

VISINA, TEŽINA I DOB VRHUNSKIH GIMNASTIČARA 2007. I 2011. GODINE

HEIGHT, WEIGHT AND AGE OF MALE TOP-LEVEL GYMNASTS IN YEAR 2007 AND 2011

Marijo Možnik¹, Željko Hraski¹, Marijana Hraski²

¹Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

²Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SAŽETAK

Sportska gimnastika je iznimno zahtjevan sport, te se na treninzima i natjecanjima od sportaša zahtijeva izuzetno visoka razina tehničke i fizičke pripreme. Međutim, kao i u mnogim drugim sportovima, za postizanje vrhunskih rezultata jedan od odlučujućih faktora su tjelesna visina i tjelesna težina sportaša, dok je za planiranje sportske forme također bitna i spoznaja o dobi gimnastičara u kojoj se mogu očekivati najbolji rezultati. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u visini, težini i dobi vrhunskih gimnastičara u ovisnosti od konačnog plasmana koji su postigli na Svjetskom prvenstvu 2007. godine, te utvrditi da li je došlo do promjena u visini, težini i dobi vrhunskih gimnastičara na Svjetskom prvenstvu 2011. godine, tj. nakon jednog olimpijskog ciklusa.

U istraživanje su uključeni gimnastičari koji su ostvarili plasman među 70 najboljih (30 na preskoku) na Svjetskom prvenstvu 2007. i 2011. godine. To su bila jedina kvalifikacijska natjecanja za Olimpijske igre 2008. i 2012. godine. Ukupno je analizirano 900 plasmana gimnastičara. Uzorak varijabli činile su tjelesna visina, tjelesna težina, dob i plasman na oba natjecanja u višeboju i svakoj od šest sprava pojedinačno. Za izračunavanje razlika između visine, težine i dobi vrhunskih gimnastičara, s obzirom na njihov rang ostvaren u svakoj pojedinoj gimnastičkoj disciplini, korištena je ANOVA, a za izračunavanje razlika između pojedinih gimnastičkih disciplina korišten je T-test za nezavisne uzorke.

Deskriptivni pokazatelji dobivenih rezultata ukazuju da su u odnosu na preču i ruče, na karikama i preskoku bolje plasirani niži i lakši gimnastičari. Najbolji gimnastičari na karikama ujedno su i najstariji, dok su u višeboju najbolji gimnastičari najmlađi. Utvrđene su i statistički značajne razlike unutar disciplina između pojedinih grupa gimnastičara, kao i između pojedinih disciplina.

Usporedbom aritmetičkih sredina između prvih 70 gimnastičara (30 na preskoku) koji su nastupili i ostvarili konačan plasman na Svjetskom prvenstvu 2007. i 2011. godine može se zaključiti da u niti jednoj disciplini ne postoje statistički značajne razlike visini, težini i dobi gimnastičara.

Ključne riječi: sportska gimnastika, Svjetsko prvenstvo, tjelesna visina, tjelesna težina, godine

SUMMARY

Artistic gymnastics is a highly demanding sport that requires a high level of gymnast's physical efficiency. However, as in other sports, one of the limiting factors in achieving the top-level results is also the athlete's body height and body weight, while for planning sport form very important information is the age in which it can be expected the athlete's best results. The first aim of this research was to determine the differences in height, weight and age of the top-level male gymnasts in relation to their classification at the World Championships in year 2007. The second aim was to determine whether there has been a change in height, weight and age of the elite gymnasts at the World Championships in year 2011, after one Olympic period.

The sample for this research consist of the best 70 (30 on the vault) male gymnasts who classified in World Championships 2007 and World Championships 2011. These were the only qualifying events for the Olympic Games in year 2008 and 2012. The study included the total of 900 rankings. Variables included in this analysis were body height, body weight, age and rank in both competitions in all around and each of the six artistic gymnastics apparatus individually. In order to calculate the differences between the height, weight and age models for each discipline ANOVA was used, and to calculate the differences between the individual gymnastics disciplines T-test for independent sample was used.

In rings and vault the best positioned are those gymnasts whose height and weight is less than the best gymnasts on parallel bars and horizontal bar. In rings the best positioned gymnasts are also the oldest, while the best positioned gymnasts in all around are the youngest. The results of ANOVA showed statistically significant differences between the groups of gymnasts in one discipline, as well as between two different disciplines.

Comparing the arithmetic mean between the first seventy (thirty on vault) gymnasts in each gymnastics discipline on the World Championships 2007th and World Championships 2011th year it can be concluded that there are no statistically significant difference between gymnasts in height, weight and age in any discipline.

Key words: artistic gymnastics, World Championships, body height, body weight, years

UVOD

Muška sportska gimnastika obuhvaća natjecanja na šest sprava: tlo, konj s hvataljkama, karike, preskok, ruče i preča (17), a zbroj rezultata sa svih šest sprava spada pod posebnu disciplinu, višeboj. Na velikim natjecanjima, poput Svjetskog prvenstva, veliki broj gimnastičara natječe se u višeboju, a samim time ulaze u konkurenciju i za plasman na pojedinim spravama. U posljednje vrijeme sve više gimnastičara odlučuje se na specijalizaciju za jednu do tri sprave jer je zbog specifičnosti svake pojedine sprave teško istodobno postići vrhunski rezultat u višeboju i na pojedinoj disciplini.

Autori jednog preglednog rada (6) bavili su se istraživanjem utjecaja gimnastičkog treninga na rast vrhunskih gimnastičarki, te su primijetili da gimnastičarke uključene u vrhunski gimnastički program mogu doživjeti usporeni rast tijekom perioda intezivnih treninga, ali i ubrzani rast tijekom perioda manjih trenažnih opterećenja. Na temelju pregledanih istraživanja autori su zaključili da uzročno-posljedična veza između gimnastičkog treninga i neadekvatnog, tj. smanjenog tjelesnog rasta ne postoji. Budući se gimnastičkim treningom ne može utjecati na tjelesni rast, potrebna su saznanja o visini i težini vrhunskih gimnastičara prije same selekcije mlađih gimnastičara kako bi ih se na temelju trenutnog

antropometrijskog statusa i genetskog potencijala moglo usmjeravati u specijalizaciju za određenu spravu ili u višeboj.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike u visini, težini i dobi vrhunskih gimnastičara u ovisnosti od konačnog plasmata koji su postigli u višeboju i pojedinim disciplinama na najvećim svjetskim gimnastičkim natjecanjima – Svjetskom prvenstvu 2007. i 2011. godine. Drugi cilj bio je utvrditi da li je došlo do promjena u visini, težini i dobi vrhunskih gimnastičara nakon jednog olimpijskog ciklusa (2007 – 2011).

