Funkcionalne osobitosti nogometaša različitih dobnih skupina

Erceg, Marko

Doctoral thesis / Disertacija

2011

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:221:271260

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

MARKO ERCEG

FUNKCIONALNE OSOBITOSTI NOGOMETAŠA RAZLIČITIH DOBNIH SKUPINA

DOKTORSKA DISERTACIJA

MENTOR: PROF. DR. SC. JADRANKA TOCILJ
SUMENTOR: DR. SC. IVAN PALADA

SPLIT, RUJAN 2011.

SADRŽAJ

1. UVOD 5

1.1. Karakteristike suvremenog nogometa 5

1.2. Dijagnostika treniranosti 9

1.3. Energetski sustav 12

2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE 15

2.1. Dosadašnja istraživanja 15

2.1.1. Istraživanja različitih protokola opterećenja na pokretnom sagu 15

2.1.2. Istraživanja funkcionalnih sposobnosti nogometaša različitim protokolima opterećenja 17

2.2. Iskustva autora 21

3. PROBLEM 23

4. CILJ RADA 24

5. HIPOTEZE 25

6. METODE RADA 27

6.1. Uzorak ispitanika 27

6.2. Uzorak varijabli 27

6.2.1. Uzorak varijabli za procjenu morfoloških karakteristika 27

6.2.2. Uzorak spirometrijskih varijabli 27

6.2.3. Uzorak spiroergometrijskih varijabli 28

6.3. Opis eksperimenta (postupka) 29

6.4. Metode obrade rezultata 31

7. REZULTATI I RASPRAVA 34

7.1. Deskriptivna statistika 34

7.2. Analiza razlika između nogometaša različitih dobnih skupina 41

7.3. Analiza razlika između nogometaša različitih igračkih linija 62

7.4. Analiza razlika između nogometaša različitih dobnih skupina po igračkim linijama 83

7.5. Analiza razlika između nogometaša različite kvalitete 106

8. ZAKLJUČAK 115

9. LITERATURA 122

10. PRILOG 138

10.1. Osnovni deskriptivni parametri primjenjenih varijabli po subuzorcima nogometaša 138

SAŽETAK

Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrditi funkcionalne osobitosti nogometaša pionirskog, kadetskog i juniorskog uzrasta. Istraživanje je provedeno na uzorku od 66 nogometaša koji se natječu u Prvoj hrvatskoj nogometnoj ligi. Ispitanici su podijeljeni u tri dobne skupine: U-15; pioniri (N=22), U-17; kadeti (N=22) i U-19; juniori (N=22). Nogometaši pojedine dobne skupine podijeljeni su na tri subuzorka: obrambeni igrači, vezni igrači i napadači, te po kvaliteti na 1. ekipu i 2. ekipu. Na svim ispitanicima je primijenjena skupina od 3 testa za procjenu morfoloških obilježja, 15 testova za procjenu funkcionalnih sposobnosti, te 6 testova za procjenu ventilacijskih karakteristika. Kako bi se ispunili postavljeni ciljevi i testirale hipoteze korištene su sljedeće metode obrade podataka: deskriptivna statistika, faktorska analiza varijance s Fischer LSD post-hoc testom, kao i faktorska analiza varijance s Tukey-Kramer Unequal N HSD post-hoc testom. Temeljem dobivenih rezultata moguće je konstatirati slijedeće:

- Nogometnim treningom moguće je unaprijediti rad srčano-žilnog i dišnog sustava, te tako povećati specifični radni kapacitet, odnosno radnu sposobnost (izdržljivost) sportaša. Dobivene razlike u parametrima za procjenu morfoloških karakteristika, spiroergometrijskih te spirometrijskih parametara između nogometaša različitih uzrasnih kategorija mogu se pored nogometnog treninga, također pripisati i rastu i sazrijevanju;

- Razlike unutar svake od navedenih skupina nogometaša po igračkim pozicijama (obrana, vezni red, napad), prvenstveno su uvjetovane pozicijskim specifičnostima;

- Od početka igranja nogometa do ulaska u pubertet, djeca imaju uravnotežen rast i razvoj. U pubertetu dolazi do ubrzanog fizičkog rasta i razvoja, stoga su biološki starija djeca fizički superiornija od ostalih vršnjaka i imaju bitno veće šanse da budu odabrani u ekipu.

Ključne riječi: nogomet, funkcionalne karakteristike, spiroergometrijsko testiranje

ABSTRACT

The main aim of this research was to establish the functional characteristics of young soccer players: pioneers, cadets and juniors. The study included 66 first-league football players from Croatia. The participants were divided in three age groups: U-15; pioneers (N=22), U-17; cadets (N=22) and U-19; juniors (N=22). Further, every age group was divided in three subsamples: defense players, midfielders and attack players, and by quality in first and second team. All participants were subdued to following tests: 3 tests for anthropometric characteristics assessment, 15 tests for functional characteristics assessment and 6 tests for assessment of ventilatory characteristics. For fulfilling the goals of the study and testing the hypothesis, the following statistical analysis were used: basic statistics, factorial analysis of variance with Fischer LSD post-hoc test and factorial analysis of variance with Tukey-Kramer Unequal N HSD post-hoc test. According to the obtained results it is possible to conclude:

- It is possible to improve the cardio-respiratory and pulmonary system by football training and to increase specific work capacity – player's endurance, respectively. Besides the training, differences in anthropometric, functional and ventilative parameters between age groups can be assigned to growth and maturation.

- The differences among every age group in player's positions (defense, midfield, attack) are primarily caused by positions specificities.

- By the time children reach puberty they have well-balanced growth and development. Reaching puberty rapid physical growth occurs, so biologically older children are physically superior to their peers and have higher chances to be picked for the team.

Key words: soccer, functional characteristics, spyroergometry testing

1. UVOD

1.1. Karakteristike suvremenog nogometa

Nogometna igra je od svog postanka i razvitka kroz povijest postala jedna od najpopularnijih sportskih igara današnjice u većini zemalja svijeta bez obzira promatramo li ga s aspekta broja gledatelja ili pak broja aktivnih sportaša. Tijekom zadnjih dvadesetak godina nogomet se kontinuirano razvijao, osobito u smjeru povećanja fizičkih zahtjeva i opterećenja kojima su izloženi nogometaši tijekom treninga i natjecanja. Danas u nogometu prevladava elastičan način igre s naglašenim obavezama svakog pojedinca. To znači kako igrači imaju određenu slobodu i nisu vezani za određene pozicije, nego mogu mijenjati mjesta i funkcije. Ipak se nogometne ekipe dijele na tri zone ili linije: obrambena, vezna i napadačka linija. Te linije nisu brojčano određene već se one mijenjaju ovisno o sustavu i koncepciji postavljene igre. Evidentno je povećanje tempa i ritma igre, tako da ekipe imaju brzu tranziciju iz obrane u napad i obrnuto što traži maksimalnu fizičku i psihičku pripremljenost igrača. Moderan način igre zahtjeva dinamičnost i univerzalnost svakog igrača individualno. Na efikasnost igre utječu različiti faktori: motoričke sposobnosti, funkcionalne sposobnosti, tehničko-taktička znanja, psihički (konativni i kognitivni), ali i faktor sportske sreće. Najvažniji faktor predstavljaju situacijsko-motoričke sposobnosti koje predstavljaju kombinaciju motoričkih i funkcionalnih sposobnosti sa tehničko-taktičkim znanjima. One su preduvjet za rješavanje situacija nastalih u igri. Nogometaš danas mora imati izvanredne motoričke sposobnosti od kojih naročito brzinu, eksplozivnu snagu i brzinsku izdržljivost. Moderan nogomet od igrača traži i specifičnu nogometnu inteligenciju, što znači da moraju brzo razmišljati, snalaziti se u različitim situacijama te imati sposobnost brzog donošenja odluka.

Nogomet prema svim svojim karakteristikama predstavlja društveni fenomen, koji je evoluirao od "igre siromašnih" do "najvažnije sporedne stvari na svijetu". Fenomen koji je postao dio kulture, umjetnosti (uzimajući u obzir neograničenu mogućnost kreacije i improvizacije), a nerijetko ekonomije i politike. U suvremenom nogometu prisutan je stalan progres u dinamici nogometne igre. To potvrđuje i povijest nogometa. Promjene u razvoju nogometne igre uslijedile su uglavnom kao posljedica stalnog sukoba između napada i obrane. Uspješno djelovanje napada uvjetovalo je reorganizaciju djelovanja obrane zbog pariranja napadu. Uspješna obrana djelovala je također na reorganizaciju i razvoj napada. Stoga su se mijenjali sustavi, koncepcije i stil nogometne igre. Taj sukob napada i obrane stalan je pokretač razvoja nogometne igre. Danas je nogometna igra previše podređena osnovnom cilju: postizanju poželjnog rezultata u natjecanju, pa makar nauštrb atraktivnosti i ljepote

nogometne igre. U nogometu još uvijek dominira defenzivan način igre, no s tendencijom povećanja ofenzivnosti.

Prema kriteriju strukturalne složenosti nogomet spada u grupu polistrukturalnih kompleksnih sportova. Za uspješnost u nogometnoj igri odgovoran je kompleks antropoloških obilježja i specifična sposobnost igrača da upravlja igrom u smislu upravljanja sustavom i koncepcijom igre, upravljanja tempom i ritmom igre, kao i vlastitim bioenergetskim kapacitetetom i funkcionalnim stanjima u tijeku igre (Gabrijelić, 1972). U rješavanju motoričkih i realizaciji parcijalnih situacija u igri sudjeluju: informacijska, informacijsko–motorička i energetska komponenta procesa upravljanja i regulacije. Uspješnost nogometaša određena je razinom i strukturom velikog broja sposobnosti, osobina i znanja (modificirano prema Dujmović, 2000).

Nogomet nosi obilježje dinamične grupe sportova u kojoj se dvije ekipe po 11 igrača suprotstavljaju jedna drugoj s intencijom osvajanja glavnog kanala komunikacijske mreže, kojom se realizira protok lopte i pogodak u igri (Gabrijelić, 1977). Hijerarhijska struktura uspješnosti u nogometu sadrži *tri skupine faktora*. *Prvu skupinu* faktora čine osnovna antropološka obilježja: zdravstveni status, morfološke karakteristike, osnovne funkcionalne sposobnosti, bazične motoričke sposobnosti, intelektualne sposobnosti i osobine ličnosti. *Drugu skupinu* faktora čine specifične sposobnosti i znanja nogometaša, gdje se misli na tehničke sposobnosti, specifične motoričke sposobnosti, taktičke sposobnosti i znanja, teoretska znanja kao i osobine važne za mikrosocijalnu adaptaciju. *Treću razinu* čini situacijska efikasnost i rezultati u natjecanju. Najvažnije faktore predstavljaju motoričke i funkcionalne sposobnosti. Kod motoričkih sposobnosti misli se na izdržljivost, brzinu, snagu, koordinaciju, preciznost i fleksibilnost. U njihovoj osnovi leži efikasnost organskih sustava, a posebno živčano–mišićnog koji je odgovoran za intenzitet, trajanje i regulaciju kretanja. Kod funkcionalnih sposobnosti misli se na transport energije u organizmu. Taj sustav ovisi o funkcioniranju respiratornog, kardiovaskularnog, endokrinog, živčanog i drugih organskih sustava.

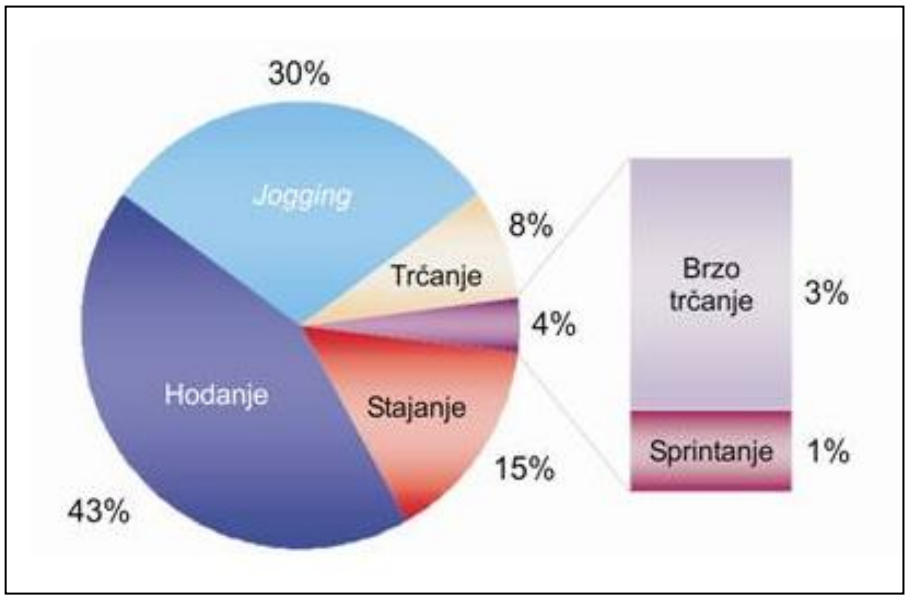
Nogomet je aerobno-anaerobni sport s naizmjeničnim fazama visokog opterećenja kao što su sprintovi, brze izmjene pravca, skokovi, nagla zaustavljanja. Pri tome se neplanirano i nepredviđeno izmjenjuju intervali rada visokog i niskog intenziteta, kao i njihovo trajanje. Tijekom nogometne utakmice vrhunski nogometaši u prosjeku izvedu 1200 do 1400 različitih promjena aktivnosti mijenjajući ih svakih 4-6 sekundi. Aktivnosti koje igrač izvodi za vrijeme utakmice mogu se podijeliti u dvije kategorije: aktivnosti bez lopte i s loptom. Uvažavajući ukupan broj igrača na terenu kao i dimenzije terena, ne iznenađuje činjenica kako na aktivnosti

pojedinog igrača bez lopte otpada u prosjeku oko 95% efektivnog vremena u igri. Od velikog broja različitih aktivnosti, najveći dio otpada na hodanja i trčanja različitim tempom u različitim smjerovima. Kao globalni pokazatelj fizičkih zahtjeva nogometne igre (ali i ukupnog fizičkog rada nogometaša) vrlo često se koristi ukupna prijeđena udaljenost tijekom utakmice. Poznato je kako današnji vrhunski nogometaši u prosjeku prevale između 10 i 13 km na utakmici (samo je oko 2% kretanje s loptom). Kod vrhunskih mladih nogometaša juniorskog uzrasta te se vrijednosti kreću između 9,5 i 11,5 km. Budući nogometaši neprestano mijenjaju brzinu kretanja tijekom igre, neophodno je ukupnu prijeđenu udaljenost na utakmici raščlaniti na određene kategorije, i to u odnosu na brzinu (intenzitet) kretanja. Rezultati najnovijih istraživanja dobiveni u utakmicama Lige prvaka, jasno sugeriraju kako vrhunski nogometaš u prosjeku oko 58% ukupnog vremena u igri provede stojeći (15%) i hodajući (43%), oko 30% vremena trčkara (7-14 km/h), oko 8% vremena trči umjerenom brzinom (15-19 km/h), oko 3% vremena trči velikom brzinom (20-25 km/h) te samo oko 1% vremena sprinta maksimalnom brzinom. Ukoliko se ti vremenski postoci pretvore u prijeđene udaljenosti, tada igrač hoda oko 4 km (3,2-4,7 km), trčkara oko 4,5 km (3,4-6,1 km), trči umjereno brzo oko 1,8 km (1,2-2,7 km), trči brzo oko 0,7 km (0,4-1,0 km) te sprinta oko 0,3 km (0,2-0,4 km). Potrebno je naglasiti kako su u ovim analizama kretanja u kategoriju hodanja uključene i neke druge aktivnosti niskog intenziteta (bočno kretanje, kretanje natraške i slično). Interesantno je kako od ukupne prijeđene udaljenosti, samo oko 50% otpada na pravocrtno kretanje, dok ostatak čine kretanje natraške, bočno i cik-cak kretanje, kretanje po kružnici i slično. Tijekom utakmice vrhunski nogometaš u prosjeku napravi oko 30-35 sprintova (ubrzanja), pri čemu svako ubrzanje prosječno traje oko 2 sekunde. Najčešća udaljenost koju nogometaš prevaljuje sprintom je 10-15 m. Pored sprinta, igrač na utakmici izvede prosječno 15-20 duela s protivnikom, oko 10 skokova i udaraca glavom, oko 40-50 kontakata s loptom te oko 20 driblinga i 30 dodavanja lopte. Igrač napravi između 600 i 800 različitih okreta, od kojih je više od 80% okreta za manje od 90 stupnjeva. Ovaj podatak jasno govori o značaju agilnosti u nogometu. Treba naglasiti kako igrač na utakmici napravi oko 40 naglih zaustavljanja, pri kojima dolazi do vrlo intenzivnih ekscentričnih kontrakcija mišića natkoljenice. Ako aktivnosti visokog intenziteta (sprintovi, skokovi, udarci, dueli) stavimo u omjer s aktivnostima niskog intenziteta (stajanja, hodanja, trčanja laganim intenzitetom), tada se dobiva odnos 1 : 7. Odnosno, nakon svake 4 sekunde intenzivnog anaerobnog rada igrač provede oko 28 sekundi u aerobnom radu niskog intenziteta. Ovo je vrlo važan podatak za trenera jer govori o prosječnom omjeru trajanja aktivnosti visokog i niskog intenziteta tijekom igre. Analize aktivnosti mlađih dobnih uzrasta pokazale se kako tijekom 60-minutne (igrači uzrasta U-12 i U-15), odnosno 80-minutne igre (U-

17) igrači prijeđu oko 6,2 km, 7,1 km i 8,6 km. Kada bi se trajanje igre produžilo na 90 minuta, procjenjuje se kako bi ukupna prijeđena udaljenost nogometaša U12 bila ok o8,5 km, dok bi igrači U15 i U17 prešli oko 10-10,5 km. Udio pojedinih oblika kretanja (hodanja, trčkaranja, trčanje, sprint) u ukupnoj pređenoj udaljenosti kod mlađih uzrasta sličan je onom zabilježenom kod odraslih igrača.

Slika 1.

Prikaz relativnog trajanja različitih aktivnosti kod vrhunskih nogometaša



Današnji vrhunski nogomet zahtijeva snažne i izdržljive sportaše dobrih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti (brzina, eksplozivna snaga, aerobni i anaerobni kapacitet, koordinacija), uz smisao za improvizaciju i kolektivnu igru. Uspjeh u nogometu ovisi i o tome kako se individualne karakteristike pojedinog nogometaša uklapaju u cjelinu i čine koherentnu ekipu (Matković i sur. 1999). Razina kakvoće natjecateljskih rezultata jedne nogometne ekipe uvelike ovisi o kvalitetnom planiranju i programiranju treninga u pojedinim periodima, fazama i mikrociklusima godišnjeg ciklusa (Milanović, 1996). Kod stjecanja sposobnosti i znanja važnu ulogu imaju metode obuke i treninga nogometaša, što je povezano s kvalitetom stručnog rada, a time i s kvalitetom stručnog kadra. Na uspjeh djeluje i okolina u širem ili u užem smislu, te je zbog svega navedenog važan multidimenzionalan pristup nogometašu. Suvremeni nogomet zahtjeva dinamičnu igru s minimalnim brojem prekida kako bi se aktivno vrijeme igre produžilo što je više moguće. Nema više stroge formacije, ona se mijenja, nestaje i stvara po potrebi. Pražnjenje određenog dijela terena, a zatim njegovo pravovremeno popunjavanje prelijevanjem linija kretanja igrača po širini i dubini polja, te točna i pravovremena dodavanja lopte, karakteristike su modernog nogometa.

1.2. Dijagnostika treniranosti

Interpretacija funkcionalnih sposobnosti nogometaša teža je nego u individualnim sportovima gdje je lakše i točnije predviđanje rezultata na temelju funkcionalnih sposobnosti. Usprkos tome određivanjem funkcionalnih sposobnosti nogometaša dobivaju se brojne korisne informacije, kako za ekipu tako i za pojedinca. Funkcinalnom dijagnostikom dobivamo detaljan prikaz trenutačnog stanja pojedinca i čitave ekipe, može se pratiti i kontrolirati trenažni proces, te je moguća usporedba s drugim ekipama. Primjerena adaptacija sportaševa organizma u procesu sportskog treninga moguća je jedino ako genetski determinirane morfološke, motoričke i funkcionalne karakteristike pojedinog sportaša prati i odgovarajući trenažni plan i program. Svaki trenažni sustav zahtijeva precizno doziranje, distribuciju i odnos trenažnog opterećenja i rasterećenja. Kako bi trenažni sustav u nogometaša polučio odgovarajuće rezultate u svakoj etapi trenažnog plana i programa, potrebno je poznavati razinu njegove treniranosti. Veličine energetskih kapaciteta (aerobnog i anaerobnog) razlikuju se između nogometaša različitih pozicija unutar ekipe. Razvoj pojedinih kapaciteta zahtijeva poznavanje specifičnih trenažnih operatora i specifičnih intervala rada i oporavka, koje određujemo uz pomoć podataka o trenutnom stanju funkcionalnih parametara. Za postizanje optimalnog stanja treniranosti potrebno je pratiti i primjenjivati dostignuća suvremene sportske znanosti a time i specifičnu dijagnostiku treniranosti sportaša. Dijagnostički postupci u sportu podrazumijevaju utvrđivanje zdravstvenog statusa sportaša, razine treniranosti, sposobnosti i osobina koje su bitne za uspjeh u sportu. Dijagnostika se provodi kroz inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje tijekom trenažnog procesa s ciljem da se utvrdi trenutno stanje i/ili kontroliraju učinci treninga. Dijagnostikom funkcionalnih sposobnosti, pomoću integrativnih kardiopulmonalnih testova opterećenja u kontroliranim uvjetima te mjerenjem izmjene plinova, odnosno spiroergometrijskih parametara, mogu se precizno vrednovati sposobnosti srčanožilnog i dišnog sustava.

Funkcionalna dijagnostika u sportu pokriva vrlo široko područje a mjerenje njenih sastavnica, odnosno općih funkcionalnih sposobnosti (aerobni i anaerobni kapacitet) primjenjuje se u sportsko-medicinskim laboratorijima, ali sve više i na sportskim borilištima i terenima. Na taj način mogu se dobiti podatci o specifičnim fiziološkim i biokemijskim reakcijama tijekom trenažne ili natjecateljske aktivnosti u konkretnoj sportskoj grani ili aktivnosti. Najčešće korišteni pokazatelji u procjeni aerobnog energetskog kapaciteta su apsolutni (VO_{2max}) i relativni maksimalni primitak kisika (VO_{2max}/kg), te anaerobni prag, i to intenzitet (Watt, km/h) i postotak maksimalnog primitka kisika (% VO_{2max}). Pokazatelji koji se

najčešće koriste za procjenu anaerobnog kapaciteta su koncentracija mliječne kiseline u krvi (mmol/l), dug kisika i raspon anaerobne zone, odnosno izdržaj u anaerobnoj zoni. Postoji još čitav niz fizioloških parametra koji se koriste u trenažnom procesu i tijekom dijagnostičkih postupaka kao što su: maksimalna vrijednost frekvencije srca (FS_{max}), vrijednost frekvencije srca na anaerobnom pragu (FS_{VP}), minutna ventilacija (VE_{max}), minutna ventilacija na anaerobnom pragu (VE_{VP}), respiracijski kvocijent (RQ_{max}), te respiracijski kvocijent na anaerobnom pragu (RQ_{VP}).

Aerobni kapacitet (aerobna izdržljivost, kardiorespiratorna izdržljivost ili aerobni fitnes) definira se kao sposobnost obavljanja rada kroz duži vremenski period u uvjetima aerobnog metabolizma. Općeprihvaćeni parametri za procjenu aerobnoga kapaciteta, odnosno dugotrajne izdržljivosti, jesu: 1) maksimalni primitak kisika, VO_{2max}, a označava količinu kisika koju organizam može potrošiti u vremenu od jedne minute, i 2) anaerobni prag, koji označava maksimalni intenzitet radnog opterećenja pri kojemu su akumulacija mliječne kiseline i njena razgradnja u ravnoteži.

Spiroergometrijska testiranja i njima dobiveni funkcionalni pokazatelji kao što su maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) i anaerobni prag, koriste se u zadnjih tridesetak godina u trenažno dijagnostičke i kliničko rehabilitacijske svrhe (Svedahl i MacIntosh 2003., Christopher i sur. 1993). Interpretativna uloga navedenih i iz njih izvedenih funkcionalnih pokazatelja aerobne izdržljivosti organizma u značajnoj mjeri se mijenjala tijekom zadnjih desetljeća. Dugi niz godina u upotrebi su brojne metode i protokoli za mjerenje aerobnog kapaciteta i radne sposobnosti. Razvojem sportske znanosti neki od tih testova našli su primjenu i u sportu i sportskoj medicini, odnosno u laboratorijima za funkcionalnu dijagnostiku. U sportovima u kojima je uspjeh, manje ili više, određen sposobnošću transportnog sustava za kisik, najčešće se koriste maksimalni progresivni testovi opterećenja.

Od sprava za dozirano opterećenje najčešće se koriste biciklergometar i pokretni sag, premda se posljednjih godina u sportsko-medicinskim laboratorijima sve više koriste i specifični ergometri za pojedine sportove (veslanje, kajak, skijaško trčanje...) koji reproduciraju dinamički stereotip kretanja specifičan za pojedini sport. Biciklergometar omogućava precizno doziranje opterećenja i procjenu mehaničke efikasnosti rada, mogućnost dodatnih invazivnih i neinvazivnih pretraga, te je zbog sjedećeg položaja ispitanika manji rizik od ozljeđivanja, što je značajno kod ispitanika starije dobi i rekreativaca. Međutim, zbog manjeg udjela aktivne mišićne mase, često lokalna, a ne opća mišićna izdržljivost ograničava krajnji ispitanikov doseg u testu. Pokretni sag ima prednost u odnosu na biciklergometar i druge ergometre zbog mogućnosti prirodnih oblika lokomocije: hodanje i trčanje. Izmjerene maksimalne vrijednosti primitka kisika na pokretnom sagu, u odnosu na biciklergometar, veće su za oko 5 - 15%

(Buchfuhrer i sur., 1983; Meyer i sur., 1996; Rowland i sur., 1996; Saltin i sur.,1967, Thys i sur., 1979; Verstappen i sur., 1982; Walsh i sur., 1988).

Protokol po Bruce-u (opisan 1956. godine) je najprimjenjivaniji protokol opterećenja na pokretnom sagu, a standardizirala ga je i Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) (Vivacqua i sur., 1992). Postoje još brojni protokoli opterećenja na pokretnom sagu, koji se koriste za mjerenje ili indirektnu procjenu maksimalnog primitka kisika (Balke i Were, 1959, Ellestad i sur., 1969, Vivacqua i Hespanha, 1992). Različiti autori navode optimalno ukupno trajanje testa od 8 do 12 minuta. Pritom su bolji 'ramp' protokoli, koji koriste manji i jednoliki porast intenziteta između pojedinih stupnjeva opterećenja (Wasserman, 1999). Protokoli sa znatno bržim porastom opterećenja i kraćim ukupnim trajanjem od preporučenog ne daju maksimalne vrijednosti VO_2, najvjerojatnije uslijed mišićne limitiranosti zbog prevelikog napora. U testovima dugog trajanja, dobivene manje vrijednosti VO_{2max} objašnjene su povećanom temperaturom tijela, većom dehidracijom, bolovima ili nelagodom u mišićima, gubitkom motivacije te različitim energetskim zahtjevima (Barros i sur., 1999). Uglavnom se koriste kontinuirani testovi opterećenja na biciklergometru i na pokretnom sagu, gdje se porast opterećenja postiže ili povećanjem brzine saga (Taylorov test modificirani), ili povećanjem nagiba saga (Balke, UCLA test) ili se pak i brzina i nagib progresivno povećavaju (Bruce). Test se izvodi do iscrpljenja ispitanika, ukoliko nema kontraindikacija ili ograničavajućih faktora.

Nedostatak prilikom laboratorijskog mjerenja i primjene dobivenih rezultata u trenažnom procesu je u tome što pri trčanju na pokretnom sagu nema otpora zraka, koji na otvorenome raste približno kao kubna funkcija brzine trčanja. Unatoč nelinearnom porastu primitka kisika s brzinom trčanja na otvorenom, i linearna funkcija može zadovoljavajuće dobro opisati odnos VO_2 i brzina pri brzinama trčanja do 18 km/h. Različiti autori preporučuju manje nagibe saga (1 - 2%) radi kompenziranja smanjenog opterećenja zbog nedostatka otpora zraka (Heck i sur., 1985; Jones i Doust, 1996; Tegtbur i sur., 1993). Vrijednosti fizioloških pokazatelja (frekvencija srca, ventilacija, VO_2....) pri trčanju na pokretnom sagu tada vjerno simuliraju opterećenje pri trčanju na otvorenom. U testovima opterećenja koji koriste veći ili promjenjiv nagib saga vrlo je teško opterećenje pretvoriti u odgovarajuću brzinu trčanja na ravnoj stazi zbog veće energetske potrošnje (koja raste proporcionalno s porastom nagiba saga), ali i promjene kinematičkih, odnosno biomehaničkih parametara (dužina i frekvencija koraka, amplituda i kutna brzina u zglobovima, aktivacija specifičnih mišića i mišićnih skupina). Neki autori navode nešto više vrijednosti VO_{2max} pri trčanju uz nagib nego po ravnoj podlozi. Međutim, u testovima s visokim nagibom saga (preko 10-15%) pri maksimalnom opterećenju (npr. Balke, Bruce), vidljiv je trend snižavanja VO_{2max} s porastom nagiba.

1.3. Energetski sustav

Tijekom 90 minuta igre na terenu nogometaš izvede mnoštvo različitih akcija i obavi veliki fizički rad. Za taj mišićni rad potrebna je velika količina energije. Poznavanje veličine energetskih kapaciteta kao i njihovo korištenje osnova su za planiranje i provođenje takvih oblika tjelesne aktivnosti koji će omogućiti povećanje i optimalno korištenje energetskih kapaciteta organizma, što je od posebnog značaja u mogućnostima poboljšanja sportskih rezultata. Glavna uloga energetskih mehanizama je pretvorba kemijske energije u iskoristivi oblik (adenozintrifosfat, ATP) za sve stanične funkcije. ATP je u stanicama prisutan u vrlo maloj količini (samo za oko 2 sekunde intenzivnog mišićnog rada). Količina koja je uskladištena u skeletnim mišićima iznosi oko 5 mikromola (µmol) ATP-a po gramu, dok je količina kreatinfosfata (CP), drugog fosfatnog spoja bogatog energijom, 20-30 µmol po gramu mišića. Razgradnja i stvaranje ATP-a u mišićima i ostalim stanicama u tijelu izuzetno je dinamičan proces. Čovjek od 70 kg (sedentarnog stila života), ima uskladišteno samo oko 80 grama ATP u tijelu, a da bi zadovoljio cjelodnevnu potrebu za energijom potrebno je ukupno oko 60 kg ATP-a. To znači kako se svaka molekula ATP-a reciklira 2000-3000 puta svakoga dana. Kako bi se obnavljao ATP i na taj način održavala konstantnom njegova koncentracija u mišićnoj stanici, iskorištava se energija iz kemijskih izvora koji oslobađaju energiju bez prisustva kisika i to su anoksidacijski ili anaerobni energetski procesi, te iz kemijskih izvora koji zahtijevaju prisustvo kisika i to su oksidacijski ili aerobni energetski procesi (Guyton i Hall, 2003). U stvaranju energije, odnosno obnavljanju ATP-a, sudjeluju sljedeći sustavi za pretvorbu kemijske u mehaničku energiju:

- Prvi način obnove ATP-a jest pomoću još jednog fosfata u mišiću - kreatin fosfat (CP). To je ujedno i najbrži način obnove ATP-a. ATP i CP zajedno čine *fosfatni energetski sustav*. Fosfatni energetski sustav uvijek se uključuje na početku aktivnosti kada je za pokretanje tijela potrebna velika količine energije, te prilikom aktivnosti visokog intenziteta poput sprinta, skokova, udaraca i slično. Slično kao i ATP-a, i CP-a u mišiću ima relativno malo i već nakon 6-7 sekundi mišićnog rada maksimalnog intenziteta rezerve CP-a se smanjuju za čak 80%. Potrebno je oko 90 do 120 sekundi odmora kako bi se fosfatni izvori energije vratili u početno stanje.
- Dakako, u igri nogometaš nerijetko mora intenzivno raditi i dulje od 6-7 sekundi, ponekad čak i 30 sekundi. Kako bi to mogao, mišići se moraju prebaciti na drugi energetski sustav - *glikolitički sustav*. U ovom energetskom sustavu mišići koriste ugljikohidrate smještene u mišiću (mišićni glikogen) za proizvodnju energije. I u

fosfatnom i glikolitičkom energetskom sustavu energija se oslobađa bez prisutnosti kisika. Takav način dobivanja energije zove se *anaerobni.* Stoga se fosfatni i glikolitički energetski sustavi zajedno nazivaju *anaerobnim energetskim sustavom*. Vrlo je važno naglasiti kako se u anaerobnom glikolitičkom oslobađanju energije za mišićni rad (anaerobna razgradnja ugljikohidrata) stvaraju laktati i još neki spojevi. Dio laktata ostaje u mišiću, dok se dio oslobađa u krv koja dalje putuje prema srcu i miješa se s krvi koja dolazi iz drugih (manje aktivnih) dijelova tijela. Postoji, međutim, granica u intenzitetu opterećenja do koje je stvaranje laktata u mišićima i njihovo odvođenje iz mišića i razgradnja u ravnoteži, a naziva se anaerobni prag. Pri intenzitetu opterećenja kod kojeg se organizam nalazi na anaerobnom pragu, nogometaš može raditi duže vrijeme bez pojave umora. Međutim, ukoliko je intenzitet rada viši od intenziteta rada pri anaerobnom pragu, dolazi do nakupljanja laktata i drugih spojeva u mišiću. To pak, onemogućuje rad mišića i dovodi do pojave umora. Stoga smo pri vrlo intenzivnom radu koji traje 30 i više sekundi prisiljeni smanjiti intenzitet ili čak potpuno prekinuti aktivnost.

- Konačno, najveći dio aktivnosti koje nogometaš obavlja tijekom igre niskog su i umjerenog intenziteta. Tijekom tih aktivnosti nije potrebno brzo oslobađanje velike količine energije i mišići se tada prebacuju na treći energetski sustav, - *oksidativni sustav*. U tom sustavu energija se oslobađa oksidacijom ugljikohidrata smještenih u mišićima, jetri i krvi te oksidacijom masti. Kako se opisani proces dobivanja energije odvija uz prisutnost dovoljne količine kisika, ovaj se energetski sustav još naziva i aerobni energetski sustav. Dakle, za aerobnu proizvodnju energije neophodna je dovoljna količina kisika, pri čemu se, osim energije, oslobađa i ugljični dioksid.

Količina kisika koju organizam koristi naziva se primitak kisika. U mirovanju, primitak kisika u organizmu iznosi oko 0,3 litre u minuti. Tijekom vježbanja, primitak kisika se povećava i raste gotovo linearno s povećanjem intenziteta rada. Najveća količina kisika koju organizam može dopremiti i iskoristiti u jednoj minuti zove se maksimalni primitak kisika, a limitiran je prvenstveno razvijenošću sustava za transport kisika. Kod zdrave odrasle osobe, maksimalni primitak kisika kreće se u rasponu od 2-7 litara u minuti U aktivnostima u kojima je potrebno premještati vlastito tijelo u prostoru (hodanja i trčanja), više energije (a time i više kisika) je potrebno za pokretanja tijela veće mase. Stoga se u svrhu usporedbe primitka kisika kod osoba različite mase dobiveni rezultat izražava po kilogramu tjelesne mase. Kod vrhunskih nogometaša maksimalni primitak kisika iznosi 60-70 ml/kg/min. Najveći relativni primitak kisika

imaju vezni igrači i vanjski braniči, nakon čega slijede napadači, središnji braniči i vratari. S porastom trajanja aktivnosti raste i doprinos aerobnog sustava u proizvodnji ukupne energije u organizmu. Treba, dakako imati u vidu da je riječ u ovom slučaju o kontinuiranim aktivnostima. S obzirom kako nogomet nije kontinuirana, već intervalna aktivnost varijabilnog karaktera, postavlja se pitanje doprinosa navedenih energetskih sustava u ukupnoj proizvodnji energije tijekom nogometne igre. Istraživanja su pokazala kako se tijekom nogometne igre preko 90% energije u organizmu dobiva aerobnim putem, dok je udio anaerobnog sustava u proizvodnji energije manji od 10%. To, međutim, nikako ne znači da anaerobni sustav nije važan u nogometu. Naprotiv, za najvažnije aktivnosti u nogometu (sprint, skok, udarac) energija se dobiva anaerobnim putem, također, navedeni udio anaerobnog metabolizma u ukupnoj energetskoj potrošnji nogometaša tijekom igre bitno podcjenjuje stvarni udio anaerobnih aktivnosti u svim motoričkim radnjama koje igrači izvedu tijekom 90 minuta igre. Udio i odnos procesa za dobivanje energije ovisi uglavnom o intenzitetu i trajanju opterećenja. Premda nogometaši u najvećoj mjeri energiju za rad dobivaju aerobnim putem, vrlo važnu ulogu u nogometu ima i anaerobni energetski sustav. Kada se energija za mišićni rad dobiva anaerobnom razgradnjom ugljikohidrata, u mišiću se kao nusprodukti stvaraju laktati i još neke tvari. Dio tih laktata otpušta se u krv i putuje prema srcu. Stoga je putem mjerenja laktata u krvi moguće utvrditi aktivnost anaerobnog glikolitičkog energetskog sustava. U mirovanju, u krvi nogometaša nalazi se oko 1 milimol laktata po litri krvi. Aktivnosti maksimalnog intenziteta, koje traju između 45 i 60 sekundi, mogu povećati koncentraciju laktata u krvi kod sportaša čak na 20 mmol/L. Dosadašnje spoznaje ukazuju kako koncentracija laktata u krvi nogometaša tijekom igre varira između 2 i 10 mmol/L i ovisi o periodu utakmice u kojem se vrši mjerenje.

2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE

Prema dostupnim podatcima u našoj i svjetskoj literaturi, mali je broj istraživanja koja su pokušala staviti u vezu analizu trenda razvoja funkcionalnih karakteristika nogometaša različitih igračkih pozicija. Radovi koji su rađeni uglavnom su vezani za indirektna mjerenja ili testiranja i to bez parcijalizacije po igračkim pozicijama.
Stoga će u pregledu dosadašnjih istraživanja većinom biti predstavljeni radovi indirektno povezani sa ovim projektom. Pri tomu se oni mogu sistematizirati u dvije skupine:

- istraživanja različitih protokola opterećenja na pokretnom sagu
- istraživanja funkcionalnih sposobnosti nogometaša različitim protokolima opterećenja

2.1. Dosadašnja istraživanja

2.1.1. Istraživanja različitih protokola opterećenja na pokretnom sagu

Raniji protokoli primjenjivani u testovima za procjenu aerobnog kapaciteta na pokretnom sagu, sastojali su se od progresivnih diskontinuiranih stupnjeva opterećenja, odvojenih kraćim ili dužim vremenskim intervalima. Cilj protokola je bio dostići opterećenje pri kojem više nema porasta primitka kisika u odnosu na prethodni, niži intenzitet rada. Dobivena vrijednost smatrala se maksimalnim primitkom kisika *(VO_2max)* (Hanson i sur., 1982; Robinson i sur., 1937; Saltin i sur., 1967; Wasserman i sur., 1999).

