, a treća, šesta i deveta stepenica su bile jasno i vidljivo označene jer prilikom sprinta ispitanici ostvaruje kontakt s njima. Za mjerenje vremena korištena je štoperica. Ispitanik je stajao šest metara ispred prve stepenice, i na znak mjeritelja ispitanik je krenuo u sprint, te se vrijeme počelo mjeriti kada je ispitanikovo stopalo ostvarilo kontakt s trećom stepenicom i prestalo kada je ispitanikovo stopalo ostvarilo kontakt s devetom stepenicom. Cilj Margaria-Kalamen testa je u što kraćem vremenu prijeći udaljenost između treće i devete stepenice. Svaki ispitanik mjerenje je ponovio tri puta, uz odmor od najmanje jedne minute između svakog mjerenja.



*Slika 1. Protokol Margaria-Kalamen testa na stepenicama  
(iz arhive autora rada)*

#### **2.4. Metode obrade podataka**

Dobiveni podaci su obrađeni u programu Statistica 13 za Windows. Izračunati su deskriptivni pokazatelji za sve varijable: aritmetička sredina (AS), minimum (Min), maksimum (Max) i standardna devijacija (SD). Statistička značajnost razlika u snazi, dobi, visini i masi između grupa utvrđena je jednosmjernom univarijatnom analizom varijance (one-way ANOVA), Bonferroni post-hoc testom utvrđeno je između kojih točno grupa postoje razlike.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

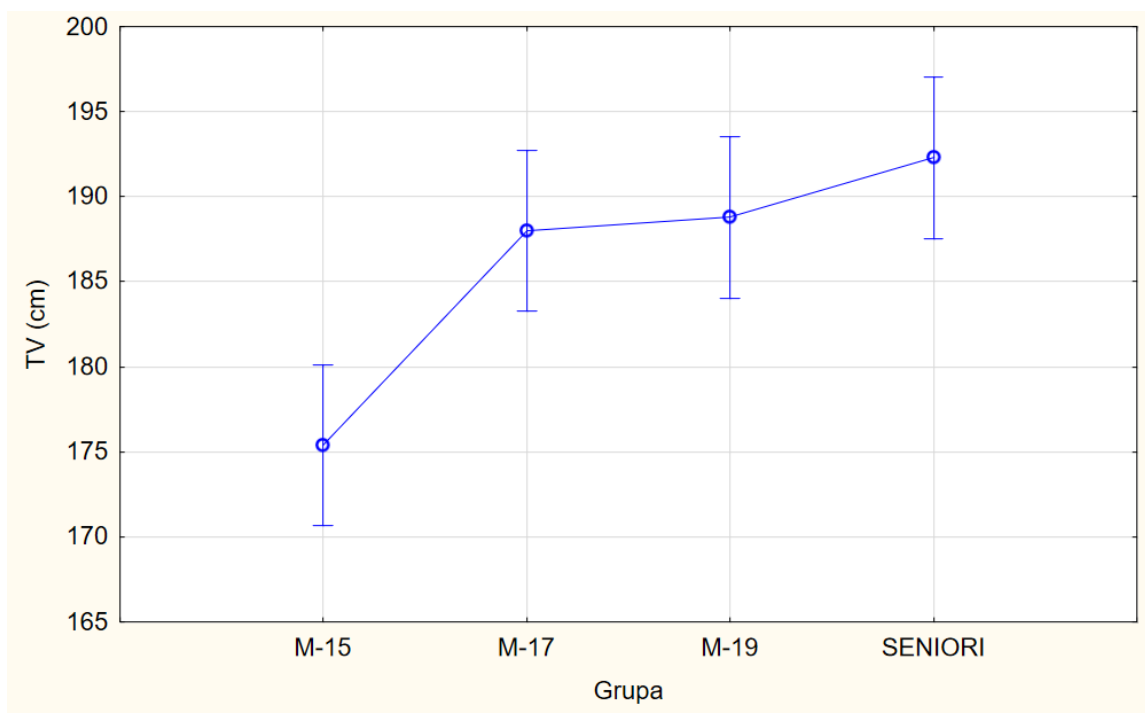
#### 3.1. Morfološke karakteristike

Deskriptivni pokazatelji u vidu aritmetičke sredine (AS), standardne devijacije (SD), minimalne (min) i maksimalne (max) vrijednosti osnovnih kinantropoloških mjera (visina tijela, tjelesna masa) košarkaša po dobnim kategorijama prikazani su u tablici 1.

*Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji dobi, visine tijela i tjelesne mase ispitanika po dobnim kategorijama (n = 10)(AS ± SD (min – max))*

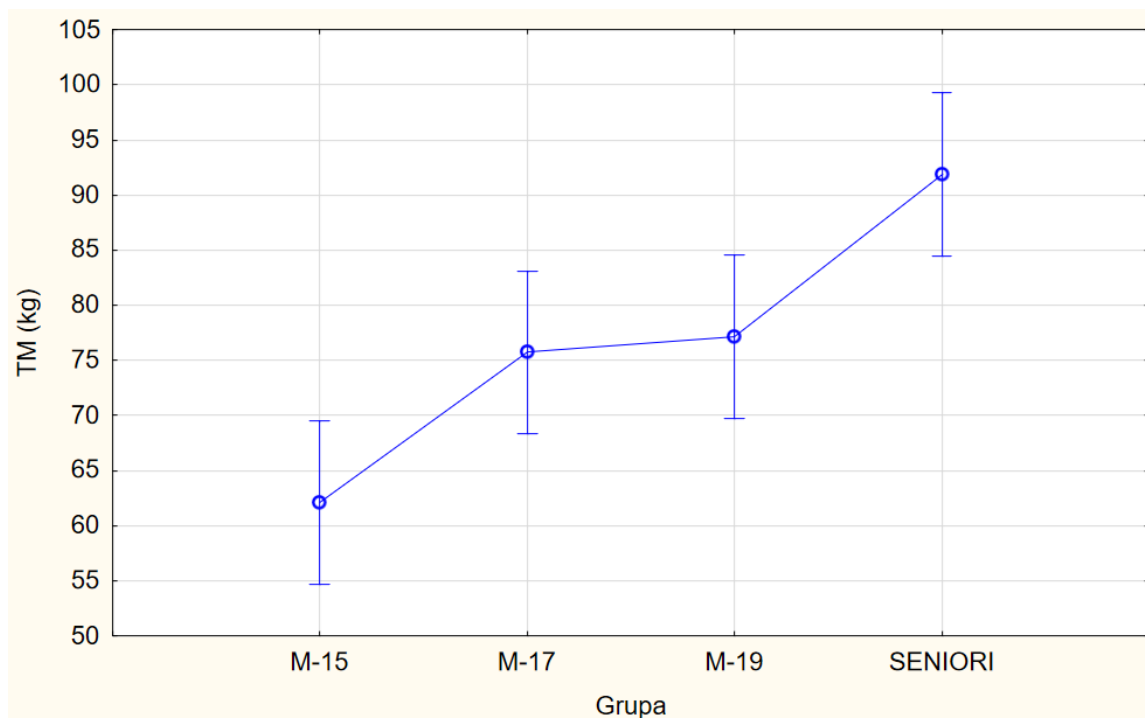
Dobna kategorija	Dob (god)	Visina tijela (cm)	Tjelesna masa (kg)
<b>M-15</b>	13,7 ± 0,46	175,4 ± 7,79	62,1 ± 12,72
	(13 – 14)	(164 – 187)	(39,2 – 78,3)
<b>M-17</b>	15,7 ± 0,48	188 ± 4,45	75,72 ± 8,09
	(15 – 16)	(180 – 195)	(62,5 – 86,1)
<b>M-19</b>	17,6 ± 0,52	188,8 ± 8,92	77,16 ± 13,92
	(17 – 18)	(167 – 196)	(57,2 – 109,3)
<b>SENIORI</b>	27,5 ± 5,17	192,3 ± 7,66	91, 89 ± 10,57
	(22 – 39)	(181 – 205)	(78, 9 – 106,2)

Utvrđena je statistički značajna razlika između dobnih kategorija u varijabli visina tijela ( $F(3,36) = 9,99$ ;  $p = ,001$ ) (slika 2). Jedino se dobnu kategoriju M-15 statistički značajno razlikuje od svih ostalih dobnih kategorija, dok između preostalih dobnih kategorija nema statistički značajne razlike.