Obzirom da se radi o Svjetskim prvenstvima koja su jedina kvalifikacijska natjecanja za odlazak na Olimpijske igre, možemo tvrditi da su to natjecanja najviše kvalitete što se tiče spremnosti i broja vrhunskih gimnastičara u višeboju i na svakoj pojedinoj spravi. Osim toga, to su prva dva kvalifikacijska natjecanja za Olimpijske igre održana po potpuno novom Pravilniku Svjetske gimnastičke federacije, gdje više nema ograničenja maksimalne visine startne ocjene (17).

ISPITANICI I METODE

Uzorak ispitanika u ovom istraživanju činili su vrhunski gimnastičari koji su se natjecali u višeboju i po pojedinim spravama na Svjetskom prvenstvu 2007. u

Tablica 1. Visina, težina i dob gimnastičara (SP 2007)
Table 1. Gymnasts height, weight and age (WC 2007)

Rang 2007	PAASTV PASDTV	PAASTT PASDTT	PAASGOD PASDGOD	KHASTV KHSDTV	KHASTT KHSDTT	KHASGOD KHSDGOD	KAASTV KASDTV	KAASTT KASDTT	KAASGOD KASDGOD	PRASTV PRSDTV	PRASTT PRSDTT	PRASGOD PRSDGOD
Rank 2007	FLAMBH FLSDBH	FLAMBW FLSDBW	FLAMCA FLSDCA	PHAMBH PHSDBH	PHAMBW PHSDBW	PHAMCA PHSDCA	RIAMBH RISDBH	RIAMBW RISDBW	RIAMCA RISDCA	VAAMBH VASDBH	VAAMBW VASDBW	VAAMCA VASDCA
01-10	167,40 7,43	63,30 7,67	22,90 2,60	167,50 3,47	61,30 6,43	22,30 3,68	160,90 3,45	59,70 4,37	26,60 3,78	162,80 4,44	60,00 4,76	23,30 13,10
11-20	164,90 3,78	61,50 4,17	21,70 1,77	167,50 7,58	60,30 7,97	22,60 2,91	164,50 5,10	60,30 6,91	25,40 3,20	167,00 4,14	63,30 3,95	21,60 3,03
21-30	168,90 4,28	65,60 4,01	23,40 4,53	168,10 4,68	62,70 3,86	22,20 2,15	165,80 4,71	62,30 5,19	24,00 2,16	169,10 5,22	67,90 5,24	20,40 3,53
31-more	166,58 4,49	62,53 5,21	23,25 3,32	167,28 5,14	63,73 5,51	23,18 3,21	166,30 4,42	62,23 4,38	23,00 2,93	-----	-----	-----

Rang 2007	RUASTV RUSDTV	RUASTT RUSDTT	RUASGOD RUSDGOD	PCASTV PCSDTV	PCASTT PCSDTT	PCASGOD PCSDGOD	VIASTV VISDTV	VIASTT VISDTT	VIASGOD VISDGOD
Rank 2007	PBAMBH PBSDBH	PBAMBW PBSDBW	PBAMCA PBSDCA	HBAMBH HBSDBH	HBAMBW HBSDBW	HBAMCA HBSDCA	AAAMBH AASDBH	AAAMBW AASDBW	AAAMCA AASDCA
01-10	164,90 3,51	59,60 4,50	25,60 2,95	168,40 4,29	64,00 4,98	24,80 4,10	165,50 5,50	60,70 5,98	23,30 2,80
11-20	168,10 3,60	61,60 3,60	23,60 3,27	167,20 7,24	62,50 7,31	24,10 4,91	165,50 3,50	61,20 6,20	23,50 4,25
21-30	164,70 4,42	61,60 4,42	23,70 3,95	167,90 3,21	64,90 3,41	24,00 3,06	167,60 3,84	63,50 4,25	23,50 2,55
31-more	166,43 4,49	62,25 4,50	24,28 3,95	168,18 4,96	62,90 5,66	23,15 3,92	167,55 5,05	64,58 4,80	23,03 3,53

Legenda: Rang – plasman; PA – parter; KH – konj s hvataljkama; KA – karike; PR – preskok; RU – ruče; PC – preča; VI – višeboj; TV – tjelesna visina; TT – tjelesna težina; GOD – godine; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija

Legend: Rank – position; FL – floor; PH – pommel horse; RI – rings; VA – vault; PB – parallel bars; HB – horizontal bar; BH – body height; BW – body weight; CA – chronological age; AM – arithmetic mean; SD – standard deviation

Stuttgartu i 2011. godine u Tokiju. To su bila jedina kvalifikacijska natjecanja za odlazak na Olimpijske igre 2008. u Peking i 2012. godine u London. Ukupno je analizirano 900 plasmana gimnastičara, po 450 sa svakog Svjetskog prvenstva. U istraživanje je uključeno 70 najboljih gimnastičara u višeboju i na svakoj pojedinoj spravi, osim na preskoku. Na preskoku je u istraživanje uključeno 30 najboljih gimnastičara jer ih je toliko radilo dva skoka, što je osnovni preduvjet za pojedinačni plasman u toj disciplini.

Uzorak varijabli činile su tjelesna visina, tjelesna težina i dob, te plasman u višeboju i svih šest pojedinačnih sprava muške sportske gimnastike na spomenutim natjecanjima 2007. i 2011. godine. Službene internet stranice Svjetske gimnastičke federacije poslužile su kao izvor rezultata sa natjecanja (20) te kao izvor podataka o visini, težini i dobi gimnastičara (18). Na svakom Svjetskom prvenstvu gimnastičari ispunjavaju anketu u kojoj navode svoje najbolje rezultate, te trenutnu tjelesnu visinu i težinu, a ti podaci ažuriraju se na internetu. Obzirom da u praksi vrhunski gimnastičari gotovo svakodnevno vode evidenciju svoje visine, a pogotovo težine, navedeni podaci korišteni u ovom istraživanju su relevantni i pouzdani.

Visina, težina i dob vrhunskih gimnastičara analizirani su na osnovu prosječnog ranga natjecatelja svrstanih u 4 skupine (1 – 10 mjesto, 11 – 20 mjesto, 21 – 30 mjesto, 31 – ostali), za svaku od šest disciplina muške

sportske gimnastike, kao i za višeboj. Za izračunavanje ranga i deskriptivnih pokazatelja korišten je programski paket Statistica 7.0. Normalnost distribucija testirana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Pri $p=0,05$ kritična vrijednost K-S testa kod $n=70$ iznosi $\max D=0,16$, a pri $n=30$ $\max D=0,24$. Rezultati su pokazali da sve varijable imaju normalnu distribuciju, što znači da empirijske distribucije ne odudaraju značajno od teoretske normalne distribucije

Za analizu razlika u visini, težini i dobi gimnastičara obzirom na različite plasmane unutar pojedinih disciplina korištena je ANOVA, a za analizu razlika između pojedinih disciplina na istom natjecanju korišten je T-test za nezavisne uzorke.