U novije vrijeme se pretežno koriste kontinuirani testovi opterećenja na pokretnom sagu, gdje se porast opterećenja postiže ili povećanjem brzine saga, ili povećanjem nagiba saga (Froelicher i sur., 1974; Medved, 1987) ili se pak i brzina i nagib progresivno povećavaju (Bruce i sur., 1973; Medved, 1987; Ward i sur., 1998). Test se izvodi do iscrpljenja ispitanika, ukoliko nema kontraindikacija ili ograničavajućih faktora. Međutim, često pri maksimalnom opterećenju ispitanici ne pokazuju *plateau* u primitku kisika, već on raste do posljednjeg stupnja opterećenja. Stoga se, za utvrđivanje dostignuća maksimalnih vrijednosti u testu, koriste slijedeći kriteriji (Billat i sur., 1998; Duncan i sur., 1997; Froelicher i sur., 1974; Gleim i sur., 1990; Medved, 1987; Rowland i sur., 1996; Wasserman i sur., 1999):

1) porast VO_2 dostiže *plateau* (porast manje od 2 mL/kg/min ili < 5%) sa porastom opterećenja;
2) frekvencija srca unutar je 10 otkucaja/min ili 5% u odnosu na predviđeni maksimum za dob;
3) RQ (respiracijski kvocijent) > 1,10 ili >1,15;
4) VE/VO_2 (dišni ekvivalent) > 30;
5) koncentracija mliječne kiseline u krvi > 8 mmol/L;
6) subjektivni osjećaj opterećenja (SOO) iznosi > 18 bodova prema Borgovoj ljestvici.

Postoje razlike u pogledu vrijednosti i broja kriterija koji identificiraju stvarno postignuće VO_{2max}. Stoga je uveden novi pojam - vršni primitak kisika *(peak VO_2')*, koji označava maksimalnu vrijednost primitka kisika postignutu u određenom testu i ovisi o primijenjenom protokolu, te ne mora odgovarati stvarnom maksimalnom primitku kisika (Bruce i sur., 1973; Rowland i sur., 1996; Wasserman i sur., 1999).

Neki autori navode nešto više vrijednosti VO_{2max} pri trčanju uz nagib nego po ravnoj podlozi (Kasch i sur., 1976; Martin i Coe, 1997; Saltin i Astrand PO, 1967); no u testovima sa visokim nagibom saga (preko 10-15%) pri maksimalnom opterećenju (npr. Balke, Bruce), vidljiv je trend snižavanja VO_{2max} sa porastom nagiba.

Vezano uz trajanje opterećenja pojedini se protokoli također značajno razlikuju - od 5 do preko 30 minuta, a kod diskontinuiranih protokola cijeli test može trajati i više dana (Duncan i sur., 1997; Taylor i sur., 1955). Više autora navodi da testovi s progresivnim opterećenjem u trajanju od 8-12 minuta daju najveće vrijednosti maksimalnog primitka kisika u normalnih, zdravih ispitanika (Bruce i sur. 1973; Wasserman i sur., 1999; Zhang i sur., 1991), dok Fairshter i sur. (1983) te Kang i sur. (2001) navode da se i kraćim testovima, u trajanju od svega 5-6 minuta, može postići VO_{2max}. Kod testova dužeg trajanja pad motivacije, lokalni umor, dehidracija i drugi faktori mogu negativno utjecati na rezultat u testu (Rowland, 1996; Wasserman i sur., 1999).

Broj i trajanje pojedinih stupnjeva opterećenja također varira ovisno o protokolu. Prvi su protokoli imali stupnjeve opterećenja u trajanju od 3 ili više minuta zbog limitiranosti mjerne aparature, te zbog postizanja stabilnog stanja (tzv. steady state). Razvojem mjernih instrumenata i vrlo brzih analizatora za O_2 i CO_2 utvrđeno je da se dinamika izmjene plinova

mijenja zajedno sa porastom intenziteta, te noviji protokoli uglavnom koriste stupnjeve kraćeg trajanja, osim kada se mjeri mehanička efikasnost (te je potrebno stabilno stanje) ili koncentracija mliječne kiseline u krvi.

Zhang i sur. (1991) navode kako su parametri aerobnog kapaciteta neovisni o protokolu (trajanju pojedinog stupnja opterećenja) ukoliko je ukupno trajanje testa isto; primijenivši 4 protokola sa istim vremenom iscrpljenja (12 min) i istim sveukupnim porastom intenziteta (0 – 280 W) ali sa različitim trajanjem, odnosno pomakom pojedinih stupnjeva opterećenja (0, 1, 1, 2 i 3 min, odnosno 1, 10, 20 i 30 Watt-a), dobili su gotovo identične vrijednosti aerobnog i anaerobnog praga, VO_{2max} i drugih fizioloških parametara aerobnog metabolizma. Stoga su protokoli sa pomacima kraćeg trajanja (1 min) prikladniji zbog bolje gradacije i više dobivenih podataka u odnosu na protokole sa velikim pomacima i malim brojem stupnjeva opterećenja.

Posljednjih godina u praksi i sportu sve se više koristi ventilacijski aerobni i anaerobni prag (maksimalni intenzitet rada pri kojem su produkcija i razgradnja mliječne kiseline u ravnoteži) za određivanje aerobnih sposobnosti, utjecaja lijekova na toleranciju radnog opterećenja i preskripciju trenažnih opterećenja (Caiozzo i sur., 1982; McConnell, 1988; Meyer i sur., 1996; Tsuji i sur., 1990; Wasserman i sur., 1999). Testovi sa većim brojem stupnjeva opterećenja značajno olakšavaju i određivanje AP.

2.1.2. Istraživanja funkcionalnih sposobnosti nogometaša različitim protokolima opterećenja

Nogometni model treniranja može se opisati kao dinamičan i diskontinuiran (Bloomfield i sur., 2007), a kondicijski trening igrača kao kompleksan proces. U taj model vježbanja involvirano je mnoštvo fizioloških procesa koji se smjenjuju za vrijeme nogometne utakmice, te su oni važan faktor u kondicijskoj pripremi igrača za specifične zahtjeve utakmice. Međutim, ustanovljeno je kako za unapređenje nivoa igranja, odnosno, nogometne izvedbe, igrači moraju razvijati aerobni kapacitet kako bi mogli podnijeti fiziološka opterećenja vrhunskog nogometa (Helgerud i sur., 2001; Stolen i sur., 2005; Wisloff i sur., 1998). Prosjek ukupne prijeđene udaljenosti vrhunskih igrača za vrijeme utakmice kreće se između 10000 do 13500 m ovisno o igračkim pozicijama (Bangsbo i sur., 2006; Barros i sur., 2007; Di Salvo i sur., 2007). U drugim istraživanjima koristeći najsofisticiraniju metodologiju (time-motion analisys) autori sugeriraju kako se ta udaljenost u utakmicama Lige prvaka kreće do 13746 m (Di Salvo i sur., 2007).

Aerobni kapacitet (VO_{2MAX}) predstavlja metabolički parametar koji kvantificira maksimalni primitak kisika kao individualan i važan pokazatelj za nogometnu izvedbu. Generalno, kod najboljih svjetskih igrača primitak kisika izmjeren u laboratorijskim uvjetima kreće se u rasponu od 55 - 70 ml/kg/min (Bangsbo i sur., 1991; Casajús, 2001; Kemi i sur., 2003; Stølen i sur., 2005), a individualno najveće zabilježene vrijednosti pokazuju primitak veći od 73 ml/kg/min (Silva i sur., 1999). Mjerenje direktnog primitka kisika za vrijeme utakmice je limitirano, jer je oprema ograničavajući faktor punog angažmana igrača (Kawakami i sur., 1992; Reilly, 1997).

Nekoliko novijih istraživanja pokazalo je kako nogometaši iz najjačih evropskih liga imaju veće primitke kisika nego nogometaši iz brazilske prve lige (Casajús, 2001; Kemi i sur., 2003; Wisloff i sur., 1998; Edwards i sur., 2003; Dupont i sur., 2005). U navedenim istraživanjima primjetan je trend povećanja aerobnog kapaciteta zadnjih godina. Nekoliko je razloga tog povećanja: veći broj znanstvenika i kondicijskih eksperata koji egzistiraju u vrhunskim europskim klubovima, te raspolažu visoko sofisticiranom aparaturom i tehnologijom za praćenje i analizu trenažnog procesa, kao i same nogometne izvedbe (Carling i sur., 2008). Međutim, razvoj aerobnog kapaciteta nije uspoređivan ni praćen kod igrača prve brazilske lige, što je začuđujuće uzevši u obzir uspjehe njihove reprezentacije posljednjih godina (svjetski prvaci 1994. i 2002., pobjednici Copa America 1997., 1999., 2004. i 2007., te pobjednici Kupa konfederacija 2005.). Ipak, treba uzeti u obzir kako velik broj brazilskih reprezentativaca nastupa u europskim klubovima.

Igrači kadetskog uzrasta iz brazilske lige sličnog su rasta kao igrači iz Velike Britanije, ali nešto manje tjelesne mase (Franks i sur., 1999, McMillan i sur., 2005). Brazilske studije pokazuju raspon srednjih vrijednosti visina od 173-177 cm i težina od 60-71 kg kod nogometaša kadetske kategorije. Kod igrača juniorske kategorije, te vrijednosti se kreću od 174-181 cm i 66-77,5 kg, što je slično kao i kod igrača te kategorije iz Tunisa (Chamari i sur., 2004), Španjolske (Metaxas i sur., 2005), kao i kod Norvežana koji su ipak viši (Helgerud i sur., 2001).

Igrači seniorskog ranga prve brazilske lige sličnog su rasta i tjelesne mase kao igrači iz Grčke (Kalapotharakos i sur., 2006) i Saudijske Arabije (Al-Hazaa i sur., 2001). Prosječne vrijednosti visina i težina tih igrača kreću se od 173-181 cm i 61-73 kg. Nadalje, nogometaši u Brazilu slične su tjelesne mase kao i nogometaši na tim igračkim pozicijama u Španjolskoj (Bloomfield i sur., 2005, Casajús, 2001), Njemačkoj (Bloomfield i sur., 2005), Italiji (Bloomfield i

sur., 2005, Mohr i sur., 2003), Danskoj (Krustrup i sur., 2006, Krustrup i sur., 2003, Mohr i sur., 2003), Norveškoj (Wisloff i sur., 1998), Engleskoj (Bloomfield i sur., 2005), ali generalno niži nego igrači tih pozicija u europskim zemljama.

Većina testiranja maksimalnog primitka kisika kod nogometaša kadetskog i juniorskog uzrasta odrađena je putem indirektnih testova. Najčešće korišteni protokoli testiranja kod nogometaša kadetskog uzrasta su 20m Multi-Stage Fitness Test (MSFT) od Leger i sur., 1988., kao i razni oblici maksimalnih progresivnih trčanja na pokretnom sagu. Samo su tri studije odrađene direktno preko plinske analiza na pokretnom sagu (Azevedo i sur., 2006., Ley i sur., 2002., Silva i sur., 1997). Najveće zabilježene vrijednosti maksimalnog primitka kisika kod nogometaša kadetske kategorije indirektnim mjerenjem za procjenu VO_{2MAX} na pokretnom sagu dobili su Lopes i Marins 1996. godine: 62,9±3,37 ml/min/kg kod napadača i 61,39±0,65 ml/min/kg kod vanjskih obrambenih igrača. U istraživanju Silva i sur. 1997. direktnom metodom preko plinske analize na pokretnom sagu kod 19 nogometaša kadetskog uzrasta zabilježen je VO_{2MAX} od 65,97±4,81 ml/min/kg, ali nisu rađene analize po igračkim pozicijama.

Slično kao kod kadeta, i kod nogometaša juniorskog uzrasta najčešće upotrebljavan protokol za indirektno izračunavanje VO_{2MAX} bio je MSFT. Pored MSFT-a korišteni su još testovi maksimalnog opterećenja na pokretnom sagu, Yo-Yo Endurance Test (Bangsbo, 1994), Yo-Yo Intermittent Test (Krustrup, 2003), 3600m Test-Margaria (Margaria, 1963) i 5-minutni test trčanja poznat kao $VO_{amax(5)}$ (Berthon i sur., 1997). Direktna mjerenja VO_{2MAX} zabilježena su samo u dvije studije, od čega je u jednoj kod nogometaša juniorskog uzrasta testiranjem obuhvaćeno 42 igrača, ali bez distinkcija po pozicijama (Silva i sur., 1997). Najveće zabilježene vrijednosti VO_{2MAX} kod 26 nogometaša juniorskog uzrasta iz prve brazilske lige dobio je Pereira (2003). Koristeći MSFT test dobio je ukupne vrijednosti od 63,23±3,79 ml/min/kg primitka kisika sa malim razlikama između bočnih veznih igrača koji su dostizali vršne vrijednosti od 65,60±3,67 ml/min/kg. Suprotno tome, koristeći Yo-Yo test u grupi od 13 nogometaša juniorskog uzrasta Campiez i sur. (2005) dobili su primitke ispod 60 ml/min/kg. U navedenom istraživanju najveće vrijednosti VO_{2MAX} dobivene su kod bočnih obrambenih igrača. Zabilježene vrijednosti VO_{2MAX} kod indirektnih mjerenja nešto su niže nego kod direktnih testova preko analize plinove, gdje su vrijednosti primitka kisika preko 60 ml/min/kg (Silva i sur., 1999, Silva i sur., 2000, Balikian i sur., 2002). U većini ostalih studija vrijednosti VO_{2MAX} kreću se od 50-57 ml/min/kg.

Važno je napomenuti kako VO_{2MAX} nije jedini prediktor aerobne izvedbe u nogometu. Postoji još čitav niz važnih faktora kao što su anaerobni prag i ekonomičnost trčanja (Bunc i sur., 1997, Chamari i sur., 2005, Edwards i sur., 2003, Helgerud i sur., 2001, Kemi i sur., 2003). Kod procjene VO_{2MAX} postoje neki ograničavajući faktori, osobito ako je interpretacija rezultata vezana za relativni primitak kisika (ml/min/kg) (Wisløff i sur., 1998). Takvi rezultati govore kako igrači niže tjelesne mase imaju vrijednosti VO_{2MAX} preko predviđenih vrijednosti, a vrlo visoki igrači pokazuju nisku procjenu-iskoristivost stvarnog radnog kapaciteta (McMillan i sur., 2005). Zbog toga se često koristi korektivni faktor ($ml \cdot kg^{-0,75} \cdot min^{-1}$) kako bi se mogli uspoređivati postignuti rezultati kod igrača različite tjelesne mase (Wisløff i sur., 1998; Al-Hazzaa i sur., 2001; McMillan i sur., 2005).

Istražujući funkcionalne karakteristike vrhunskih hrvatskih nogometaša, direktnom metodom preko analize plinova, na uzorku od 52 nogometaša Prve hrvatske lige Matković i sur., 1999. dobili su najveće vrijednosti VO_{2MAX} kod veznih igrača (58,30±4,26 ml/min/kg), dok je kod golmana aerobni kapacitet bio najslabiji. Obzirom na igračku poziciju prosjek visine obrane i golmana nešto je viši nego kod veznih igrača i napadača. Količina masnog tkiva značajno je veća od vrijednosti koje se preporučuju vrhunskim nogometašima. Najniže vrijednosti masnog tkiva zabilježene su kod obrambenih i veznih igrača, dok golmani svojim visokim vrijednostima značajno povećavaju prosjek potkožnog masnog tkiva. Slične rezultate, također primjenjujući direktno testiranje, na 17 vrhunskih hrvatskih nogometaši dobili su Jerković i sur., 2006. Vezni igrači imali su najveće vrijednosti VO_{2MAX} dok su obrambeni igrači imali najveće vrijednosti primitka kisika na anaerobnom pragu, a ujedno su bili najviši i najteži. Aerobni kapaciteti hrvatskih nogometaša su unutar raspona objavljenih rezultata vrhunskih svjetskih nogometaša, premda se vrijednosti aerobnog kapaciteta posebno veznih igrača nalaze na donjoj granici preporučenih (59,92±3,14 ml/min/kg). Slične rezultate dobili su Tahara i sur., 2006. na 72 nogometaša juniorskog uzrasta. Prosječna visina 66 igrača u polju je bila 172,7 cm, a težina 64,6 kg. Prosječna visina 6 golmana je iznosila 177,8 cm, a težina 71,4 kg. Najveće vrijednosti VO_{2MAX} zabilježene su kod veznih igrača (62,3±4,9 ml/min/kg), a najniže kod golmana (54,2±4,5 ml/min/kg).

2.2. Iskustva autora

Istraživanja koja slijede obrađuju problematiku funkcionalnih sposobnosti nogometaša, te predstavljaju autorova istraživanja koja su potakla i omogućila planiranje daljnjeg istraživačkog rada u ovom projektu.

Kako bi utvrdili funkcionalne sposobnosti mladih nogometaša (Erceg i sur., 2005), testirali su 27 nogometaša, članova HNK Hajduk iz Splita. Uzorak ispitanika je podijeljen u dvije kategorije: u prvoj kategoriji je bilo 13 juniora prosječne dobi 18,4 godine, a u drugoj 14 starijih kadeta prosječne dobi 17 godina. Dobiveni apsolutni maksimalni primitak kisika nogometaša kreće se u rasponu od 3,46-5,21 l/min, dok se vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika kreću se u rasponu od 54-70 ml/kg/min. Postoje statistički značajne razlike između kadeta i juniora u mjerenim spiroergometrijskim parametrima. Postignute vrijednosti spiroergometrijskih parametara u rangu su s rezultatima drugih istraživanja vrhunskih nogometaša, te ukazuju na vrlo dobru efikasnost kardiopulmonalnog sustava mladih nogometaša. Apsolutni maksimalni primitak kisika juniora kreće se u rasponu od 3,61-5,21 l/min, a kadeta od 3,46-4,82 l/min. Vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika kod juniora kreću se u rasponu od 58-70 ml/kg/min, a kod kadeta od 54-65 ml/kg/min. Nogometni trening ima veliki utjecaj na razvoj funkcionalnih sposobnosti, a rezultati su progresivno bolji prema starijoj dobi pa je za očekivati kako će i kadeti dosegnuti slične vrijednosti u juniorskoj dobi. Postignute vrijednosti maksimalnog apsolutnog i relativnog primitka kisika, kao i vrijednosti maksimalnog pulsa kisika i minutne ventilacije u rangu su s rezultatima drugih istraživanja vrhunskih nogometaša (Helgerud i sur., 2001, Matković i sur., 1999). U odnosu na maksimalni aerobni kapacitet, netrenirane osobe prelaze anaerobni prag pri 50-60%, a vrhunski sportaši pri 80-95% maksimalne potrošnje kisika. Bitno je napomenuti kako taj postotak u sportaša uvelike ovisi i o periodizaciji treninga, odnosno je li mjerenje izvršeno u pripremnom, prednatjecateljskom ili natjecateljskom periodu. Ispitivani nogometaši imaju relativno visoke vrijednosti anaerobnog praga koje se kreću u rangu s rezultatima drugih istraživanja (Helgerud i sur., 2001, Matković i sur., 1999). Juniori prelaze anaerobni prag pri 82%, a kadeti pri 74% opterećenja od postignutog maksimalnog primitka kisika.

Erceg, Ćorluka, Mandić (2008) na uzorku od 20 nogometaša juniorskog uzrasta dobili su rezultate slične prethodnim istraživanjima (Wisloff i sur. 1998): s obzirom na igračko mjesto i ulogu u ekipi, prosjek visine i težine obrambenih igrača nešto je viši od igrača u veznom redu i napadu, što je u skladu s trendom modernog nogometa, gdje je zadnja linija nešto viša i teža u odnosu na prednju liniju. Analizirajući spiroergometrijske pokazatelje prema igračkim mjestima najveće vrijednosti maksimalnog primitka kisika imaju vezni igrači. Igrači vezne linije također imaju najveće vrijednosti primitka kisika i srčane frekvencije na anaerobnom pragu. Ventilacijski pokazatelji su iznadprosječni za trenirane osobe te odgovaraju veličini tijela nogometaša. Najniže vrijednosti ventilacijskih parametara zabilježene su kod napadača, dok su najniže vrijednosti laktata poslije opterećenja dobivene kod veznih igrača. Dobivene vrijednosti maksimalnog relativnog primitka kisika, u rangu su s rezultatima drugih istraživanja vrhunskih nogometaša (Helgerud i sur. 2001., Matković i sur. 1999., Di Salvo i Pigozzi 1998., Hoff 2005., Erceg i sur. 2005.). Poznato je kako obrambeni igrači u prosjeku prijeđu oko 8,4 km, napadači 9,8 km, a vezni igrači oko 10,9 km tijekom nogometne utakmice. Testirani vezni igrači imaju veće vrijednosti primitka kisika (65,82 ± 2,54 ml/min/kg), nego napadači (63,26 ± 0,93 ml/min/kg) i obrambeni igrači (62,31 ± 3,42 ml/min/kg), što može biti dokaz povezanosti maksimalnog primitka kisika i prijeđene udaljenosti tijekom utakmice. Dobiveni rezultati potvrđuju prethodna istraživanja drugih autora o najvećim vrijednostima primitka kisika kod veznih igrača, što je u skladu sa zadatcima i pozicijskim specifičnostima veznih igrača koji su spona između napada i obrane, te pokrivaju najveći dio terena. Ispitivani nogometaši imaju relativno visoke vrijednosti anaerobnog praga koje se kreću u rangu s rezultatima drugih istraživanja (Helgerud i sur. 2001., Matković i sur. 1999., Di Salvo i Pigozzi 1998., Hoff 2005., Erceg i sur. 2005.). Obrambeni igrači prelaze anaerobni prag pri 81%, napadači pri 82%, a vezni igrači pri 84% opterećenja od postignutog maksimalnog primitka kisika.

3. PROBLEM

Osnovni problem ovog istraživanja je analiza razvoja funkcionalnih sposobnosti kod nogometaša pionirskog (U-15), kadetskog (U-17) i juniorskog uzrasta (U-19).

4. CILJ RADA

Osnovni cilj istraživanja je identificirati funkcionalne sposobnosti nogometaša pionirske (U-15), kadetske (U-17) i juniorske (U-19) dobne kategorije.

Ovako definiran osnovni cilj istraživanja potrebno je podijeliti na parcijalne ciljeve koji omogućavaju dobivanje informacija čijim povezivanjem se može dobiti globalnu spoznaju o važnosti pojedinih antropoloških obilježja za uspjeh u nogometu, selekciju kao i stručno usmjerenje u programiranju treninga:

- utvrditi razlike u parametrima za procjenu morfoloških karakteristika, spiroergometrijskih te spirometrijskih parametara između nogometaša pionirske, kadetske i juniorske kategorije,
- utvrditi razlike u parametrima za procjenu morfoloških karakteristika, spiroergometrijskih te spirometrijskih parametara unutar svake od navedenih skupina nogometaša po igračkim pozicijama (obrambeni igrači, vezni igrači, napadači),
- utvrditi razlike u parametrima za procjenu morfoloških karakteristika, spiroergometrijskih te spirometrijskih parametara između nogometaša različitih dobnih skupina pojedinih igračkih pozicija,
- utvrditi razlike u parametrima za procjenu morfoloških karakteristika, spiroergometrijskih te spirometrijskih parametara unutar svake od navedenih skupina nogometaša po različitoj kvalitetnoj razini (1. ekipa, 2. ekipa).

5. HIPOTEZE

Definirane hipoteze podijeljene su u četiri skupine obzirom na povezanost s parcijalnim zadaćama istraživanja:

Temeljem prvog parcijalnog cilja istraživanja mogu se postaviti sljedeće hipoteze:

H1 - Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika pokazati će statistički značajnu razliku između analiziranih dobnih kategorija,

H2 - Vrijednosti spiroergometrijskih parametara između nogometaša pionirske, kadetske i juniorske dobi statistički značajno će se razlikovati.

H3 - Vrijednosti spirometrijskih parametara između nogometaša pionirske, kadetske i juniorske dobi statistički značajno će se razlikovati.

Temeljem drugog parcijalnog cilja istraživanja mogu se postaviti sljedeće hipoteze:

H4 - Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika statistički značajno će razlikovati nogometaše obrambene, napadačke i vezne linije unutar svake od dobnih kategorija,

H5 - Vrijednosti spiroergometrijskih parametara statistički značajno će se razlikovati između nogometaša obrambene, napadačke i vezne linije unutar svake od dobnih kategorija,

H6 - Vrijednosti spirometrijskih parametara statistički značajno će se razlikovati između nogometaša obrambene, napadačke i vezne linije unutar svake od dobnih kategorija.

Temeljem trećeg parcijalnog cilja istraživanja mogu se postaviti sljedeće hipoteze:

H7 - Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika pokazati će statistički značajnu razliku između analiziranih dobnih kategorija pojedine igračke pozicije,

H8 - Vrijednosti spiroergometrijskih parametara između nogometaša pionirske, kadetske i juniorske dobi pojedine igračke pozicije statistički značajno će se razlikovati.

H9 - Vrijednosti spirometrijskih parametara između nogometaša pionirske, kadetske i juniorske dobi pojedine igračke pozicije statistički značajno će se razlikovati.

Temeljem trećeg parcijalnog cilja istraživanja mogu se postaviti sljedeće hipoteze:

H10 - Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika statistički značajno će se razlikovati unutar svake od navedenih dobnih kategorija nogometaša između 1. ekipe i 2. ekipe,

H11 - Vrijednosti spiroergometrijskih parametara statistički značajno će se razlikovati unutar svake od navedenih dobnih kategorija nogometaša između 1. ekipe i 2. ekipe,

H12 - Vrijednosti spirometrijskih parametara statistički značajno će se razlikovati unutar svake od navedenih dobnih kategorija nogometaša između 1. ekipe i 2. ekipe.

6. METODE RADA

6.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na uzorku od 66 nogometaša koji se natječu u Prvoj hrvatskoj nogometnoj ligi. Ispitanici su podijeljeni u tri dobne skupine: U-15; nogometaši pioniri (N=22), U-17; nogometaši kadeti (N=22) i U-19; nogometaši juniori (N=22). Nogometaši pojedine dobne skupine podijeljeni su na tri subuzorka: O-obrambeni igrači, V- vezni igrači i N-napadači, te po kvaliteti na 1. ekipu i 2. ekipu. Golmani (vratari) nisu uključeni u istraživanje.

6.2. Uzorak varijabli

6.2.1. Uzorak varijabli za procjenu morfoloških karakteristika

Od ukupnog broja antropometrijskih parametara izmjerene su karakteristične varijable:

1. Visina
2. Težina
3. BMI-indeks tjelesne mase (izračunat iz prethodne dvije varijable)

6.2.2. Uzorak spirometrijskih varijabli

Spirometrijskim postupkom izmjereni su statički i dinamički volumeni, kao i krivulja protok-volumen. Od statičkih kapaciteta izmjeren je forsirani vitalni kapacitet (FVC), a od dinamičkih forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi (FEV1) i Tiffeneau index (FEV1/%FVC). Krivuljom protok-volumen izmjeren je vršni ekspiracijski protok (PEF), kao i forsirani ekspiracijski protoci pri 50%FVC (FEF50) i 25%FVC (FEF25). Procedure mjerenja odrađene su prema poznatim standardima (Knudson i sur., 1976., te Miller i sur., 2005).

6.2.3. Uzorak spiroergometrijskih varijabli

Uzorak varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti čine spiroergometrijski parametri dobiveni u testu progresivnog opterećenja. Spiroergometrijski sustav i pripadajući programski paket Quark PFT 4ergo (COSMED, Italy) omogućava kontinuirano *on-line, breath-by-breath* praćenje primitka kisika (VO_2, STPD), izdahnutog ugljičnog dioksida (VCO_2, STPD), frekvencije srčanog ritma (FS), minutnog volumena disanja (VE, BTPS), respiracijskog kvocijenta (RQ), koncentracije plinova u izdahnutom zraku (P_ETCO_2, $PETO_2$), dišnog volumena (Vt), frekvencije disanja (BF), pulsa kisika (PO_2), te dišnih ekvivalenata za kisik (VE/VO_2) i ugljični dioksid (VE/VCO_2). Uz ove parametre na istom testu praćena je i vrijednost frekvencije srca (monitorom Polar RS800CX, Polar Electro, Finska), te koncentracije laktata u krvi na početku i kraju progresivnog testa opterećenja (Accutrend lactate analyser, Roche).
Varijable za procjenu funkcionalnih obilježja koje su korištene u istraživanju su:

- Apsolutni maksimalni primitak O_2 (L/min),
- Relativni maksimalni primitak O_2 (mL/kg/min),
- Maksimalna frekvencija srca (1/min),
- Maksimalni respiracijski kvocijent (1/min),
- Maksimalna minutna ventilacija (L/min),
- Maksimalna frekvencija disanja (1/min)
- Apsolutni primitak O_2 pri ventilacijskom anaerobnom pragu (VP) (L/min),
- Relativni primitak O_2 pri VP (mL/kg/min),
- Frekvencija srca pri VP (1/min),
- Minutna ventilacija pri VP (L/min),
- Frekvencija disanja pri VP (1/min),
- Koncentracija laktata u krvi prije testa opterećenja (mmol/L),
- Koncentracija laktata u krvi poslije testa opterećenja (mmol/L),

(Procedure mjerenja spiroergometrijskih parametara i parametara na ventilacijskom anaerobnom pragu određene su prema Beaver i sur., 1985. i 1986; Casaburi i sur., 1987; Aunola i sur., 1988; Barstow i Mole', 1991; Cheng i sur., 1992; Wasserman i sur., 1999., Green i Dawson, 1996; Bruce i sur., 1973; Brisswalter i sur., 1996; Antonutto i Di Prampero, 1995).

6.3. Opis eksperimenta (postupka)

Primijenjen je progresivni protokol opterećenja na pokretnom sagu koji započinje mirovanjem na sagu u prvoj minuti uz praćenje svih ventilacijskih i metaboličkih parametara. Protokol se nastavlja hodanjem pri brzini od 3 km/h u trajanju od 2 minute. Ispitanik počinje trčati pri brzini od 8 km/h. Nagib saga je konstantan i iznosi 2%, a brzina saga se svake minute povećava za 1 km/h. Test se izvodi do iscrpljenja ispitanika, ukoliko nema kontraindikacija ili ograničavajućih faktora. Često pri maksimalnom opterećenju ispitanici ne pokazuju plato, odnosno, stabilizaciju primitka kisika, već on raste do posljednjeg stupnja opterećenja, što ostavlja dvojbu da li je ispitanik doista postigao svoje maksimalne vrijednosti. Stoga se za utvrđivanje dostignuća stvarnih maksimalnih vrijednosti u testu koriste slijedeći kriteriji (Green i Dawson, 1996; Cheng i sur., 1992; Bruce i sur., 1973; Brisswalter i sur., 1996; Antonutto i Di Prampero, 1995):

1) porast VO_2 dostiže plateau (porast manje od 2 mL/kg/min ili < 5%) sa porastom opterećenja,
2) frekvencija srca unutar je 10 otkucaja/min ili 5% u odnosu na predviđeni maksimum za dob,
3) RQ (respiracijski kvocijent) > 1.10 ili >1.15,
4) VE/VO_2 (dišni ekvivalent) > 30,
5) koncentracija mliječne kiseline u krvi > 8 mmol/L

Nakon završetka testa (anaerobni) ventilacijski prag određen je V-slope metodom (veći porast VCO_2 u odnosu na VO_2), te praćenjem promjena VE/VO_2 i VE/VCO_2, prema Walshu i sur. (1990). Najviši primitak kisika zabilježen u VO_{2max} testu tokom bilo kojeg 30-s intervala označen je kao vršni VO_2 (VO_{2max}). Test se izvodio u zatvorenoj i prozračenoj prostoriji, uz konstantne mikroklimatske uvjete (18-21°C i 40-60% vlažnosti zraka). Aparatura sa računalom omogućila je da se podatci tokom izvođenja testa prikazuju numerički i grafički u realnom vremenu na zaslonu računala, te se automatski pohranjuju u memoriju računala za kasniju analizu. Tokom testa ispitanici dišu preko respiracijske maske za nos i usta *(Hans Rudolph,* SAD) koja je spojena na bidirekcionalnu turbinu s optoelektričnim čitačem protoka zraka. Od turbine se uzorak zraka (1 mL/s) odvodi putem *Nafion Permapure®* kapilarne cijevi (odstranjuje vlagu ne mijenjajući koncentraciju plinova) do brzih analizatora za kisik (paramagnetski) i ugljični dioksid (infracrveni). Prije svakog

ispitanika turbina se baždari pomoću 3-L pumpe, dok se analizatori baždare sa mješavinom plina poznate koncentracije (16,1 % O_2 i 5,2 % CO_2, NO_2 ostatak). Nakon analogno-digitalne konverzije signala omogućeno je kontinuirano praćenje ventilacijsko-metaboličkih parametara na zaslonu računala. Spomenute parametre moguće je pratiti za svaki ciklus udah-izdah *(breath-by-breath*), no zbog velike količine podataka u tom slučaju isti će se usrednjiti na vremenske intervale od 30 sekundi, te će se maksimalne vrijednosti parametara odnositi na najviše vrijednosti u pojedinom intervalu od 30 sekundi. Maksimalna koncentracija laktata u arterijskoj krvi određena je uzimanjem uzorka od 2 µl krvi iz jagodice prsta uz pomoć uređaja za mjerenje koncentracije laktata u krvi.

6.3.1. Mjerna oprema

U ovom istraživanju korištena je sljedeća mjerna oprema:

- antropometrijski set (GPM, Švicarska),
- Quinton TM65 Treadmill (Cortex, USA, pokretni sag dužine 229 cm, širine 76 cm, sa mogućnošću preciznog podešavanja brzine od 1 do 25 km/h, sa pomakom od 0.1 km/h),
- Quark PFT 4ergo (COSMED, Italy), automatizirani, kompjutorizirani sustav koji omogućava kontinuirano (breath by breath) prikupljanje, grafički prikaz, tiskanje, pohranu i analizu mjerenih ventilacijskih i metaboličkih parametara,
- T 31 coded transmitter (Polar Electro, Finska), telemetrijski sustav za praćenje frekvencije srčanog ritma,
- Accutrend lactate analyser (Roche), laktat analizator koji je korišten za određivanje koncentracije laktata u mirovanju i na kraju testa opterećenja.

Slika 2.

Spiroergometrijski sustav - Quark PFT 4ergo s pripadajućim pokretnim sagom



Slika 3.

Analizator laktata - Accutrend lactate analyser (Roche)



Slika 4.

Spirometar - microQuark PC Based Spirometer



Slika 5.
T 31 kodirani transmiter za prijenos srčanog ritma



6.4. Metode obrade podataka

Nakon obavljenih mjerenja pristupilo se unosu, obradi podataka i statističkoj analizi rezultata koristeći statistički programa Statistica for Windovs 7.0. Spomenuti programski paket poslužio je za računanje osnovnih statističkih parametara, testiranje i analizu razlika te za tablični i grafički prikaz rezultata. Kako bi se iz dobivenih podataka generirali metodološki valjane i interpretabilne znanstvene spoznaje i zaključci upotrijebljene su sljedeće metode obrade podataka:

U prvoj fazi obrade rezultata deskriptivno su objašnjeni dobiveni rezultati istraživanja. Prikazana je: aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalne i maksimalne vrijednosti mjerenja, mjere asimetrije i izduženosti distribucije, Kolmogorov-Smirnovljev test normaliteta distribucije podataka. Sve analize napravljene su odvojeno za tri dobne skupine ispitanika, te posebno za svaki od subuzorka ispitanika unutar iste dobne skupine.

Pitanja vezana za ciljeve koji se bave utvrđivanjem razlika između skupina i subuzoraka nogometaša analizirana su primjenom faktorske univarijatne analize varijance (Factorial ANOVA), te Fischer LSD i Tukey Unequal N HSD *post hoc* testom.

7. REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati analize podataka dani su u ovom poglavlju. Ti rezultati će se prikazati tablično i grafički, odvojeno za svaku dobnu skupinu (pioniri, kadeti, juniori), zatim unutar svake dobne skupine (vezni igrači, obrambeni igrači, napadači), te posebno za svaku dobnu skupinu po kvaliteti (prva postava, druga postava).

7.1. Deskriptivna statistika

U ovom potpoglavlju će se analizirati osnovni statistički parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalne i maksimalne vrijednosti rezultata mjerenja, mjere oblika i zakrivljenosti distribucije). Normaliteti distribucija testirani su Kolmogorov – Smirnovljevim postupkom, a granična vrijednost KS testa za pojedinu veličinu uzorka se nalazi na dnu svake tablice. Izračunati su parametri posebno za:

- ✓ Pionirsku kategoriju nogometaša
- ✓ Kadetsku kategoriju nogometaša
- ✓ Juniorsku kategoriju nogometaša

Deskriptivna statistika primijenjenih varijabli unutar svake dobne skupine, te posebno po svakoj dobnoj skupini (prva ekipa, druga ekipa) nalazi se u prilogu.

Tablica 1.

Osnovni deskriptivni parametri primijenjenih varijabli za nogometaše pionire

(AS - aritmetička sredina; SD - standardna devijacija; Min - minimalni rezultati mjerenja; Max - maksimalni rezultati; Skew - skewness; Kurt - kurtosis; maDx - Kolmogorov-Smirnovljev test)

	Pioniri (N = 22)						
Morfološke	**AS**	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
VIS (cm)	176,40	163,00	184,00	5,60	-0,83	0,11	0,18
TEZ (kg)	63,52	41,00	74,00	7,41	-1,62	3,45	0,18
BMI (kg/m²)	20,35	15,43	22,18	1,63	-1,48	3,08	0,15
Funkcionalne varijable							
L_{mir} (mmol/L)	1,96	1,50	2,60	0,34	0,52	-0,95	0,27
L_{max} (mmol/L)	9,81	5,70	13,80	2,84	0,13	-1,41	0,16
HR_{max} (1/min)	189,70	176,00	202,00	9,47	-0,31	-1,08	0,17
RR_{max} (1/min)	53,68	42,20	69,40	8,08	0,30	-0,30	0,13
VE_{max} (L/min)	142,28	104,50	171,40	21,99	-0,87	-0,59	0,28
VO_{2max} (L/min)	4,10	3,89	4,78	0,37	0,54	-0,10	0,18
RQ_{max} (1/min)	1,04	0,91	1,16	0,06	-0,21	1,01	0,20
RVO_{2max} (mL/min/kg)	58,76	52,00	65,00	3,52	-0,93	0,59	0,17
HR_{VP} (1/min)	158,00	151,00	178,00	7,95	1,83	2,66	0,29
RR_{VP} (1/min)	43,74	32,00	59,00	7,55	0,09	0,55	0,20
VE_{VP} (L/min)	88,07	66,90	114,30	19,31	0,36	-1,62	0,17
VO_{2VP} (L/min)	3,02	2,71	3,73	0,41	-0,09	-1,08	0,20
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	43,04	36,00	52,00	5,77	-1,05	-0,49	0,32
Spirometrijske varijable							
FVC (%)	99,73	91,40	116,00	7,74	0,87	0,02	0,18
FEV1 (%)	106,56	99,10	117,00	4,84	0,71	0,63	0,16
TIFF (%)	108,67	91,40	121,00	10,98	-0,36	-1,35	0,18
PEF (%)	101,98	82,90	147,00	23,46	1,05	-0,53	0,34
MEF50 (%)	108,46	76,40	142,00	18,95	-0,19	-0,40	0,21
MEF25 (%)	120,64	77,30	161,00	31,61	0,12	-1,44	0,19

Granična vrijednost maxD za N=22 iznosi 0,35

U tablici 1. prikazani su osnovni statistički parametri primijenjenih varijabli za pionirsku kategoriju nogometaša: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (Min) i maksimum rezultata (Max), mjere oblika (Skew) i zakrivljenosti (Kurt) distribucije, te KS (Kolmogorov – Smirnovljev) test normaliteta distribucije. Kao što je vidljivo iz tablice 1. niti jedna vrijednost KS - testa ne prelazi graničnu vrijednost Kolmogorov – Smirnovljevog postupka za promatrani uzorak ispitanika, pa možemo zaključiti kako sve varijable, imaju distribuciju za koju se može tvrditi da ne odstupa značajno od normalne.