*Slika 2. Varijabla visina tijela*

Utvrđena je statistički značajna razlika između dobnih kategorija u varijabli tjelesna masa ( $F(3,36) = 11,14$ ;  $p = ,001$ ) (slika 3). Sve se dobne kategorije međusobno statistički značajno razlikuju osim M-17 i M-19.



*Slika 3. Varijabla tjelesna masa*

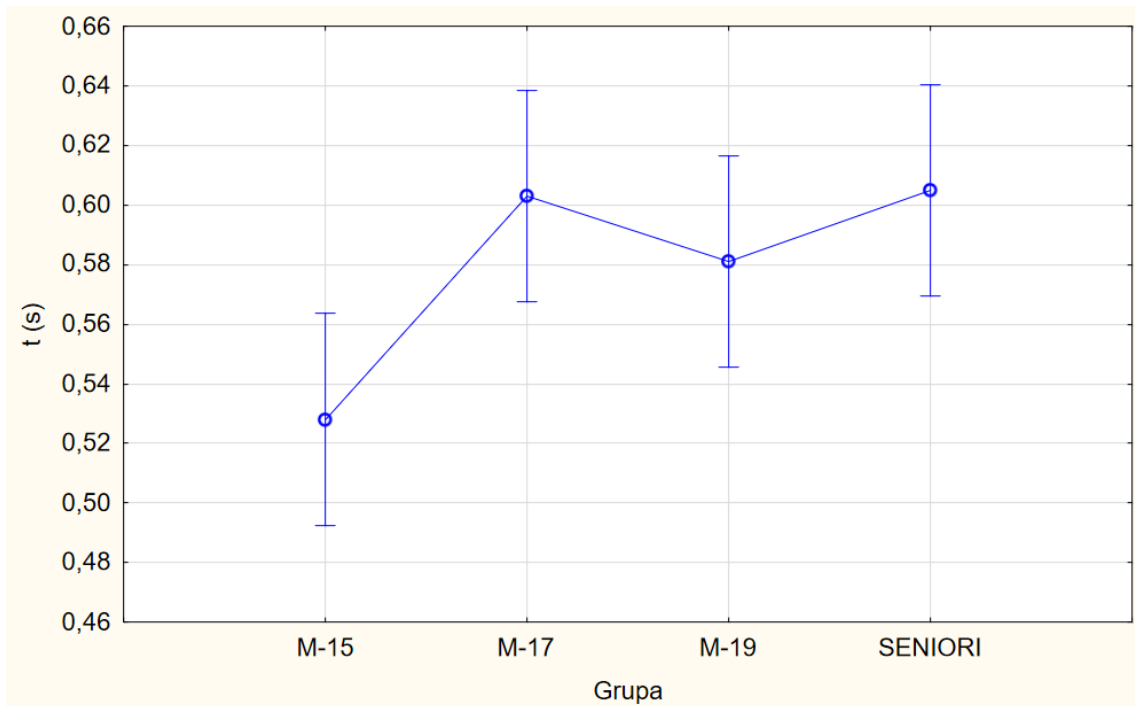
### 3.2. Prosječno vrijeme Margaria-Kalamen testa

Deskriptivni pokazatelji u vidu aritmetičke sredine (AS), standardne devijacije (SD), minimalne (min) i maksimalne (max) vrijednosti prosječnog vremena ostvarenog Margaria-Kalamen testom po dobnim kategorijama košarkaša prikazane su u tablici 2.

*Tablica 2. Deskriptivni pokazatelji prosječnog vremena ostvarenog Margaria-Kalamen testom prema dobnim kategorijama (n = 10) (AS ± SD (min – max))*

Dobna kategorija	Vrijeme (s)
<b>M-15</b>	0,53 ± 0,05
	(0,46 – 0,60)
<b>M-17</b>	0,60 ± 0,06
	(0,52 – 0,68)
<b>M-19</b>	0,58 ± 0,07
	(0,52 – 0,71)
<b>SENIORI</b>	0,61 ± 0,05
	(0,52 – 0,67)

Utvrđena je statistički značajna razlika između dobnih kategorija u varijabli vrijeme (t); ( $F(3,36) = 4,19$ ;  $p = ,012$ ) (slika 4). Jedine razlike utvrđene su u kategoriji M-15 sa grupom M-17 i SENIORI.