REZULTATI

Na osnovu prosječnog ranga izračunatog iz pojedinačnih plasmana na Svjetskom prvenstvu 2007. godine dobiveni su podaci o visini, težini i dobi gimnastičara za višeboj i svaku pojedinu disciplinu.

Iz rezultata prikazanih u Tablici 1. uočljive su određene razlike u visini, težini i dobi gimnastičara obzirom na različite discipline i na plasman unutar svake discipline. Iz tablice se vidi kako su gimnastičari na karikama u odnosu na ostale discipline najniži, najlakši i najstariji, dok su gimnastičari na preči u prosjeku najviši i najteži. Na konju s hvataljkama gimnastičari su najmlađi

Tablica 2. Visina, težina i dob gimnastičara (SP 2011)
Table 2. Gymnasts height, weight and age (WC 2011)

Rang 2011	PAASTV PASDTV	PAASTT PASDTT	PAASGOD PASDGOD	KHASTV KHSDTV	KHASTT KHSDTT	KHASGOD KHSDGOD	KAASTV KASDTV	KAASTT KASDTT	KAASGOD KASDGOD	PRASTV PRSDTV	PRASTT PRSDTT	PRASGOD PRSDGOD
Rank 2011	FLAMBH FLSDBH	FLAMBW FLSDBW	FLAMCA FLSDCA	PHAMBH PHSDBH	PHAMBW PHSDBW	PHAMCA PHSDCA	RIAMBH RISDBH	RIAMBW RISDBW	RIAMCA RISDCA	VAAMBH VASDBH	VAAMBW VASDBW	VAAMCA VASDCA
01-10	165,10 8,86	62,70 7,94	23,50 2,92	168,10 9,41	60,90 9,65	23,90 2,28	160,40 3,03	59,40 4,53	24,60 4,17	163,30 2,91	60,70 5,08	24,20 4,83
11-20	167,40 5,04	62,60 6,06	23,30 2,83	165,70 5,27	60,60 6,17	24,20 4,21	166,00 5,89	60,00 5,58	25,20 5,87	166,70 6,60	66,00 4,85	22,40 3,98
21-30	166,70 4,90	62,80 6,60	22,00 3,40	170,60 3,89	64,20 4,47	23,60 3,31	162,70 4,67	62,70 3,40	24,50 4,50	167,00 6,36	62,20 8,48	23,00 2,00
31-more	165,30 5,25	61,93 5,83	23,15 3,53	165,68 6,66	62,90 6,62	23,38 3,36	166,23 6,28	61,45 6,40	23,50 3,34	-----	-----	-----

Rang 2011	RUASTV RUSDTV	RUASTT RUSDTT	RUASGOD RUSDGOD	PCASTV PCSDTV	PCASTT PCSDTT	PCASGOD PCSDGOG	VIASTV VISDTV	VIASTT VISDTT	VIASGOD VISDGOD
Rank 2011	PBAMBH PBSDBH	PBAMBW PBSDBW	PBAMCA PBSDCA	HBAMBH HBSDBH	HBAMBW HBSDBW	HBAMCA HBSDCA	AAAMBH AASDBH	AAAMBW AASDBW	AAAMCA AASDCA
01-10	168,30 5,72	63,20 6,65	24,90 4,25	166,80 7,97	62,30 8,17	23,30 2,36	166,80 3,03	62,10 5,74	21,80 2,44
11-20	165,10 4,84	59,70 5,01	23,20 3,16	168,60 5,23	63,90 4,89	24,00 2,98	165,70 3,03	59,50 5,06	24,60 2,50
21-30	166,40 5,50	60,40 5,34	22,80 3,65	168,00 5,56	63,10 4,86	24,90 3,98	167,40 3,03	62,40 7,34	24,40 3,78
31-more	166,38 5,74	62,63 4,81	23,90 3,97	168,85 5,71	63,53 6,74	23,78 3,54	166,93 11,70	62,60 4,90	23,83 4,51

Legenda: Rang – plasman; PA – parter; KH – konj s hvataljkama; KA – karike; PR – preskok; RU – ruče; PC – preča; VI – višeboj; TV – tjelesna visina; TT – tjelesna težina; GOD – godine; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija

Legend: Rank – position; FL – floor; PH – pommel horse; RI – rings; VA – vault; PB – parallel bars; HB – horizontal bar; BH – body height; BW – body weight; CA – chronological age; AM – arithmetic mean; SD – standard deviation

te imaju najveću razliku između visine i težine. Za osvajanje jednog od prvih 10 mjesta na karikama prosječna visina iznosi 160,9 cm, težina 59,7 kg i dob 26,6 godina, dok ostala mjesta zauzimaju viši, teži i mlađi gimnastičari. Na preči prosječna visina prvih 10 gimnastičara iznosi 168,4, a prosječna težina 64 kg. I ostali gimnastičari na toj spravi sličnih su tjelesnih visina i težina, što znači da su oni najviši i najteži gimnastičari u odnosu na sve ostale discipline. Na konju s hvataljkama za osvajanje jednog od prvih 10 mjesta prosječna visina iznosi 167,5 cm, prosječna težina 61,3 kg, a prosječna dob 22,3 godine, dok ostala mjesta zauzimaju gimnastičari slične dobi i visine, ali veće težine. Disciplina višeboj obuhvaća ukupan zbroj ocjena svih šest sprava, a prosječna visina prvih 10 mjesta u toj disciplini iznosi 165,5 cm, prosječna težina 60,7 kg i dob 23,3 godine. Ostali višebojci u prosjeku su viši i teži, ali bez velike razlike u dobi.

Drugi cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike u visini, težini i dobi vrhunskih gimnastičara nakon jednog olimpijskog ciklusa. Na osnovu analize plasmana dobivene su podaci o visini, težini i dobi gimnastičara za svaku pojedinu disciplinu sa Svjetskog prvenstva 2011. godine u Tokiju.