Tablica 2.

Osnovni deskriptivni parametri primijenjenih varijabli za nogometaše kadete

(AS - aritmetička sredina; SD - standardna devijacija; Min - minimalni rezultati mjerenja; Max - maksimalni rezultati; Skew - skewness; Kurt - kurtosis; maDx - Kolmogorov-Smirnovljev test)

	Kadeti (N = 22)						
Morfološke	**AS**	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
VIS (cm)	178,04	170,00	187,00	4,98	0,30	-1,02	0,12
TEZ (kg)	69,00	60,00	80,00	6,53	0,07	-1,29	0,12
BMI (kg/m²)	21,72	18,93	23,45	1,24	-0,49	-0,51	0,11
Funkcionalne varijable							
L_{mir} (mmol/L)	2,54	1,50	3,50	0,52	-0,10	0,08	0,13
L_{max} (mmol/L)	12,06	7,10	17,60	2,98	-0,21	-0,89	0,15
HR_{max} (1/min)	188,33	161,00	202,00	9,84	-0,80	1,53	0,10
RR_{max} (1/min)	59,18	42,30	70,70	6,45	-0,47	1,01	0,13
VE_{max} (L/min)	141,83	106,60	164,10	16,72	-0,35	-0,80	0,11
VO_{2max} (L/min)	4,22	3,45	4,78	0,26	0,30	-0,67	0,19
RQ_{max} (1/min)	1,07	0,97	1,23	0,06	0,69	0,53	0,13
RVO_{2max} (mL/min/kg)	60,40	52,00	65,00	3,80	-0,00	0,06	0,13
HR_{VP} (1/min)	162,71	147,00	181,00	10,94	0,13	-1,27	0,14
RR_{VP} (1/min)	42,43	25,00	59,00	7,74	-0,29	0,61	0,11
VE_{VP} (L/min)	83,95	54,70	106,00	12,01	-0,31	0,67	0,13
VO_{2VP} (L/min)	3,23	2,27	3,73	0,32	-0,24	-0,96	0,15
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	46,30	35,00	53,00	5,48	0,21	-1,24	0,13
Spirometrijske varijable							
FVC (%)	103,67	91,30	118,00	7,47	0,48	-0,40	0,13
FEV1 (%)	113,61	97,90	128,00	7,87	-0,03	-0,69	0,15
TIFF (%)	112,28	95,30	126,00	8,30	-0,46	0,20	0,11
PEF (%)	122,65	98,70	153,00	12,59	0,44	0,41	0,12
MEF50 (%)	123,35	84,10	159,00	21,58	-0,03	-0,92	0,10
MEF25 (%)	119,96	75,30	180,00	26,58	0,17	0,08	0,11

Granična vrijednost maxD za N=22 iznosi 0,35

Pregledom osnovnih statističkih parametara primijenjenih varijabli za kadetsku kategoriju nogometaša: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (Min) i maksimum rezultata (Max), mjere oblika (Skew) i zakrivljenosti (Kurt) distribucije, te KS (Kolmogorov – Smirnovljev) test normaliteta distribucije (Tablica 2.), vidljivo je kako niti jedna vrijednost KS - testa ne prelazi graničnu vrijednost Kolmogorov – Smirnovljevog postupka za promatrani uzorak ispitanika, pa možemo zaključiti kako sve varijable, imaju distribuciju za koju se može tvrditi da ne odstupa značajno od normalne Gaussove distribucije.

Tablica 3.

Osnovni deskriptivni parametri primijenjenih varijabli za nogometaše juniore

(AS - aritmetička sredina; SD - standardna devijacija; Min - minimalni rezultati mjerenja; Max - maksimalni rezultati; Skew - skewness; Kurt - kurtosis; maDx - Kolmogorov-Smirnovljev test)

	Juniori (N = 22)						
Morfološke	**AS**	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
VIS (cm)	181,88	175,00	192,00	4,72	0,56	-0,05	0,10
TEZ (kg)	75,05	63,00	89,00	6,07	0,26	0,89	0,17
BMI (kg/m²)	22,67	19,46	25,94	1,49	-0,02	0,76	0,15
Funkcionalne varijable							
L_{mir} (mmol/L)	3,12	1,90	4,70	0,78	0,38	0,03	0,12
L_{max} (mmol/L)	11,79	6,70	17,80	2,46	0,27	0,94	0,13
HR_{max} (1/min)	183,53	171,00	197,00	7,01	0,23	-0,71	0,14
RR_{max} (1/min)	57,06	45,40	72,90	6,76	0,47	0,25	0,08
VE_{max} (L/min)	149,29	106,10	186,10	21,70	-0,39	0,26	0,15
VO_{2max} (L/min)	4,61	3,62	5,66	0,56	-0,25	-0,54	0,13
RQ_{max} (1/min)	0,98	0,90	1,15	0,06	0,72	-0,23	0,16
RVO_{2max} (mL/min/kg)	62,30	52,00	71,00	5,06	0,10	-0,29	0,14
HR_{VP} (1/min)	162,25	147,00	173,00	6,96	-0,53	0,07	0,15
RR_{VP} (1/min)	45,25	33,20	61,70	8,44	0,71	-0,17	0,14
VE_{VP} (L/min)	102,66	77,80	136,50	16,53	0,57	-0,16	0,12
VO_{2VP} (L/min)	3,77	2,67	5,06	0,55	0,16	0,32	0,08
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	50,65	41,00	58,00	5,35	-0,51	-0,95	0,16
Spirometrijske varijable							
FVC (%)	104,74	93,40	122,00	6,96	0,30	0,74	0,13
FEV1 (%)	116,00	103,00	128,00	9,09	0,20	-1,67	0,19
TIFF (%)	111,55	101,00	121,00	6,39	-0,07	-1,60	0,21
PEF (%)	132,79	95,10	162,00	20,35	-0,02	-0,65	0,14
MEF50 (%)	132,45	104,00	190,00	26,11	0,66	-0,60	0,19
MEF25 (%)	140,23	99,60	255,00	42,77	1,34	1,10	0,26

Granična vrijednost maxD za N=22 iznosi 0,35

Tablica 3. Prikazuje osnove statistički parametre primijenjenih varijabli za juniorsku kategoriju nogometaša: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (Min) i maksimum rezultata (Max), mjere oblika (Skew) i zakrivljenosti (Kurt) distribucije, te KS (Kolmogorov – Smirnovljev) test normaliteta distribucije. Inspekcijom Tablice 3. vidljivo je kako niti jedna vrijednost KS - testa ne prelazi graničnu vrijednost Kolmogorov – Smirnovljevog postupka za promatrani uzorak ispitanika, pa možemo zaključiti kako sve varijable, imaju distribuciju za koju se može tvrditi da ne odstupa značajno od normalne.

Tablica 1. prikazuje osnovne deskriptivne parametre primijenjenih varijabli za nogometaše pionirskog uzrasta. Dobiveni rezultati antropometrijskih karakteristika su slični prethodnim nalazima (Seqers 2002, Silva Neto 2007), osim istraživanja Dourado i sur., 2007. gdje su nogometaši pioniri prosječno ipak nešto niži (171 cm) i lakši (61 kg), te Chamari i sur., 2005. u kojem su nogometaši prosječno niži (170 cm i 60 kg) u odnosu na promatrani uzorak (176 cm, 64 kg). Igrači kadetskog uzrasta iz brazilske lige sličnog su rasta kao igrači iz Velike Britanije, ali nešto manje tjelesne mase (Franks i sur., 1999, McMillan i sur., 2005). Raspon srednjih vrijednosti visina kreće se od 173-177 cm i težina od 60-71 kg kod nogometaša kadetske kategorije (Barboza Lollo 2007, Da Silva i sur., 2008). Pregledom Tablice 2. može se zaključiti kako su promatrani nogometaši kadeti sličnih antropometrijskih karakteristika kao i prethodno navedeni nogometaši. Kod igrača juniorske kategorije iz brazilske lige, te vrijednosti se kreću od 174-181 cm i 66-77,5 kg, što je slično kao i kod igrača te kategorije iz Tunisa (Chamari i sur., 2004) i Španjolske (Metaxas i sur., 2005). Nogometaši juniorskog uzrasta iz Norveške slične su tjelesne mase, ali ipak viši u odnosu na naprijed navedene nogometaše (Helgerud i sur., 2001). Promatrani uzorak nogometaša juniorske kategorije (Tablica 3.) ima slične vrijednosti koje su zabilježene u dosadašnjim istraživanjima, premda se može konstatirati kako su antropometrijski najsličniji talijanima (Di Salvo i Pigozzi, 1998) i španjolcima (Mujika i sur., 2000).

Većina mjerenja maksimalnog primitka kisika kod nogometaša mlađih dobnih skupina odrađena je putem indirektnih testova. Samo je nekoliko studija odrađeno direktno preko plinske analiza na pokretnom sagu (Azevedo i sur. 2006, Ley i sur. 2002, Silva i sur. 1997, Tahara i sur. 2006, Chamari i sur. 2000, Segers i sur. 2002). Segers i sur. 2002. su kod nogometaša pionira zabilježili vrijednosti maksimalnog primitka kisika od 3,84 L/min što je nešto niže od promatranog uzorka nogometaša pionira (4,10 L/min; Tablica 1.). Nogometaši pionirskog uzrasta iz Španjolske (Gravina i sur. 2008) također imaju slične vrijednosti primitka kisika (57,74 mL/min/kg) kao i nogometaši pioniri iz ovog istraživanja (58,76 ml/min/kg). Međutim, dva istraživanja tuniskih nogometaša pionirskog uzrasta (Chamari i sur., 2005) navode vrijednosti maksimalnog primitka kisika u iznosu od 65,3 i 66,5 mL/min/kg što je primjetno više od postignutih rezultata promatranih nogometaša pionira. U navedenim istraživanjima iz Tunisa postignuta je slična brzina trčanja na anaerobnom pragu, dok su zabilježene maksimalne vrijednosti laktata (10 mmol/L) ipak nešto niže u odnosu na promatrani uzorak (13,8 mmol/L). Zabilježene vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} slične su kao i kod većine dosadašnjih istraživanja (Chamari i sur. 2005, Segers i sur. 2002). Nogometaši pionirskog uzrasta iz Belgije (Segers i sur. 2002) postižu nešto niže vrijednosti minutne ventilacije pri VO_{2max} (131,2 L/min) u odnosu na promatrane nogometaše pionire (142,3 L/min).

Pregledom dosadašnjih istraživanja nogometaša kadetske kategorije zamjetno je kako se vrijednosti primitka kisika kreću od 54,7-66,0 ml/min/kg (Silva i sur. 1997, Ley i sur. 2002, Azevedo i sur. 2006, McMillan i sur. 2005, Tahara i sur. 2006,). Promatrani nogometaši kadeti postižu prosječne vrijednosti VO_{2max} od 60,4 mL/min/kg (Tablica 2.), što je slično vrijednostima japanskih i tuniskih nogometaša (Tahara i sur. 2005., Chamari i sur. 2007). Zabilježene vrijednosti VO_{2max} nogometaša kadeta veće su nego kod nogometaša istog uzrasta iz Turske (55,7 mL/min/kg; Ak i sur., 2007), ali i nešto niže u odnosu na vrijednosti primitka kisika koji postižu kadeti iz Irske (63,4 mL/min/kg; McMillan i sur. 2005). Zabilježene vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} slične su kao i kod većine dosadašnjih istraživanja nogometaša kadetskog uzrasta (Chamari i sur. 2007, Tahara i sur. 2006, McMilan i sur. 2005). Vrijednosti minutne ventilacije pri VO_{2max} promatranih nogometaša kadetskog uzrasta slične su kao i u dosadašnjim istraživanjima (Tahara i sur. 2006). Najveće zabilježene vrijednosti VO_{2MAX} kod nogometaša juniorskog uzrasta dobio je Pereira (2003). Koristeći MSFT test dobio je ukupne vrijednosti od 63,23±3,79 ml/min/kg primitka kisika sa malim razlikama između bočnih veznih igrača koji su dostizali vršne vrijednosti od 65,60±3,67 ml/min/kg. Suprotno tome, koristeći Yo-Yo test, Campiez i sur. (2005) dobili su primitke ispod 60 ml/min/kg. Zabilježene vrijednosti VO_{2MAX} kod indirektnih mjerenja nešto su niže nego kod direktnih testova preko analize plinove, gdje su vrijednosti primitka kisika preko 60 ml/min/kg (Silva i sur., 1999, Silva i sur., 2000, Balikian i sur., 2002). U većini ostalih studija vrijednosti VO_{2MAX} kreću se od 50-64 ml/min/kg. Rezultati dosadašnjih istraživanja primitka kisika slažu se sa dobivenim vrijednostima nogometaša juniorskog uzrasta (Tablica 3.). Dobivene vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} nešto su niže nego kod većine dosadašnjih istraživanja nogometaša juniorskog uzrasta (Chamari i sur. 2004, Aziz i sur. 2005, McMilan i sur. 2005, Metaxas i sur. 2005). Prosječne vrijednosti laktata u mirovanju (3,12 mmol/L) više su nego kod grčkih nogometaša juniorskog uzrasta (1,50-1,81 mmol/L; Metaxas i sur. 2005). Maksimalne vrijednosti laktata kod promatranih nogometaša juniora (11,79 mmol/L,) slične su vrijednostima nogometaša juniorskog uzrasta iz dosadašnjih istraživanja (Chamari i sur. 2004, Metaxas i sur. 2005, Aziz i sur. 2005). Vrijednosti minutne ventilacije pri VO_{2max} promatranih nogometaša juniorskog uzrasta (149,3 L/min) veće su u odnosu na nogometaše istog uzrasta iz Singapura (124 L/min; Aziz i sur. 2005), i Grčke (135,1-145,9 L/min; Metaxas i sur. 2005). Također, minutna ventilacija pri VO_{2max} juniora je veća u odnosu na elitne seniorske nogometaše iz Hong Konga (Chin i sur. 1992). Nogometaši juniorskog uzrasta iz ovog istraživanja postižu veće vrijednosti primitka kisika i srčane frekvencije na anaerobnom pragu (VO_{2maxVP} -50,7 ml/min/kg, HR_{VP}-162 otkucaja/min) nego elitni seniorski nogometaši iz Hong Konga (Chin i sur. 1992). Zabilježene vrijednosti respiratorne frekvencije-frekvencije disanja pri VO_{2max} kod nogometaša juniora (57,06), slične su kao i kod grčkih nogometaša istog uzrasta

(55,3-59,8; Metaxas i sur. 2005). Vrijednosti respiracijskog kvocijenta pri VO_{2max} (0,98), nešto su niže u odnosu na vrijednosti singapurskih nogometaša (1,05-1,16; Aziz i sur. 2005).

Inspekcijom spirometrijskih parametara (Tablica 1.) nogometaša pionirskog uzrasta može se konstatirati kako nogometaši postižu iznadprosječne vrijednosti u gotovo svim parametrima u odnosu na prediktivne vrijednosti. Dobiveni rezultati su vrlo slični rezultatima sportaša istog uzrasta (nogometaši i rukometaši) iz istraživanja Goić-Barišić i sur. 2006. Pregledom Tablice 2. vidljivo je kako nogometaši kadetskog uzrasta imaju iznadprosječne rezultate spirometrijskih parametara u odnosu na normirane vrijednosti muške populacije kadetskog uzrasta. Vrijednosti FEV1 (forsiranog ekspiracijskog volumena u prvoj sekundi-113,61%) su više nego kod elitnih škotskih plivača (83,9%; McKey i sur. 1983). Iz Tablice 3. vidljivo je kako i nogometaši juniorskog uzrasta imaju iznadprosječne rezultate u odnosu na norme za juniorski uzrast. Postignute vrijednosti FEV1 (forsiranog ekspiracijskog volumena u prvoj sekundi) iznose 116%. Elitni škotski plivači juniorskog uzrasta imaju vrijednosti FEV1 od 93,4% (McKey i sur. 1983). Promatrani nogometaši imaju veće vrijednosti svih spirometrijskih parametara u odnosu na jedriličare (Uljević i sur. 2008), dok su rezultati vrlo slični postignutim vrijednostima nogometaša juniora iz istog istraživanja (Uljević i sur. 2008). Uspoređujući pojedine spirometrijske parametre nogometaša juniora sa Gaelic nogometašima sličnih antropometrijskih karakteristika može se konstatirati kako promatrani nogometaši imaju veće vrijednosti varijabli FEV1 (116%) i PEF (133%) nego Gaelic nogometaši (FEV1-112%, PEF-114%; Watson 1995). Gaelic nogometaši imaju veće vrijednosti varijable FVC (115%; Watson 1995) nego promatrani nogometaši juniorskog uzrasta (105%). Biciklisti i triatlonci seniori (Kippelen i sur. 2005) postižu nešto veće vrijednosti FVC-a (117%) nego nogometaši juniorskog uzrasta iz ovog istraživanja (105%). Međutim, vrijednosti FEV1 (116%) i Tiffneau indeksa (112%) su veće u promatranih nogometaša nego u biciklista i triatlonaca (FEV1-112%, TIFF-81%; Kippelen i sur. 2005). Pregledom Tablica 1., 2. i 3. može se ustanoviti kako promatrani nogometaši pioniri, kadeti i juniori imaju znakovito veće vrijednosti varijable FEV1 (107%, 114%, 116%) nego elitni nogometaši seniorskog uzrasta iz Hong Konga (Chin i sur. 1992).

7.2. Analiza razlika između nogometaša različitih dobnih skupina

U ovom potpoglavlju prikazana je analiza razlika svih primijenjenih varijabli između nogometaša različitih dobnih skupina. Razlike između skupina nogometaša utvrđene su primjenom Factorial ANOVA analize varijance, te primjenom Fischer LSD post-hoc testa.

Tablica 4.

Analiza razlika primijenjenih varijabli između nogometaša različitih dobnih skupina(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

	Pioniri (N = 22)	**Kadeti (N = 22)**	**Juniori (N = 22)**
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	176,40 (5,60)	**178,04 (4,98)†**	**181,88 (4,72)²**
TEZ (kg)	**63,52 (7,41)***	**69,00 (6,53)††**	**75,05 (6,07)³**
BMI (kg/m²)	**20,35 (1,63)****	**21,72 (1,24)†**	**22,67 (1,49)³**
Funkcionalne varijable			
L_{mir} (mmol/L)	**1,96 (0,34)****	**2,54 (0,52)††**	**3,12 (0,78)³**
L_{max} (mmol/L)	**9,81 (2,84)***	12,06 (2,98)	**11,79 (2,46)¹**
HR_{max} (1/min)	189,70 (9,47)	188,33 (9,84)	**183,53 (7,01)¹**
RR_{max} (1/min)	**53,68 (8,08)***	59,18 (6,45)	57,06 (6,76)
VE_{max} (L/min)	142,28 (21,99)	141,83 (16,72)	149,29 (21,70)
VO_{2max} (L/min)	4,10 (0,37)	**4,22 (0,26)††**	**4,61 (0,56)²**
RQ_{max} (1/min)	1,04 (0,06)	**1,07 (0,06)†††**	**0,98 (0,06)¹**
RVO_{2max} (mL/min/kg)	58,76 (3,52)	60,40 (3,80)	**62,30 (5,06)²**
HR_{VP} (1/min)	158,00 (7,95)	162,71 (10,94)	162,25 (6,96)
RR_{VP} (1/min)	43,74 (7,55)	42,43 (7,74)	45,25 (8,44)
VE_{VP} (L/min)	88,07 (19,31)	**83,95 (12,01)†††**	**102,66 (16,53)²**
VO_{2VP} (L/min)	3,02 (0,41)	**3,23 (0,32)†††**	**3,77 (0,55)³**
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	43,04 (5,77)	**46,30 (5,77)††**	**50,65 (5,35)³**
Spirometrijske varijable			
FVC (%)	99,73 (7,74)	103,67 (7,47)	**104,74 (6,96)¹**
FEV1 (%)	**106,56 (4,84)****	113,61 (7,87)	**116,00 (9,09)³**
TIFF (%)	108,67 (10,98)	112,28 (8,30)	111,55 (6,39)
PEF (%)	**101,98 (23,46)****	122,65 (12,59)	**132,79 (20,35)³**
MEF50 (%)	**108,46 (18,95)***	123,35 (21,58)	**132,45 (26,11)²**
MEF25 (%)	120,64 (31,61)	119,96 (26,58)	140,23 (42,77)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Fischer LSD post-hoc testom

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i kadetske skupine nogometaša

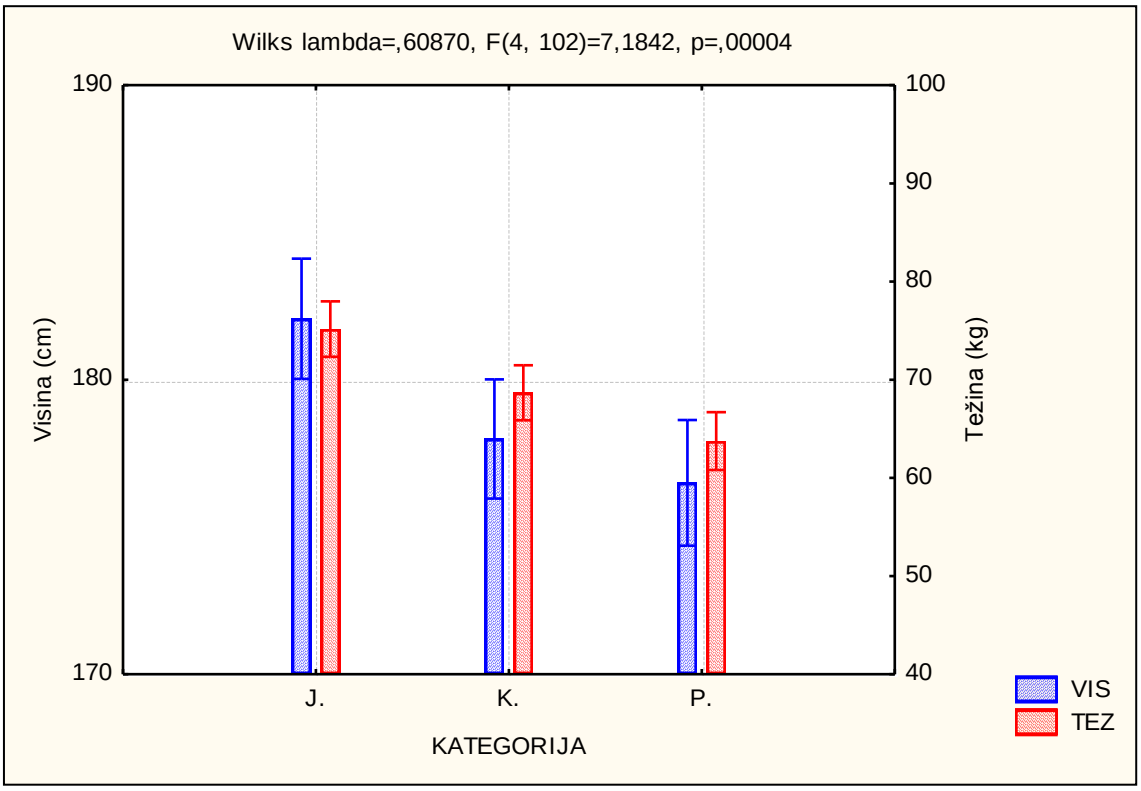
†p<0,05; ††p<0,01; †††p<0,001 – značajnost razlika između kadetske i juniorske skupine nogometaša

¹p<0,05; ²p<0,01; ³p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i juniorske skupine nogometaša

Inspekcijom Tablice 4. uočava se kako postoji trend porasta morfoloških varijabli prema starijoj dobnoj skupini nogometaša. Nogometaši kadeti su nešto viši od pionira, ali te razlike nisu statistički značajne. Juniori su statistički značajno viši i od pionira i od kadeta. Što se tiče tjelesne težine i indeksa tjelesne mase vidljivo je kako postoje statistički značajne razlike između svih promatranih skupina nogometaša.

Slika 6.

Analiza razlika morfoloških varijabli između nogometaša različitih dobnih skupina

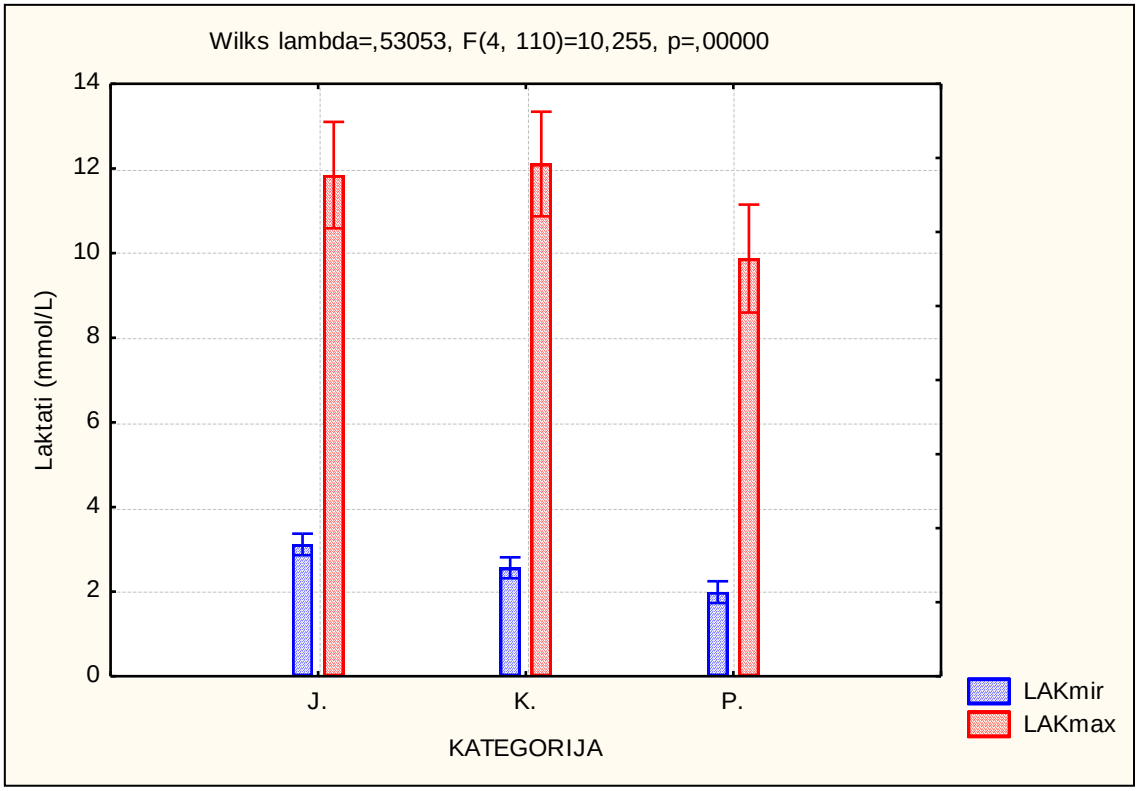


Dosadašnja istraživanja morfološkog prostora nogometaša mlađih dobnih skupina uglavnom su koncipirana na način da se bave problematikom samo jedne dobne kategorije. Autor je pronašao samo jedno istraživanje kojim je istovremeno pokriven jedan dio morfoloških karakteristika brazilskih nogometaša pionirske, kadetske i juniorske kategorije (Dourado i sur. 2007). U navedenom istraživanju zabilježene prosječne vrijednosti visina i težina nogometaša pionirskog uzrasta iznose 171 cm i 61 kg, što je niže od promatranih nogometaša pionira (176 cm i 64 kg). Nadalje, kadeti brazilci su niži (174 cm) i lakši (65 kg) u odnosu na kadete iz ovog istraživanja (178 cm i 69 kg). Također, nogometaši juniorskog uzrasta su niži (179 cm) i lakši (71 kg) od promatranih juniora (182 cm i 75 kg). Nogometaši pionirskog uzrasta iz ovoga istraživanja antropometrijski su najsličniji belgijskim nogometašima istog uzrasta (175 cm, 65 kg, Segers i sur. 2002). Visine brazilskih nogometaša kadetske kategorije

(Barboza Lollo 2007, Dourado i sur. 2007., Da Silva i sur., 2008) imaju raspon od 173-177 cm, te težine od 60-71 kg. Nadalje, nogometaši kadeti iz Japana nalaze se unutar navedenih raspona (173, cm, 65 kg, Tahara i sur., 2006), dok su kadeti iz Švicarske (177 cm, 69 kg, Rico-Sanz i sur., 1999) antropometrijski najsličniji promatranom uzorku kadeta nogometaša (178 cm, 69 kg). Parcijalnim pregledom dosadašnjih istraživanja antropometrijskih karakteristika brazilskih nogometaša juniorskog uzrasta zabilježeni su rasponi rezultata visina od 174-181 cm, te težina od 66-77,5 kg (Da Silva i sur. 2008). Slične vrijednosti visina i težina koje se kreću unutar navedenih raspona zabilježene su kod igrača iste kategorije iz Tunisa (Chamari i sur., 2004), Grčke (Metaxas i sur., 2005), Švicarske (Rampinini i sur. 2007), Singapura (Aziz i sur. 2005), Velike Britanije (McMillan i sur. 2005) i iz Norveške (Helgerud i sur., 2001). Promatrani uzorak nogometaša juniorske kategorije (182 cm, 75 kg) po svojim morfološkim karakteristikama (Tablica 4.) vrlo je sličan talijanskim nogometašima (181 cm, 73 kg, Di Salvo i Pigozzi, 1998), te španjolcima (180 cm, 75 kg, Mujika i sur., 2000). Vrijednosti indeksa tjelesne mase nogometaša pionirske, kadetske i juniorske kategorije vrlo su slične brazilskim nogometašima (Dourado i sur. 2007). Inspekcijom Tablice 4. i Slike 6. vidljiv je trend porasta morfoloških varijabli prema starijoj uzrasnoj skupini nogometaša. Kadeti su viši od pionira, a juniori su statistički značajno viši i od pionira i od kadeta. Analizirajući vrijednosti tjelesne težine i indeksa tjelesne mase vidljivo je kako postoje statistički značajne razlike između svih promatranih skupina nogometaša.

Slika 7.

Analiza razlika laktata između nogometaša različitih dobnih skupina

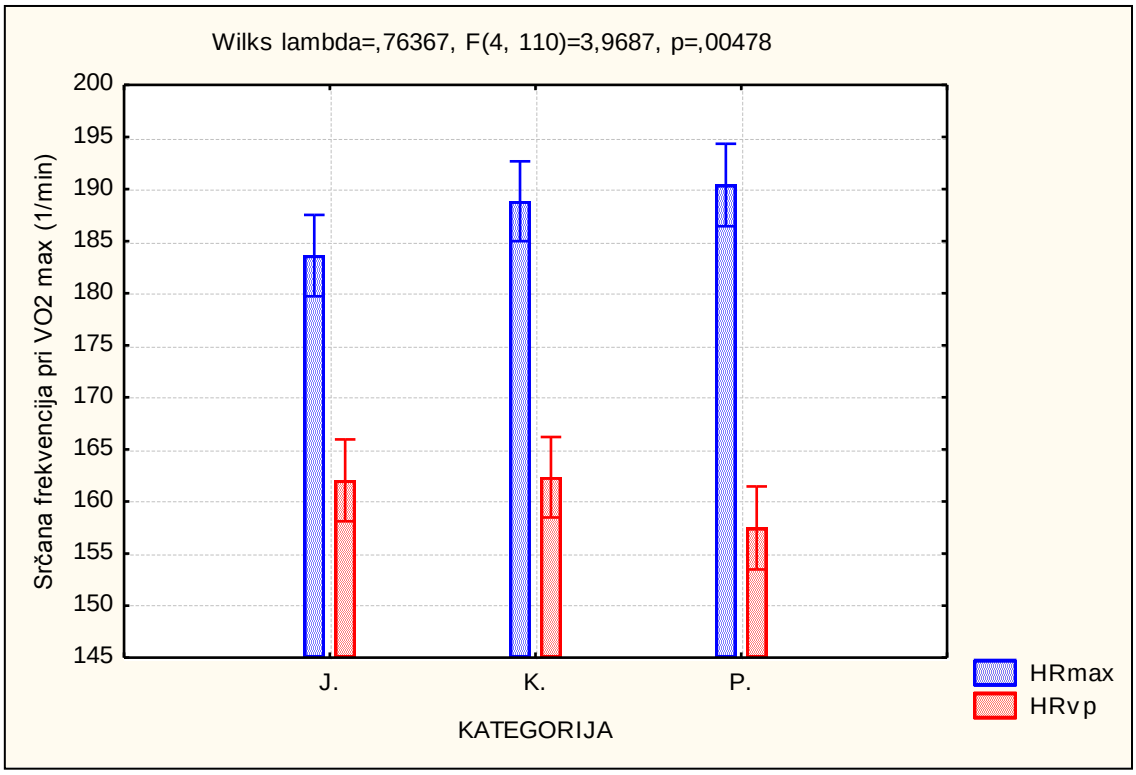


Inspekcijom Slike 7 vidljiv je porast vrijednosti laktata u mirovanju prema starijoj uzrasnoj kategoriji nogometaša. Te razlike su statistički značajne između svih promatranih uzrasnih skupina. Maksimalne zabilježene vrijednosti laktata značajno su veće kod kadeta (12,06 mmol/L) u odnosu na pionire (9,81 mmol/L). Maksimalne vrijednosti laktata kod kadeta i juniora statistički značajno se ne razlikuju, dok su razlike između pionira i juniora (11,79 mmol/L) statistički značajne. Maksimalne vrijednosti laktata kod nogometaša pionirskog uzrasta slične su nalazima prethodnih istraživanja (Chamari i sur. 2005). Nogometaši juniorskog uzrasta imaju više vrijednosti laktata u mirovanju (Metaxas i sur. 2005), dok su postignute maksimalne vrijednosti laktata slične nalazima dosadašnjih istraživanja (Metaxas i sur. 2005., Chamari i sur. 2004., Aziz i sur. 2005).

Kod sve tri uzrasne kategorije nogometaša vrijednosti laktata u mirovanju su nešto iznad fizioloških granica. Ovakvi rezultati su vjerojatno posljedica razlika u aktivnosti nogometaša različitih kategorija prije samog uzorkovanja, što se slaže s nalazima prethodnih studija (Bangsbo i sur. 1991).

Slika 8.

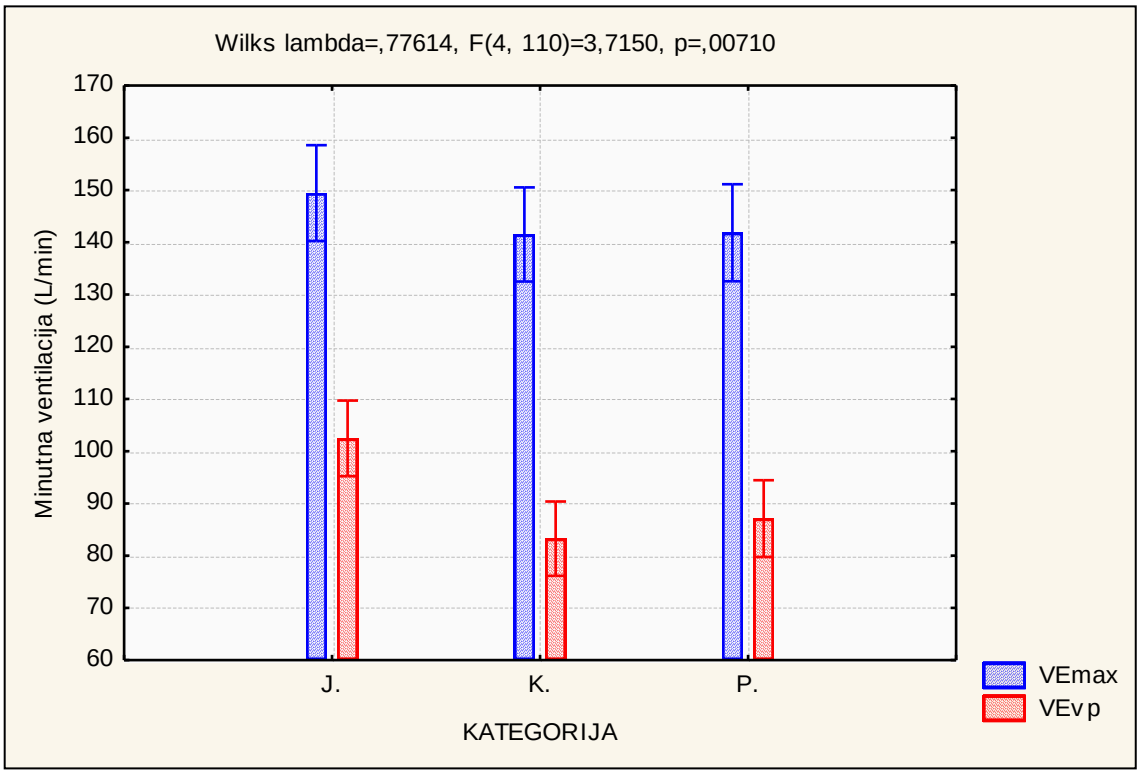
Analiza razlika srčane frekvencije između nogometaša različitih dobnih skupina



Slika 8. prikazuje vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} , te na ventilacijskom anaerobnom pragu. Vidljivo je kako postoji trend porasta vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} prema mlađoj uzrasnoj kategoriji. Pioniri i kadeti postižu slične vrijednosti, dok su razlike između pionira (189,7) i juniora (183,5) statistički značajne. Razlike između kadeta i juniora postoje, ali nisu statistički značajne. Vrijednosti srčane frekvencije pri anaerobnom pragu slične su kod svih promatranih uzrasnih skupina nogometaša, te među njima nema statistički značajnih razlika. Vrijednosti srčanih frekvencija promatranih nogometaša svih uzrasnih kategorija niže su nego nalazi prethodnih istraživanja (Segers i sur. 2002., Chamari i sur. 2005, McMillan i sur. 2005., Aziz i sur. 2005., Chamari i sur. 2004., Metaxas i sur. 2005).

Slika 9.