*Slika 4. Varijabla vrijeme (t)*



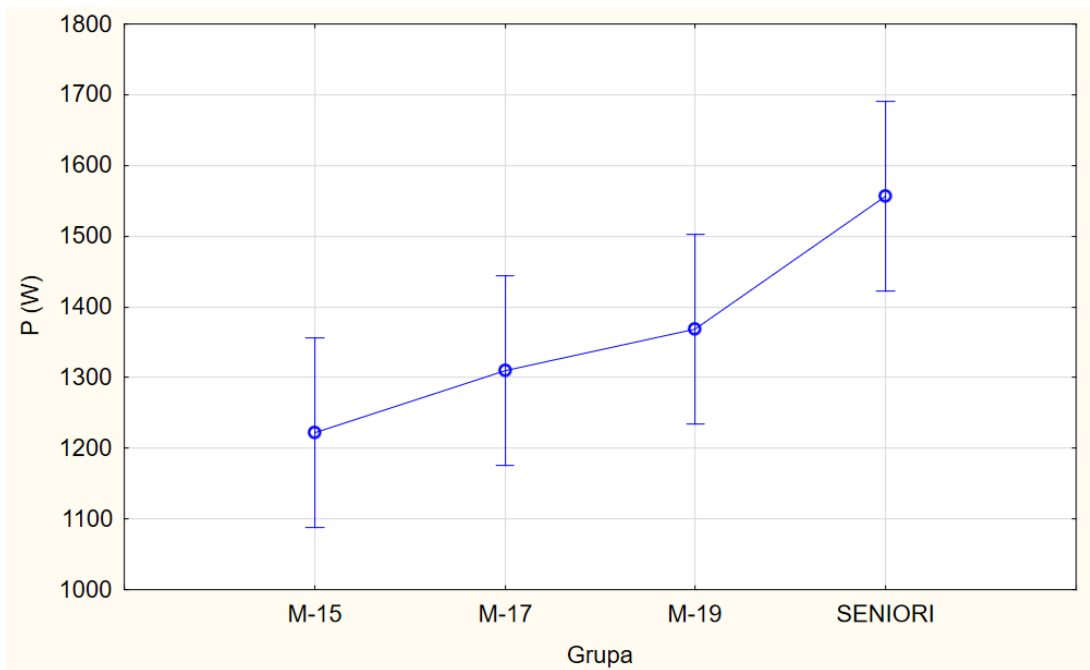
### 3.3. Mehanički izlaz snage

Deskriptivni pokazatelji u vidu aritmetičke sredine (AS), standardne devijacije (SD), minimalne (min) i maksimalne (max) vrijednosti prosječne vrijednosti mehaničkog izlaza snage ostvarenog Margaria-Kalamen testom po dobnim kategorijama košarkaša prikazani su u tablici 3.

Tablica 3. Deskriptivni pokazatelji prosječnog mehaničkog izlaza snage ostvarenog Margaria-Kalamen testom prema dobnim kategorijama ( $n = 10$ ) ( $AS \pm SD$  (min – max))

Dobna kategorija	Mehanički izlaz snage (P)
M-15	1221,7 $\pm$ 298,3
	(684 – 1585)
M-17	1310 $\pm$ 176,63
	(1045 – 1568)
M-19	1368,5 $\pm$ 186,1
	(950 – 1675)
SENIORI	1556,2 $\pm$ 142,49
	(1279 – 1740)

Utvrđena je statistički značajna razlika između dobnih kategorija u varijabli mehanički izlaz snage (P); ( $F(3,36) = 4,58$ ,  $p = ,008$ ) (slika 5). Utvrđena je statistički značajna razlika samo između dobne kategorije M-15 i SENIORA, dok između ostalih dobnih kategorija nema statistički značajne razlike.



*Slika 5. Varijabla mehanički izlaz snage (P)*

#### 4. RASPRAVA

Na uzorku od četrdeset košarkaša košarkaškog kluba „Virka“ iz Virovitice, utvrđeni su parametri prosječnog vremena (t) i mehaničkog izlaza snage (P) Margaria-Kalamen testom na stepenicama. Glavni cilj rada bio je utvrditi postoje li razlike u mehaničkom izlazu snage između četiri dobne kategorije košarkaša košarkaškog kluba „Virka“ iz Virovitice, konkretno, utječe li dob ispitanika na rezultate u testu.