Usporedbom aritmetičkih sredina skupina od po 70 najbolje rangiranih natjecatelja u svakoj pojedinoj disciplini (30 na preskoku) sa SP 2007 i SP 2011, utvrđene su određene razlike u njihovoj visini, težini i dobi. Iz Tablice 2. vidi se kako su karike i dalje ostale disciplina na kojoj su gimnastičari najniži i najlakši, a najviši i najteži gimnastičari iz prve skupine SP 2011 bili su na ručama. Najbolji gimnastičari na ručama ujedno su i najstariji u odnosu na ostale discipline, dok su najbolji gimnastičari u

višeboju najmlađi. Na konju s hvataljkama i dalje je najveća razlika između visine i težine. Za osvajanje jednog od prvih 10 mjesta na karikama prosječna visina iznosi 160,4 cm, prosječna težina 59,4 kg i dob 24,6 godina, dok ostala mjesta zauzimaju viši, teži i stariji gimnastičari. Na ručama prosječna visina prvih 10 mjesta iznosi 168,3, prosječna težina 63,2 kg i dob 24,9 godina. Uzimajući u obzir sve plasmane, preča je i dalje sprava sa najvišim i najtežim gimnastičarima u odnosu na ostale discipline. Na konju s hvataljkama za osvajanje jednog od prvih 10 mjesta prosječna visina iznosi 168,1 cm, prosječna težina 60,9 kg, a prosječna dob 23,9 godine, dok ostala mjesta zauzimaju gimnastičari manje visine i veće težine, te slične dobi. Prosječna visina prvih 10 mjesta u višeboju iznosi 166,8 cm, prosječna težina 62,1 kg i dob 21,8 godina. Ostali višebojci slične su tjelesne visine i težine, ali nekoliko godina stariji.

Nakon što su utvrđeni deskriptivni parametri visine, težine i dobi vrhunskih gimnastičara za svaku pojedinu disciplinu, za analizu razlika obzirom na različite plasmane unutar pojedinih disciplina korištena je ANOVA, a za analizu razlika između pojedinih disciplina na istom natjecanju korišten je T-test za nezavisne uzorke.

Za Svjetsko prvenstvo 2007. godine rezultati dobiveni ANOVOM pokazali su neke statistički značajne razlike između skupina formiranim osnovom plasmana unutar pojedinih disciplina (Tablica 3.). Tako je u disciplini višeboj dobivena statistička značajna razlika između 1. i 4. skupine u težini, na parteru između 2. i 3. skupine u visini i težini, na karikama između 1. i 3. skupine u visini, a između 1. i 4. skupine u visini i dobi, te na preskoku između 1. i 2. skupine u visini, između 1. i 3. skupine u visini i težini, a između 2. i 3. skupine u težini.

Tablica 3. Rezultati ANOVE za 2007. godinu po pojedinim disciplinama između skupina rangova

Table 3. Results of ANOVA analyses for year 2007 for individual disciplines between ranking groups

DISCIPLINA DISCIPLINE	SKUPINA GROUP	TV F BH F	TV p BH p	TT F BW F	TT p BW p	GOD F CA F	GOD p CA p
Parter Floor	2 - 3	4,9	0,04	5,03	0,04	1,22	0,28
Karike Rngs	1 - 3	7,05	0,02	1,47	0,24	3,57	0,08
Karike Rings	1 - 4	12,88	0,0	2,66	0,11	10,76	0,0
Preskok Vault	1 - 2	4,79	0,04	4,18	0,06	1,80	0,2
Preskok Vault	1 - 3	8,45	0,01	14,76	0,01	2,59	0,13
Preskok Vault	2 - 3	0,99	0,33	4,92	0,04	0,67	0,43
Višeboj All-around	1 - 4	1,27	0,26	4,72	0,03	0,05	0,82

Legenda: TV – tjelesna visina; TT – tjelesna težina; GOD – godine; F – test; p – nivo značajnosti $p < 0.05$

Legend: BH – body height; BW – body weight; CA – chronological age; F – test; p – level of significantly $p < 0.05$

Tablica 4. Rezultati T-testa za 2007. između disciplina
Table 4. T-test results between disciplines for year 2007

DISCIPLINES	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p
Karike - Konj GOD Rings – P.horse CA	24,0000	22,8286	2,19318	138	0,029969
Karike - Preča TV Rings – H.bar BH	165,2000	168,0286	-3,45083	138	0,000742
Konj - Ruče GOD P.horse – P.bars CA	22,8286	24,2857	-2,52838	138	0,012585
Parter - Ruče GOD Floor – P.bars CA	23,0000	24,2857	-2,18375	138	0,030670
Preča - Ruče TT H.bar – P.bars BW	168,0286	166,2000	2,33222	138	0,021136
Karike - Višeboj TT Rings – All-around BW	165,2000	166,9714	-2,20576	138	0,029055
Karike - Višeboj TV Rings – All around BH	61,6000	63,3857	-2,07609	138	0,039741

Legenda: TV – tjelesna visina; TT – tjelesna težina; GOD – godine; Mean – aritmetička sredina; t-value – t vrijednost; df – stupnjevi slobode; p – nivo značajnosti $p < 0.05$

Legend: BH – body height; BW – body weight; CA – chronological age; Mean – arithmetic middle; t-value – t value; df – degrees of freedom; p – level of significantly $p < 0.05$

T-test između disciplina pokazao je statistički značajne razlike u dobi između natjecatelja na karikama i konju s hvataljkama, konju s hvataljkama i ručama te na parteru i ručama, dok je u visini dobivena statistički značajna razlika između natjecatelja na karikama i preči, te preči i ručama (Tablica 4.).

Za Svjetsko prvenstvo 2011. godine rezultati dobiveni ANOVOM također su pokazali neke

statistički značajne razlike unutar pojedinih disciplina (Tablica 5.). Tako je u višeboju dobivena statistička značajna razlika između 1. i 2. skupine u dobi, a na preskoku između 1. i 2. skupine u težini. Na disciplini karike u varijabli tjelesna visina dobivena je statistički značajna razlika između 1. i 2., 1. i 3. te 1. i 4. skupine. Na konju s hvataljkama statistički značajna razlika dobivena je između 2. i 3. skupine.

Tablica 5. Rezultati ANOVE za 2011. godinu po pojedinim disciplinama između skupina rangova
Table 5. Results of ANOVA analyses for year 2011 for individual disciplines between ranking groups

DISCIPLINA DISCIPLINE	SKUPINA GROUP	TV F BH F	TV p BH p	TT F BW F	TT p BW p	GOD F CA F	GOD p CA p
Konj P. horse	2 – 3	5,59	0,03	2,23	0,15	0,13	0,73
Karike Rings	1 – 2	7,16	0,02	0,07	0,8	0,07	0,8
Karike Rings	1 – 3	3,62	0,04	1,47	0,25	0,06	0,94
Karike Rings	1 – 4	3,44	0,02	0,73	0,54	0,62	0,61
Preskok Vault	1 – 2	2,22	0,15	5,70	0,03	0,83	0,37
Višeboj All-around	1 – 2	0,21	0,66	1,15	0,3	6,42	0,02

Legenda: TV – tjelesna visina; TT – tjelesna težina; GOD – godine; F – test; p – nivo značajnosti $p < 0.05$

Legend: BH – body height; BW – body weight; CA – chronological age; F – test; p – level of significantly $p < 0.05$

Studentov t-test između disciplina pokazao je statistički značajne razlike u visini i težini između natjecatelja na karikama i preči, a samo u visini između natjecatelja na parteru i preči, preči i preskoku, te preči i ručama (Tablica 6.).