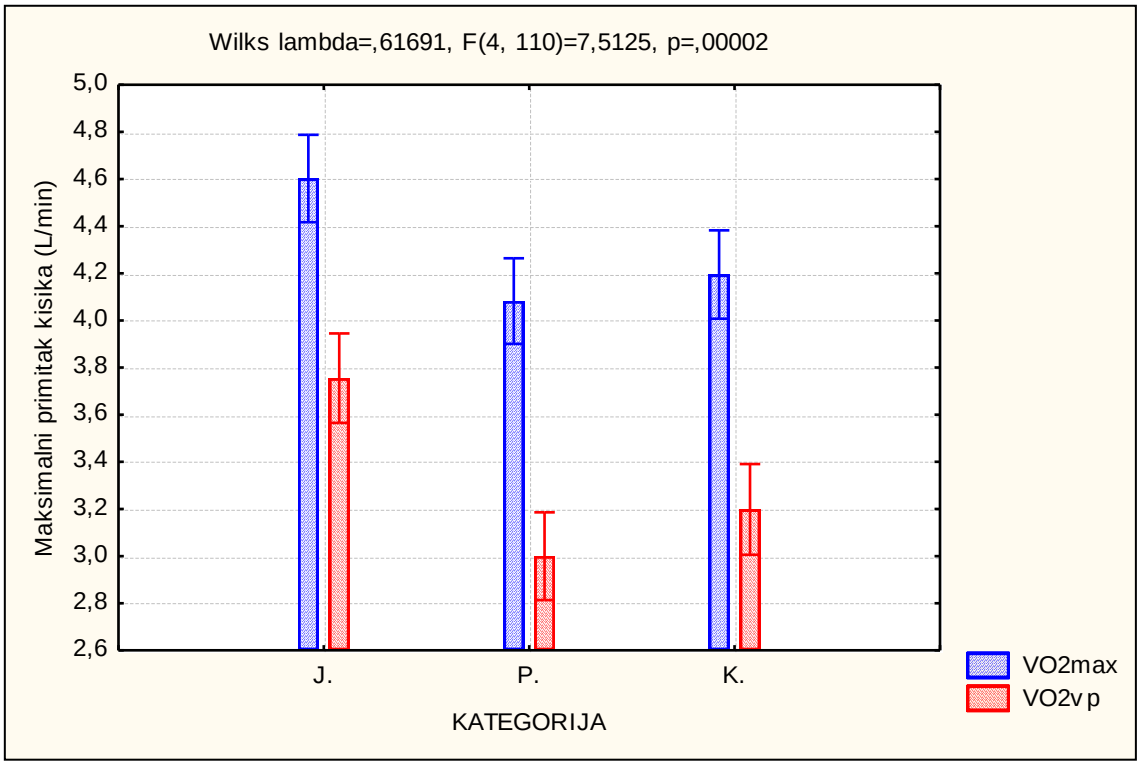
Analiza razlika minutne ventilacije između nogometaša različitih dobnih skupina



Pregledom Slike 9. vidljiv je porast minutne ventilacije pri VO_{2max} prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Pioniri i kadeti postižu slične vrijednosti, dok su vrijednosti ventilacije nogometaša juniora ipak nešto više. Razlike između promatranih skupina nogometaša postoje, ali nisu statistički značajne. Trend porasta rezultata ne postoji u vrijednostima ventilacije na anaerobnom pragu. Juniori imaju statistički veće vrijednosti i od pionira i od kadeta. Nogometaši pioniri iz ovog istraživanja postižu veće vrijednosti minutne ventilacije pri VO_{2max} od nogometaša pionira iz Belgije (Segers i sur. 2002). Promatrani kadeti imaju slične vrijednosti minutne ventilacije pri VO_{2max} kao i nogometaši iz prethodnih istraživanja (Tahara i sur. 2006). Nadalje, juniori postižu veće vrijednosti minutne ventilacije pri VO_{2max} (149,3 L/min) u odnosu na nogometaše iste kategorije iz Grčke (Metaxas i sur. 2005., 135,1-142,5 L/min), te iz Singapura (Aziz i sur. 2005., 124 L/min).

Slika 10.

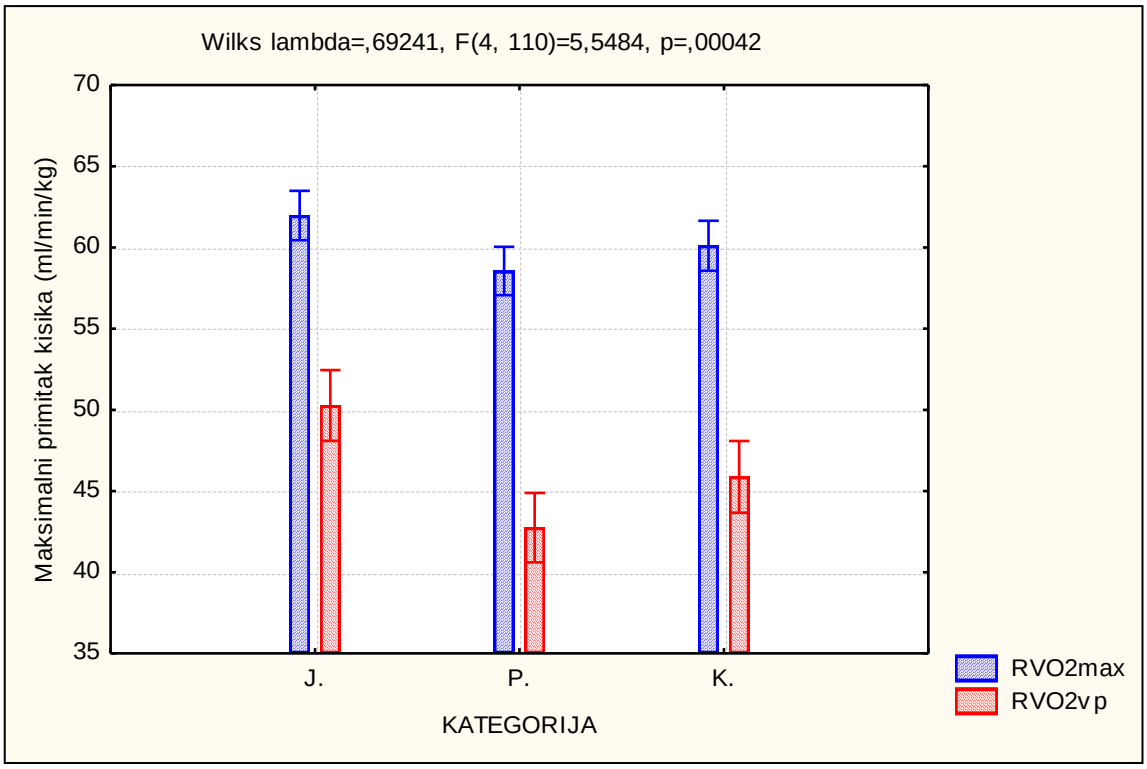
Analiza razlika maksimalnog primitka kisika između nogometaša različitih dobnih skupina



Inspekcijom Slike 10. vidljiv je trend porasta vrijednosti apsolutnog primitka kisika prema starijoj dobnoj kategoriji. Takav trend porasta primjetan je i u vrijednostima VO_{2max} na anaerobnom pragu. Pioniri i kadeti postižu slične rezultate, dok se kadeti i juniori, te pioniri i juniori statistički značajno razlikuju u postignutim vrijednostima $VO_{2max.}$ Nogometaši pionirskog uzrasta imaju veće vrijednosti VO_{2max} u odnosu na nalaze prethodnih istraživanja (Segers i sur. 2002., Chamari i sur. 2005). Kadeti imaju slične vrijednosti VO_{2max} kao i nogometaši iz Japana (Tahara i sur. 2006), ali niže u odnosu na nogometaše iz Irske (Mcmillan i sur. 2005). Nogometaši juniori imaju veće vrijednosti VO_{2max} u komparaciji s nalazima prethodnih istraživanja (Aziz i sur. 2005., Chamari i sur. 2004).

Slika 11.

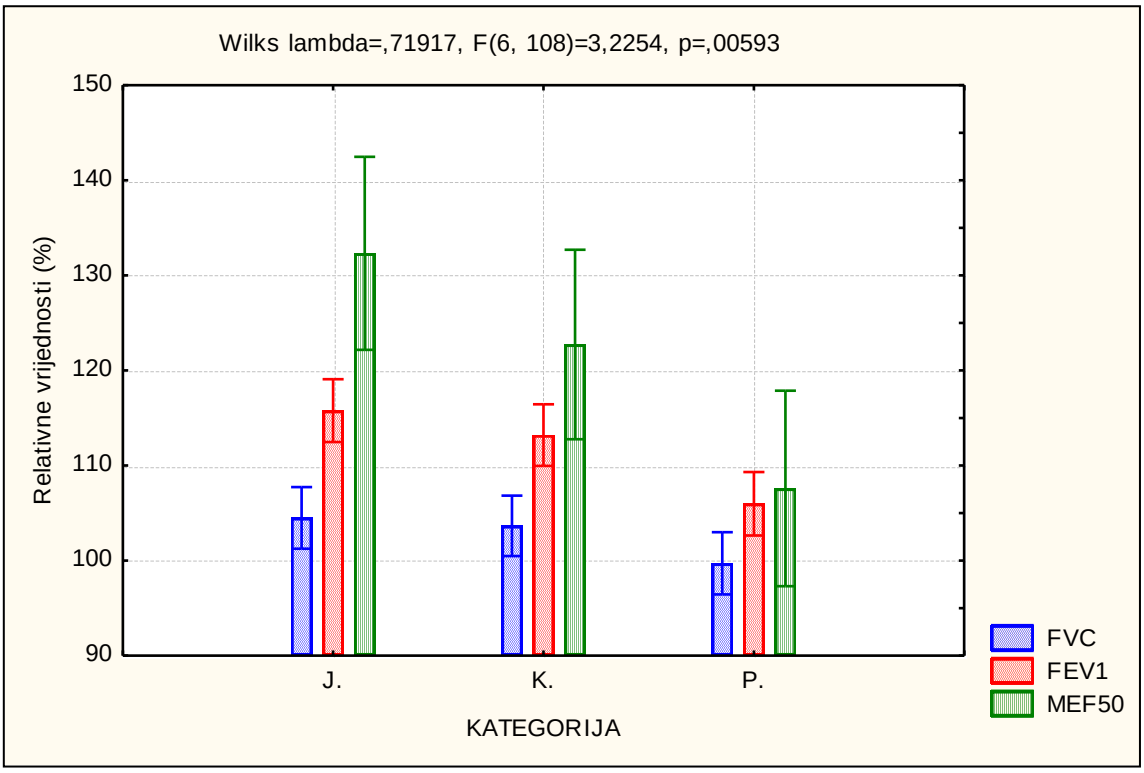
Analiza razlika relativnog maksimalnog primitka kisika između nogometaša različitih dobnih skupina



Pregledom Slike 11. vidljiv je trend porasta vrijednosti relativnog primitka kisika prema starijoj dobnoj kategoriji. Takav trend porasta primjetan je i u vrijednostima RVO_{2max} na ventilacijskom anaerobnom pragu. Nogometaši pioniri i kadeti postižu slične rezultate, kao i kadeti i juniori, dok se pioniri i juniori statistički značajno razlikuju u postignutim vrijednostima relativnog $VO_{2max.}$ Pioniri imaju slične vrijednosti RVO_{2max} kao i nogometaši istog uzrasta iz Španjolske (Gravina i sur. 2008), ali nešto niže u odnosu na nogometaše iz Tunisa (Chamari i sur. 2005). Kadeti imaju slične vrijednosti RVO_{2max} kao i nogometaši iz Japana (Tahara i sur. 2006), ali niže u odnosu na nogometaše iz Irske (Mcmillan i sur. 2005). Istražujući nogometaše kadetskog uzrasta nekoliko brazilskih znanstvenika (Lopes i Marins 1996., Furtado i Silva 1997., Ley i sur. 2002., Coelho 2005, Azevedo i sur. 2006) pronašlo je vrijednosti relativnog primitka kisika do 60 ml/min/kg, što je slično vrijednostima promatranih nogometaša. Nogometaši juniorskog uzrasta postižu slične vrijednosti relativnog VO_{2max} u odnosu na prethodne nalaze (Metaxas i sur., Chamari i sur. 2004, Ley i sur. 2002., Campiez i sur. 2005., Silva i Minuzzi 2006., Santos 2005, 2006., Braz i sur. 2006). Samo je Silva i sur. 1997 pronašao vrijednosti relativnog VO_{2max} veće nego što postižu promatrani kadeti. Jedino u istraživanjima Helgerud i sur. 2001., te Rico-Sanz 1998. su zabilježene veće vrijednosti $RVO_{2max.}$

Slika 12.

Analiza razlika spirometrijskih parametara između nogometaša različitih dobnih skupina



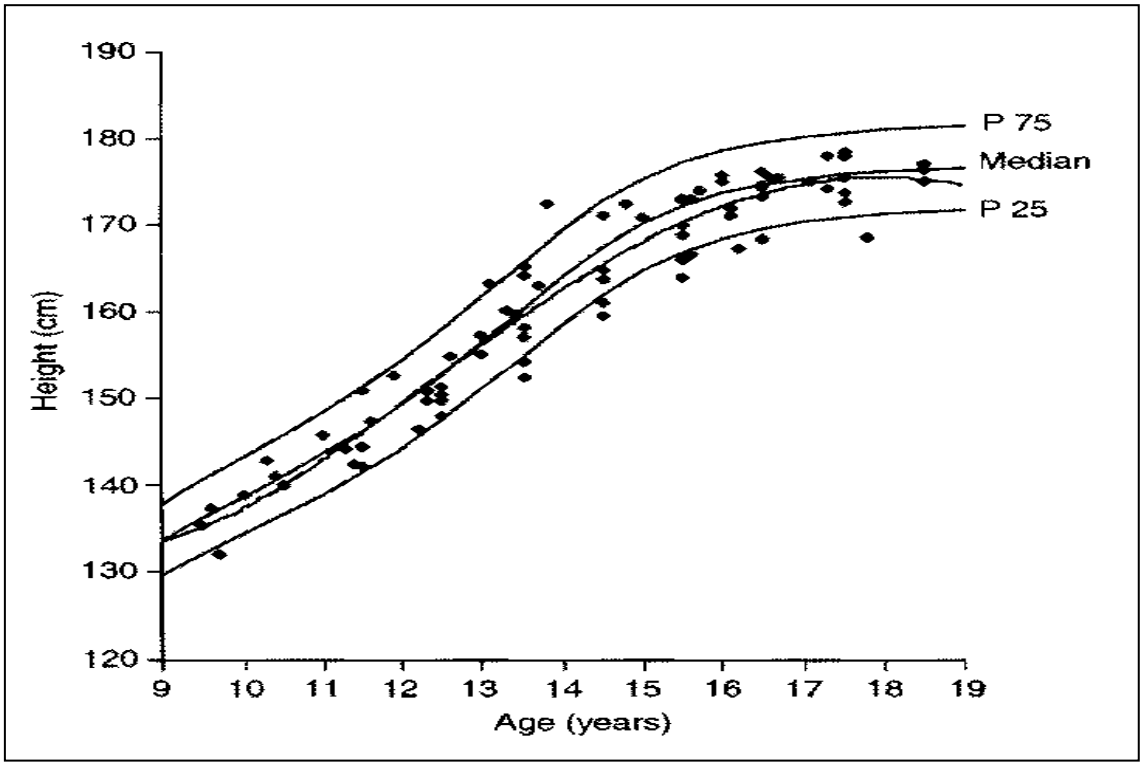
Pregledom spirometrijskih varijabli (Tablica 4., Slika 12.) vidljiv je porast relativnih vrijednosti svih primijenjenih varijabli prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Uočljivo je kako se pioniri i kadeti statistički značajno razlikuju u varijablama FEV1, PEF i MEF50. U varijablama FVC, TIFF te MEF25 nema statistički značajnih razlika između nogometaša pionira i kadeta. Zanimljivo je kako između nogometaša kadetske i juniorske kategorije nema statistički značajnih razlika u promatranim spirometrijskim varijablama. Pioniri i juniori se statistički značajno razlikuju u 4 od 6 spirometrijskih varijabli. Razlike nisu statistički značajne u varijablama TIFF i MEF25.

Nadalje, može se konstatirati kako nogometaši postižu iznadprosječne vrijednosti u gotovo svim parametrima u odnosu na prediktivne vrijednosti. Dobiveni rezultati su vrlo slični rezultatima sportaša istog uzrasta (nogometaši i rukometaši) iz istraživanja Goić-Barišić i sur. 2006. Nogometaši kadetskog uzrasta imaju iznadprosječne rezultate spirometrijskih parametara u odnosu na normirane vrijednosti muške populacije kadetskog uzrasta. Vrijednosti FEV1 (forsiranog ekspiracijskog volumena u prvoj sekundi-113,61%) su više nego kod elitnih škotskih plivača (83,9%; McKey i sur. 1983). Nadalje, vidljivo je kako i nogometaši juniorskog uzrasta imaju iznadprosječne rezultate u odnosu na norme za juniorski uzrast. Postignute vrijednosti FEV1 iznose 116%. Elitni škotski plivači juniorskog uzrasta imaju vrijednosti FEV1 od 93,4% (McKey i sur. 1983). Promatrani

nogometaši imaju veće vrijednosti svih spirometrijskih parametara u odnosu na jedriličare (Uljević i sur. 2008), dok su rezultati vrlo slični postignutim vrijednostima nogometaša juniora iz istog istraživanja. Uspoređujući pojedine spirometrijske parametre nogometaša juniora sa Gaelic nogometašima sličnih antropometrijskih karakteristika može se konstatirati kako promatrani nogometaši imaju veće vrijednosti varijabli FEV1 (116%) i PEF (133%) nego Gaelic nogometaši (FEV1-112%, PEF-114%; Watson 1995). Gaelic nogometaši imaju veće vrijednosti varijable FVC (115%; Watson 1995) nego promatrani nogometaši juniorskog uzrasta (105%). Biciklisti i triatlonci seniori (Kippelen i sur. 2005) postižu nešto veće vrijednosti FVC-a (117%) nego nogometaši juniorskog uzrasta iz ovog istraživanja (105%). Međutim, vrijednosti FEV1 (116%) i Tiffneau indeksa (112%) su veće u promatranih nogometaša nego u biciklista i triatlonaca (FEV1-112%, TIFF-81%; Kippelen i sur. 2005). Može se ustanoviti kako promatrani nogometaši pioniri, kadeti i juniori imaju znakovito veće vrijednosti varijable FEV1 (107%, 114%, 116%) nego nogometaši seniorskog uzrasta iz Hong Konga (Chin i sur. 1992).

Slika 13.

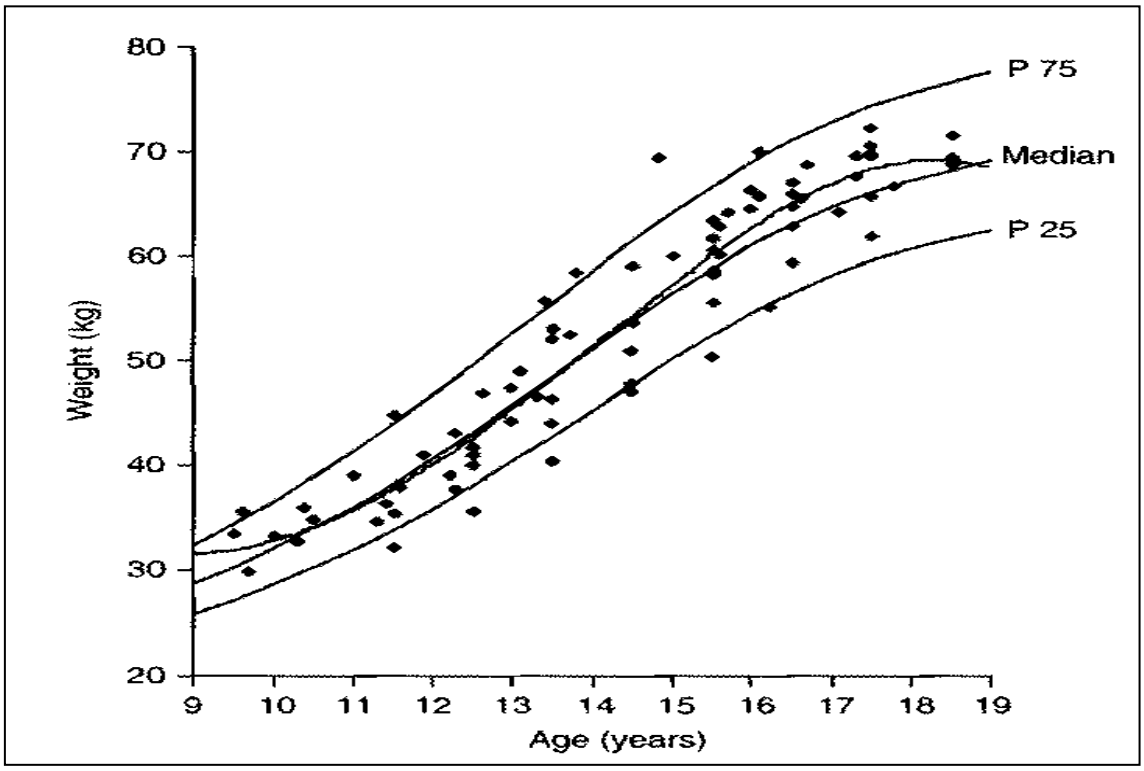
Vrijednosti visina mladih nogometaša iz Europe i Južne Amerike u odnosu na sjevernoameričke referentne vrijednosti (Centers for Diseases Control and Prevention, 2000): P25-25 percentila; P50-median; P75-75 percentila (prema Malina, 2006)



Vrijednost prosječne visine nogometaša pionirskog uzrasta (176,40 cm) je znakovito viša u odnosu na referentne vrijednosti (Slika 13.), te se nalazi iznad 75 percentila u komparaciji s rezultatima dosadašnjih studija. Prosječna visina nogometaša kadetskog (178,04 cm) i juniorskog uzrasta (181,88 cm) pada na liniju 75 percentila.

Slika 14.

Vrijednosti težina mladih nogometaša iz Europe i Južne Amerike u odnosu na sjevernoameričke referentne vrijednosti (Centers for Diseases Control and Prevention, 2000): P25-25 percentila; P50-median; P75-75 percentila (prema Malina, 2006)



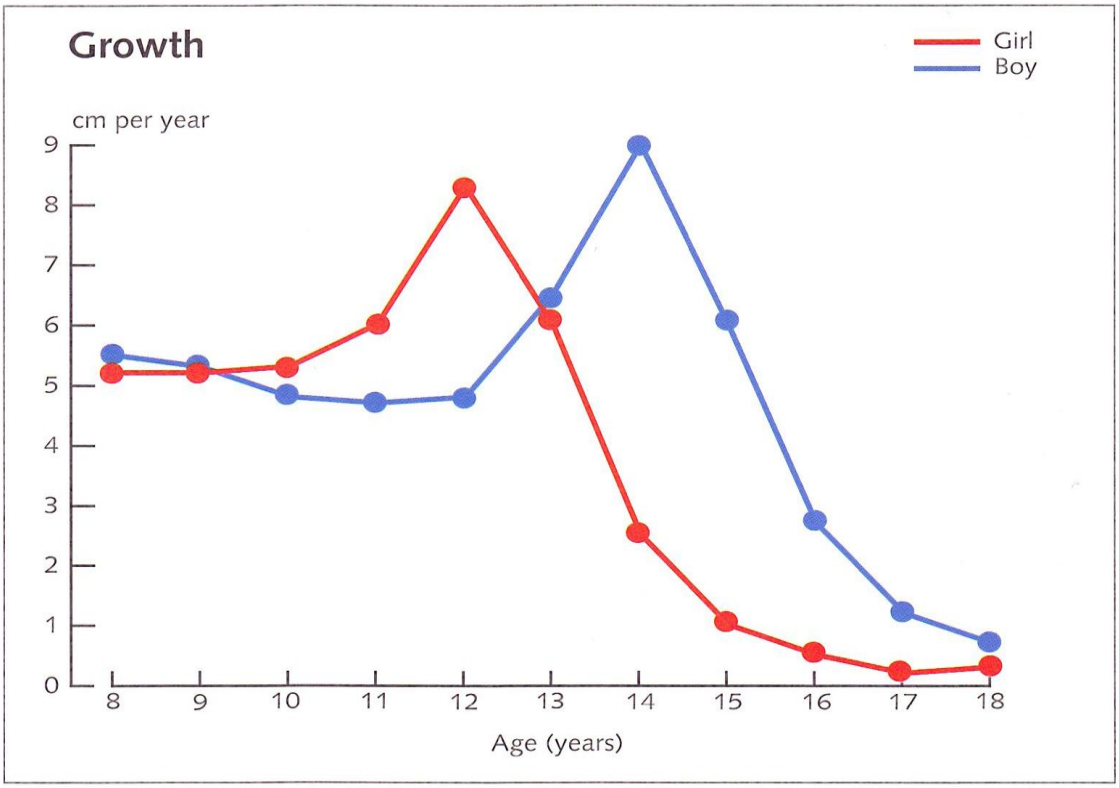
Vrijednost prosječne težine nogometaša pionirskog uzrasta (63,52 kg) je znakovito viša u odnosu na referentne vrijednosti (Slika 14.), te se nalazi iznad 75 percentila u komparaciji s rezultatima dosadašnjih studija. Prosječna težina nogometaša kadetskog (69,00 kg) i juniorskog uzrasta (75,05 kg) pada na liniju 75 percentila. Vrijednosti prosječne dobi, visine i težine mladih nogometaše od 9 do 18 godina iz Europe i Južne Amerike izvučene su iz literature, te prezentirane na slikama 39 i 40. Te vrijednosti su stavljene u relaciju s referentnim vrijednostima populacije SAD-a. Prosječna visina za većinu mladih nogometaša iz Europe i Južne Amerike pada unutar granica P25 i P75. Isto tako, prosječna težina većine mladih nogometaša iz Europe i Južne Amerike pada unutar granica P25 i P75. Promatrajući nogometaše iz ovog istraživanja može se zaključiti kako pioniri 'iskaču' iz navedenih okvira. Vjerojatne razloge tome, treba tražiti u činjenici kako među promatranim nogometašima pionirskog uzrasta postoji dobar dio nogometaša koji su 'akceleranti', odnosno, koji su ranije sazreli.

Promjene u veličini i sastavu tijela, te funkcionalnim kapacitetima pojavljuju se i rastu s pubertetom i sazrijevanjem (Malina i sur. 2004). Razlike između dječaka različite zrelosti su

najočiglednije između 13 i 16 godina (Malina i sur. 2003). Rast i sazrijevanja mladih nogometaša može utjecati na procese selekcije, što je vjerojatno i slučaj s nogometašima pionirskog uzrasta iz ovog istraživanja. Nogometaši su selektirani na temelju njihovog rasta i zrelosti. U vrijeme izbora, oni su vjerojatno bili najbolji igrači zbog svoje veličine, snage i moći, što je povezano s ranim sazrijevanja kod nogometaša pionirskog uzrasta. Još jedna potvrda tome je grafički prikaz (Slika 15.) prirasta visine dječaka koji je najviši upravu od 14-15 godina što odgovara pionirskoj uzrasnoj kategoriji nogometaša.

Slika 15.

Prirast visina od ranog djetinjstva do puberteta (prema Bangsbo, 2007)



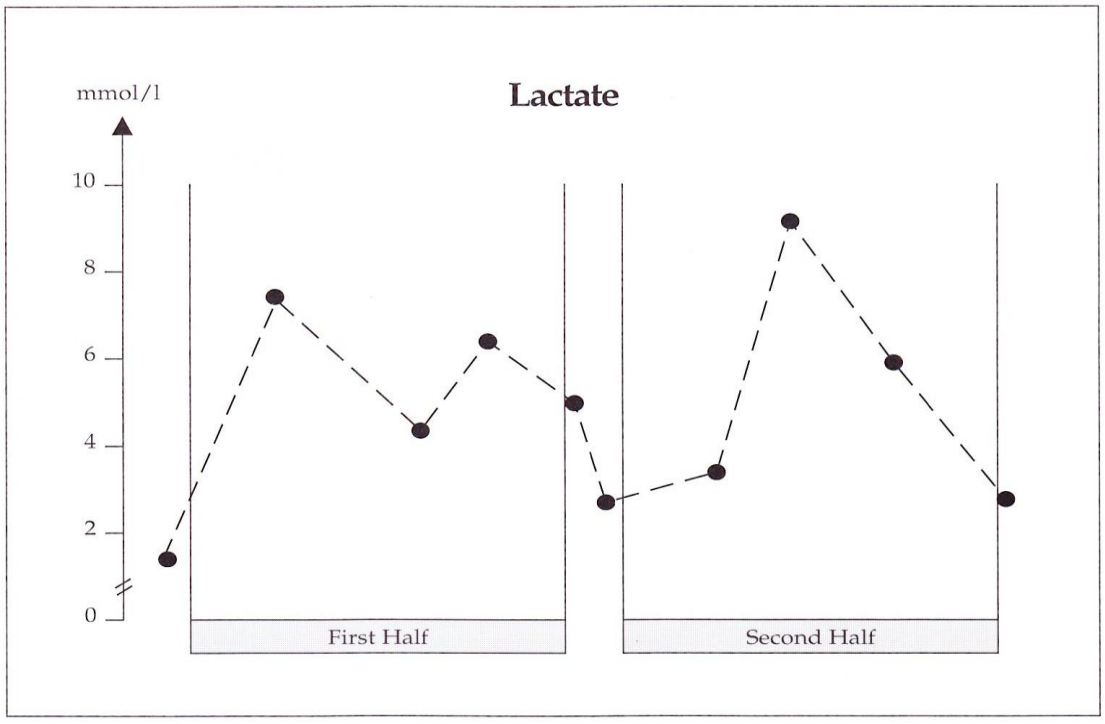
Razdoblje života prije adolescencije je presudno za razvoj fizičkih, tehničkih i taktičkih mogućnosti mladih nogometaša. Isto tako, razvoj intelektualnih i motoričkih sposobnosti dovodi do poboljšanja tehničkih, taktičkih i psiholoških sposobnosti. Adekvatan razvoj tjelesnih i motoričkih sposobnosti tijekom ovog razdoblja odlučujući je za progresiju mladih nogometaša, jer nakon tog doba, proces odabira, odnosno, selekcije je vrlo težak. Uspjeh u nogometu ovisi o različitim čimbenicima uključujući i fizičke karakteristike i fiziološke kapacitete igrača, njihov nivo vještine, stupanj njihove motivacije, te tehničke i taktičke pripreme. Neke od tih čimbenika nije lako objektivno mjeriti, ali drugi se mogu testirati uporabom standardiziranih metoda i pružiti korisne informacije treneru i stručnom timu.

Promatrajući razlike funkcionalnih varijabli između pionira i kadeta primjetno je kako kadeti imaju prosječno više vrijednosti u gotovo svim parametrima. Te razlike su statistički značajne samo u varijablama $L_{mir,}$ L_{max} i $RR_{max.}$ Analizirajući razlike između kadeta i juniora također se može ustvrditi kako su juniori postigli prosječno veće vrijednosti u većini parametara. Te razlike su statistički značajne u većini varijabli anaerobnog praga, kao i u vrijednostima VO_{2max} i $L_{mir.}$ Pioniri i juniori se statistički značajno razlikuju u gotovo svim funkcionalnim varijablama (Tablica 4.).

Koncentracija laktata u krvi često se koristi kao pokazatelj korištenja anaerobne proizvodnje energije u nogometu. Jedan od razloga tome je jednostavnost i primjenjivost mjerenja koncentracije laktata. Laktati nastaju uslijed opterećenja visokog intenziteta. Uz laktate povećava se i koncentracija H^+ iona, što remeti homeostazu vodika te za posljedicu ima povećanje koncentracije vodika unutar stanice. Pokušavajući održati homeostazu i nastavak proizvodnje ATP-a iz glikogena, laktati i vodikovi ioni izlaze iz stanice u međustanični prostor, odakle prelaze u krvotok gdje ih i mjerimo.

Slika 16.

Vrijednosti laktata prije, za vrijeme utakmice i poslije utakmice (prema Bangsbo, 1994)

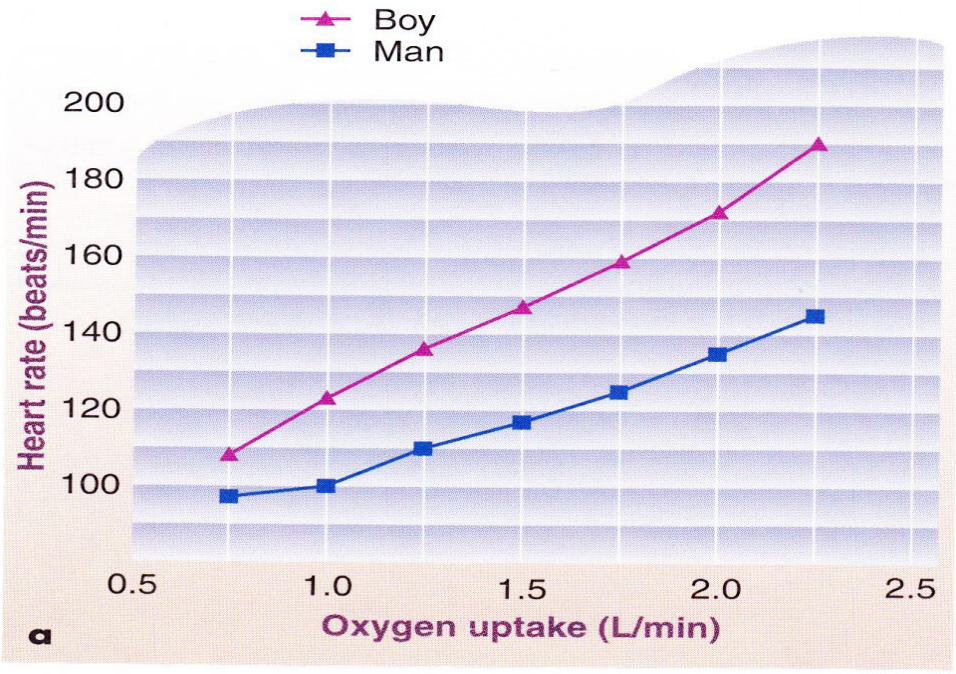


Na Slici 16. vidljivo je kako postoji veliki raspon vrijednosti laktata tijekom nogometne utakmice. Rezultati se kreću od 1,6 do 10 mmol/L, što je slično dobivenim rezultatima ovog istraživanja, premda su maksimalne vrijednosti iz istraživanja ipak nešto više. To je i očekivano, obzirom kako je spiroergometrijski protokol iz istraživanja pri kojem su mjereni laktati progresivan i kontinuiran, za razliku od utakmice gdje postoje faze odmora. Maksimalne zabilježene vrijednosti laktata iz ovog istraživanja kreću se u rasponu od 9,81 mmol/L do 12,06 mmol/L, što je slično nalazima prethodnih istraživanja (Chamari i sur. 2005, Metaxas i sur. 2005, Aziz i sur. 2005). Zanimljivo je kako su juniori, iako prije testiranja "kiseliji", poslije opterećenja imali niže vrijednosti laktata u krvi u odnosu na kadete. Pri nižim intenzitetima aktivnosti organizam svojim puferskim sustavima i cirkulacijom uspijeva usporiti nakupljanje mliječne kiseline. U trenutku kada intenzitet poraste toliko da aerobni metabolizam ne može zadovoljiti potrebe organizma za energijom, dolazi do pojačane anaerobne razgradnje glukoze i naglog nagomilavanja mliječne kiseline. Brzina daljneg nagomilavanja ovisi o aerobnim kapacitetima koji ce oksidirati mliječnu kiselinu, te o sposobnosti neaktivne muskulature da jedan dio nastalih laktata veže na sebe. Očito je kako juniori posjeduju mogućnost bolje adaptacije organizma na opterećenje jer su duže tretirani nogometnim treningom koji ima jak utjecaj na razvoj funkcionalnih sposobnosti. Pretpostavka je kako dugotrajnije bavljenje nogometom, u juniora, u odnosu na kadete (1.-2. godine), dovodi do povećane vaskularizacije mišića, adaptacije respiratornog sustava, sportske hipertrofije srca, a samim time i do poboljšanja aktivnosti aerobnog metabolizma. Bolja tehnika izvođenja pokreta može promijeniti omjer neaktivnih i aktivnih mišićnih vlakana tako da se boljom tehnikom za istu aktivnost koristi manje mišićnih vlakana, uz optimalniju energetsku potrošnju.

Drugi način dobivanja informacija o aerobnim energetskim izdacima nogometaša je mjerenje pulsa, odnosno, srčane frekvencije. Srčana je frekvencija tijekom opterećenja veoma važan fiziološki pokazatelj. Frekvencija srca odmah nakon početka opterećenja ili vježbanja počinje se povećavati. Povećanje frekvencije upravo je razmjerno razini opterećenja. U mirovanju srce kuca oko 60 puta u minuti. Dobro utrenirani sportaši, u ekstremnim slučajevima, mogu imati ispod 30 otkucaja srca u minuti. Tijekom opterećenja srčana frekvencija se povećava, što rezultira povećanjem minutnog volumena srca. Maksimalna srčana frekvencija za mlade žene i muškarce dobi od 20 godina iznosi oko 200 otkucaja u minuti. Međutim, postoji veliki raspon u vrijednostima srčane frekvencije za određene dobne skupine. Bangsbo 2007. je pronašao u studiji skupine mladića i djevojaka dobi od 16 do 19 godina, raspone maksimalne srčane frekvencije od 180 do 230 otkucaja u minuti. Maksimalna srčana frekvencija se smanjuje s povećanjem godina (Slika 17.).

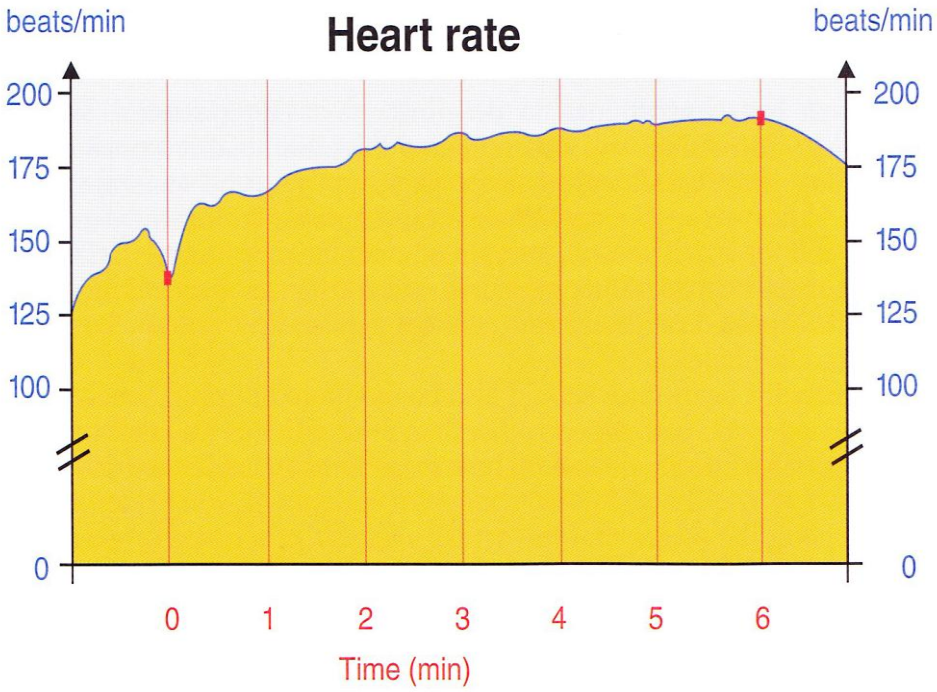
Slika 17.

Srčana frekvencija u 12-godišnjaka i odraslog muškarca (prema Wilmore i Costill, 1999)



Slika 18.

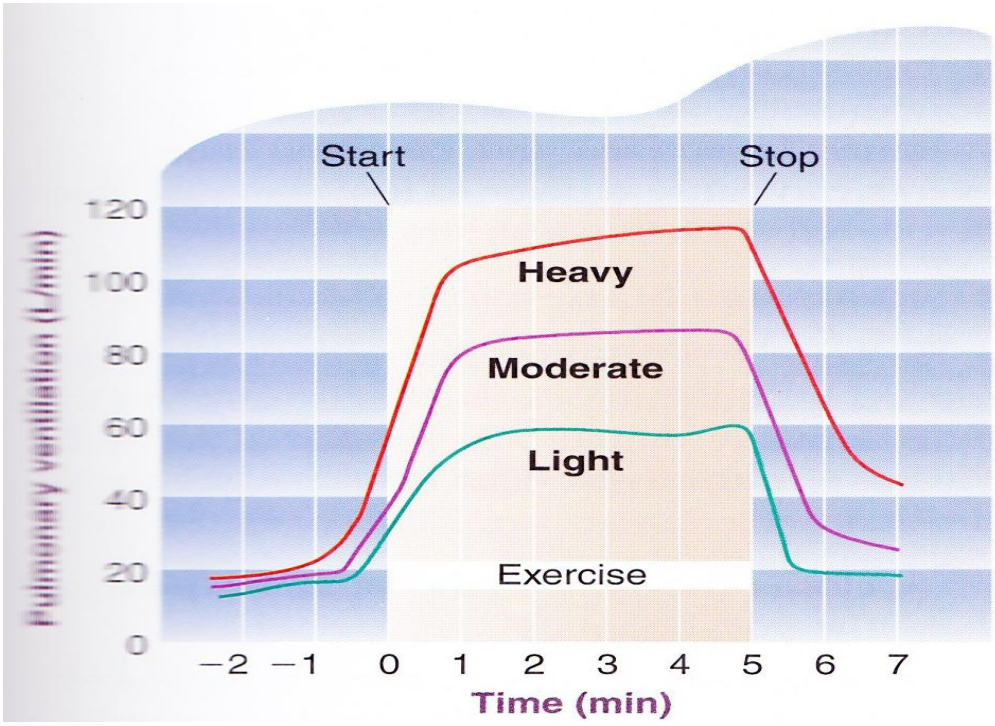
Srčana frekvencije tijekom 6-minutnog progresivnog testa opterećenja (prema Bangsbo, 2007.)