Dva su glavna nalaza ovog istraživanja, prvi je da je najmlađa dobna kategorija (M-15) postigla najbolje rezultate u varijabli vrijeme u Margaria-Kalamen testu, a drugi je da su najstariji ispitanici (SENIORI) postigli najbolje rezultate u mehaničkom izlazu snage. Ovim nalazima djelomično se odbacuje postavljena hipoteza koja kaže da dob značajno utječe na rezultate u smislu da najstariji ispitanici imaju i najbolje rezultate u svim varijablama.

„Antropometrijske karakteristike i tjelesni sastav košarkaša imaju značajnu ulogu kako u selekciji kod mlađih kategorija – pionira, kadeta i juniora, tako i u igračkoj kvaliteti u seniorskoj konkurenciji.“ (Carter & Heath, 1990). „Utvrđeno je da morfološku strukturu košarkaša odlikuje izrazita tjelesna visina i dugi ekstremiteti, a da količina potkožnog masnog tkiva negativno djeluje na efikasnost igrača i ograničava njihove motoričke i funkcionalne sposobnosti.“ (Popovic, Akpinar, Jaksic, Matic, & Bjelica, 2013).

Prije rasprave o glavnim nalazima, potrebno je osvrnuti se na nalaze morfoloških karakteristika košarkaša i njihove razlike po dobnim skupinama. S obzirom da je u košarci vrlo bitan čimbenik za uspjeh longitudinalnost skeleta koja se očituje u visini sportaša, starija dobna skupina dominira u tom segmentu u odnosu na mlađe dobne kategorije. S obzirom da s porastom visine tijela raste i tjelesna masa, košarkaši starijih kategorija morfološki su dominantniji od mlađih kategorija.

„Morfološke karakteristike analizirane su u raznim istraživanjima, a s osobitom se pažnjom proučavala i povezanost tih karakteristika s različitim, posebice motoričkim sposobnostima. Potvrđeno je da je longitudinalna dimenzionalnost jedan od važnijih preduvjeta za kvalitetnu košarku.“ (Blašković, Matković, Matković, 1989; Matković, Blašković, 1993; Matković, 1984).

Rezultati ukazuju na jasan, gotovo linearan trend porasta tjelesne visine s dobi. On je u skladu s trendom dinamike rasta u visinu opće populacije (Mišigoj-Duraković, 2008), iako su prosjeci visina znatno veći što je i očekivano kod, za košarku, selekcionirane populacije. Najveća razlika u visini košarkaša vidljiva je između M-15 i M-17, dok između preostalih grupa, iako ona postoji, nije statistički značajna.

„Puberalni ili adolescentni zamah rasta kod dječaka zbiva se između 12 ½ ili 13. i 15. godine života.“ (Mišigoj-Duraković, 2008). Trebamo uzeti u obzir da se dobna kategorija M-15 nalazi u doba puberteta koje je najviše izraženo fazom ubrzanog rasta kod dječaka. „U tom se razdoblju događa ubrzani prirast u tjelesnoj masi i tjelesnoj visini (adolescentni zamah rasta) kroz period od godinu i pol dana do maksimalnog ubrzanja rasta (eng. *Peak Height Velocity - PHV*).“ (Malina, Bouchard i Bar-Or, 2004).

Iz tablice percentila za visinu tijela (cm) od 8. do 18. godine prema Mišigoj-Duraković (2008) vidljivo je kako se dobna kategorija M-15 nalazi na 50. percentilu što znači da je 50% populacije dječaka te dobi niže u odnosu na ispitanike. Dobna kategorija M-17 nalazi se na 90. percentilu što znači da je samo 10% populacije te dobi više u odnosu na ispitanike iste dobi.

Nadalje, također je vidljiv gotovo linearan trend porasta tjelesne mase košarkaša s dobi. „Zamah rasta u visinu prati i ubrzanje prirasta tjelesne mase. Usporedno sa ubrzanim rastom skeleta zbiva se i povećanje mišićne mase kod dječaka, u kojih se vrhunac brzine povećanja mišićne mase podudara s vrhuncem brzine rasta.“ (Mišigoj-Duraković, 2008). „Mjere mase tijela i opsega ekstremiteta također pokazuju konstantno povećanje vrijednosti. Najveće povećanje ovih mjera opaža se između 14. i 15. godine života, da bi nakon tog perioda povećanja bila znatno manja za masu tijela, a neznatna za mjere opsega nakon 16. godine.“ (Medved, Mišigoj — Duraković, Matković, Pavičić, 1989).