Iz rezultata dobivenih ANOVOM može se zaključiti da u niti jednoj disciplini ne postoje statistički značajne razlike u visini i težini između prvih sedamdeset gimnastičara (trideset na preskoku) koji su nastupili na SP 2007. i SP 2011. godine. Međutim, dobivene su statistički

Tablica 6. Rezultati T-testa za 2011. između disciplina
Table 6. T-test results between disciplines for year 2011

DISCIPLINES	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p
Karike - Preča TV Rings – H.bar BH	164,8571	168,4000	-3,52923	138	0,000567
Karike - Preča TT Rings – H.bar BW	61,1286	63,3429	-2,16474	138	0,032127
Parter - Preča TV Floor – H.bar BH	165,7714	168,4000	-2,67004	138	0,008495
Preča - Preskok TV H.bar – Vault BH	168,4000	165,6667	2,151545	98	0,033891
Preča - Ruče TV H.bar – P.bars BH	168,4000	166,4714	1,993997	138	0,048123

Legenda: TV – tjelesna visina; TT – tjelesna težina; GOD – godine; Mean – aritmetička sredina; t-value – t vrijednost; df – stupnjevi slobode; p – nivo značajnosti $p < 0.05$

Legend: BH – body height; BW – body weight; CA – chronological age; Mean – arithmetic middle; t-value – t value; df – degrees of freedom; p – level of significantly $p < 0.05$

Tablica 7. Rezultati ANOVE između 1. skupine gimnastičara sa SP 2007 i SP 2011
Table 7. Results of ANOVA analyses between the same groups of gymnasts on WC 2007 and WC 2011

DISCIPLINA DISCIPLINE	SKUPINA GROUP	TV F BH F	TV p BH p	TT F BW F	TT p BW p	GOD F CA F	GOD p CA p
Karike Rings	1	6,0	0,01	1,22	0,31	3,25	0,02
Preskok Vault	1	5,03	0,01	6,26	0,01	1,73	0,18
Ruče	1	5,03	0,01	6,26	0,01	1,73	0,18

Legenda: TV – tjelesna visina; TT – tjelesna težina; GOD – godine; F – test; p – nivo značajnosti $p < 0.05$

Legend: BH – body height; BW – body weight; CA – chronological age; F – test; p – level of significantly $p < 0.05$

značajne razlike između skupina formiranim osnovom plasmana na ova dva natjecanja. U 1. skupini statistički značajna razlika dobivena je na karikama u visini i dobi, a na preskoku i ručama u visini i težini (Tablica 7.), dok je u 2. skupini statistički značajna razlika u težini dobivena u disciplini višeboj.

RASPRAVA

Do sada je proveden veliki broj istraživanja usmjerenih na povezanost antropometrije i uspjeha sportaša u različitim sportovima: odbojka, košarka, rukomet, nogomet, hokej, slobodno penjanje, ragbi, vaterpolo, skijanje, skijaško trčanje, brzo hodanje (4, 5, 11, 12, 14, 16, 21, 22, 23, 25, 26, 30) i dr. Rezultati dobiveni iz tih istraživanja govore u prilog činjenici da tjelesna visina i tjelesna težina imaju veliki udio u postizanju uspjeha i ostvarenju najviših ciljeva, te da su zbog toga iznimno važni u procesu selekcije sportaša i dizajniranju njihove sportske karijere. Također, provedena su istraživanja usmjerena i na povezanost dobi sa uspjehom sportaša u različitim sportovima: nogomet, vaterpolo, hokej, bejzbol (1, 2, 15, 19, 24, 27, 28, 31) i dr. Navedena istraživanja pokazala su da postoji povezanost

između dobi i postizanja vrhunskih rezultata sportaša.

Neka istraživanja usmjerena na povezanost antropometrije i dobi sa sportskim uspjehom provedena su i u gimnastici (3, 7, 9, 10, 13, 29). Jedno od tih istraživanja (8) bavilo se mjerenjem antropometrije gimnastičara na dva velika natjecanja u Ljubljani, Regionalni Sokolski kup 1933. godine i Svjetski kup 2000. godine. U tom istraživanju mjereni su svi gimnastičari koji su nastupili. Rezultati su pokazali da je 1933. godine prosječna visina gimnastičara bila 169 cm, prosječna težina 66 kg, a prosječna dob 22 godine. Rezultati iz 2000. godine pokazali su da su gimnastičari malo niži i stariji, pa je prosječna visina gimnastičara bila 168 cm, prosječna težina 66 kg, a prosječna dob 23 godine. Uspoređujući to sa procesom akceleracije rasta tjelesne visine i težine opće populacije, očigledno je da taj proces nije utjecao i na rast populacije vrhunskih gimnastičara.