Slika 18. prikazuje vrijednosti srčane frekvencije dobivene monitoringom tijekom šestominutnog testa opterećenja. Uočava se kako srčana frekvencija progresivno raste sa stupnjem opterećenja. Slične vrijednosti srčane frekvencije dobivene su i u ovom istraživanju. Analizom Tablice 4. uočava se trend snižavanja vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max}, prema starijoj uzrasnoj skupini, što je fiziološki te se slaže s prethodnim tvrdnjama (Wilmore i Costill, 1999). Vrijednosti srčane frekvencije pri ventilacijskom anaerobnom pragu slične su kod svih promatranih uzrasnih skupina nogometaša, te među njima nema statistički značajnih razlika. Ipak, te vrijednosti rastu prema starijoj uzrasnoj skupini nogometaša, što govori o boljem stupnju utreniranosti kadeta i juniora u odnosu na pionire. Kadeti i juniori kasnije prelaze anaerobni prag, odnosno pri većim vrijednostima srčane frekvencije ulaze u anaeroban režim rada, te će moći duže i efektivnije obavljati sportsku aktivnost nego pioniri. Dobivene maksimalne vrijednosti srčanih frekvencija promatranih nogometaša svih uzrasnih kategorija niže su nego nalazi prethodnih istraživanja (Segers i sur. 2002., Chamari i sur. 2005, McMillan i sur. 2005., Aziz i sur. 2005., Chamari i sur. 2004., Metaxas i sur. 2005). Razlog tome leži u činjenici kako se u svim navedenim istraživanjima mjerila maksimalna postignuta srčana frekvencija, dok se u ovoj studiji srčana frekvencija mjerila pri VO_{2max}. Kako je već prije spomenuto frekvencija srca može se smanjiti kao rezultat treninga izdržljivosti, a obzirom kako su kadeti i juniori prosječno duže tretirani nogometnim treningom u odnosu na pionire razlike u maksimalnoj srčanoj frekvenciji su logične. Međutim, stvarni mehanizmi odgovorni za to smanjenje nisu u potpunosti poznati, ali čini se kako trening povećava parasimpatičku aktivnost srca, a smanjuje simpatičku aktivnost. Prema tome, povećanje srčane frekvencije rezultat je smanjene aktivnosti parasimpatikusa uz istodobni porast djelovanja simpatikusa, a smanjenje frekvencije postiže se obrnutim mehanizmom.

Plućna ventilacija označava mehanizam udisanja i izdisanja, odnosno kretanje zraka između atmosfere i alveola u plućima. Količina zraka koju možemo proventilirati u jednoj minuti je minutni volumen disanja (MVD). U tijeku tjelesne aktivnosti povećava se i dubina i frekvencija disanja, pa se proporcionalno intenzitetu i trajanju rada povećava i minutni volumen disanja, odnosno minutna ventilacija (Slika 14.). Ventilacija pri maksimalnim opterećenjima dosiže vrijednosti tzv. maksimalnog minutnog volumena disanja. Kada mjerimo ventilaciju, mjerimo zapravo minutni volumen disanja. Plućna ventilacija koja se povećava tijekom opterećenja, u izravnom je razmjeru s tjelesnim metaboličkim potrebama. Maksimalna minutna ventilacija ovisi o funkciji respiratornog sustava. Vrijednosti ventilacije od oko 100 L/min su uobičajene za "manje" pojedince, dok se vrijednosti od 200 L/min nalaze u "većih" pojedinaca.

Slika 19. Ventilacija pri laganom, srednjem i teškom opterećenju (prema Wilmore i Costill, 1999)

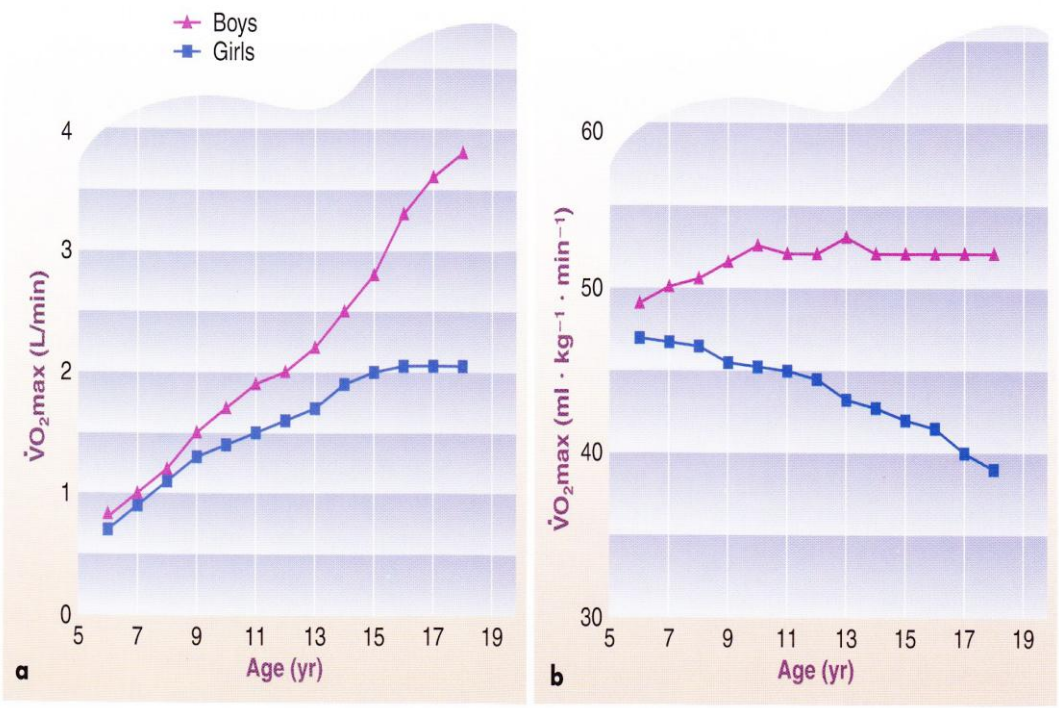


Kako je naprijed navedeno plućna funkcija znatno se mijenja s dobi. Minutna ventilacija raste s dobi do fizičke zrelosti, a onda se smanjuje s povećanjem dobi. Te su promjene povezane s rastom cjelokupnog plućnog sustava. Kako se veličina tijela povećava s rastom i razvojem, tako se povećava veličina i funkcija pluća, što objašnjava dobivene razlike minutne ventilacije u promatranih nogometaša. Tijekom vježbanja, odnosno opterećenja, ventilacija se povećava zbog povećane potražnje mišića za kisikom, te dosiže vrijednosti do 100 L/min za netrenirane pojedince, a za izuzetno dobro utrenirane sportaše i preko 200 L/min. Maksimalna ventilacije može se povećati treningom, npr. prosječna ventilacija skupine danskih igrača povećala se s približno 142 na 148 L/min nakon četiri tjedna intenzivnog treninga (Bangsbo, 1994).

Većina sportskih znanstvenika maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) smatra kao najbolje, odnosno, najobjektivnije mjerilo kardiorespiratornog kapaciteta. VO_{2max} ili aerobni kapacitet jest maksimalna količina kisika koju organizam može osigurati i utrošiti u aerobnim energetskim procesima u toku jedne minute. Mjerenjem maksimalnog primitka kisika, odnosno aerobnog kapaciteta, određuje se zapravo integrirana funkcija nekoliko organskih sustava, a među njima su najznačajniji kardiovaskularni, respiratorni i neuromuskularni sustav. Prije puberteta, apsolutni maksimalni primitak kisika se povećava paralelno s povećanjem

godina, a promjene su slične kod djevojčica i dječaka (Slika 20.). Dječaci svoj aerobni kapacitet povećavaju u većoj mjeri od 13. godine.

Slika 20. Promjene maksimalnog primitka kisika s godinama (prema Wilmore i Costill, 1999)



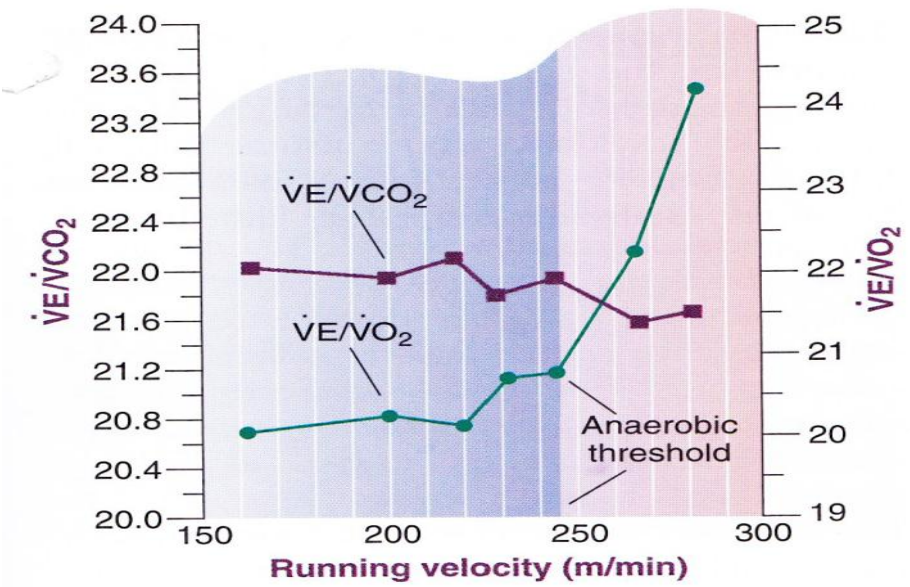
Povećanje apsolutnog i relativnog VO_{2max} sa starijom uzrasnom kategorijom nogometaša u velikoj je mjeri posljedica povećanja tjelesne visine koja se reflektira na mišićnu masu. Relativni maksimalni primitak kisika raste godišnje oko 1 mL/min/kg. To znači kako aerobni radni kapacitet prati tjelesni razvoj, ili ide čak nešto ispred njega, što se slaže s dobivenim rezultatima ovog istraživanja. Kao što je ranije rečeno, većina istraživača se slaže kako je VO_{2max} najbolji pokazatelj kardio-respiratorne izdržljivosti, odnosno, kapaciteta. VO_{2max} se znatno povećava kao odgovor na trening izdržljivosti. Prosječan čovjeka koji trenira pri 75% svog kapaciteta tri puta tjedno, 30 minuta na dan, za 6 mjeseci može povećati svoj VO_{2max} od 15% do 20%. Nogometni trening ima veliki utjecaj na razvoj funkcionalnih sposobnosti, a rezultati su progresivno bolji prema starijoj dobi pa je za očekivati kako će pioniri i kadeti dosegnuti slične vrijednosti u juniorskoj dobi.

Zabilježene vrijednosti maksimalne respiratorne frekvencije-frekvencije disanja slične su kod pionira i kadeta, dok juniori u odnosu na kadete imaju statistički značajno niže vrijednosti. Vrijednosti respiratorne frekvencije kod nogometaša juniora (53,7), nešto su niže od grčkih nogometaša istog uzrasta (55,3-59,8; Metaxas i sur. 2005). Vrijednosti respiratorne frekvencije na anaerobnom pragu kod sve tri skupine nogometaša su slične i među njima nema statistički

značajnih razlika. Frekvencija disanja kontinuirano se smanjuje u toku rasta i razvoja, te se taj kontinuitet jednakomjerno nastavlja i za vrijeme puberteta. Pad frekvencije disanja s godinama, znak je ekonomičnijeg disanja u starije dobne skupine nogometaša.

Anaerobni prag predstavlja onu razinu intenziteta aktivnosti, pri kojoj energetska potreba osim pretežno aerobnih izvora energije značajnije aktivira mehanizam anaerobne glikolize, pri čemu koncentracija mliječne kiseline u krvi i tjelesnim tekućinama iznosi oko 4 mmola/L. Anaerobni prag je najviši intenzitet aktivnosti izvođen na temelju oksidativne fosforilacije bez prekomjernog korištenja mehanizma anaerobne energije (Slika 21.). Anaerobni prag izražava najveći intenzitet aktivnosti u kojoj brzina stvaranja piruvata ne prelazi brzinu oksidativne fosforilacije. Stvoreni se laktat oksidira ili se koristi za glukogenezu u jetri, srcu i neaktivnim mišićima. Pri anaerobnom pragu analiziramo razinu opterećenja, srčanu frekvenciju, respiracijski kvocijent, minutnu ventilaciju, frekvenciju disanja i primitak kisika. Što je vrijednost opterećenja pri anaerobnom pragu veća, to će sportaš moći na višoj razini obavljati dugotrajniji rad.

Slika 21. Ventilacijski ekvivalent CO_2 i O_2 (anaerobni prag) (prema Wilmore i Costill, 1999)



U odnosu na maksimalni aerobni kapacitet, netrenirane osobe prelaze anaerobni prag pri 50-60%, a vrhunski sportaši pri 80-95% maksimalne potrošnje kisika. Bitno je napomenuti kako taj postotak u sportaša uvelike ovisi i o periodizaciji treninga, odnosno je li mjerenje izvršeno u pripremnom, prednatjecateljskom ili natjecateljskom periodu.

Od vremena kada dijete ulazi u vrtić sve do puberteta, težina pluća povećava se gotovo trostruko, od prosječno 211 g do 640 g. Tijekom tog vremena vitalni kapacitet - VC raste od otprilike 1000 mL do 3000 mL, kao i totalni plućni kapacitet od 1400 mL do 4500 mL. Plućna struktura nije u potpunosti razvijena u trenutku rođenja, te će se broj alveola i dišnih puteva povećati gotovo 10 puta prije nego što dijete dosegne zrelost. Volumen pluća u mladih nogometaša ovisan je o veličini tijela i mijenja se približno kao što se mijenja visina tijela sve do otprilike 25 godina starosti. U kasnom djetinjstvu i adolescenciji, navedene promjene javljaju se uglavnom kroz proširenje postojećih alveola i dišnih puteva. Ipak, utjecaj treninga na dišni sustav neobično je značajan. Vježbe koje zahtijevaju veliki minutni volumen disanja potiču rast i razvoj prsnog koša kod mladih nogometaša, te na taj način grudni koš postaje širi, dulji i ima veću zapreminu. U većem prsnom košu razvijaju se tzv. „sportska pluća“ s većim obujmom zraka, ali i krvi, te povećanom površinom plućnih alveoloa. Nadalje, trening jača i dovodi do hipertrofije dišne muskulature, kao i do ekonomičnijeg disanja s manjim frekvencijom. U zdravih ljudi fizički napor ima za posljedicu povećanje provodljivosti dišnih puteva, odnosno povećanje ventilacijske funkcije pluća. Taj učinak fizičkog napora temelji se na povećanju broja funkcionalno aktivnih malih dišnih puteva te na dilataciji bronha i bronhiola, i vjerojatno je rezultat smanjenja tonusa parasimpatikusa. Povećanjem veličine tijela povećava se veličina i funkcija pluća, što objašnjava dobivene razlike u promatranih nogometaša.

7.3. Analiza razlika između nogometaša različitih igračkih linija

U ovom potpoglavlju prikazana je analiza razlika svih primjenjenih varijabli između nogometaša različitih igračkih linija, unutar svake pojedine dobne kategorije. Razlike između navedenih pozicija nogometaša utvrđene su primjenom Factorial ANOVA analize varijance, te primjenom Tukey-Kramer Unequal N HSD post-hoc testa.

Tablica 5.
Analiza razlika primjenjenih varijabli između nogometaša različitih linija unutar kategorije pionira
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

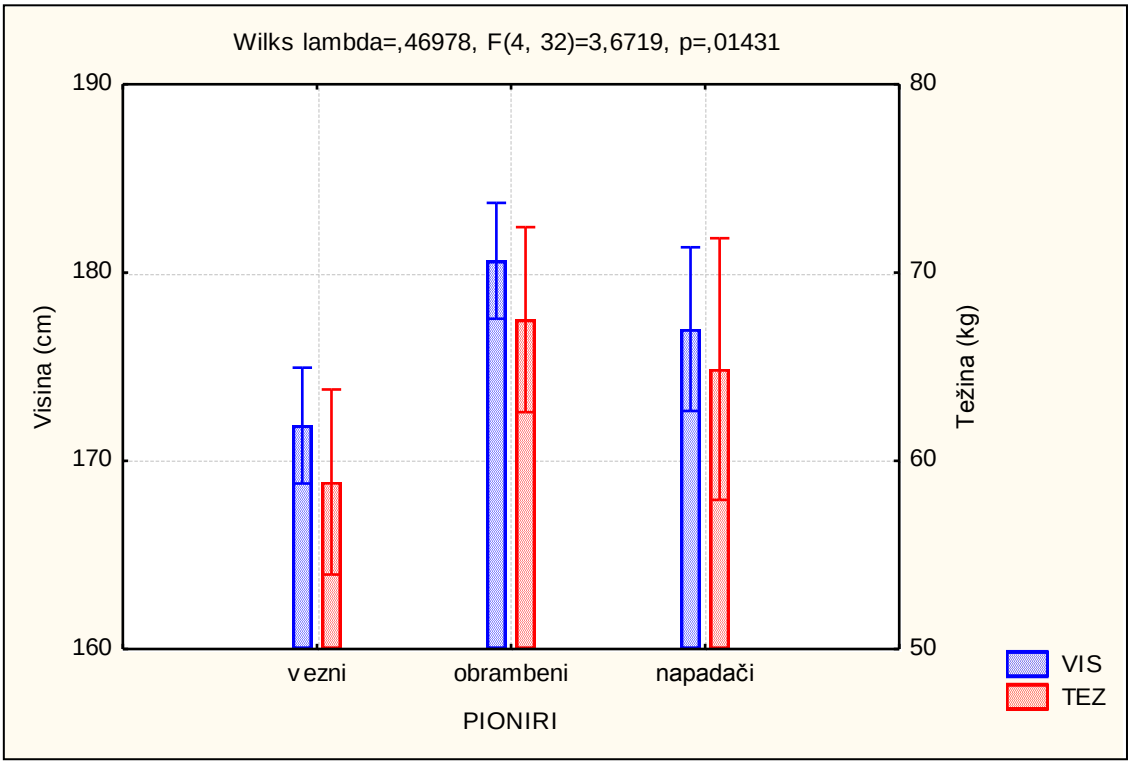
Pioniri (N = 22)	**Vezni (N = 8)**	**Obrambeni (N = 8)**	**Napadači (N = 6)**
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	**171,88 (5,48)****	180,62 (2,26)	177,00 (3,76)
TEZ (kg)	**58,88 (9,37)***	67,50 (3,78)	64,88 (2,78)
BMI (kg/m²)	19,84 (2,38	19,36 (0,88)	20,72 (0,93)
Funkcionalne varijable			
L_{mir} (mmol/L)	**2,10 (0,26)***	**1,70 (0,14)†**	2,20 (0,49)
L_{max} (mmol/L)	8,84 (2,80)	10,03 (2,34)	11,33 (3,82)
HR_{max} (1/min)	**192,13 (6,24)***	**187,25 (9,45)†**	**198,75 (3,95)[1]**
RR_{max} (1/min)	50,76 (10,24)	53,58 (3,64)	59,73 (8,21)
VE_{max} (L/min)	129,23 (28,25)	149,78 (8,80)	153,43 (15,80)
VO_{2max} (L/min)	4,21 (0,39)	4,31 (0,13)	4,10 (0,16)
RQ_{max} (1/min)	1,05 (0,05)	1,03 (0,05)	1,07 (0,12)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	61,13 (4,26)	59,00 (1,41)	**56,25 (4,92)[2]**
HR_{VP} (1/min)	160,00 (11,30)	158,00 (5,01)	154,00 (3,46)
RR_{VP} (1/min)	41,96 (11,94)	59,00 (1,85)	44,75 (2,63)
VE_{VP} (L/min)	**81,66 (17,43)***	**101,76 (17,76)†**	73,50 (5,14)
VO_{2VP} (L/min)	3,33 (0,30)	3,32 (0,09)	2,87 (0,20)
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	**50,38 (1,51)***	45,63 (4,41)	**39,50 (5,74)[2]**
Spirometrijske varijable			
FVC (%)	99,40 (3,68)	**94,93 (6,08)††**	**110,00 (7,66)[1]**
FEV1 (%)	105,26 (3,26)	106,25 (4,86)	109,75 (7,09)
TIFF (%)	105,70 (6,52)	115,80 (10,45)	100,35 (12,58)
PEF (%)	97,36 (25,11)	98,64 (20,92)	117,90 (23,84)
MEF50 (%)	103,56 (15,03)	115,55 (18,18)	104,05 (27,43)
MEF25 (%)	**98,81 (18,19)****	148,13 (21,55)	109,30 (31,87)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Tukey-Kramer Unequal N HSD post-hoc testom:
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između veznih i obrambenih igrača
†p<0,05; **††**p<0,01; **†††**p<0,001 – značajnost razlika između obrambenih igrača i napadača
[1]p<0,05; [2]p<0,01; [3]p<0,001 – značajnost razlika između veznih igrača i napadača

Inspekcijom Tablice 5. uočava se kako su vezni igrači najniži i najlakši. Napadači su niži i lakši od obrambenih igrača, ali te razlike nisu statistički značajne. Vezni igrači su statistički značajno niži i lakši od obrambenih igrača. Pioniri-vezni igrači su, također, i lakši u odnosu na napadače i obrambene igrače.

Slika 22.

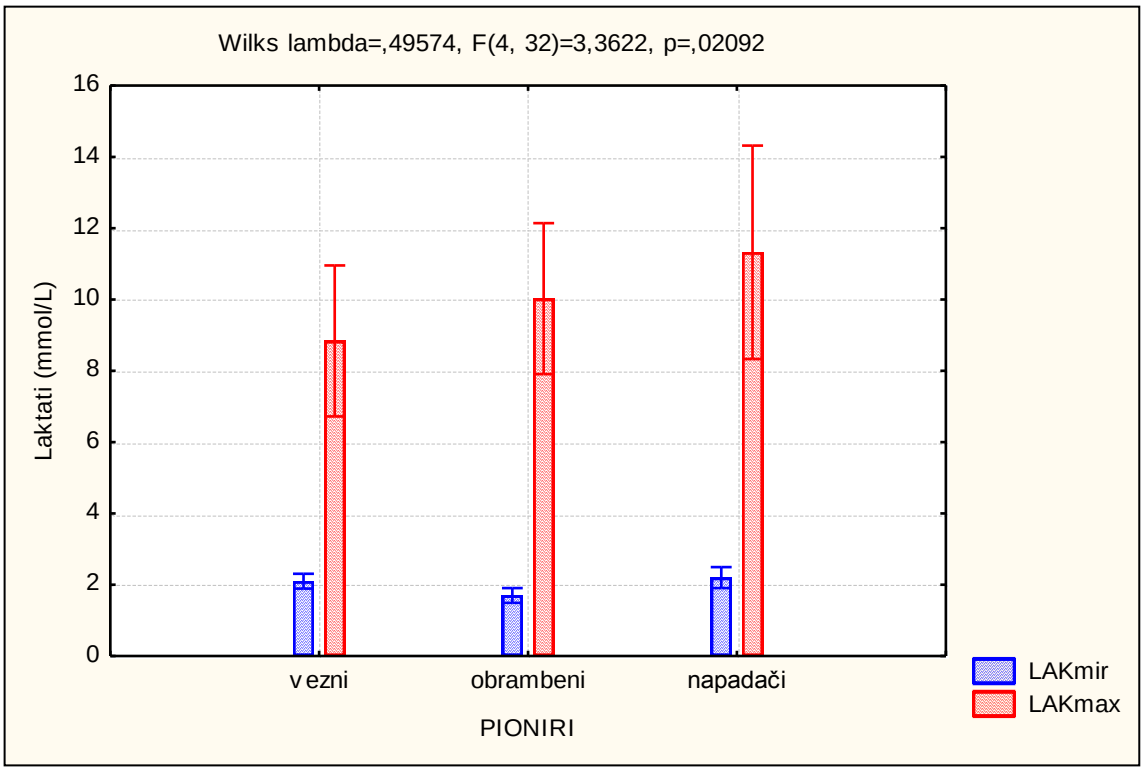
Analiza razlika morfoloških varijabli između nogometaša (pionira) različitih igračkih pozicija



Wong i sur. 2009. godine su ustanovili kako su napadači značajno niži i lakši u odnosu na vezne igrače i napadače. Obrambeni igrači iz navedenog istraživanja su najviši i najteži, te imaju najveće vrijednosti indeksa tjelesne mase. Međutim, igrači iz Hong Konga (Wong i sur. 2009) su primjetno niži i lakši od promatranih nogometaša. Raspon rezultata igrača iz Hong Konga kreće se od 156-167 cm za visinu, te 43,9-56,2 kg za tjelesnu težinu. Dobiveni rezultati ovog istraživanja slažu se s prethodnim nalazima (Silva Neto i sur. 2007), koji je ustvrdio kako su vezni igrači najniži i najlakši unutar ekipe. Prosječna visina veznih igrača je slična kao kod promatranih nogometaša pionira, dok su brazilski vezni igrači-pionirskog uzrasta nešto teži (62 kg). Promatrani napadači su slične težine, ali viši od brazilskih napadača (174 cm). Obrambeni igrači iz ovog istraživanja su i viši i teži u odnosu na brazilske obrambene igrače (178 cm, 64 kg). Može se zaključiti kako postoji slična struktura morfoloških karakteristika promatranog uzorka nogometaša pionirskog uzrasta s dosadašnjim nalazima (Silva Neto i sur. 2007).

Slika 23.

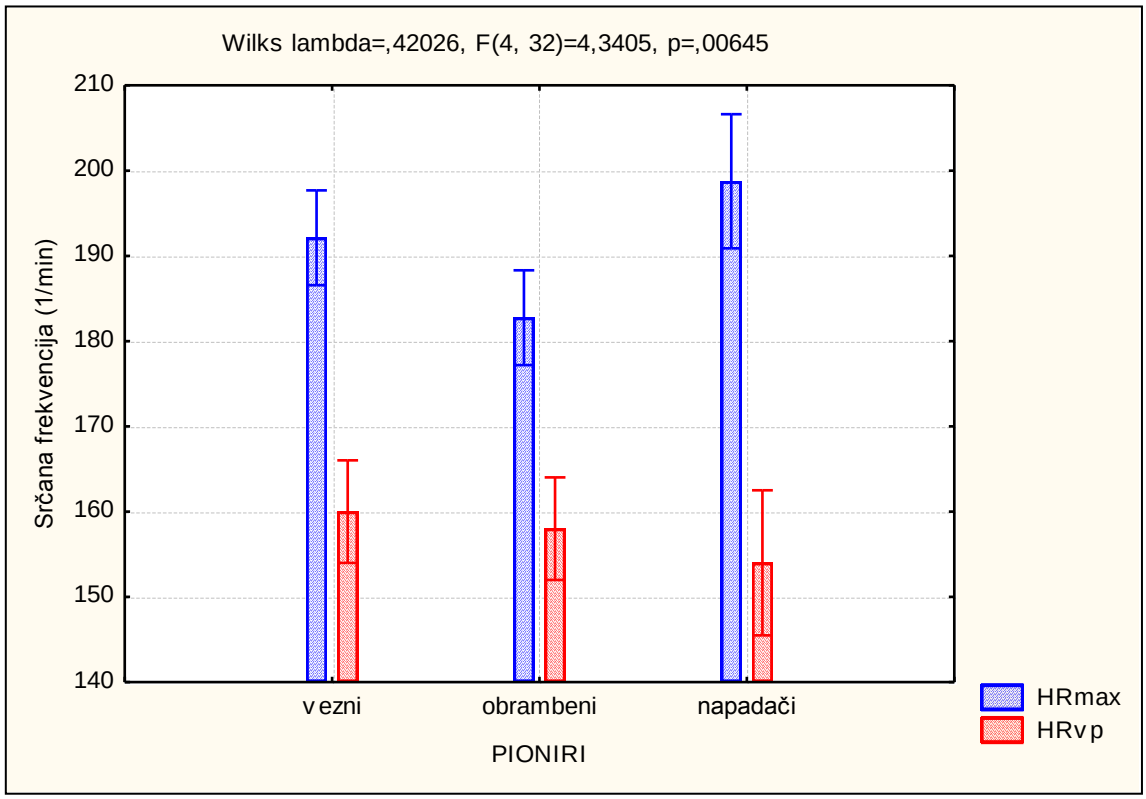
Analiza razlika laktata između nogometaša (pionira) različitih igračkih pozicija



Promatrajući Tablicu 5. uočava se kako pioniri-vezni igrači imaju statistički značajno veće rezultate laktata u mirovanju u odnosu na obrambene igrače. Obrambeni igrači imaju statistički značajno manje vrijednosti laktata u mirovanju u odnosu na napadače. Vezni igrači i napadači imaju slične vrijednosti laktata u mirovanju (Slika 23). Maksimalne vrijednosti laktata se značajno ne razlikuju između igrača različitih pozicija iste kategorije. Iako postoje značajne razlike između igrača po pozicijama, te razlike fiziološki nisu značajne jer se kreću oko referentne vrijednosti za stanje mirovanja.

Slika 24.

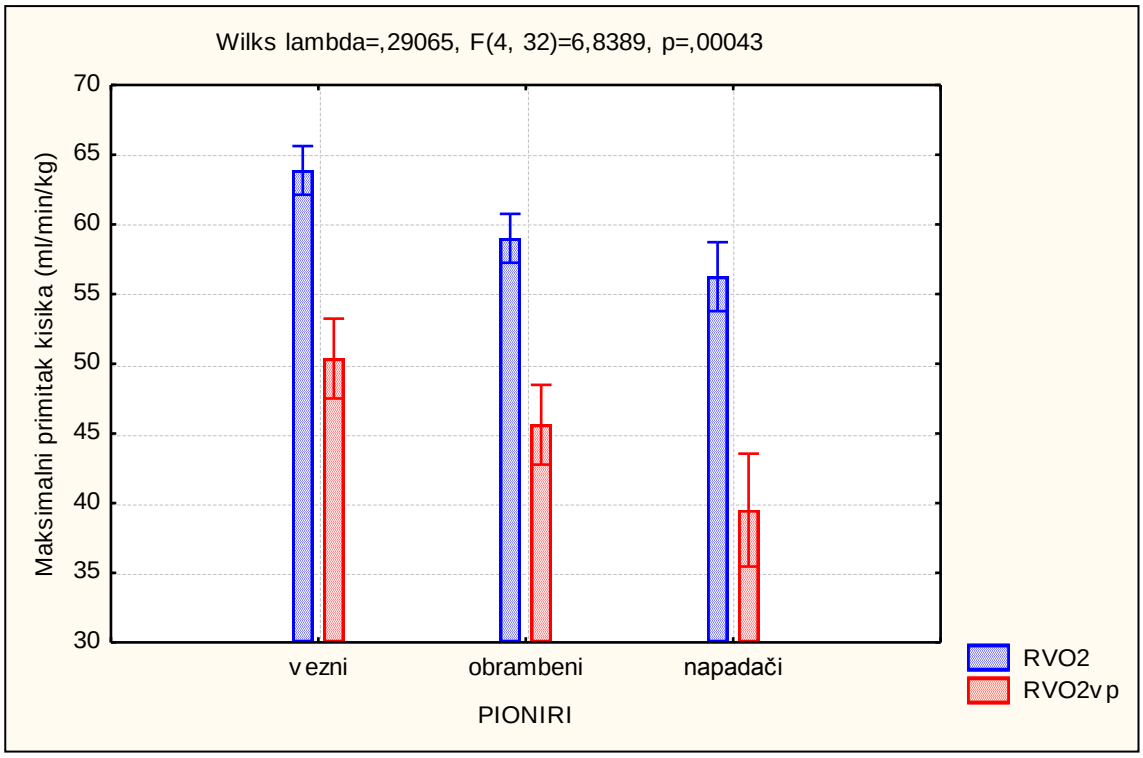
Analiza razlika srčane frekvencije između nogometaša (pionira) različitih igračkih pozicija



Nadalje, napadači imaju statistički značajno najveće vrijednosti maksimalne srčane frekvencije pri VO_{2max} (199 otk/min). Vezni igrači postižu značajno veće vrijednosti (192otk/min) srčane frekvencije pri VO_{2max} nego obrambeni igrači (187 otk/min), a što je vidljivo iz Tablice 5 i Slike 24. Srčana frekvencija na anaerobnom pragu se statistički značajno ne razlikuje između igrača različitih pozicija. Dobiveni rezultati su u suprotnosti s nalazima prethodnih istraživanja (Wong i sur. 2009), gdje autori nisu pronašli značajne razlike maksimalne srčane frekvencije kod nogometaša različitih pozicija iz Hong Konga.

Slika 25.

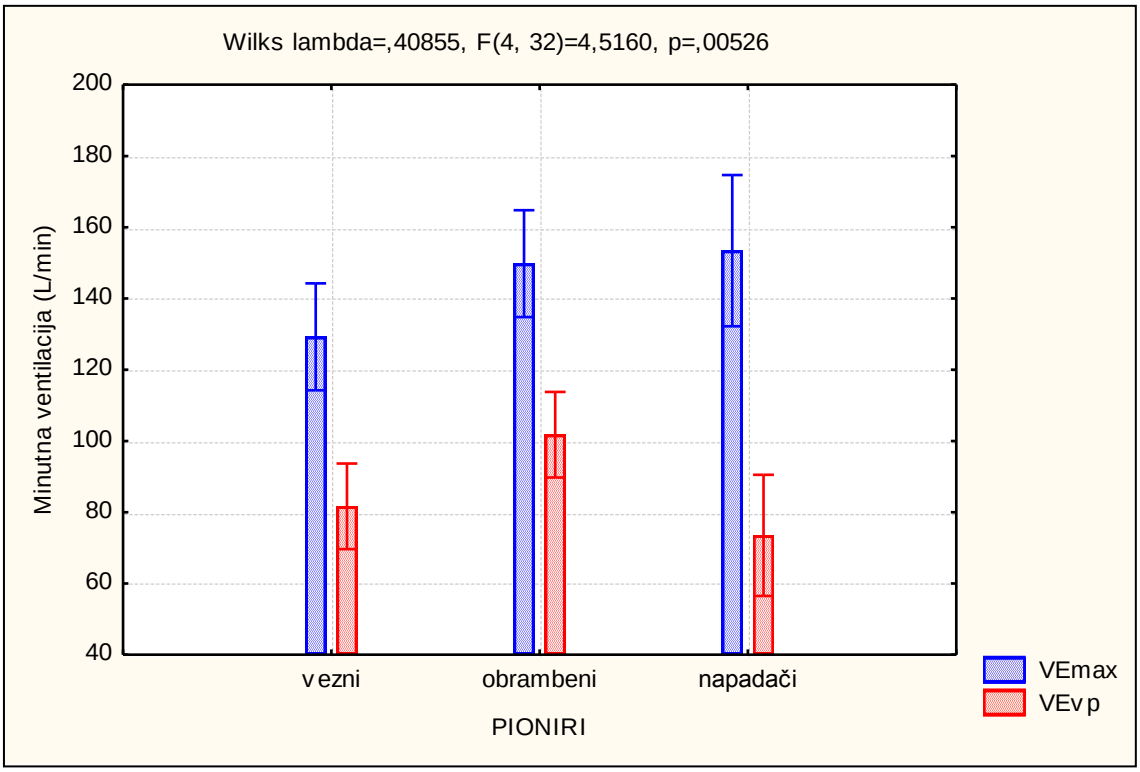
Analiza razlika relativnog maksimalnog primitka kisika između nogometaša (pionira) različitih igračkih pozicija



Pregledom Tablice 5. vidljivo je kako između igrača različitih pozicija nema statistički značajnih razlika u vrijednostima apsolutnog primitka kiska. Iz Tablice 5. i Slike 25. vidljivo je kako napadači imaju najniže vrijednosti $RVO_{2max.}$ Vezni igrači imaju statistički značajno veće vrijednosti RVO_{2max}, od napadača. Obrambeni igrači imaju nešto veće vrijednosti RVO_{2max} od napadača, ali te razlike nisu statistički značajne. Također, vezni igrači postižu najveće vrijednosti RVO_2 na ventilacijskom anaerobnom pragu. Te vrijednosti su statistički značajno veće u odnosu na obrambene igrače i napadače. Obrambeni igrači i napadači se statistički značajno ne razlikuju u postignutim rezultatima relativnog VO_{2max} na anaerobnom pragu. Dobiveni rezultati su u suprotnosti s dosadašnjim istraživanjima (Wong i sur. 2009), gdje autori nisu pronašli značajne razlike između nogometaša pionira različitih pozicija, premda su i u navedenom istraživanju vezni igrači postigli najviše vrijednosti maksimalnog primitka kisika.

Slika 26.

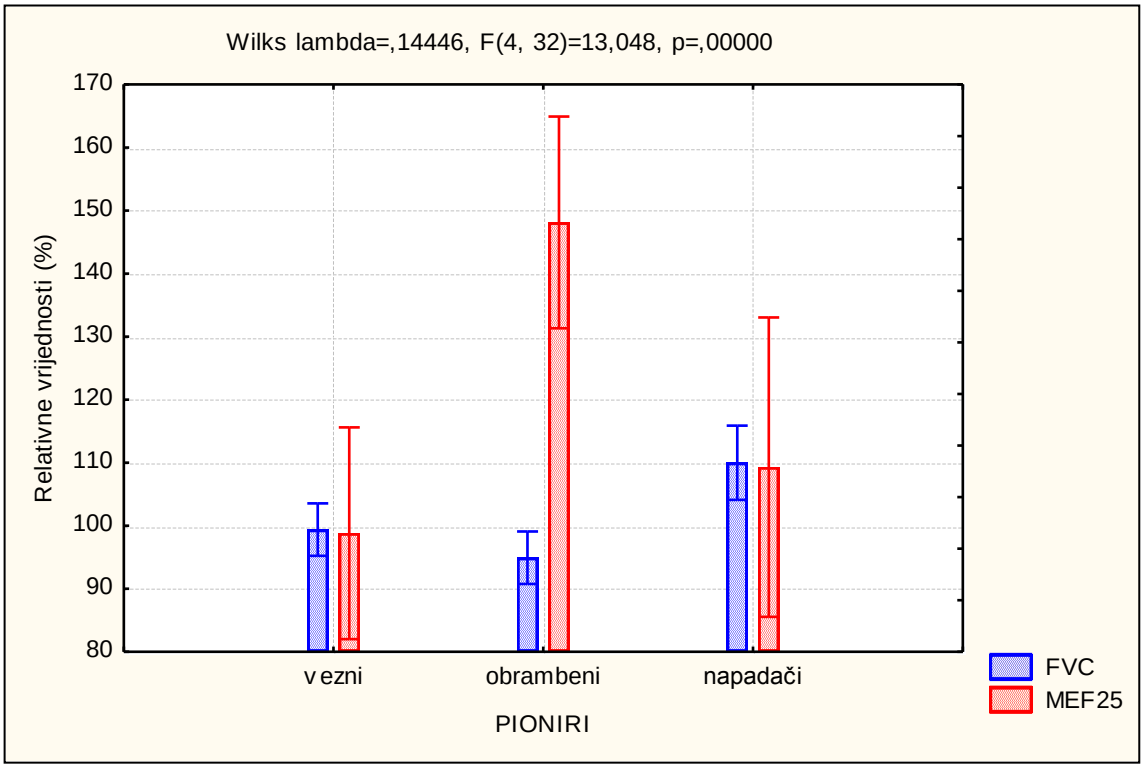
Analiza razlika minutne ventilacije između nogometaša (pionira) različitih igračkih pozicija



Slika 26. prikazuje vrijednosti minutne ventilacije pri $VO_{2max,}$ te na ventilacijskom anaerobnom pragu. Vezni igrači imaju prosječno manje vrijednosti ventilacije pri VO_{2max} u odnosu na obrambene igrače i napadače. Obrambeni igrači imaju statistički značajno veće rezultate ventilacije na anaerobnom pragu u odnosu na napadače i vezne igrače. Između veznih igrača i napadače nema statistički značajnih razlika u vrijednostima ventilacije na anaerobnom pragu.