U našem radu utvrđena je statistički značajna razlika između dobnih kategorija u varijabli tjelesna masa. Sve se dobne kategorije međusobno statistički značajno razlikuju osim M-17 i M-19. Zanimljivo je kako se dobne kategorije M-17 i M-19 ne razlikuje statistički značajno niti po jednoj ispitivanoj varijabli. Možemo pretpostaviti kako je uzrok tome činjenica da se obje dobne kategorije nalaze u drugoj fazi usporenog rasta tijela kada se proces rasta i porast tjelesne mase smiruje, homogenije su od ostale dvije skupine ispitanika, te su u njima vidljive najmanje razlike u morfološkim karakteristikama pa i u rezultatima postignutim Margaria- Kalamen testom.

Kada je riječ o tjelesnoj masi, slično vrijednostima visine tijela, iz tablice percentila od 8. do 18. godine prema Mišigoj-Duraković (2008) vidljivo je kako se dobna kategorija M-15 nalazi na 50. percentilu što znači da je 50% populacije dječaka te dobi teže u odnosu na ispitanike. Dobna kategorija M-17 nalazi se na 70. percentilu što znači da je 30% populacije te dobi teže u odnosu na ispitanike iste dobi.

„Mišićno tkivo, a tako i ostala tkiva, osim povećanja mase, pokazuju strukturalne promjene. Tijekom rasta, mišićna masa se povećava primarno procesom hipertrofije, prateći priraste u ukupnoj tjelesnoj masi. Najveći prirasti tjelesne mase zbivaju se u mladića sa sazrijevanjem, što odgovara naglom povećanju stvaranja testosterona. Najveću mišićnu masu muškarci imaju prosječno u dobi od 18-25 godina. Daljnje povećanje mišićne mase određuje tjelesna aktivnost, vježbanje, trenažni proces i prehrana.“ (Mišigoj-Duraković, 2008).

Neka istraživanja su pokazala da nisu samo dob i tjelesna masa oni koji utječu na mehanički izlaz snage u Margaria-Kalamen testu. Kao što smo već naveli, prvi glavni nalaz ovog istraživanja je da je najmlađa dobna skupina (M-15) postigla najbolje rezultate u varijabli vrijeme. Za pretpostaviti je kako je manja tjelesna masa najmlađih ispitanika pozitivno povezana s brzinom trčanja, odnosno ubrzanjem tijela na ovako kratkoj dionici testa. Najstarija skupina ispitanika ima najveću masu tijela, što ih potencijalno čini sporijima od ostalih skupina ispitanika.

U istraživanju Barbieri, Zaccagni, Babić, Rakovac, Mišigoj-Duraković i Gualdi-Russo (2017) je pokazano kako veličina tijela, sastav tijela i somatotip utječu na razinu izvedbe u brzini trčanja, konkretno, da manje ektomorfni sportaši pokazuju bolje rezultate u brzini trčanja. Slično su Nikolaidis i sur. (2015) u istraživanju provedenom na košarkašima utvrdili kako igrači s većom tjelesnom masom imaju lošije rezultate u testovima trčanja i skokova.

Drugi glavni nalaz ovog istraživanja je ostvaren najveći mehanički izlaz snage kod najstarije grupe ispitanika. Jedan od mogućih razloga je utjecaj morfoloških karakteristika na mehanički izlaz snage (Mayhew i Salm, 1990). Tako su i Satyanarayana i Johnson (2016) kao i Mayhew, Piper, Schwegler, Ball (1989) također dobili kako su seniori ostvarili najbolje rezultate u odnosu na mlađe dobne kategorije Margaria-Kalamen testom. Dobivene rezultate objašnjavaju većom tjelesnom masom seniora od ostalih, gdje veća tjelesna masa, pretpostavljamo i veća mišićna masa doprinosi većoj

produktivni snage i posljedično boljim rezultatima u mjerenom testu. „Efikasno izvršavanje zadataka u košarci, s obzirom na veliku zastupljenost aktivnosti eksplozivnog karaktera u igri, u velikoj mjeri ovisi o specifičnoj morfološkoj strukturi košarkaša uz dominantnu ulogu mišićne mase tijela.“ (Matković, 1984). Autor je utvrdio kako su veličina tijela i brzina glavni čimbenici koji doprinose proizvodnji anaerobne snage.