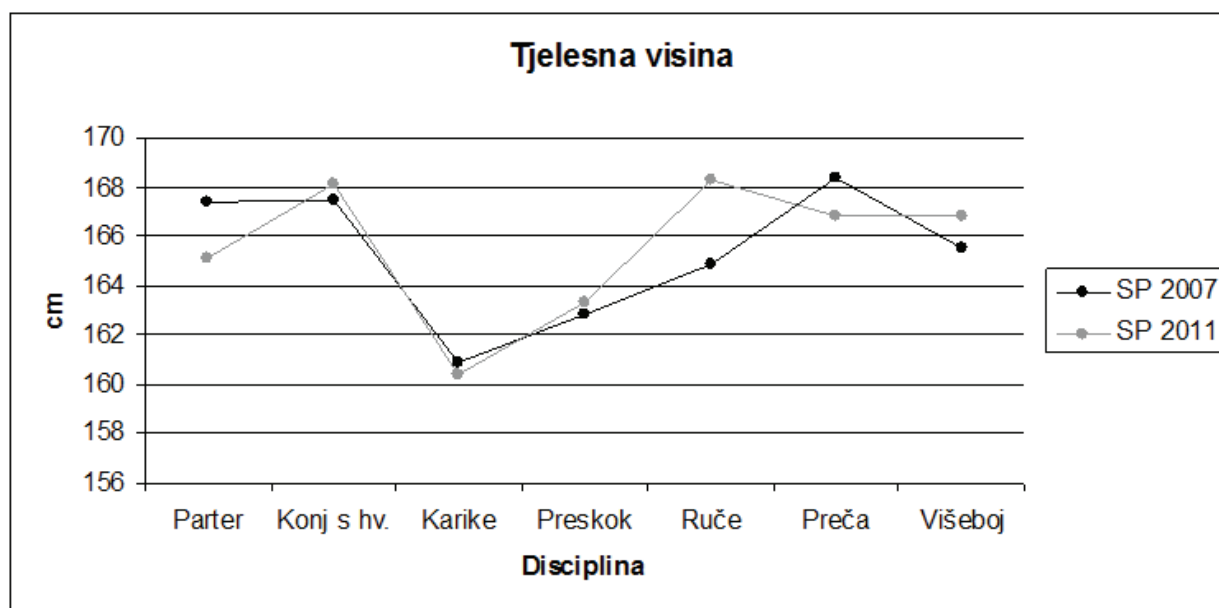
Uspoređujući te rezultate sa rezultatima dobivenim ovim istraživanjem primjećujemo da se trend smanjivanja prosječne visine i težine nastavio, pa su gimnastičari 2007. i 2011. godine bili visoki oko 166 cm i teški oko 62 kg. Osim toga, trend povećanja dobi također se nastavio, pa je tako prosječna dob gimnastičara koji su nastupili na

SP 2007. i 2011. godine bila 24 godine. Što se tiče razlika u visini i težini po pojedinim disciplinama, nema puno razlika u odnosu na mjerenja provedena 1933. i 2000. godine, pa je ovo istraživanje pokazalo da i dalje postoji razlika između gimnastičara na preči i ručama, koji su još uvijek viši i teži od gimnastičara na karikama i preskoku.

Iz ovih istraživanja očigledno je da su vrhunski gimnastičari sve niži i lakši. Taj trend smanjivanja visine i težine gimnastičara determiniran je razvojem gimnastike u kojoj danas dominiraju snažni odrazi, velike amplitude, duži boravak u zraku, brze rotacije i elementi sa više rotacija oko poprečne i uzdužne osi (17), a za koje je manje tijelo biomehanički daleko pogodnije od onog većeg i glomaznijeg. Također, ustanovljeno je da se dob vrhunskih gimnastičara u prosjeku povećala ako uspoređujemo sa 1933. i 2000. godinom. Budući da gimnastika postaje svakim olimpijskim ciklusom sve zahtjevnija po pitanju kompleksnosti i težinske vrijednosti elemenata, taj trend povećanja dobi na najvećim natjecanjima može se objasniti činjenicom da gimnastičarima treba više vremena za stjecanje stabilnosti, iskustva i sigurnosti pri izvođenju tako kompleksnih vježbi.

Ipak, za razliku od dosadašnjih longitudinalnih istraživanja, ovim istraživanjem ustanovljeno je da se u zadnjem olimpijskom ciklusu zaustavio trend smanjivanja visine i težine, te povećanja dobi gimnastičara. Naime, rezultati dobiveni ANOVOM pokazali su da nema statistički značajne razlike u visini, težini i dobi gimnastičara koji su nastupali na SP 2007. godine u Stuttgartu i SP 2011. godine u Tokiju. Obzirom da između posljednja dva olimpijska ciklusa po pitanju visine, težine i dobi nije bilo statistički značajne razlike, može se tvrditi da upravo taj profil gimnastičara najbolje odgovara novom Pravilniku Svjetske gimnastičke federacije koji se primjenjuje od 2005. godine, a u kojem je najznačajnija promjena ukidanje ograničenja maksimalne visine startne ocjene.

Također, iz rezultata dobivenih ovim istraživanjem, a koji su potvrđeni i t-testom između disciplina na pojedinom natjecanju, može se vidjeti da visini i težina, kao i dob najboljih gimnastičara sa SP 2007. i 2011. godine značajno variraju u ovisnosti od discipline u kojoj nastupaju (Slika 1, 2 i 3), a odnosi između njih u olimpijskom ciklusu od 2007. do 2011. godine nisu se značajno promijenili.

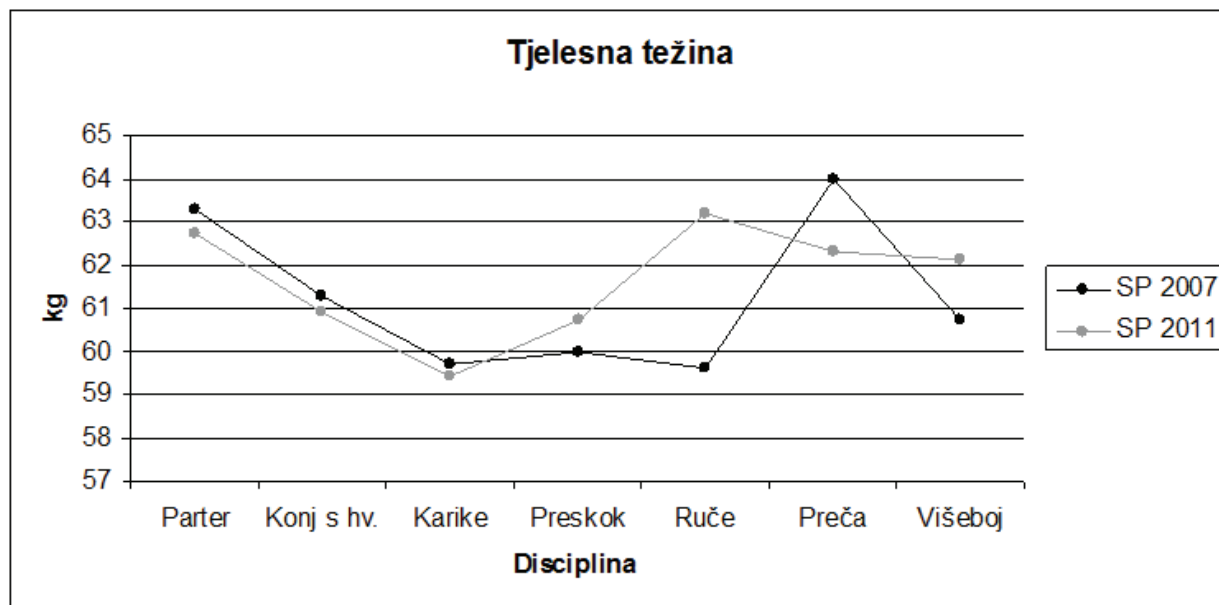


Slika 1. Prosječna tjelesna visina najboljih 10 gimnastičara sa SP 2007 i SP 2011 – sve discipline
Figure 1. Average body height top 10 gymnasts on WC 2007 and WC 2011 – all disciplines