Slika 27.

Analiza razlika spirometrijskih parametara između nogometaša (pionira) različitih igračkih pozicija



Pregledom Tablice 5. i Slike 27. uočava se kako obrambeni igrači postižu statistički manje relativne vrijednosti forsiranog vitalnog kapaciteta u odnosu na napadače, dok između veznih i obrembenih igrača nema značajnih razlika. Napadači imaju statistički značajno veće vrijednosti FVC-a i od veznih igrača i od obrambenih igrača. Nadalje, vezni igrači imaju statistički značajno manje relativne vrijednosti MEF25 u odnosu na obrambene igrače. Ostali spirometrijski parametri ne pokazuju statistički značajne razlike između nogometaša pionirskog uzrasta različitih igračkih pozicija.

Tablica 6.
Analiza razlika primjenjenih varijabli između nogometaša različitih pozicija unutar kategorije kadeta
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

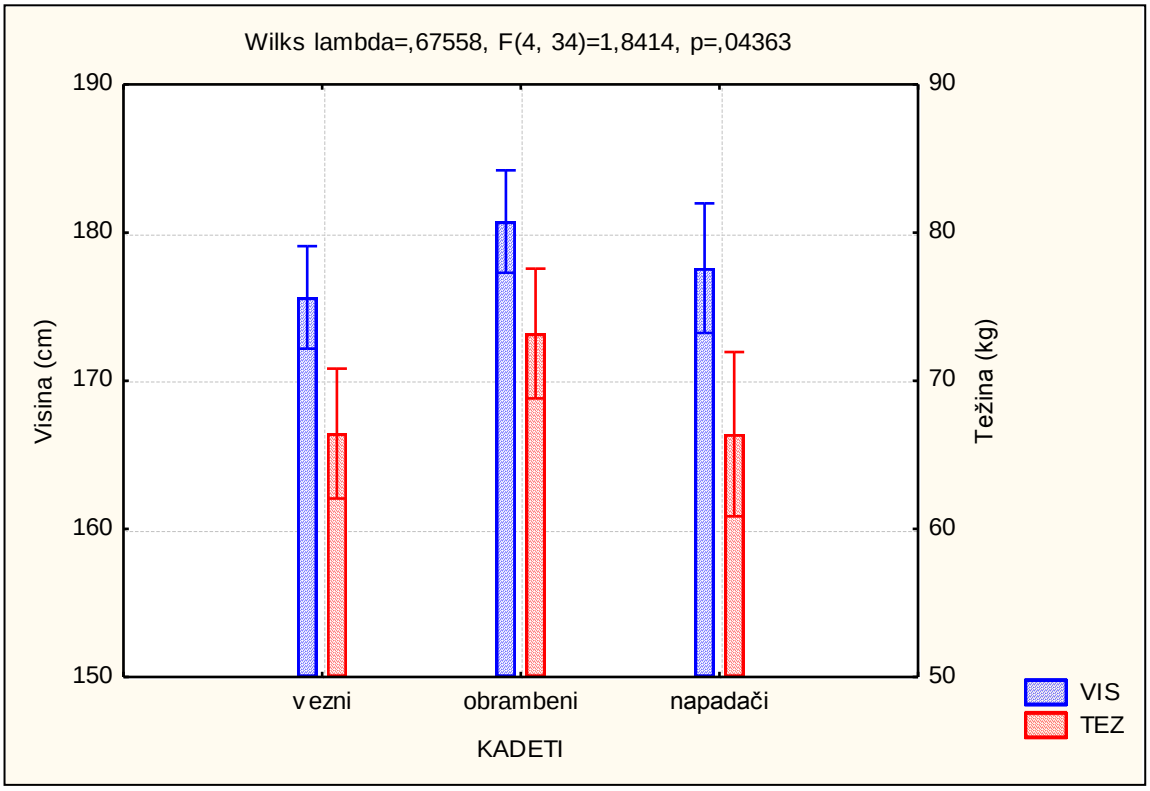
Kadeti (N = 22)	Vezni (N = 8)	Obrambeni (N = 8)	Napadači (N = 6)
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	175,63 (3,17)	180,75 (5,30)	177,60 (5,55)
TEZ (kg)	**66,44 (5,92)***	73,19 (6,46)	66,50 (4,72)
BMI (kg/m²)	21,52 (1,58)	22,36 (1,03)	21,03 (0,33)
Funkcionalne varijable			
L_{mir} (mmol/L)	2,56 (0,56)	2,29 (0,44)	2,92 (0,39)
L_{max} (mmol/L)	12,50 (3,21)	11,99 (3,08)	11,48 (3,03)
HR_{max} (1/min)	190,13 (8,64)	185,63 (12,00)	189,80 (8,81)
RR_{max} (1/min)	60,86 (4,82)	57,39 (4,74)	59,38 (10,78)
VE_{max} (L/min)	145,80 (16,60)	139,83 (19,22)	138,70 (14,78)
VO_{2max} (L/min)	4,14 (0,44)	4,23 (0,34)	3,85 (0,24)
RQ_{max} (1/min)	1,07 (0,06)	1,06 (0,06)	1,09 (0,09)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	**63,88 (0,99)***	57,38 (2,56)	**57,20 (0,84)[1]**
HR_{VP} (1/min)	164,25 (12,43)	160,50 (9,15)	163,80 (12,87)
RR_{VP} (1/min)	44,40 (9,35)	41,34 (4,11)	41,04 (10,24)
VE_{VP} (L/min)	87,84 (12,37)	80,90 (13,26)	82,64 (9,77)
VO_{2VP} (L/min)	3,08 (0,41)	3,12 (0,37)	2,80 (0,47)
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	45,13 (5,30)	42,00 (5,18)	41,40 (7,50)
Spirometrijske varijable			
FVC (%)	106,89 (5,99)	103,04 (9,67)	99,52 (3,12)
FEV1 (%)	116,13 (8,43)	112,88 (7,47)	110,78 (8,02)
TIFF (%)	112,41 (8,96)	112,44 (9,33)	111,80 (7,16)
PEF (%)	124,09 (16,13)	115,88 (8,22)	131,20 (5,63)
MEF50 (%)	123,39 (24,43)	123,65 (18,90)	122,82 (25,67)
MEF25 (%)	124,68 (31,06)	118,83 (22,05)	114,24 (30,08)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Tukey-Kramer Unequal N HSD post-hoc testom:
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između veznih i obrambenih igrača
†p<0,05; ††p<0,01; †††p<0,001 – značajnost razlika između obrambenih igrača i napadača
[1]p<0,05; [2]p<0,01; [3]p<0,001 – značajnost razlika između veznih igrača i napadača

Pregledom Tablice 6. uočava se kako su kadeti-vezni igrači niži u odnosu na napadače i obrambene igrače. Nadalje, napadači su niži od obrambenih igrača, ali razlike u visini između igračkih pozicija unutar kadetske skupine igrača nisu statistički značajne. Vezni igrači su slične težine kao i napadači, ali i lakši u odnosu na obrambene igrače. Napadači su prosječno lakši od obrambenih igrača, ali te razlike nisu statistički značajne. Vezni igrači su statistički značajno lakši od obrambenih igrača (Slika 28). U vrijednostima indeksa tjelesne mase nama značajnih razlika između igračkih pozicija.

Slika 28.

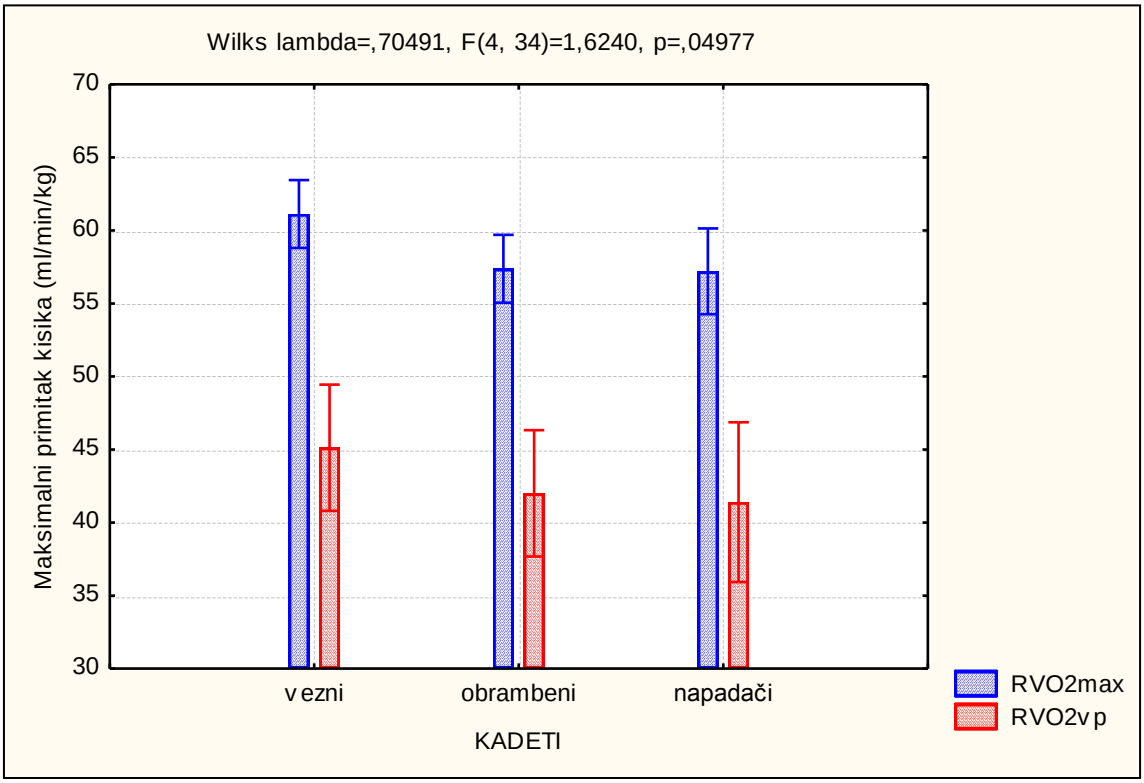
Analiza razlika morfoloških varijabli između nogometaša (kadeta) različitih igračkih pozicija



Uspoređujući dobivene rezultate s nalazima prethodnih istraživanja (Tahara i sur. 2006) može se kazati kako su promatrani kadeti -vezni igrači viši i teži (175,63 cm; 66,44 kg) u odnosu na japanske nogometaše istog uzrasta (171,2 cm; 62,8 kg). Nadalje, obrambeni igrači su također viši i teži (180,75 cm; 73,19 kg) u odnosu na japanske obrambene igrače (173,8 cm; 65,5 kg). Isto tako, napadači su viši i teži (177,60 kg; 66,50 kg) u komparaciji s japanskim napadačima (172,8 cm; 65,8 kg). Može se zaključiti kako postoji slična struktura morfoloških karakteristika između promatranih nogometaša kadetskog uzrasta i nalaza dosadašnjih istraživanja, odnosno i kod japanskih i španjolskih nogometaša kadetskog uzrasta Gil i sur. 2007) obrambeni igrači su najviši i najteži, a vezni igrači su najniži i najlakši. Međutim, raspon rezultata visina (174,69-175,47 cm) i težina (68,35-68,86 kg) kod španjolaca (Gil i sur. 2007) je puno manji nego kod kadeta iz ovog istraživanja (175,63-180,75 cm) i (66,44-73,19 kg).

Slika 29.

Analiza razlika relativnog maksimalnog primitka kisika između nogometaša (kadeta) različitih igračkih pozicija



Promatrajući Tablicu 6. i Sliku 29. uočava se kako vezni igrači imaju najveće vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika. Te vrijednosti kod veznih igrača su statistički značajno veće nego kod obrambenih igrača kadetskog uzrasta. Također, vezni igrači imaju statistički značajno veće vrijednosti RVO_{2max} nego napadači iste uzrsne kategorije. Dobivene vrijednosti RVO_{2max} veznih igrača (63,88 ml/min/kg) slične su nalazima prethodnih istraživanja (62,30 ml/min/kg; Tahara i sur. 2006). Promatrani obrambeni igrači (57,38 ml/min/kg) i napadači (57,20 ml/min/kg) imaju slične vrijednosti $RVO_{2max.}$ Zabilježene vrijednosti RVO_{2max} obrambenih igrača i napadača ipak su nešto niže u odnosu na japanske igrače kadetskog uzrasta iste pozicije (obrambeni igrači-61,6 ml/min/kg; napadači-59,1 ml/min/kg; Tahara i sur. 2006). Također su Reilly, Bangsbo i Franks 2000. pronašli veće vrijednosti primitka kisika kod kadeta veznih igrača u odnosu na ostale pozicije.

Nadalje, vrijednosti minutne ventilacije pri $VO_{2max,}$ promatranih nogometaša (vezni- 145,80 L/min ; obrambeni- 139,83 L/min; napadači-138,70 L/min) slične su vrijednostima japanskih nogometaša iste kategorije (vezni - 140,00 L/min ; obrambeni - 136,30 L/min; napadači-142,70 L/min).

Inspekcijom spirometrijskih varijabli iz Tablice 6. vidljivo je kako nema statistički značajnih razlika između nogometaša (kadeta) različitih igračkih pozicija. Uočljivo je kako vezni igrači imaju najviše vrijednosti gotovo svih spirometrijskih parametara, premda razlike između različitih pozicija nisu statistički značajne.

Tablica 7.

Analiza razlika primijenjenih varijabli između nogometaša različitih pozicija unutar kategorije juniora

(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

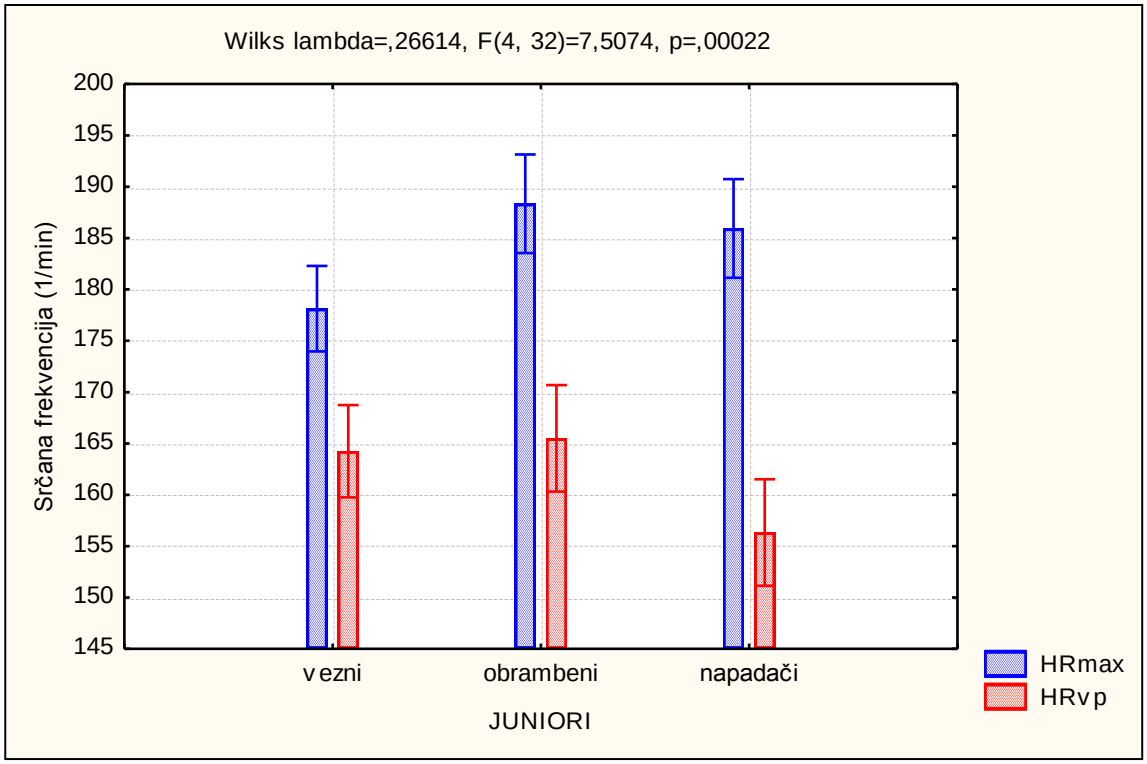
Juniori (N = 22)	Vezni (N = 8)	Obrambeni (N = 8)	Napadači (N = 6)
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	180,25 (3,46)	183,83 (4,62)	182,13 (6,13)
TEZ (kg)	74,00 (4,10)	77,25 (5,47)	74,25 (8,86)
BMI (kg/m²)	22,78 (1,15)	22,91 (2,20)	22,31 (1,27)
Funkcionalne varijable			
L_{mir} (mmol/L)	3,20 (0,82)	3,10 (0,70)	3,05 (0,94)
L_{max} (mmol/L)	10,98 (2,52)	12,50 (2,89)	12,18 (2,02)
HR_{max} (1/min)	**178,13 (4,22)***	188,33 (6,77)	**185,93 (5,91)[1]**
RR_{max} (1/min)	55,29 (8,83)	56,20 (3,79)	60,28 (5,66)
VE_{max} (L/min)	154,34 (21,91)	153,67 (9,92)	138,20 (28,43)
VO_{2max} (L/min)	4,86 (0,31)	4,45 (0,33)	4,45 (0,90)
RQ_{max} (1/min)	0,97 (0,07)	1,02 (0,08)	0,98 (0,06)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	**65,63 (3,58)***	58,17 (3,97)	62,00 (5,06)
HR_{VP} (1/min)	164,25 (4,53)	**165,50 (6,89)†**	**156,33 (6,86)[1]**
RR_{VP} (1/min)	44,71 (8,07)	40,93 (6,15)	50,30 (9,42)
VE_{VP} (L/min)	109,49 (14,85)	96,35 (15,31)	99,88 (19,07)
VO_{2VP} (L/min)	4,07 (0,29)	3,50 (0,26)	3,64 (0,86)
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	**54,75 (2,05)****	45,50 (4,23)	50,33 (5,13)
Spirometrijske varijable			
FVC (%)	108,88 (6,66)	103,00 (2,45)	100,95 (8,22)
FEV1 (%)	120,25 (8,41)	118,17 (9,13)	**108,17 (4,83)[1]**
TIFF (%)	112,25 (6,27)	112,00 (7,75)	110,17 (6,08)
PEF (%)	145,75 (12,16)	**135,33 (21,17)†**	**112,97 (13,07)[2]**
MEF50 (%)	139,63 (30,31)	131,50 (30,83)	123,83 (13,42)
MEF25 (%)	154,50 (53,03)	143,83 (44,02)	117,60 (11,01)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Tukey-Kramer Unequal N HSD post-hoc testom:
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između veznih i obrambenih igrača
†p<0,05; ††p<0,01; †††p<0,001 – značajnost razlika između obrambenih igrača i napadača
[1]p<0,05; [2]p<0,01; [3]p<0,001 – značajnost razlika između veznih igrača i napadača

Inspekcijom Tablice 7. uočava se kako su vezni igrači niži i lakši u odnosu na obrambene igrače i napadače. Obrambeni igrači su najviši i najteži. U vrijednostima indeksa tjelesne mase, također nema značajnih razlika između igrača različitih pozicija. Razlike morfoloških varijabli između nogometaša (juniora) različitih igračkih pozicija nisu statistički značajne. Rezultati ovog istraživanja slažu se s prethodnim nalazima (Metaxas i sur. 2005), koji je također ustvrdio kako su vezni igrači najniži i najlakši unutar ekipe. Prosječna visina (180,25 cm) i težina (74 kg) veznih igrača je veća u odnosu na grčke igrače (176 cm; 69,5 kg). Promatrani napadači su viši (182,13 cm) i teži (74,25 kg) od grčkih napadača (177 cm; 69,5 kg). Obrambeni igrači iz ovog istraživanja

su i viši (183,83 cm) i teži (77,25 kg) u odnosu na grčke obrambene igrače iste kategorije (178 cm, 71 kg). Može se zaključiti kako postoji slična struktura morfoloških karakteristika promatranog uzorka nogometaša pionirskog uzrasta s dosadašnjim nalazima (Metaxas i sur. 2005). Međutim, važno je naglasiti kako je raspon rezultata puno manji kod grčkih nogometaša (176-178 cm, 69,5-71 kg), u odnosu na promatrani uzorak (180,25-183,83 cm; 74-77,25 kg).
Vrijednosti laktata u mirovanju kod igrača različitih pozicija su iznad referentnih granica, što govori o aktivnosti pred testiranje, a možda i o laganom stupnju pretreniranosti.

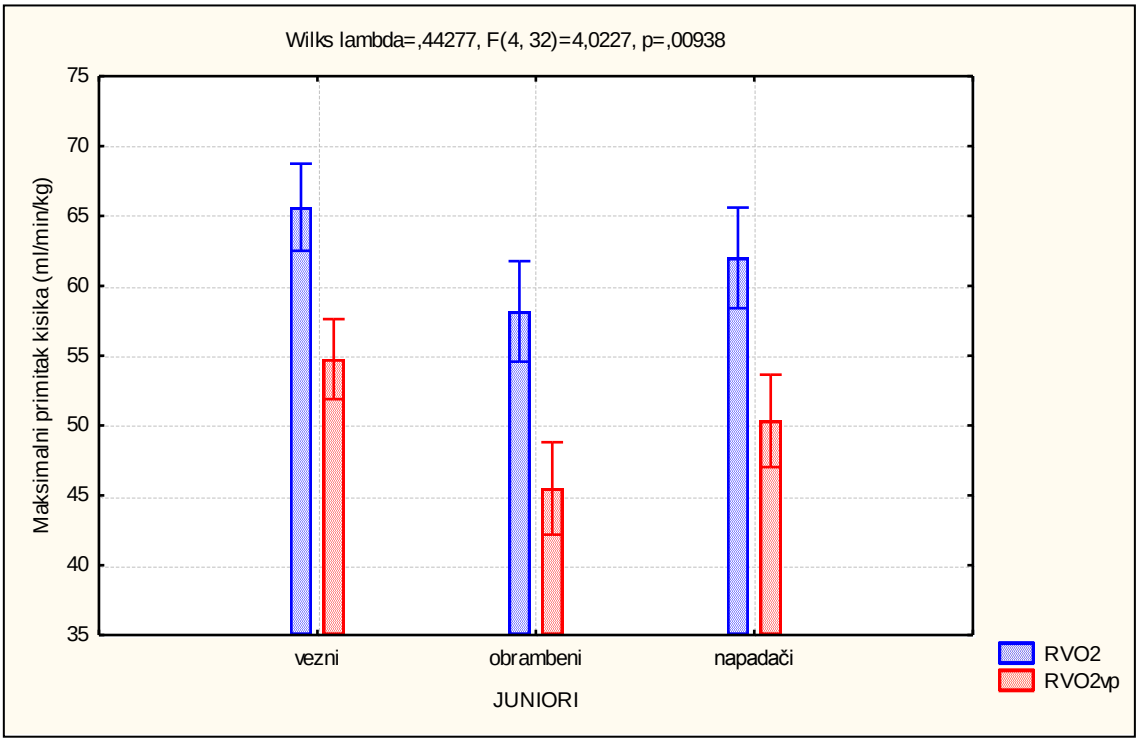
Slika 30.
Analiza razlika srčane frekvencije između nogometaša (juniora) različitih igračkih pozicija



Kao što je vidljivo iz Tablice 7. i Slike 30. razlike u vrijednostima srčane frekvencije pri VO_{2max} između veznih i obrambenih igrača su statistički značajne, kao i između veznih igrača i napadača. Između obrambenih igrača i napadača nema značajnih razlika između vrijednosti srčane frekvencije. Promatrani napadači juniorskog uzrasta postižu niže vrijednosti srčane frekvencije na ventilacijskom anaerobnom pragu u odnosu na vezne i obrambene igrače. Navedene razlike su statistički značajne.
U većini ostalih funkcionalnih parametara promatrani nogometaši juniorskog uzrasta postižu vrlo slične vrijednosti, te nema statistički značajnih razlika između različitih igračkih pozicija.

Slika 31.

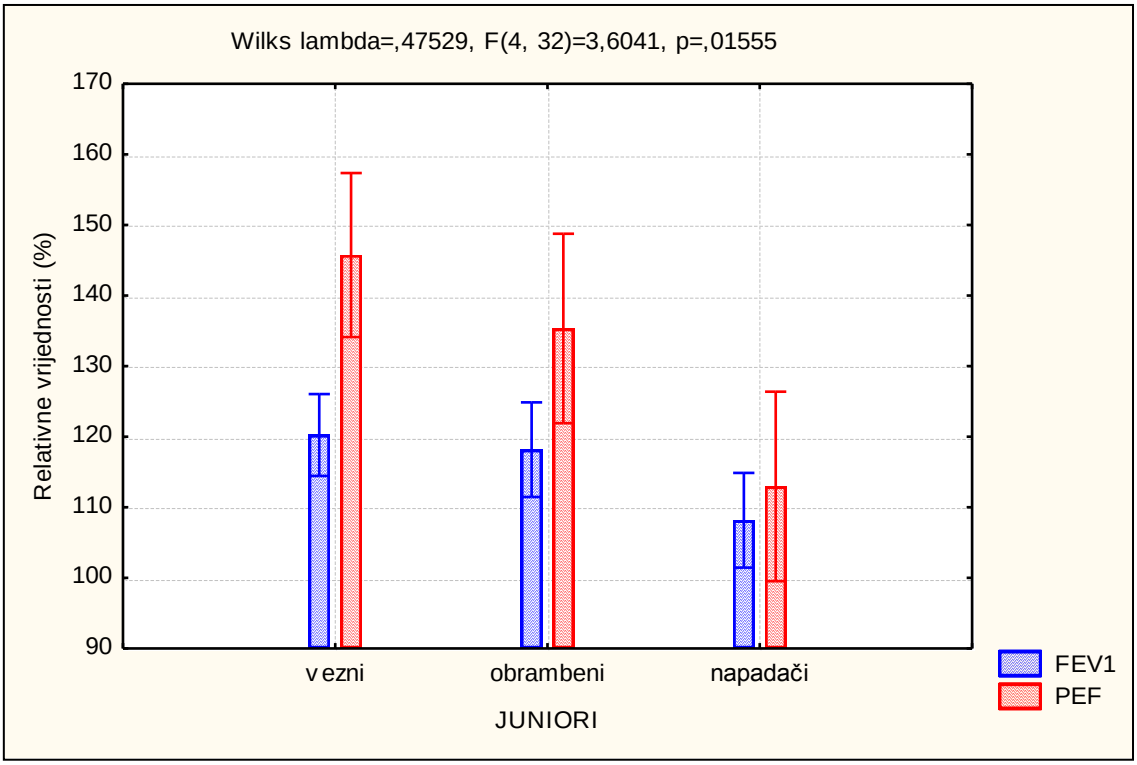
Analiza razlika relativnog maksimalnog primitka kisika između nogometaša (juniora) različitih igračkih pozicija



Pregledom Tablice 7. i Slike 31. primjetno je kako vezni igrači-juniori postižu najveće vrijednosti RVO_{2max} (65,63 ml/min/kg). Dobivene vrijednosti RVO_{2max} slažu se s prethodnim nalazima (Pereira 2003-65,6 ml/min/kg), dok su u ostalim studijama vrijednosti relativnog VO_{2max} veznih igrača ipak dosta niže (Campiez i sur. 2005-58,2 ml/min/kg). Kod napadača su zabilježene vrijednosti RVO_{2max} od 62 ml/min/kg, što je više u odnosu na naprijed navedena istraživanja (Pereira 2003-60,8 ml/min/kg; Campiez i sur. 2005-55,0 ml/min/kg). Obrambeni igrači iz ovog istraživanja postižu vrijednosti RVO_{2max} od 58,17 ml/min/kg. Slične vrijednosti se nalaze u istraživanju Campiez i sur. 2005, dok u studiji Pereira 2003. juniori-obrambeni igrači postižu veće vrijednosti VO_{2max} (64,5 ml/min/kg). Razlike između promatranih veznih i obrambenih igrača su statistički značajne. Nadalje, vezni igrači imaju i najveće vrijednosti VO_{2maxv} na anaerobnom pragu. Te vrijednosti su statistički značajno veće u odnosu na obrambene igrače.

Slika 32.

Analiza razlika spirometrijskih parametara između nogometaša (juniora) različitih igračkih pozicija



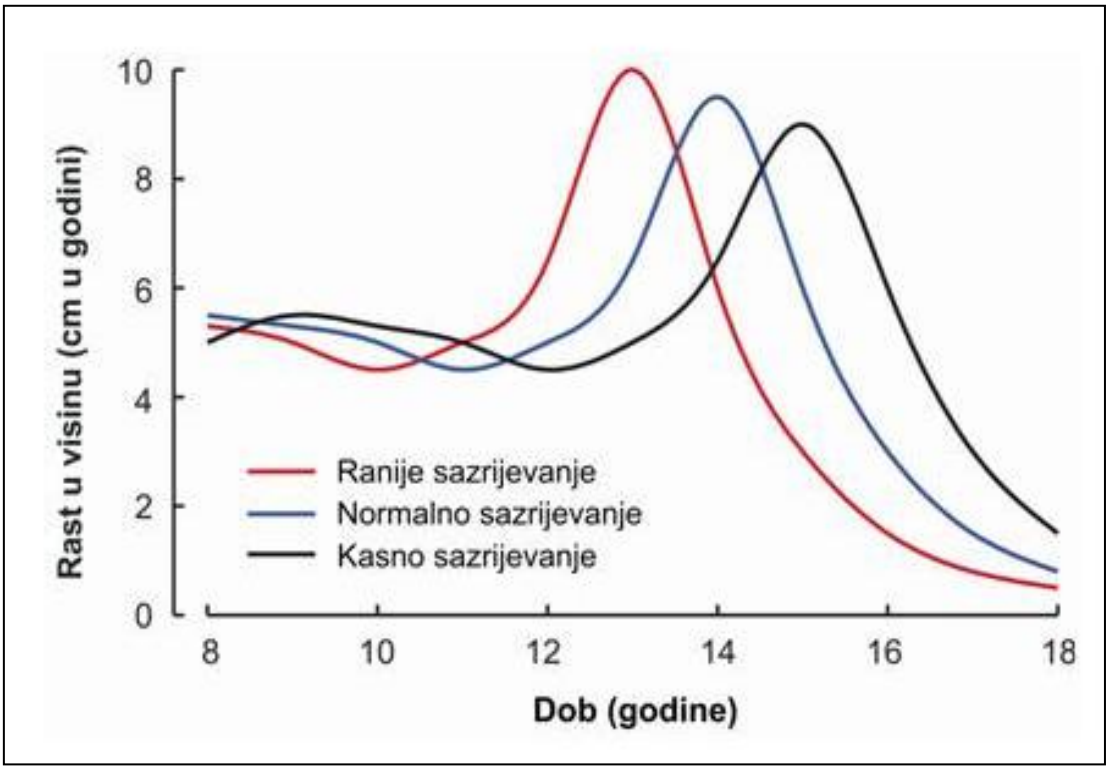
Iz Tablice 7. Vidljivo je kako vezni igrači postižu prosječno veće rezultate u svim primijenjenim spirometrijskim varijablama u odnosu na obrambene igrače i napadače. Te razlike su statistički značajne između veznih igrača i napadača u varijabli FEV1. Isto tako, statistički značajne razlike između veznih igrača i napadača postoje u varijabli PEF. Nadalje, obrambeni igrači i napadači se statistički značajno razlikuju u varijabli PEF. Vidljivo je kao postoji progresija svih spirometrijskih parametara od napadača preko obrambenih igrača do veznih igrača.

Promatrajući morfološke karakteristike nogometaša pionirskog uzrasta primjetno je kako se jedino vezni igrači uklapaju u referentni interval visine i težine (Slika 8. i Slika 9.). Obrambeni igrači i napadači se nalaze iznad linije 75 percentila u komparaciji s rezultatima dosadašnjih studija. Prosječne vrijednosti visina i težina veznih igrača i napadača nogometaša kadetskog uzrasta padaju na liniju ispod 75 percentila, što znači kako ne odstupaju od referentnih vrijednosti. To nije slučaj s obrambenim igračima koji su iznad linije 75 percentila svojom visinom i težinom. Gledajući prosječne visine i težine juniora po igračkim pozicijama vidljivo je blago odstupanje od referentnih vrijednosti kod obrambenih igrača u visini koja se nalazi nešto iznad linije 75 percentila. Vezni igrači i napadači juniorskog uzrasta se po svojim

morfološkim karakteristikama uklapaju u referentne vrijednosti. Prosječna visina većine mladih nogometaša iz Europe pada unutar granica P25 i P75. Isto tako, prosječna težina većine mladih nogometaša iz Europe pada unutar granica P25 i P75. Bez obzira na visinu i težinu, vrijednosti indeksa tjelesne mase po igračkim pozicijama kroz sve uzrasne kategorije su vrlo slične, što govori o konstituciji, odnosno istom somatotipu nogometaša. Promatrajući nogometaše iz ovog istraživanja može se zaključiti kako pioniri najviše 'iskaču' iz navedenih okvira. Vjerojatne razloge tome, treba tražiti u činjenici kako među promatranim nogometašima pionirskog uzrasta postoji velik dio nogometaša koji su "akceleranti", odnosno, koji su ranije sazreli. Razlike između dječaka različite zrelosti (iste kronološke, ali različite biološke dobi), su najočiglednije između 13 i 16 godina (Malina i sur. 2003). Rast i sazrijevanja mladih nogometaša zasigurno utječe na procese selekcije, što je i slučaj s nogometašima pionirskog uzrasta iz ovog istraživanja. Može se pretpostaviti kako su nogometaši selektirani na temelju njihovog rasta i zrelosti. U procesu odabira, vjerojatno su bili najbolji igrači zbog svojih tjelesnih dimenzija, snage i jakosti. Potvrda tome je grafički prikaz (Slika 28.) prirasta visine dječaka koji je najviši upravo oko 13 godine što odgovara pionirskoj uzrasnoj kategoriji nogometaša.

Slika 33.

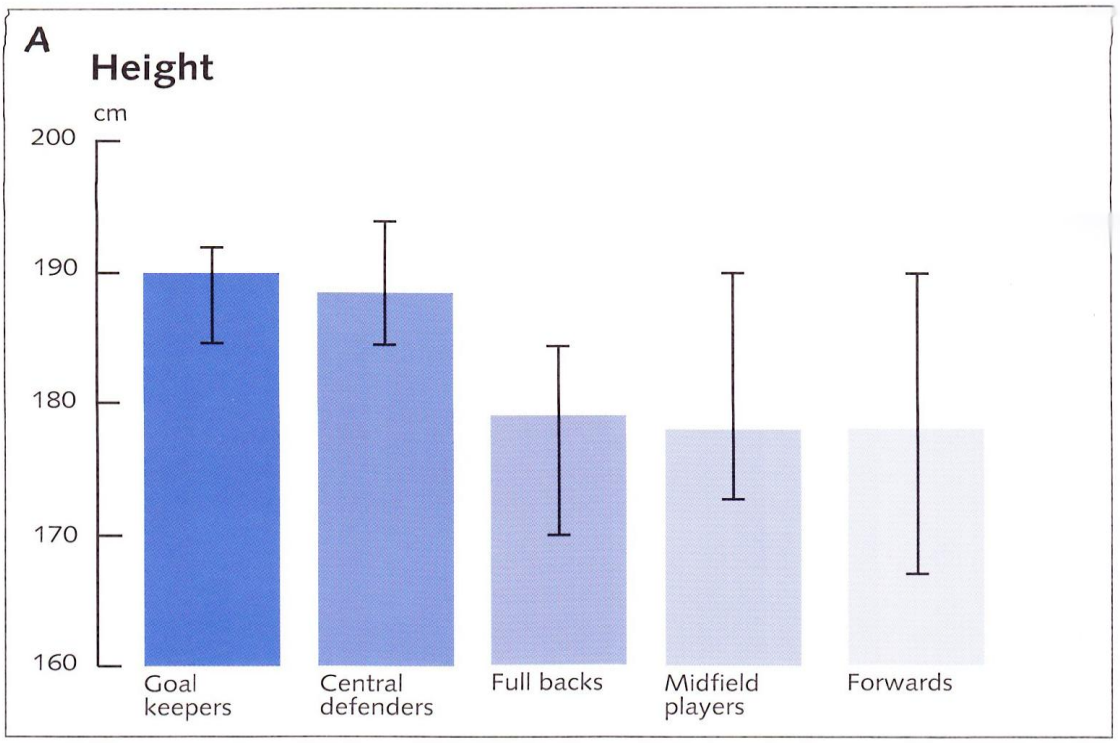
Krivulje brzine rasta u visinu kod dječaka iste kronološke dobi



Analizirajući igračke linije kroz sve dobne kategorije može se kazati kako nogometaši predstavljaju relativno heterogenu skupinu. Obrambeni igrači su viši i teži u odnosu na napadače i vezne igrače. To pokazuje kako postoje određeni antropometrijski preduvjeti za odabir igrača različitih pozicija, te se može pretpostaviti kako je selekcija mladih igrača izvršena na temelju njihovih antropometrijskih obilježja, a ne njihove tehničke i taktičke izvedbe. Favorizirajući antropometrijske značajke treneri mogu dobiti kratkoročne prednosti odabirom težih i viših igrača za centralne obrambene pozicije, viših i nešto lakših igrača za poziciju napadača, te nižih i lakših igrača za pozicije veznih igrača (Slika 34.).

Slika 34.

Prikaz prosječnih visina po igračkim pozicijama elitnih mladih nogometaša (prema Bangsbo 2007)



Centralni obrambeni igrači moraju posjedovati mogućnost brze reakcije, eksplozivnosti i sposobnost sprinta, uloga napadača zahtijeva također dosta skakanje i ponavljanja sprinta (10 i 30 m), dok je veznim igračima potrebna veća aerobna izdržljivost. Malina i sur. 2004. su utvrdili kod nogometaša pionirskog uzrasta kako je tjelesna masa najznačajniji prediktor 30-metarskog sprinta, visina je najznačajniji prediktor okomitog skok, te stoga ne čudi ovakav odabir igrača.

Također, kada uzmemo u obzir anaerobne zahtjeve utakmice, nužno je dobro razviti aerobni sustav koji je ključan za brzi oporavak između ponovljenih djelovanja visokog intenziteta anaerobnih aktivnosti (Stolen i sur., 2005). Dobivene razlike u vrijednostima laktata u mirovanju govore jednim dijelom o načinu treninga, a drugim dijelom o anaerobnoj aktivnosti prije uzorkovanja. Energetski a time i trenažni zahtjevi rastu prema anaerobnom segmentu kroz starije uzrasne kategorije. Maksimalne vrijednosti laktata govore o pitanju motiviranosti, naime, trenažni proces trebao bi biti različit za svaku trenažnu poziciju i kategoriju, te značajan porast laktata kroz kategorije prema juniorima ukazuje na povećanje intenziteta treninga s uzrastom. Visoki laktati kod juniora govore kako tijekom trenažnog procesa koriste anaerobne kapacitete.