Iz tog razloga je većina dosadašnjih istraživanja temeljena upravo na tjelesnoj masi kao prediktoru koji u najvećoj mjeri utječe na rezultate u mehaničkom izlazu snage kod Margaria-Kalamen testa.

Međutim, potrebno je spomenuti i neke limite studije. Prvo, korištena formula za izračun snage ne uzima u obzir alometrijsko skaliranje prilikom utvrđivanja veličine tijela, te stoga može precijeniti mehanički izlaz snage težih ili podcijeniti rezultate lakših ispitanika. Stoga su Nedeljković, Mirkov, Pažin i Jarić (2007) predložili modificiranu formulu koja bi mogla pružiti pravi rezultat mehaničkog izlaza snage neovisno o veličini tijela, što bi omogućilo uspostavljanje standarda i omogućilo usporedbu pojedinaca i skupina različitih veličina tijela.

Drugo, uz mjerene morfološke varijable visina i masa tijela, ispitanicima nije izmjeren sastav tijela, što bi pružilo informaciju o količini mišićne mase i potkožnog masnog tkiva.

I treće, postoji mogućnost da je na smanjenje rezultata kod svih ispitanika utjecao i period ne sudjelovanja na natjecanjima i u organiziranom treningu od nekoliko mjeseci zbog epidemioloških mjera uzrokovanih pandemijom COVID-19. Netreniranost je potencijalno mogla ostaviti traga na kondicijskoj spremnosti sportaša, pa su samim time rezultati potencijalno slabiji nego što bi bili da se testiranje odvijalo usred natjecateljske sezone u redovnim uvjetima. Stoga bi u budućim istraživanjima bilo dobro testirati sportaše za vrijeme trajanja natjecateljske sezone jer bi sportaši u to vrijeme bili na najvišoj razini tjelesne i psihičke spremnosti, a vrijednosti bi rezultata bile još preciznije.

## 5. ZAKLJUČAK

Nakon provedenog istraživanja moguće je zaključiti da je dobna kategorija M-15 imala najbolje prosječno vrijeme ostvareno Margaria-Kalamen testom, dok su SENIORI postigli najbolje rezultate u mehaničkom izlazu snage. Ovim nalazima djelomično se odbacuje postavljena hipoteza koja kaže da dob značajno utječe na rezultate u smislu da najstariji ispitanici imaju i najbolje rezultate u svim varijablama. Rezultati pokazuju da su SENIORI najdominantniji jer su prema dobivenim rezultatima na vrhu u gotovo svim varijablama. Kategorije M-17 i M-19 su prema morfološkom profilu vrlo slične, te između njih nema statistički značajnih razlika. U varijabli visina tijela, dobna kategorija M-15 statistički se značajno razlikuje od ostalih dobnih kategorija, dok kod ostalih dobnih kategorija nema statistički značajne razlike. U varijabli masa tijela dobna kategorija SENIORI statistički se značajno razlikuje od svih ostalih dobnih kategorija. U promatranoj varijabli mehanički izlaz snage dobiven Margaria-Kalamen testom, utvrđena je statistički značajna razlika samo između dobne kategorije M-15 i SENIORA, dok između ostalih dobnih kategorija nema statistički značajne razlike. Margaria-Kalamen test pokazao se izvrsnim alatom za procjenu anaerobne snage sportaša, te je zbog jednostavnosti primjene i zanimljive provedbe primjenjiv kod odraslih, ali i mladih ispitanika.

Ovim radom pokazano je kako morfološke karakteristike košarkaša značajno utječu na vrijeme potrebno za provedbu Margaria-Kalamen testa i izlaz snage. Konkretno, manja količina tjelesne mase pozitivno utječe na brzinu trčanja, a veća količina tjelesne (mišićne) mase pozitivno utječe na mehanički izlaz snage prilikom istog testa. Također, Margaria-Kalamen test na stubištu prikazao se kao odličan alat za procjenu anaerobne snage. Njegova prednost je jednostavnost provedbe i potreba za minimalnom opremom kod košarkaša.