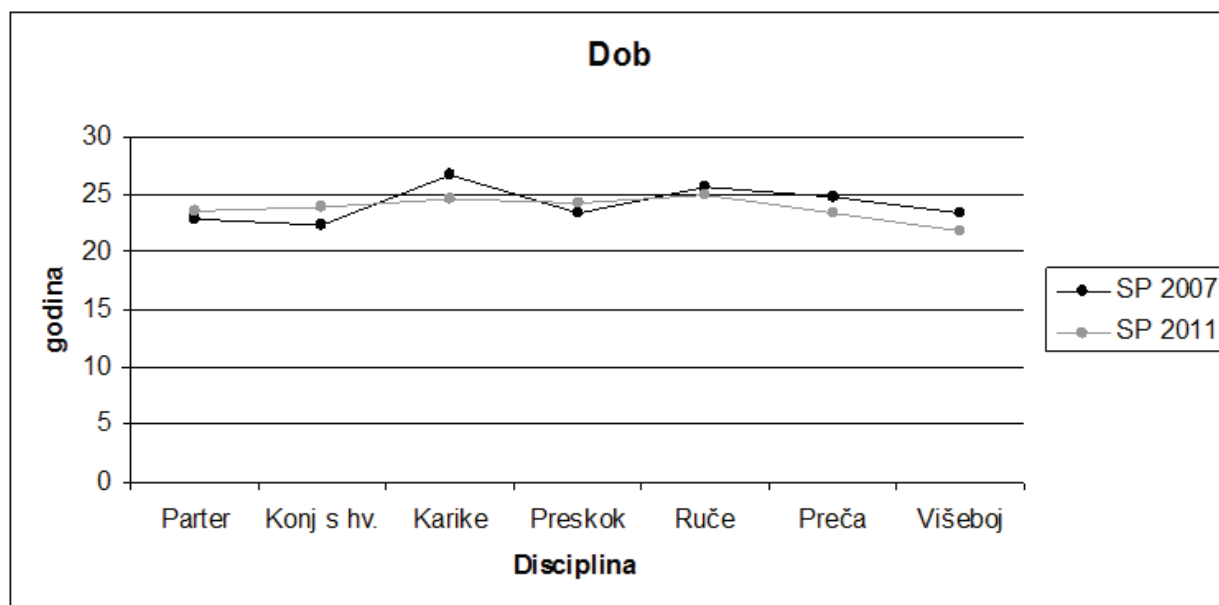
Na karikama su najbolje plasirani gimnastičari visoki oko 161 cm i teški oko 60 kg, a na preskoku oko 2 cm viši i slične težine. Za razliku od tih sprava, najviši i najteži gimnastičari plasirani među 10 najboljih bili su na preči sa prosječnih 168 cm i 63 kg, dok su gimnastičari na ručama i parteru nešto niži i lakši. Najveći ekstremi u gimnastici našli su se na konju s hvataljkama i na preči, u grupi od 10 najboljih gimnastičara. Na konju s hvataljkama je to bio najniži i najlakši gimnastičar, visok 151 cm i težak 45 kg, a na preči najviši i najteži gimnastičar, sa 183 cm visine i 80 kg težine. Radi se o

zaista velikoj razlici, čak 32 cm u visini i 35 kg u težini. Na konju s hvataljkama je primjećena najveća razlika u omjeru tjelesne visine i tjelesne težine gimnastičara.

Gimnastičari na karikama u prosjeku su najniži i najlakši u odnosu na ostale discipline jer je to sprava na kojoj dominira motorička sposobnost statička snaga, tj. izdržaji tijela u raznim položajima, a što je lakše izvesti ukoliko su poluge, tj. ekstremiteti kraći. Preskok je uz karike također sprava na kojoj su najbolji niži i lakši gimnastičari u odnosu na ostale discipline. Zbog vrlo brzih i eksplozivnih rotacija oko uzdužne i poprečne osi



Slika 2. Prosječna tjelesna težina najboljih 10 gimnastičara sa SP 2007 i SP 2011 – sve discipline
 Figure 2. Average body weight top 10 gymnasts on WC 2007 and WC 2011 – all disciplines



Slika 3. Prosječna dob najboljih 10 gimnastičara sa SP 2007 i SP 2011 – sve discipline
 Figure 3. Average age top 10 gymnasts on WC 2007 and WC 2011 – all disciplines

koje se izvode tijekom skoka na preskoku, takve elemente lakše je napraviti sa manjim tijelom. Gimnastičari na preči su najviši i najteži u odnosu na ostale discipline. To je sprava na kojoj veća težina uzrokuje veću silu koja na kraju daje i veću reakciju pri izvođenju elemenata, što rezultira većim amplitudama vrlo zahtjevnih i atraktivnih elemenata, dok duži ekstremiteti olakšavaju ponovnu uspostavu kontakta gimnastičara, tj. dlanova sa prečom. Na konju s hvataljkama izvođenje elemenata kod najboljih gimnastičara uspoređuje se sa načinom okretanja helikopterske elise. Da bi gimnastičar postigao takav efekt, njegovo tijelo mora imati izduženu liniju i

zato je na toj spravi najveća razlika u omjeru visine i težine.

Što se tiče dobi, najstariji gimnastičari u skupini od 10 najboljih su na karikama sa prosjekom od 26 godina, a najmlađi u istoj skupini višebojci sa prosjekom od 22 godine. Obzirom da je za karike potrebna statička snaga, očito da je za dobivanje te motoričke sposobnosti potreban određeni period treninga, ali i dobi, jer se najbolji rezultati na karikama očekuju tek nakon 25-te godine gimnastičara. To se može objasniti jednostavnijim i kraćim amplitudama pokreta na karikama u odnosu na ostale discipline, što znači da tijelo gimnastičara trpi

manja naprezanja i fiziološka oštećenja u odnosu na ostale sprave, pa samim time specijalisti za karike imaju duži gimnastički vijek. Višebojci pak tijelo izlažu iznimno zahtjevnim uvjetima treninga i natjecanja koji uključuje sve sprave, te se njihovo tijelo s obzirom na tako velike napore ubrzano troši. Iz tog razloga ne čudi podatak da višebojci najbolje rezultate postižu u prosjeku već sa 22 godine.