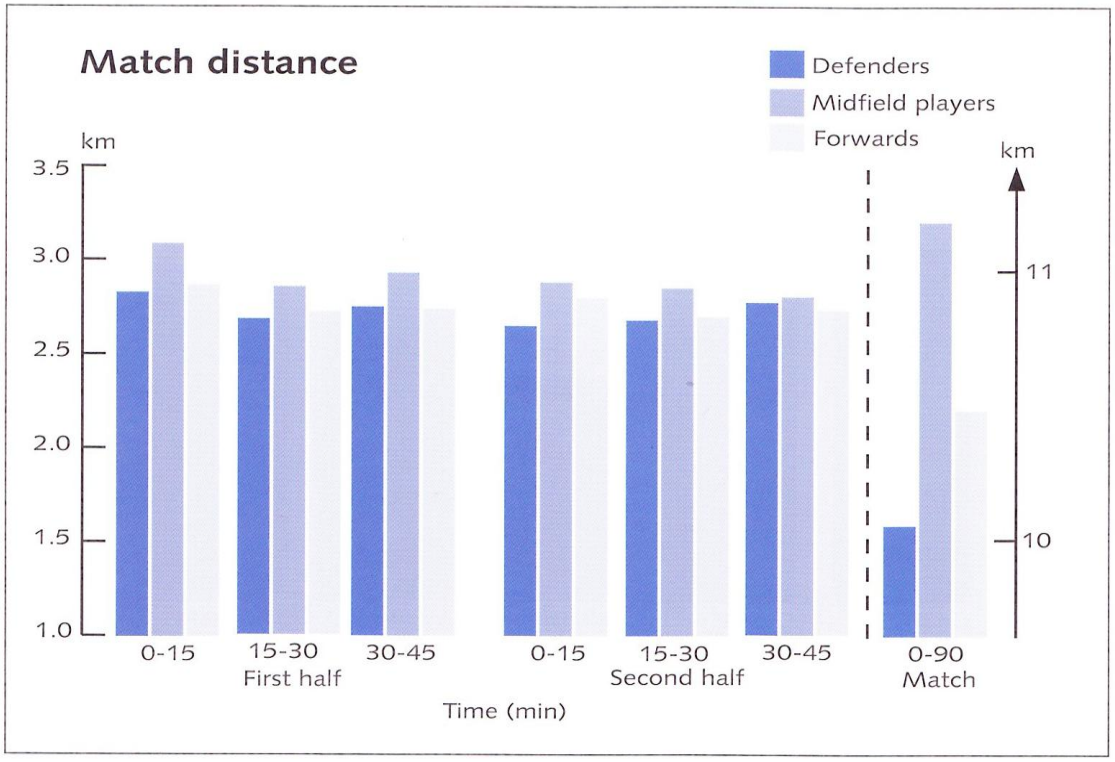
Iznenađuju dobivene vrijednosti HR_{max}. Iako je po pozicijama prema starijoj uzrasnoj kategoriji vidljiv pad frekvencije, što je fiziološki, značajne razlike između igračkih uloga nisu očekivane. Dobivene vrijednosti HR_{max} su ispod očekivanih rezultata, može se kazati kako test nisu odradili punim angažmanom što pokazuju i razine L_{max} koje su niže u usporedbi sa starijom kategorijom. Potrebno je uzeti u obzir kako različite kategorije donose i različit pristup treningu, u nekim stvarima nije za očekivati jednaku motiviranost pionira i juniora. Srčana frekvencija na ventilacijskom anaerobnom pragu govori kako ipak u treningu mlađih kategorija nema velikih različitosti već su programi slični, te se puls od 160 otk/min smatra pragom treninga, što odgovora dobivenim rezultatima pionira i kadeta gdje je prag oko tih vrijednosti.

Maksimalni primitak kisika trebao bi biti jedan od determinirajućih faktora koji određuje razlike među pozicijama uvažavajući pozicijske specifičnosti. Ekstenzitet treninga bi trebao uvjetovati porast razlika u VO_{2max} što je i pokazano ovim istraživanjem. Razlike u pionira su znatno manje, primitak nije najbolji pokazatelj razlika kod pionira, dok se može tvrditi kako je kod juniora najbolji determinator. Kroz sve tri dobne kategorije očito je kako su vezni igrači najtreniraniji što se slaže s dosadašnjim istraživanjima. Primitak kisika u napadača kroz mlađe uzrasne kategorije pokazuje nešto niže vrijednosti. Razlog tome je mišićna masa koja im treba za specifičnu brzinu, eksplozivnost, a to nisu mogli ispoljiti s 14 godina. Navedenu tezu potvrđuje somatotip igrača koji je uvijek isti, što je vidljivo iz porasta indeksa tjelesne mase iako porast u visinama nije velik.

Dakle, izbor igrača za pojedinu poziciju temeljen samo na fiziološkim osobitostima ne može biti prikladan za mlađe dobne skupine. Očito je kako različite pozicije u nogometu podliježu različitim zahtjevima. Takvi nalazi ukazuju na heterogenost fizičkih karakteristika koje bi mogle biti važne za uspjeh na pojedinim pozicijama u nogometu (Strudwick i sur., 2002).

Slika 35.

Prijeđena udaljenost igrača različitih pozicija (prema Bangsbo 2007)

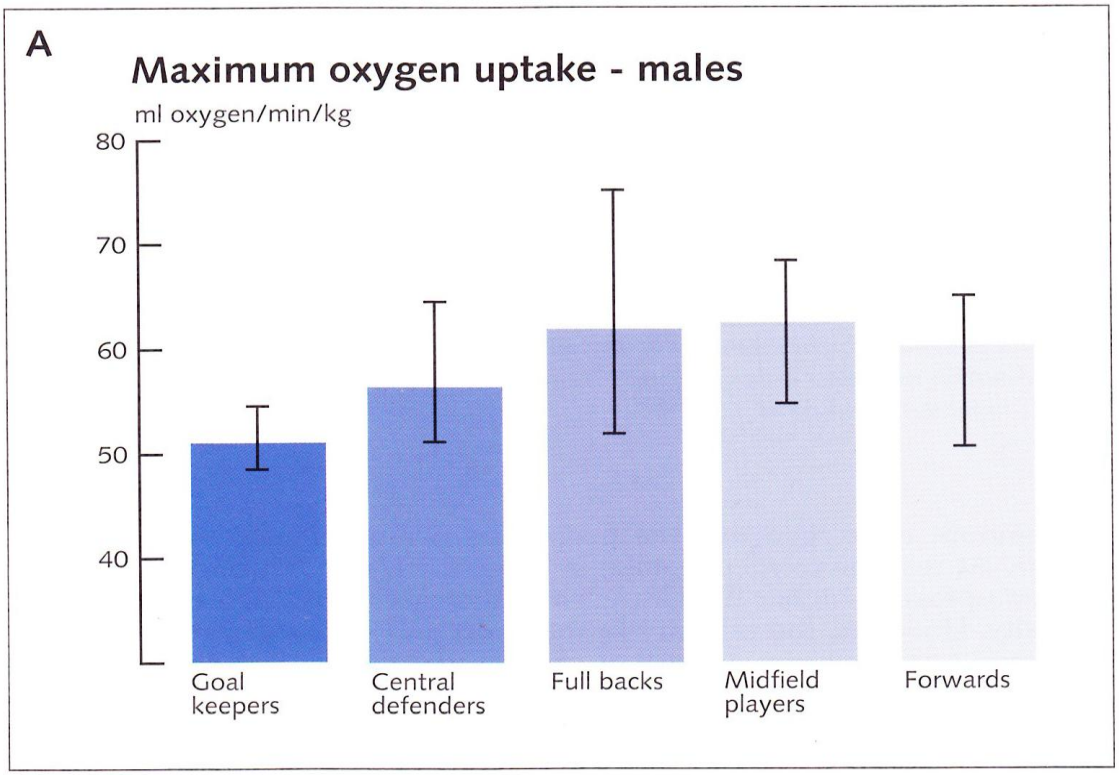


Udaljenost koju prijeđu igrači u igri, kao i njihove nespecifične i specifične aktivnosti variraju zavisno od više čimbenika, među kojima su: pozicija igrača u igri, kvalitativna razina natjecanja i umor. Vidljivo je (Slika 30.) kako po ukupno prevaljenoj udaljenosti braniči zaostaju za igračima ostalih igračkih pozicija. Ta razlika je prema Di Salvo i sur. 2007. najočitija u udaljenosti prijeđenoj umjerenim i visokim intenzitetom trčanja (brzina veća od 14 km/h). Obzirom na to kako je brzina od oko 14 km/h intenzitet trčanja pri kojem nogometaši dostižu anaerobni prag (točka na kojoj su nakupljanje laktata u krvi i njihova eliminacija u ravnoteži), braniči imaju manje anaerobne zahtjeve od igrača na ostalim pozicijama u igri. Sve navedno odražava se i na ukupnu aerobnu izdržljivost nogometaša što je potvrđenu ovim istraživanjem. Vidljiv je porast RVO_{2max} prema starijoj uzrasnoj kategoriji, osim kod obrambenih igrača. Može se kazati kako RVO_{2max} nije pravi pokazatelj razlika kroz mlađe uzrasne kategorije, osobito kod pionira, gdje očito veću ulogu imaju morfološke karakteristike pri odabiru.

No, zasigurno se može tvrditi kako kod juniora dolazi do selekcije po linijama. RVO_{2max} je kod veznih igrača značajno veći, te je vidljiv i najveći porast kroz kategorije. Primjetna je i manja HR_{max} kod veznih igrača, što se može objasniti pojavom "sportskog srca". Pozicija je determinirana čistom fiziologijom.

Slika 36.

Relativni primitak kisika po igračkim pozicijama (prema Bangsbo 2007)



U prilog tome idu i vrijednosti spirometrijskih parametara gdje je vidljiv porast svih parametara veznih igrača kroz kategorije, što se objašnjava energetskim zahtjevima igračke pozicije. Jedina nepravilnost koje se primjećuje je snižen FVC kod obrambenih igrača pionirskog uzrasta. Na taj način dobiju se lažno visoke vrijednosti u parametrima malih dišnih puteva. Očito je kako je postojala manja tehnička nepravilnost prilikom izvođenja spirometrijskog testa. Naime, prilikom izvođenja testa potrebno je maksimalno snažno i brzo nakon udaha izdahnuti. U slučaju nedovršenog ekspirija, odnosno ranije prekinutog, dobiju se snižene vrijednosti FVC-a, a lažno povećane vrijednosti parametara malih dišnih puteva. Možebitni nedostatak prilikom izvođenja predstavlja i manja motiviranost pionira u odnosu prema starijim skupinama nogometaša.

Dokazano je kako najviši nivo aerobnog vježbanja omogućava igračima veliku aktivaciju aerobnih potencijala tijekom utakmice, što je značajnom povezano sa maksimalnim primitkom kisika, ukupnom prijeđenom udaljenosti, brojem ponovljenih sprinteva za vrijeme utakmice (Bangsbo i sur., 1991; Helgerud i sur., 2001; Wisloff i sur., 1998), kao i vremenom provedenim u visokointezivnim aktivnostima s loptom (Helgerud i sur., 2001), a sve navedeno utječe na konačni poredak ekipe u natjecanju (Wisloff i sur., 1998). Bolji nogometni nastup vezan za kondicijski segment povezan je sa velikom sposobnošću odgode umora kroz poboljšanu oksidaciju lipida kao i uštedu glikogena, te nižu produkciju laktata (Henriksson i Hickner, 1996).

Za utvrđivanje profila aerobnog kapaciteta nogometnih igrača važno je uzeti u obzir mnoštvo različitih nezavisnih faktora koji uključuju kronološku dob, biološku zrelost, godine treniranja, morfološke i antropološke karakteristika kao i igračku poziciju. Profili igrača bi trebali biti kategorizirani prema razini izvedbe, jer viša razina nogometne izvedbe zahtjeva višu fizičku i fiziološku potrošnju (Rienzi i sur., 2000).

Prema tome, kako bi se natjecali na najvišem nivou, nogometaši moraju imati primitak kisika iznad 60 ml/kg/min (Reilly i sur., 2000), premda to nije ograničavajući faktor za uspješnu nogometnu izvedbu. Prema različitim vrijednostima maksimalnog primitka kisika vrši se otkrivanje potencijalnih talenata, selektiraju se igrači, izrađuju se programi kondicijske pripreme, predviđaju se i prate fizički potencijali igrača za vrijeme utakmice.

7.4. Analiza razlika nogometaša različitih dobnih skupina po igračkim linijama

U ovom potpoglavlju prikazana je analiza razlika primjenjenih varijabli između nogometaša različitih dobnih skupina po igračkim linijama-pozicijama. Razlike između skupina nogometaša utvrđene su primjenom Factorial ANOVA analize varijance, te primjenom Fischer LSD post-hoc testa.

Tablica 8.
Analiza razlika veznih igrača različitih dobnih skupina
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

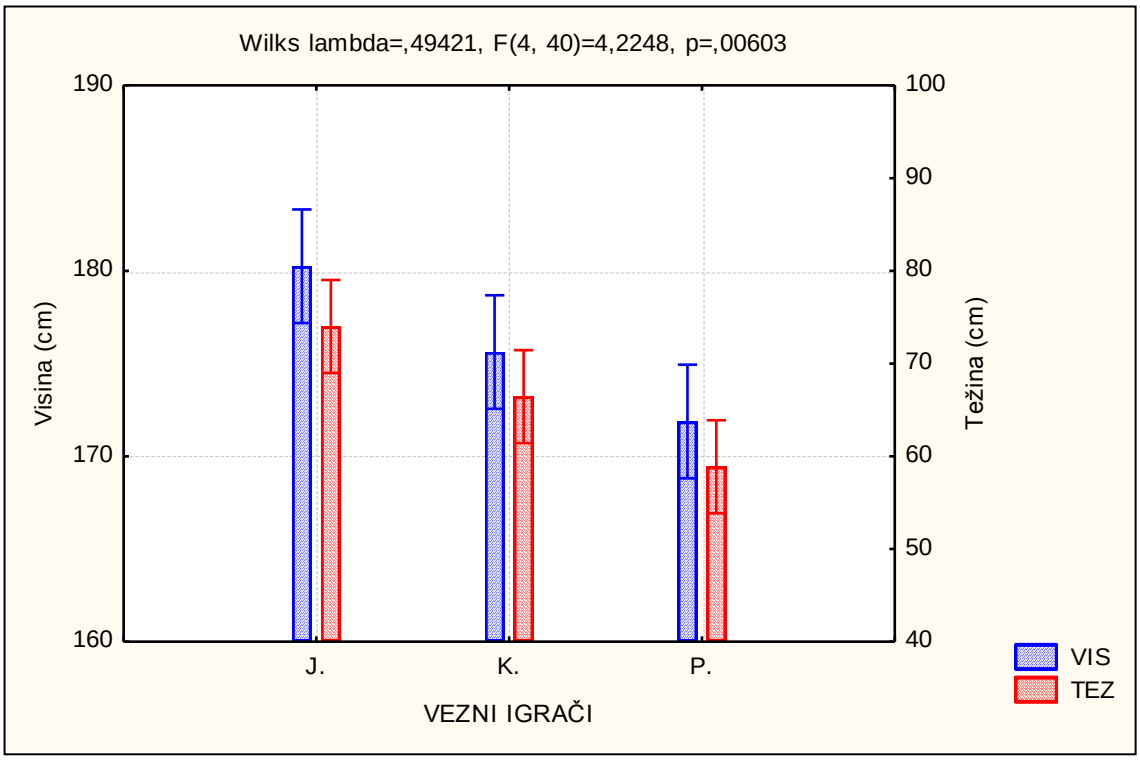
Vezni igrači	**Pioniri (N = 8)**	**Kadeti (N = 8)**	**Juniori (N = 8)**
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	171,88 (5,48)	**175,63 (3,17)†**	**180,25 (3,46)³**
TEZ (kg)	**58,88 (9,37)***	**66,44 (5,92)†**	**74,00 (4,10)³**
BMI (kg/m²)	**19,84 (2,38****	21,52 (1,58)	**22,78 (1,15)²**
Funkcionalne varijable			
L_{mir} (mmol/L)	2,10 (0,26)	**2,56 (0,56)†**	**3,20 (0,82)²**
L_{max} (mmol/L)	**8,84 (2,80)***	12,50 (3,21)	10,98 (2,52)
HR_{max} (1/min)	192,13 (6,24)	**190,13 (8,64)††**	**178,13 (4,22)³**
RR_{max} (1/min)	**50,76 (10,24)***	60,86 (4,82)	55,29 (8,83)
VE_{max} (L/min)	129,23 (28,25)	145,80 (16,60)	**154,34 (21,91)¹**
VO_{2max} (L/min)	4,14 (0,39)	**4,21 (0,44)††**	**4,86 (0,31)²**
RQ_{max} (1/min)	1,05 (0,05)	1,07 (0,06)	0,97 (0,07)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	61,13 (4,26)	63,88 (0,99)	**65,63 (3,58)¹**
HR_{VP} (1/min)	160,00 (11,30)	164,25 (12,43)	164,25 (4,53)
RR_{VP} (1/min)	41,96 (0,99)	44,40 (9,35)	44,71 (8,07)
VE_{VP} (L/min)	81,66 (11,94)	**87,84 (12,37)††**	**109,49 (14,85)²**
VO_{2VP} (L/min)	3,08 (0,30)	**3,33 (0,41)†††**	**4,07 (0,29)³**
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	**45,13 (5,30)****	**50,38 (1,51)†**	**54,75 (2,05)³**
Spirometrijske varijable			
FVC (%)	**99,40 (3,68)***	106,89 (5,99)	**108,88 (6,66)²**
FEV1 (%)	**105,26 (3,26)****	116,13 (8,43)	**120,25 (8,41)³**
TIFF (%)	105,70 (6,52)	112,41 (8,96)	112,25 (6,27)
PEF (%)	**97,36 (25,11)****	**124,09 (16,13)†**	**145,75 (12,16)³**
MEF50 (%)	103,56 (15,03)	123,39 (24,43)	**139,63 (30,31)²**
MEF25 (%)	98,81 (18,19)	124,68 (31,06)	**154,50 (53,03)³**

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Fischer LSD post-hoc testom:
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i kadetske skupine nogometaša
†p<0,05; ††p<0,01; †††p<0,001 – značajnost razlika između kadetske i juniorske skupine nogometaša
¹p<0,05; ²p<0,01; ³p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i juniorske skupine nogometaša

Inspekcijom Tablice 8. te analizom rezultata veznih igrača različitih kategorija uočava se kako postoji trend porasta morfoloških varijabli prema starijoj uzrasnoj skupini nogometaša, što je i očekivano.

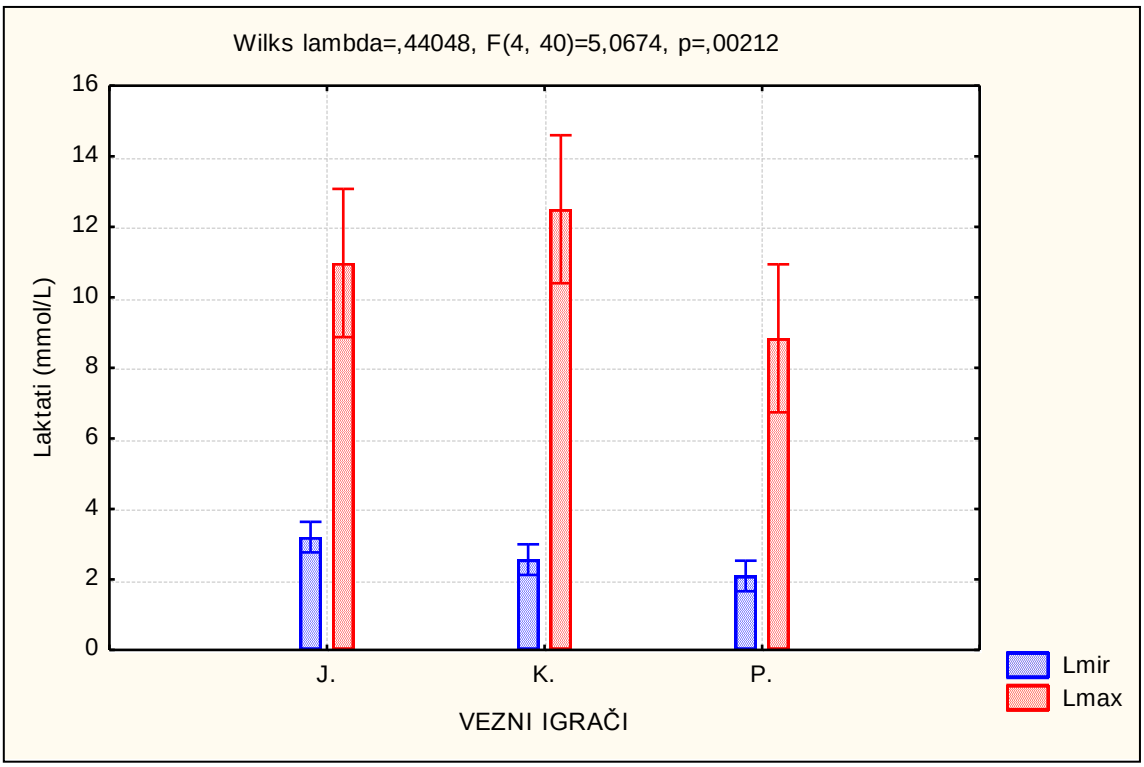
Slika 37.

Analiza razlika morfoloških varijabli između veznih igrača različitih dobnih skupina



Pregledom Slike 37. vidljivo je kako su nogometaši-vezni igrači juniorske kategorije statistički značajno viši i od kadeta i od pionira. Razlike u visini između pionira i kadeta nisu statistički značajne. Što se tiče tjelesne težine vidljivo je kako postoje statistički značajne razlike između svih promatranih skupina nogometaša. Vezni igrači pioniri imaju statistički značajno manji indeks tjelesne mase u odnosu na kadete i juniore.

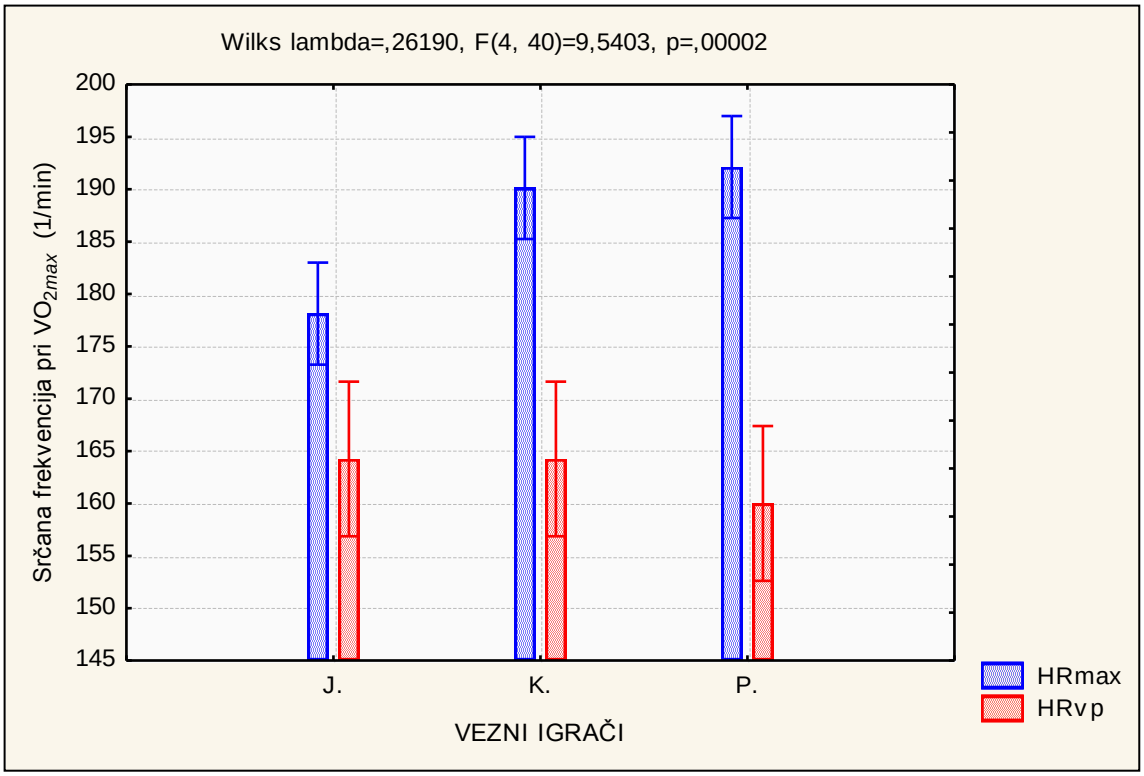
Slika 38.
Analiza razlika laktata između veznih igrača različitih dobnih skupina



Inspekcijom Slike 38. primjetan je porast vrijednosti laktata u mirovanju prema starijoj uzrasnoj kategoriji veznih igrača. Juniori imaju statistički značajno veće vrijednosti laktata u mirovanju od pionira i kadeta. Vezni igrači-kadeti imaju najveće zabilježene maksimalne vrijednosti laktata, iako nema značajnih razlika u odnosu na juniore. Razlike između pionira i kadeta su statistički značajne. Kadeti imaju značajno veće maksimalne vrijednosti laktata nego pioniri, dok između L_{max} nema značajnih razlika.

Slika 39.

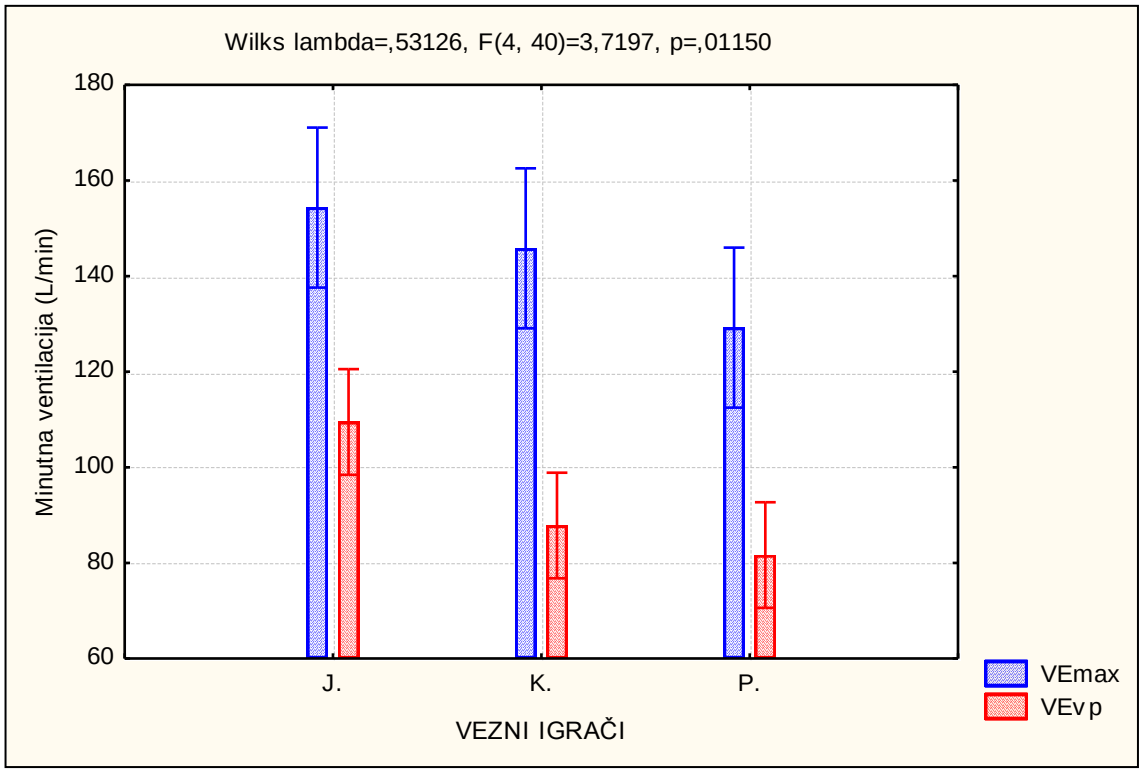
Analiza razlika srčane frekvencije između veznih igrača različitih dobnih skupina



Slika 39. prikazuje vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max}, te na ventilacijskom anerobnom pragu. Vidljivo je kako postoji trend pada vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Juniori postižu statistički značajno niže vrijednosti maksimalne srčane frekvencije od kadeta i pionira. Između pionira i kadeta nema značajnih razlika. Vrijednosti srčane frekvencije pri anaerobnom pragu slične su kod svih promatranih uzrasnih skupina veznih igrača, te među njima nema statistički značajnih razlika.

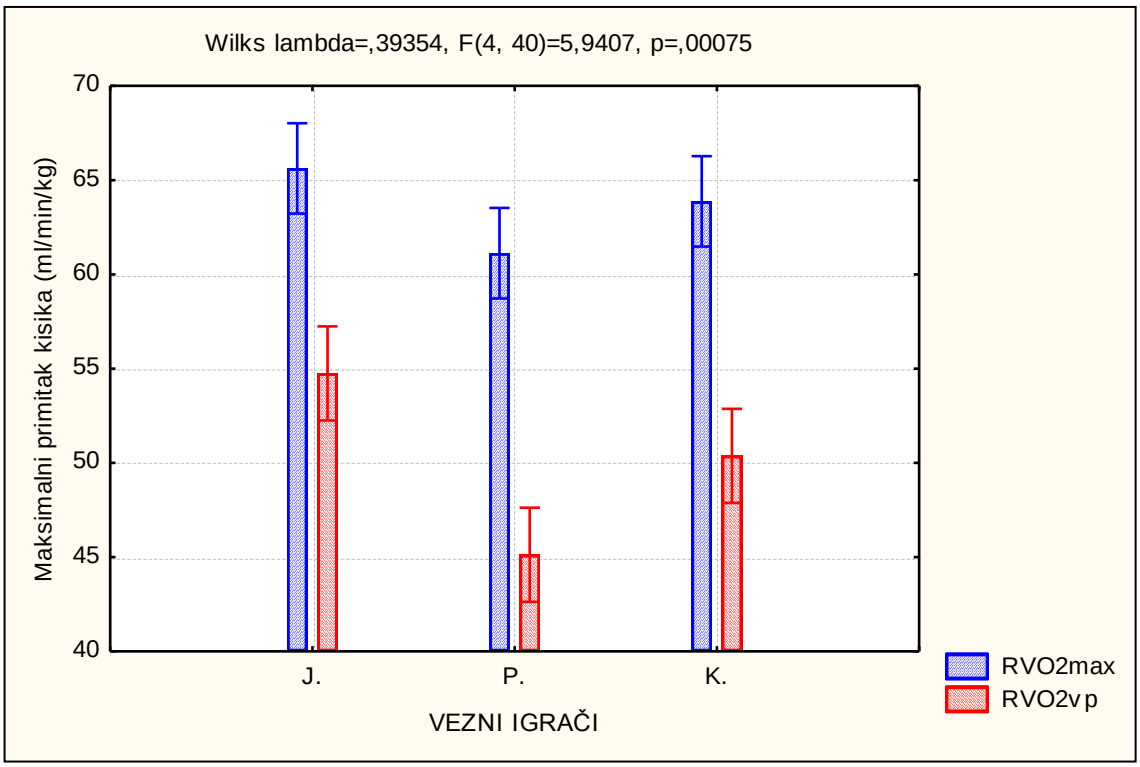
Slika 40.

Analiza razlika minutne ventilacije veznih igrača različitih dobnih skupina



Pregledom Slike 40. vidljiv je porast minutne ventilacije pri VO_{2max} prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Juniori i kadeti postižu slične vrijednosti, dok su vrijednosti ventilacije pionira-veznih igrača ipak nešto niže. Razlike između nogometaša pionirskog i juniorskog uzrasta su statistički značajne. Trend porasta rezultata postoji i u vrijednostima ventilacije na anaerobnom pragu. Juniori imaju statistički značajno veće vrijednosti i od pionira i od kadeta.

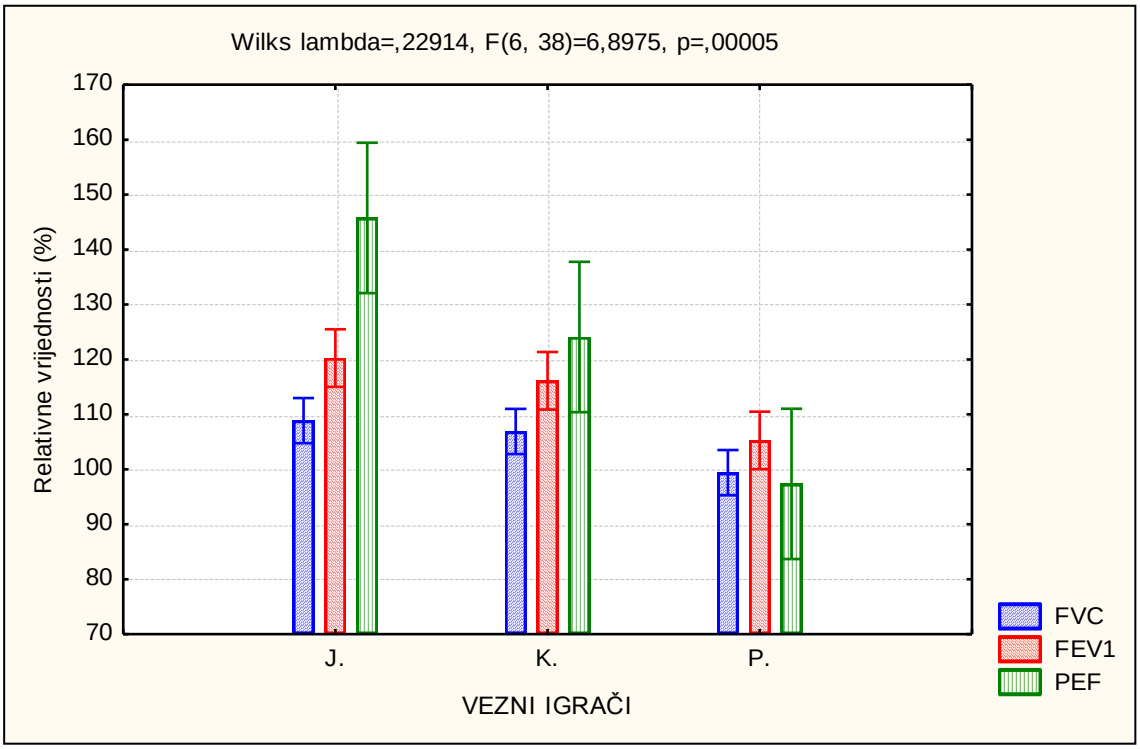
Slika 41.
Analiza razlika maksimalnog primitka kisika veznih igrača različitih dobnih skupina



Slika 41. prikazuje analizu razlika relativnog maksimalnog primitka kisika (RVO_{2max}) između veznih igrača različitih dobnih kategorija. Uočava se trend porasta vrijednosti relativnog primitka kisika prema starijoj dobnoj kategoriji. Prosječan rezultat juniora-veznih igrača je statistički značajno veći od rezultata pionira. Između kadeta i juniora nema statistički značajnih razlika, kao ni između pionira i kadeta. Trend porasta rezultata vidljiv je i u vrijednostima RVO_2 na anaerobnom pragu. Postoje statistički značajne razlike između svih uzrasnih skupina veznih igrača.

Slika 42.

Analiza razlika spirometrijskih parametara veznih igrača različitih dobnih skupina



Pregledom spirometrijskih varijabli (Tablica 8., Slika 42.) vidljiv je porast relativnih vrijednosti svih primjenjenih varijabli prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Uočljivo je kako se pioniri i kadeti statistički značajno razlikuju u varijablama FVC, FEV1, i PEF. U varijablama TIFF, MEF50 te MEF25 nema statistički značajnih razlika između nogometaša pionira i kadeta. Zanimljivo je kako između nogometaša kadetske i juniorske kategorije postoji statistički značajna razlika samo u jednoj spirometrijskoj varijabli i to u PEF-u. Pioniri i juniori se statistički značajno razlikuju u 5 od 6 spirometrijskih varijabli. Razlike nisu statistički značajne u varijabli TIFF.

Tablica 9.
Analiza razlika obrambenih igrača različitih dobnih skupina
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

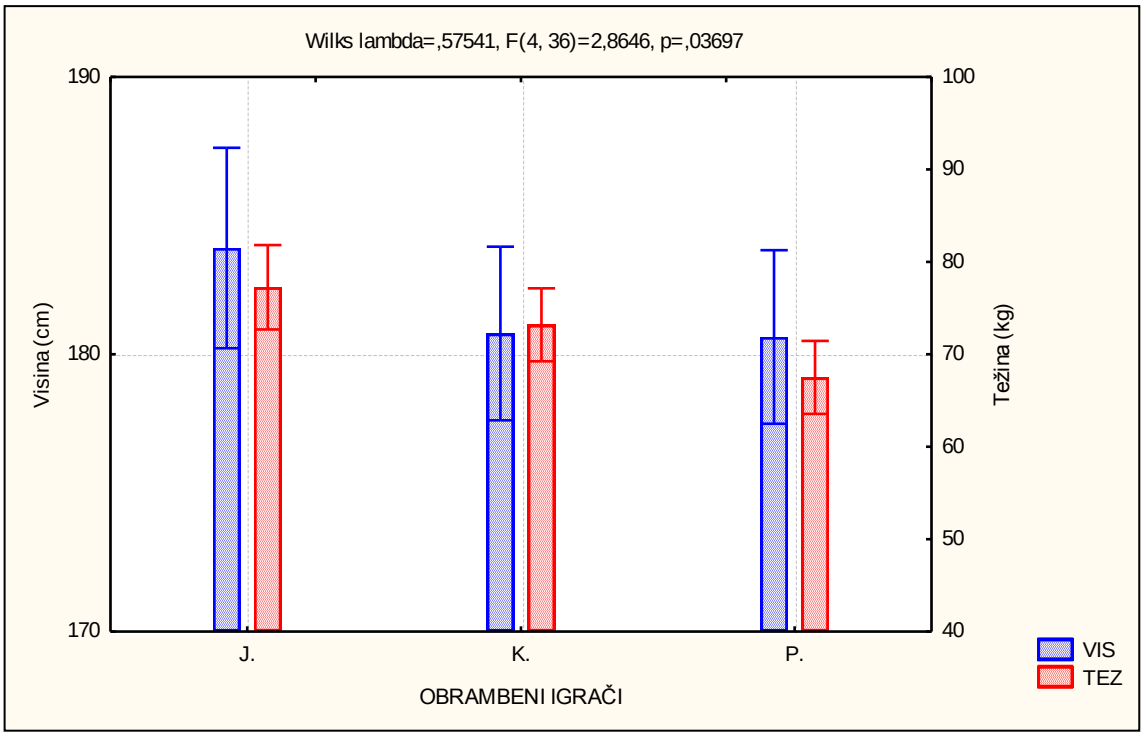
Obrambeni igrači	**Pioniri (N = 8)**	**Kadeti (N = 8)**	**Juniori (N = 8)**
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	180,62 (2,26)	180,75 (5,30)	183,83 (4,62)
TEZ (kg)	**61,00 (3,78)***	73,19 (6,46)	**77,25 (5,47)²**
BMI (kg/m²)	**19,36 (0,88)***	22,36 (1,03)	**22,91 (2,20)²**
Funkcionalne varijable			
L_{mir} (mmol/L)	**1,70 (0,14)***	**2,29 (0,44)††**	**3,10 (0,70)³**
L_{max} (mmol/L)	10,03 (2,34)	11,99 (3,08)	12,50 (2,89)
HR_{max} (1/min)	187,25 (9,45)	185,63 (12,00)	188,33 (6,77)
RR_{max} (1/min)	53,58 (3,64)	57,39 (4,74)	56,20 (3,79)
VE_{max} (L/min)	149,78 (8,80)	139,83 (19,22)	153,67 (9,92)
VO_{2max} (L/min)	4,31 (0,13)	4,23 (0,34)	4,45 (0,33)
RQ_{max} (1/min)	1,03 (0,05)	1,06 (0,06)	1,02 (0,08)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	59,00 (1,41)	57,38 (2,56)	58,17 (3,97)
HR_{VP} (1/min)	158,00 (5,01)	160,50 (9,15)	**165,50 (6,89)¹**
RR_{VP} (1/min)	45,03 (1,85)	41,34 (4,11)	40,93 (6,15)
VE_{VP} (L/min)	**101,76 (17,76)***	**80,90 (13,26)†**	96,35 (15,31)
VO_{2VP} (L/min)	3,32 (0,30)	**3,12 (0,37)†**	3,50 (0,26)
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	45,63 (4,41)	42,00 (5,18)	45,50 (4,23)
Spirometrijske varijable			
FVC (%)	**94,93 (6,08)***	103,04 (9,67)	**103,00 (2,45)¹**
FEV1 (%)	106,25 (4,86)	112,88 (7,47)	**118,17 (9,13)²**
TIFF (%)	115,80 (10,45)	112,44 (9,33)	112,00 (7,75)
PEF (%)	**98,64 (20,92)***	**115,88 (8,22)†**	**135,33 (21,17)³**
MEF50 (%)	115,55 (18,18)	123,65 (18,90)	131,50 (30,83)
MEF25 (%)	**118,83 (22,05)***	148,13 (21,55)	143,83 (44,02)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Fischer LSD post-hoc testom:
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i kadetske skupine nogometaša
†p<0,05; ††p<0,01; †††p<0,001 – značajnost razlika između kadetske i juniorske skupine nogometaša
¹p<0,05; ²p<0,01; ³p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i juniorske skupine nogometaša

Pregledom Tablice 9. te analizom rezultata obrambenih igrača različitih kategorija uočava se kako postoji trend porasta morfoloških varijabli prema starijoj uzrasnoj skupini nogometaša, što je i očekivano.