## 6. LITERATURA

- Barbieri, D., Zaccagni, L., Babić, V., Rakovac, M., Mišigoj-Duraković, M., Gualdi-Russo, E. (2017). Body composition and size in sprint athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 13 Jan 2017, 57(9):1142-1146
- Blašković, M., Matković, B., Matković, B.R. (1989). The influence of morphological characteristics on performance in basketball. *Biology of Sport*, 6(1): 27- 34. Index: *Excerpta Medica*
- Blašković, M., Matković, B., Matković, B.R. (1993). Utjecaj tjelesne aktivnosti na razvoj nekih bazičnih motoričkih sposobnosti kod dječaka. *Kineziologija*, 25(1-2): 33-38
- Carter, J.E.L., & Heath, B.H. (1990). *Somatotyping–Development and application*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge Univers
- Castagna, C., Chaouachi, A., Rampinini, E., Chamari, K., Impellizzeri, F. (2009). ‘Aerobic and explosive power performance of elite italian regional-level basketball players’, *The Journal of Strenght and Conditioning Research*, vol.23, no.7, 1982-1987
- Davis D. S. ,Briscoe D. A. ,Markowski C. T. ,Saville S. E. ,Taylor, C. J.(2003). Physical characteristics that predict vertical jump performance in recreational male athletes. *Physical Therapy in Sport*, 167-174
- Hoffman, J.R., C.M. Maresh (2000). *Physiology of basketball*. U: Garrett, W.E., D.T. Kirkendall (ur) *Exercise and sport science*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 733-744
- Ivković,G.(2007). Razlike u nekim motoričkim sposobnostima između trinaestogodišnjih i četrnaestogodišnjih djevojčica koje se sustavno bave košarkom i onih koje se sustavno ne bave nijednim sportom // *16. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske Zbornik radova*, 118-123



- Malina, R. M., Bouchard, C. and Bar-Or, O. (2004). Growth, Maturation, and Physical Activity (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics
- Matković, B. (1984). Kanoničke relacije antropometrijskih karakteristika i eksplozivne snage kod košarkaša. *Kineziologija*, 16(2): 151- 161
- Matković, B.R., Matković, B., Knjaz, D. (2005). [Fiziologija košarkaške igre](#). HŠMV, 20(2): 113-124. Index: CAB Abstracts, GLOBAL HEALTH
- Mayhew, J. L., Piper, F. C., Schwegler, T. M., Ball, T. E. (1989). Contributions of Speed, Agility and Body Composition to Anaerobic Power Measurement in College Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, November, 101-106
- Mayhew, J. L., Salm, P. C. (1990). Gender differences in anaerobic power tests. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 60(2):133-8
- Medved, R. i suradnici (1989). Pokazatelji rasta školske djece i omladine muškog spola od 8. do 18. godine života. *Med Vjesn* 1989; 21(1 - 2) : 1-4
- Milanović, D. (2013). Teorija treninga. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Mišigoj - Duraković, M. (2008). Kinantropologija, Zagreb: Kineziološki fakultet
- Nedeljković, A., Mirkov, D. M., Pazin, N., Jarić, S. (2007). Evaluation of Margaria staircase test: the effect of body size. *European Journal of Applied Physiology*, 115–120
- Nikolaidis, P. T. i sur. (2015). Relationship of body mass status with running and jumping performances in young basketball players. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2015 Jul-Sep; 5(3): 187–194

- Popovic, S.; Akpinar, S., Jaksic, D.; Matic, R., Bjelica, D. (2013). Comparative study of anthropometric measurement and body composition between elite soccer and basketball players. *Int. J. Morphol.*, 31(2):461-467
- Satyanarayana, S. D. V., Johnson, P. (2016). Analysis of anaerobic capacity of basketball players. *Star International Journal*, Satyanarayana et al. / Star Vol.4 Issue 9(1), ISSN: 2321-676X. Dostupno na <http://starresearchjournal.com/>
- Semenick, D. (1985.). *Bioenergetics*. NSCA Journal, January, 45,72-73
- Tsunawake, N., Tahara, Y., Moji, K., Muraki, S., Minowa, K., Yukawa, K. (2003.). Body composition and physical fitness of female volleyball and basketball players of the Japan inter-high school championship teams. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*; 22(4):195-201
- Wagner, D. R., Kocak, M. S. (1997). A Multivariate Approach to Assessing Anaerobic Power Following a Plyometric Training Program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, November, 251-255