Ovim istraživanjem također se nastojalo utvrditi utjecaj visine, težine i dobi gimnastičara na njihove plasmane na najvećim natjecanjima poput Svjetskog prvenstva. Dobiveni rezultati pokazali su neke statistički značajne razlike, prvenstveno u visini, zatim u težini i dobi. Ovi rezultati upućuju da se gimnastičari koji pretendiraju ulasku u finale na Svjetskom prvenstvu, prema svojoj građi tijela i dobi razlikuju od gimnastičara koji nastupaju u istoj disciplini, a koji ostvaruju plasman od 10. ili 20. mjesta na dalje.

ZAKLJUČAK

U odnosu na prethodne studije, u ovom istraživanju obuhvaćen je iznimno širok uzorak najboljih gimnastičara

iz cijelog svijeta, odnosno njihovih plasmana na najvećim gimnastičkim natjecanjima (900 plasmana).

S obzirom na rezultate, može se zaključiti da je sportska gimnastika već tijekom selekcije usko profilirana visinom i težinom gimnastičara. Svi vrhunski gimnastičari vrlo su slični, ali neke manje razlike ipak su registrirane. Osim visine i težine, registrirana je i prosječna dob po disciplinama i rangovima unutar njih. Na temelju dobivenih rezultata, nađene su razlike u rangovima na pojedinim disciplinama (ANOVA), ali i između pojedinih disciplina (T-test), dok između 2007. i 2011. godine nema statistički značajnih razlika (ANOVA).

Obzirom na relevantnost uzorka, podaci dobiveni ovim istraživanjem mogu poslužiti kao orijentacijske vrijednosti u usmjeravanju i profiliranju gimnastičara u specijalizaciji za pojedinu gimnastičku spravu ili za višeboj. Osim toga, podaci o dobi poslužiti će trenerima u procesu planiranja treninga i tempiranju sportske forme, tj. očekivanja maksimalnih rezultata s obzirom na dob njihovih gimnastičara.

Literatura

- Augste C, Lames M. The relative age effect and success in German elite U-17 soccer teams. *J Sports Sci* 2011; 29(9): 983-7.
- Barnsley RH, Thompson AH, Barnsley PE. Hockey success and birthdate: The relative age effect. *Canad Assoc Health, Physic Edu Recreation* 1985; 51: 23-8.
- Baxter-Jones AD, Helms P, Maffulli N, Baines-Preece JC, Preece M. Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. *Ann Hum Biology* 1995; 22(5): 381-94.
- Bayios IA, Bergeles NK, Aposolidis NG, Noutsos KS, Koskolou MD. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Physic Fitness* 2006; 46(2): 271-80.
- Bergh U, Forsberg A. Influence of body mass on cross-country ski racing performance. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24(9): 1033-9.
- Caine D, Lewis R, O'Connor P, Howe W, Bass S. Does gymnastics training inhibit growth of females? *Clinical Journal Of Sport Medicine: J Canad Acad Sport Med* 2001; 11(4): 260-70.
- Claessens AL, Lefevre J, Beunen G, Malina RM. The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *J Sports Med Physic Fitness* 1999; 39(4): 355-60.
- Claessens AL, Veer FM, Stijnen V, Lefevre J, Maes H, Steens G, Beunen G. Anthropometric characteristics of outstanding male and female gymnasts. *J Sports Sciences* 1991; 9(1): 53-74.
- Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, Muller J. Body proportions, body composition and pubertal development in competitive sports. *Scandian J Med Science Sports* 2001; 11(1): 54-60.
- Douda HT, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis SP. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sports Physiol Perform* 2008; 3(1): 41-54.
- Drinkwater EJ, Pyne DB, McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med* 2008; 38(7): 565-78.
- Duncan MJ, Woodfield L, al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Sports Med* 2006; 5(3): 649-651.
- Faria IE, Faria EW. Relationship of the anthropometric and physical characteristics of male junior gymnasts to performance. *J Sports Med Phys Fitness* 1989; 29(4): 369-78.
- Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of elite women rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2007; 21(3): 875-881.
- Helsen WF, Starkes JL, Winckel JV. The influence of relative age on success and dropout in male soccer players. *Am J Hum Biology* 1998; 10(6): 791-8.
- Hraski M, Hraski Z. Basic anthropometric characteristics of female alpine skiers in period 2006-2011. *Croatian Sports Medicine Journal* 2010; 25: 81-6.
- International Gymnastics Federation (2009). Code of Points. 2009 Edition (V6).
- International Gymnastics Federation (2012). *Gymnast Profiles*. Retrieved April 12, 2012 from <http://www.fig-gymnastics.com/vsite/vnavsite/page/directory/0,10853,5187-188058-205280-navlist,00.html>
- Lago-Peñas C, Casais L, Dellal A, Rey E, Domínguez E. Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. *J Strength Cond Res* 2011; 25(12): 358-67.
- Longines (2012). *Gymnastics - overview of results* available online. Retrieved April 10, 2012 from <http://www.longinestiming.com/sports/gym/index.htm>
- Lozovina V, Pavicic L. Anthropometric changes in elite male water polo players: survey in 1980 and 1995. *Croat Med J* 2004; 45(2): 202-5.
- Malousaris GG, Bergeles NK, Barzouka KG, Bayios IA, Nassis GP, Koskolou MD. Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *J Sci Med Sport* 2008; 11(3): 337-44.
- Montgomery DL. Physiological profile of professional hockey players – a longitudinal comparison. *Appl Physiol Nutr Metabol* 2006; 31(3): 181-5.
- Nolan JE, Howell G.. Hockey success and birth date: The relative age effect revisited. *Intern Review Sociol Sport* 2010; 45(4): 507-12.
- Rakovic A, Stankovic D, Duraskovic R, Randelovic J, Pirsl D. Weight-height relations as an important factor of success in race walking. *Sport Science* 2008; 1(2): 30-3.
- Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sciences* 2000; 18(9): 669-83.
- Simenc Z. Influence of homogeneity quality of the team and age of water polo players on success of the team. *Kinesiology* 1993; 25(1): 99-102.
- Thompson AH, Barnsley RH, Stebelsky G. „Born to play ball“ The relative age effect and major league baseball. *Sociol Sport J* 1991; 8: 146-51.
- Zivcic K, Trajkovski B, Hraski Z. Initial possibilities of selectioning top female and male gymnasts in Croatia. *Croat Sports Med J* 1996; 11: 4-9.
- Watts PB, Joubert LM, Lish AK, Mast JD, Wilkins B. Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *Brit J Sports Med* 2003; 37(5): 420-4.
- Williams JH. Relative age effect in youth soccer: analysis of the FIFA U17 World Cup competition. *Scand J Med Science Sports* 2010; 20(3): 502-8.