Slika 43.

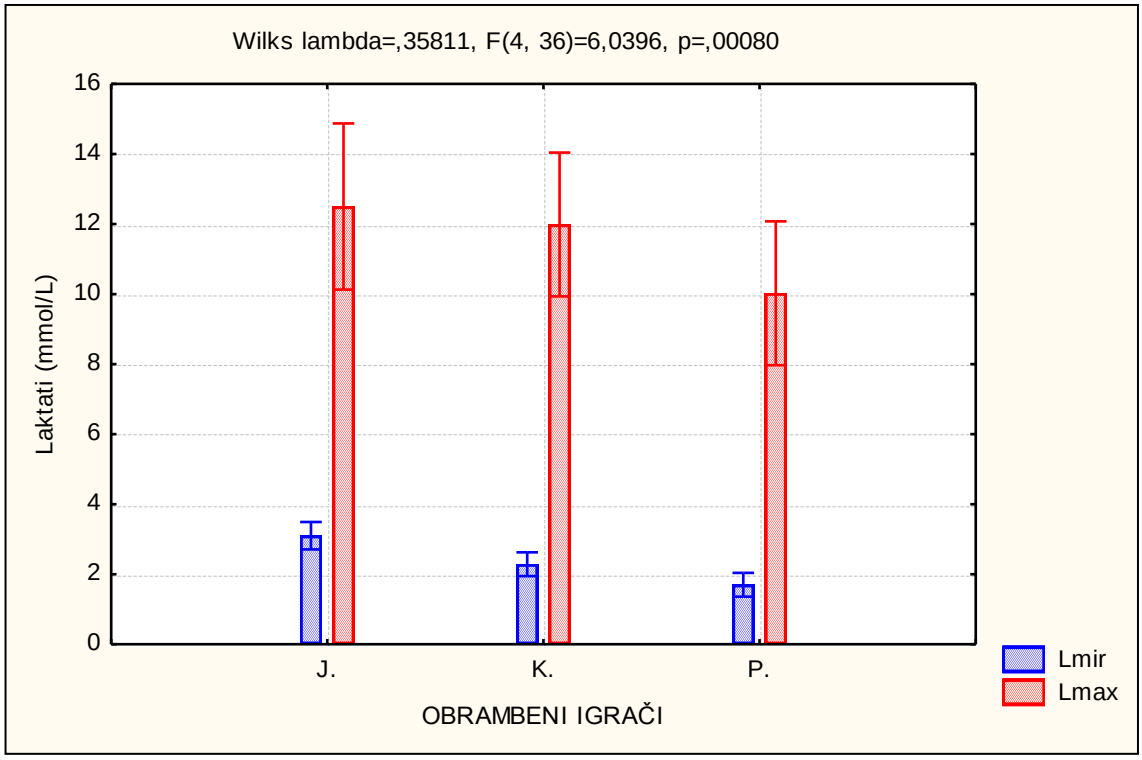
Analiza razlika morfoloških varijabli obrambenih igrača različitih dobnih skupina



Pregledom Tablice 9. i Slike 43. uočava se kako nema statistički značajnih razlika u tjelesnoj visini između promatranih skupina obrambenih igrača. Kadeti-obrambeni igrači su statistički značajno teži od pionira. Juniori su statistički značajno teži od pionira, dok između kadeta i juniora nema statistički značajnih razlika u tjelesnoj težini. Vezni igrači juniori imaju statistički značajno veći indeks tjelesne mase u odnosu na pionire. Kadeti, također imaju statistički značajno veći indeks tjelesne mase u odnosu na pionire.

Slika 44.

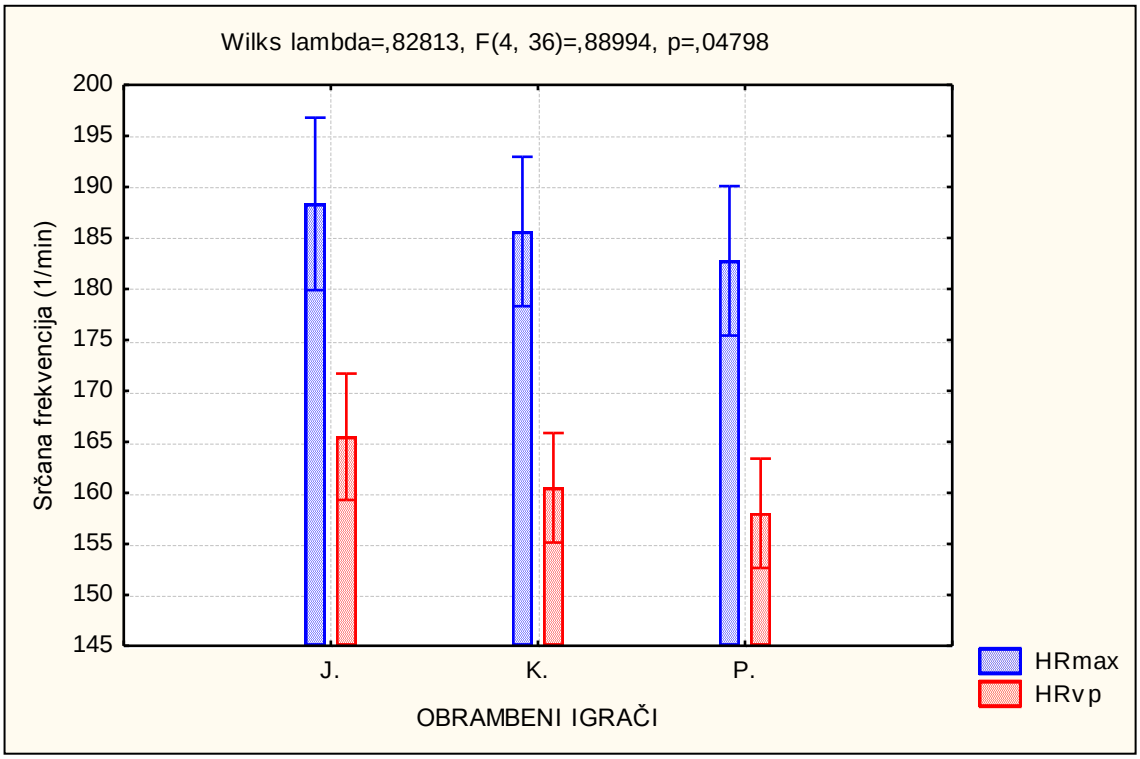
Analiza razlika laktata obrambenih igrača različitih dobnih skupina



Inspekcijom Slike 44. primjetan je porast vrijednosti laktata u mirovanju prema starijoj uzrasnoj kategoriji obrambenih igrača. Razlike su statistički značajne između sve tri grupe promatranih ispitanika. Obrambeni igrači-juniori imaju najveće zabilježene maksimalne vrijednosti laktata, ali razlike u maksimalnim vrijednostima laktata nisu statistički značajne između nogometaša različitih dobnih skupina.

Slika 45.

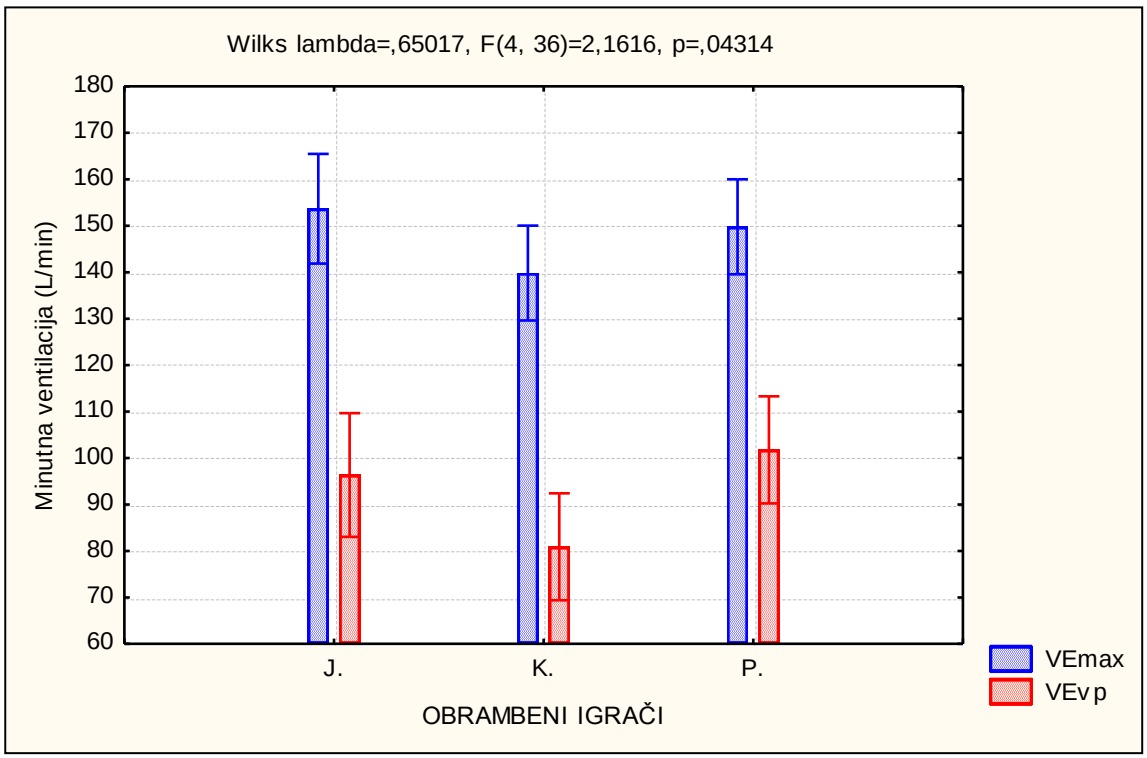
Analiza razlika srčane frekvencije obrambenih igrača različitih dobnih skupina



Slika 45. prikazuje vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} te na ventilacijskom anaerobnom pragu. Sve promatrane skupine obrambenih igrača postižu slične vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} , te među njima nema statistički značajnih razlika. Vidljiv je trend porasta vrijednosti srčane frekvencije na anaerobnom pragu prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Obrambeni igrači juniori postižu najveće vrijednosti srčane frekvencije na anaerobnm pragu, te su statistički značajno veće u odnosu na pionire.

Slika 46.

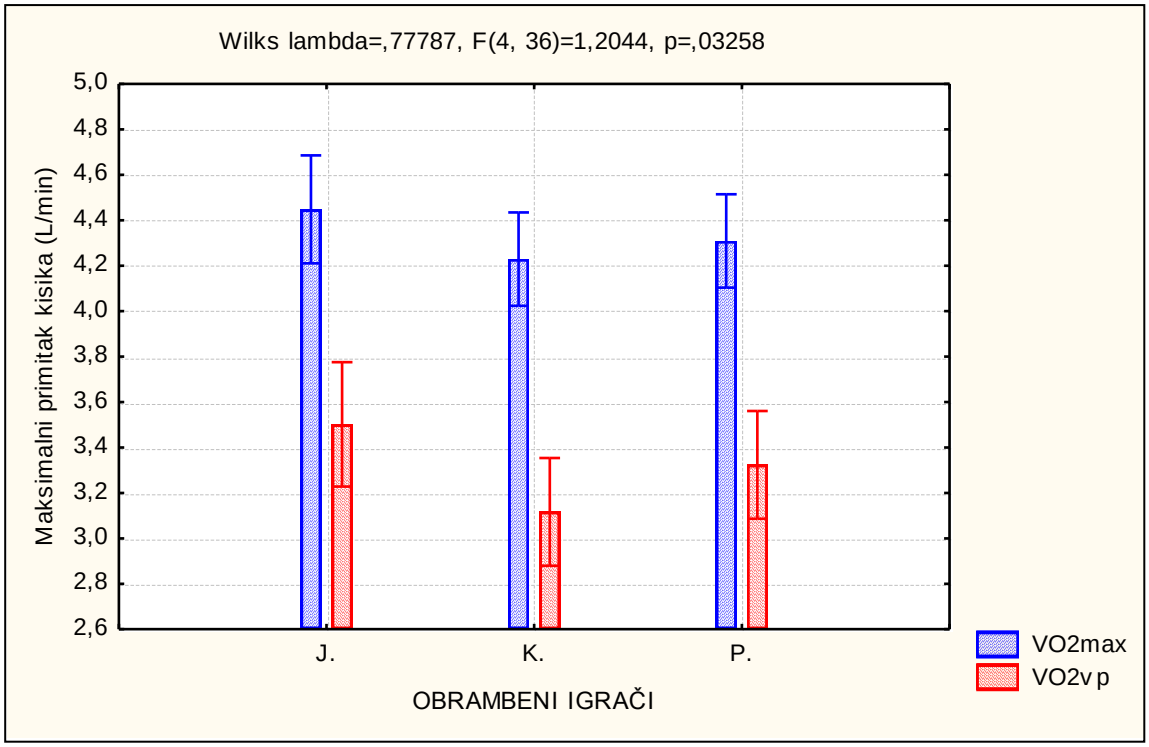
Analiza razlika minutne ventilacije obrambenih igrača različitih dobnih skupina



Pregledom slike 46. vidljivo je kako obrambeni igrači postižu slične rezultate minutne ventilacije pri VO_{2max}, te među njima nema statistički značajnih razlika. Pioniri postižu najveće vrijednosti ventilacije na anerobnom pragu. Dobivene vrijednosti ventilacije na anaerobnom pragu kod pionira-obrambenih igrača su statistički značajno veće nego kod kadeta. Kadeti imaju statistički značajno manje vrijednosti ventilacije na anaerobnom pragu nego juniori, dok obrembeni igrači pionirske i juniorske kategorije postižu slične rezultate.

Slika 47.

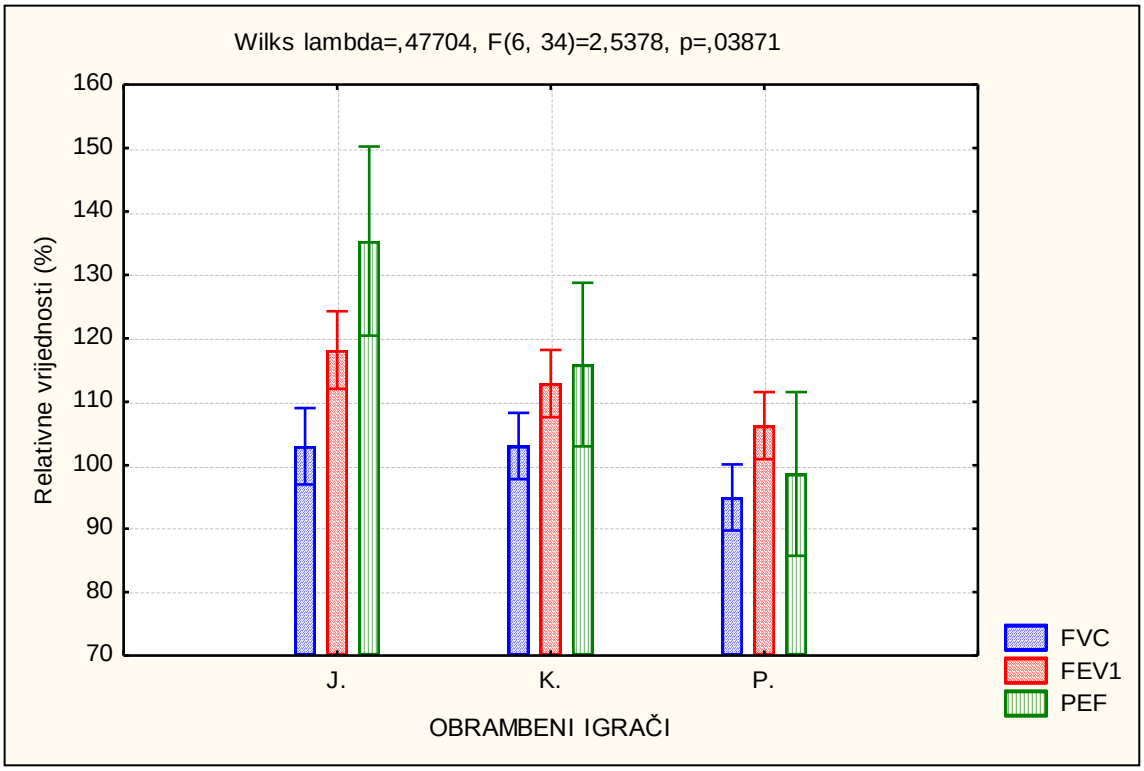
Analiza razlika maksimalnog primitka kisika obrambenih igrača različitih dobnih skupina



Slika 47. prikazuje analizu razlika maksimalnog primitka kisika i primitka kisika na VP između obrambenih igrača različitih dobnih kategorija. Nema statistički značajnih razlika između igrača različitih uzrasnih kategorija. Juniori postižu najveće vrijednosti primitka kisika, kao i primitka kisika na anaerobnom pragu. Razlike između kadeta i juniora u VO_{2VP} su statistički značajne.

Slika 48.

Analiza razlika spirometrijskih parametara obrambenih igrača različitih dobnih skupina



Pregledom spirometrijskih varijabli (Tablica 9., Slika 48.) vidljiv je porast relativnih vrijednosti gotovo svih primjenjenih varijabli prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Uočljivo je kako se pioniri i kadeti statistički značajno razlikuju u varijablama FVC, PEF i MEF25. U varijablama FEV1, TIFF, MEF50 MEF25 nema statistički značajnih razlika između nogometaša pionira i kadeta. Zanimljivo je kako između nogometaša kadetske i juniorske kategorije postoji statistički značajna razlika samo u jednoj spirometrijskoj varijabli i to u PEF. Pioniri i juniori se statistički značajno razlikuju u varijablam FVC, FEV1 i PEF.

Tablica 10.
Analiza razlika napadača različitih dobnih skupina
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

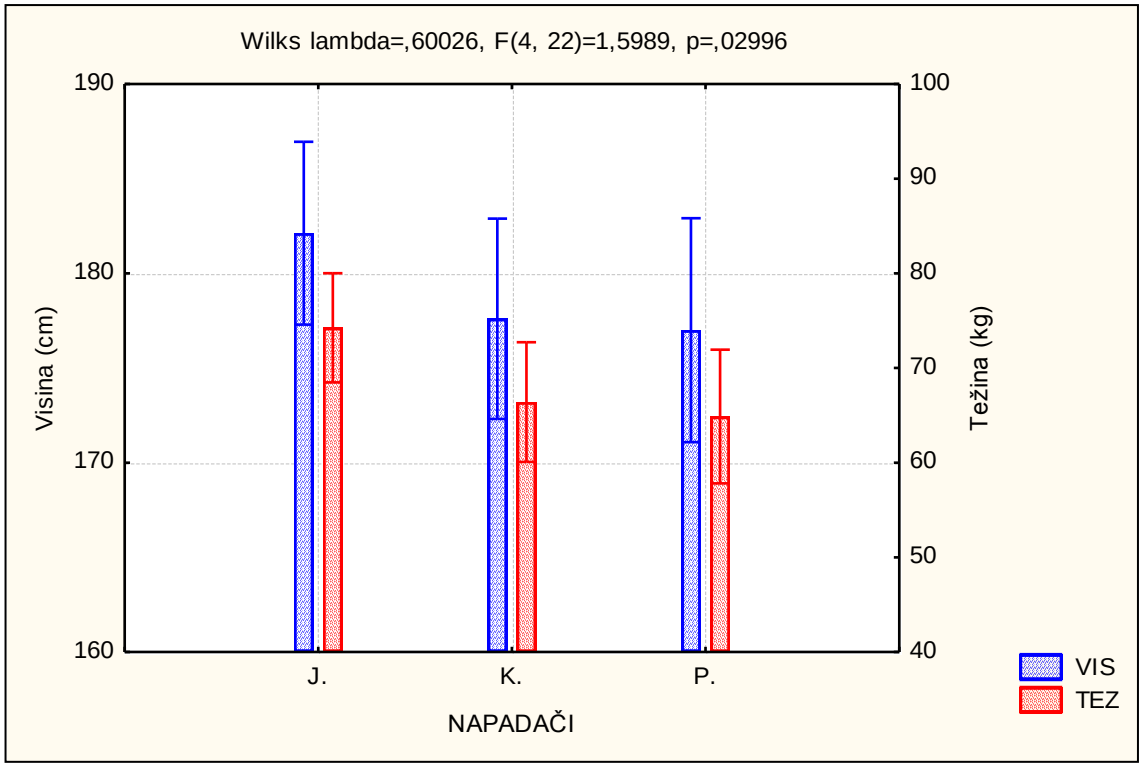
Napadači	Pioniri (N = 6)	Kadeti (N = 6)	Juniori (N = 6)
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	177,00 (3,76)	177,60 (5,55)	182,13 (6,13)
TEZ (kg)	64,88 (2,78)	**66,40 (4,72)†**	**74,25 (8,86)¹**
BMI (kg/m²)	20,72 (0,93)	**21,03 (0,33)†**	**22,31 (1,27)¹**
Funkcionalne varijable			
L_{mir} (mmol/L)	2,20 (0,49)	2,92 (0,39)	3,05 (0,94)
L_{max} (mmol/L)	11,33 (3,82)	11,48 (3,03)	12,18 (2,02)
HR_{max} (1/min)	**198,75 (3,95)***	189,80 (8,81)	**185,93 (5,91)¹**
RR_{max} (1/min)	59,73 (8,21)	59,38 (10,78)	60,28 (5,66)
VE_{max} (L/min)	153,43 (15,80)	138,70 (14,78)	138,20 (28,43)
VO_{2max} (L/min)	3,85 (0,16)	4,10 (0,24)	4,45 (0,90)
RQ_{max} (1/min)	1,07 (0,12)	1,09 (0,09)	0,98 (0,06)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	56,25 (4,92)	**57,20 (0,84)†**	**62,00 (5,06)¹**
HR_{VP} (1/min)	154,00 (3,46)	163,80 (12,87)	156,33 (6,86)
RR_{VP} (1/min)	44,75 (2,63)	41,04 (10,24)	50,30 (9,42)
VE_{VP} (L/min)	73,50 (5,14)	**82,64 (9,77)†**	**99,88 (19,07)¹**
VO_{2VP} (L/min)	2,87 (0,20)	**2,80 (0,47)†**	**3,64 (0,86)¹**
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	39,50 (5,74)	**41,40 (7,50)†**	**50,33 (5,13)¹**
Spirometrijske varijable			
FVC (%)	99,52 (3,12)	**100,95 (8,22)†**	**110,00 (7,66)¹**
FEV1 (%)	109,75 (7,09)	110,78 (8,02)	108,17 (4,83)
TIFF (%)	100,35 (12,58)	111,80 (7,16)	110,17 (6,08)
PEF (%)	117,90 (23,84)	131,20 (5,63)	112,97 (13,07)
MEF50 (%)	104,05 (27,43)	122,82 (25,67)	123,83 (13,42)
MEF25 (%)	109,30 (31,87)	114,24 (30,08)	117,60 (11,01)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Fischer LSD post-hoc testom:
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i kadetske skupine nogometaša
†p<0,05; ††p<0,01; †††p<0,001 – značajnost razlika između kadetske i juniorske skupine nogometaša
¹p<0,05; ²p<0,01; ³p<0,001 – značajnost razlika između pionirske i juniorske skupine nogometaša

Pregledom Tablice 10. te analizom rezultata napadača različitih kategorija uočava se kako postoji trend porasta morfoloških varijabli prema starijoj uzrasnoj skupini nogometaša, što je i očekivano.

Slika 49.

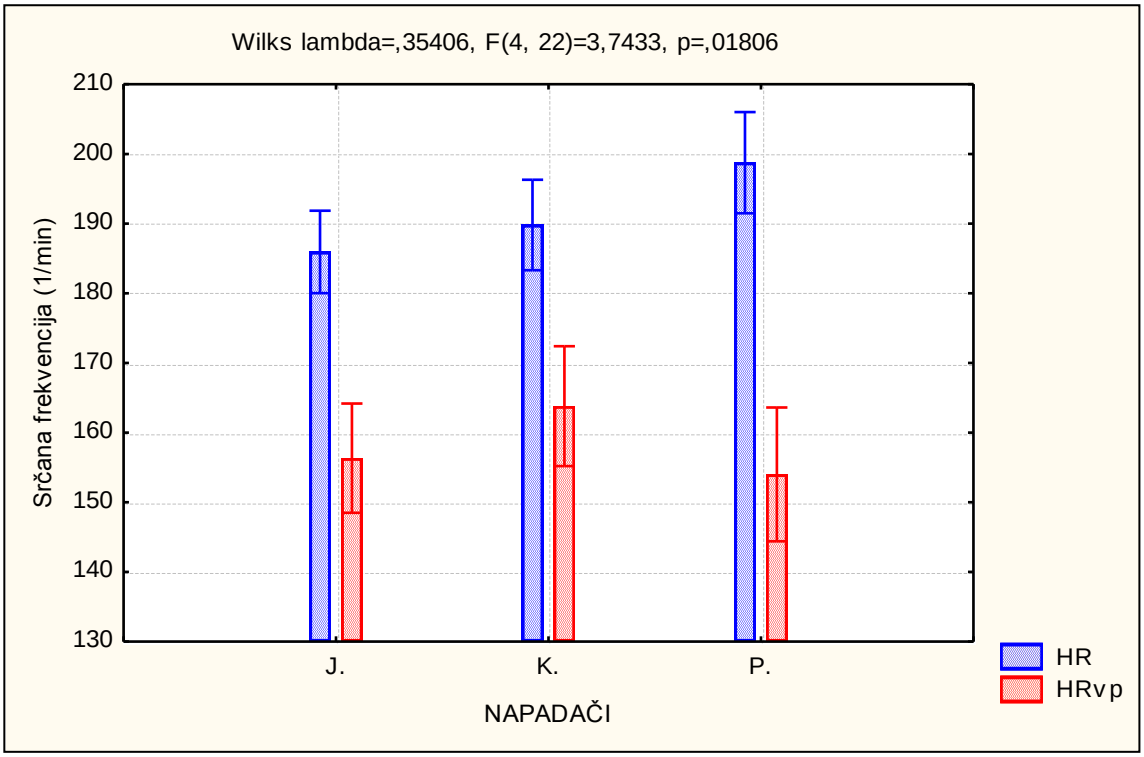
Analiza razlika morfoloških varijabli napadača različitih dobnih skupina



Pregledom Tablice 10. i Slike 49. uočava se kako nema statistički značajnih razlika u tjelesnoj visini između promatranih skupina napadača. Juniori-napadači su statistički značajno teži od kadeta i pionira, dok između kadeta i pionira nema statistički značajnih razlika u tjelesnoj težini. Napadači-juniori imaju statistički značajno veći indeks tjelesne mase u odnosu na kadete i pionire, dok između kadeta i pionira nema statistički značajnih razlika u vrijednostima indeksa tjelesne mase.

Slika 50.

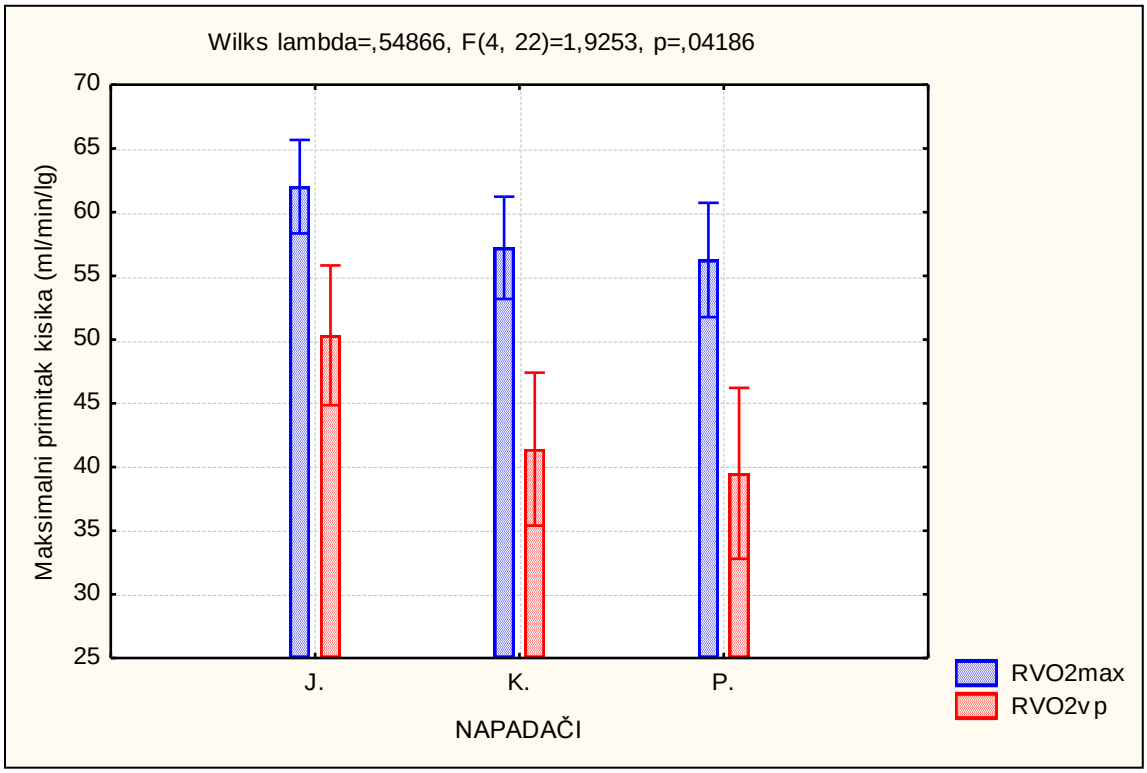
Analiza razlika srčane frekvencije između napadača različitih dobnih skupina



Slika 50. prikazuje vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} , , te na anerobnom pragu. Vidljivo je kako postoji trend pada vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max} prema starijoj uzrasnoj kategoriji. Pioniri-napadači postižu značajno veće vrijednosti srčane frekvencije pri VO_{2max}, u odnosu na kadete i juniore, dok kadeti i juniori postižu slične vrijednosti, te među njima nema statistički značajnih razlika. Sve uzrasne kategorije napadača postižu slične vrijednosti srčane frekvencije na anaerobnom pragu, te između njih nema statistički značajnih razlika.

Slika 51.

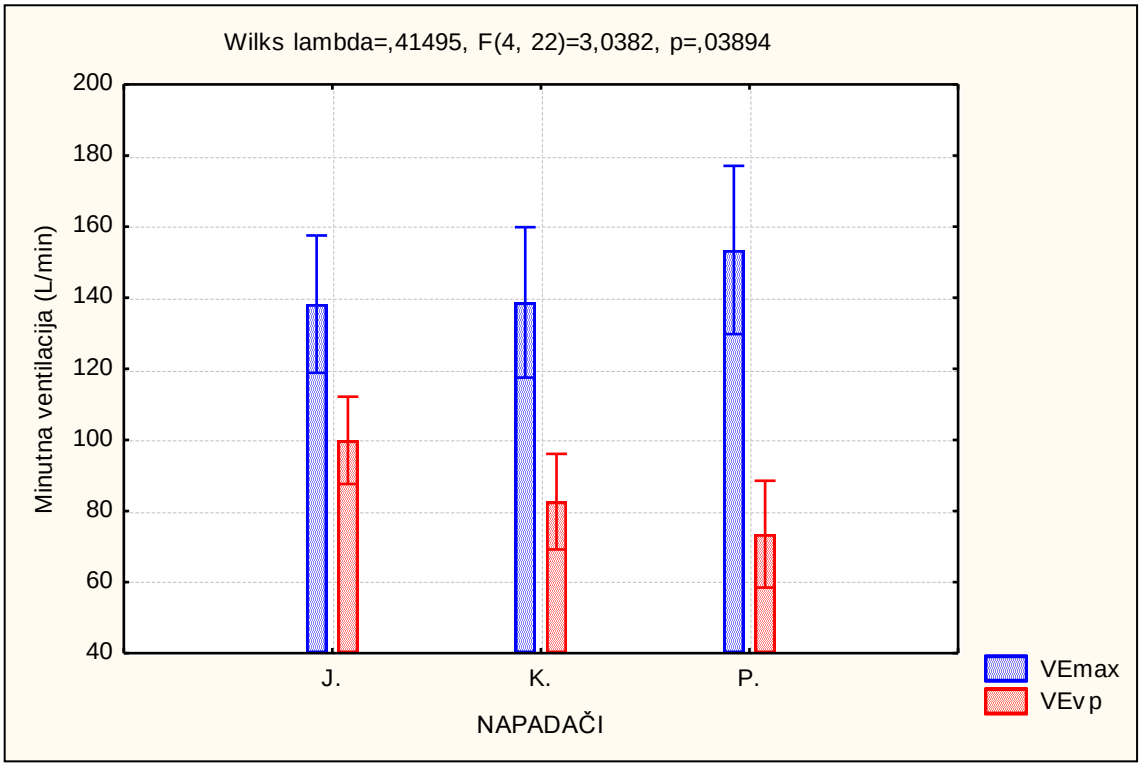
Analiza razlika maksimalnog primitka kisika napadača različitih dobnih skupina



Slika 51. prikazuje analizu razlika relativnog maksimalnog primitka kisika napadača različitih dobnih kategorija. Uočava se trend porasta vrijednosti relativnog primitka kisika prema starijoj dobnoj kategoriji, te je taj porast izrazit kod juniora. Prosječan rezultat juniora je statistički značajno veći od rezultata kadeta i pionira, dok se rezultat kadeta statistički značajno ne razlikuju od pionira. Trend porasta rezultata vidljiv je i u vrijednostima RVO_{2VP}. Vrijednosti RVO_{2VP} juniora su statistički značajno veće od kadeta i pionira, dok se razultat kadeta i pionira značajno ne razlikuje.

Slika 52.

Analiza razlika minutne ventilacije napadača različitih dobnih skupina



Inspekcijom Slike 52. vidljivo je kako napadači različite dobi postižu slične rezultate minutne ventilacije (VE_{max},) te među njima nema statistički značajnih razlika. Juniori i kadeti postižu slične vrijednosti, dok su vrijednosti ventilacije pionira-napadača ipak nešto više Dobivene vrijednosti ventilacije na anaerobnom pragu kod juniora su statistički značajno veće nego kod kadeta i pionira. Iako kadeti postižu veće VE_{VP} od pionira, razlike nisu statistički značajne.

Pregledom spirometrijskih varijabli (Tablica 10.) vidljiv je porast relativnih vrijednosti kapaciteta pluća prema starijoj dobnoj kategoriji. Uočljivo je kako se pioniri i juniori statistički značajno razlikuju u forsiranom vitalnom kapacitetu (FVC), kao i kadeti i juniori. U ostalim spirometrijskim varijablama između napadača različitih uzrasnih kategorija nema statistički značajnih razlika.

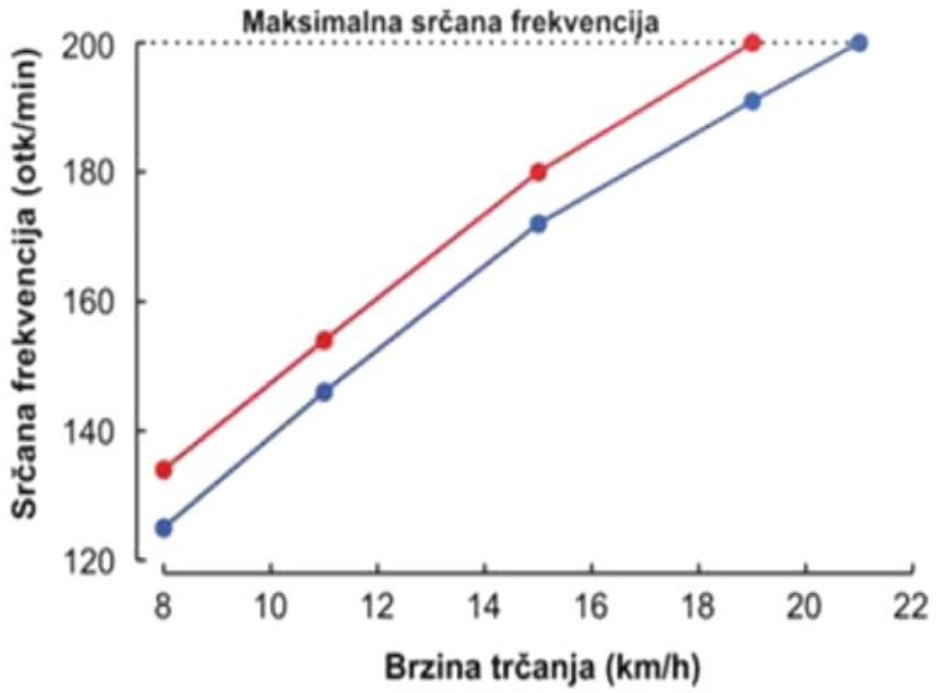
Uspoređujući vrijednosti prosječne visine svih nogometaša pionirskog uzrasta (176,40 cm) sa prosječnom visinom veznih igrača pionira (171,88 cm) vidljivo je kako su vezni igrači dosta niži od ukupnog uzorka pionira. Unatoč tome, vezni igrači pionirskog uzrasta svojom visinom prelaze liniju od 75 percentila (Slika 8.), u komparaciji s rezultatima dosadašnjih studija. Prosječna težina veznih igrača pionirskog uzrasta iznosi 58,88 kg te je dosta niža od prosječne težine ukupnog uzorka pionira (63,52 kg). Vezni igrači-pioniri svojom težinom ulaze u okvir referentnih vrijednosti. Prosječna visina svih nogometaša kadetskog (178,04 cm) i juniorskog uzrasta (181,88 cm) pada na liniju 75 percentila. Prosječne visine veznih igrača kadeta (175,63 cm) i juniora (180,25 cm) također se nalaze unutar referentnih vrijednosti za svaku pojedinu kategoriju. Prosječne težine veznih igrača kadetskog (66,44 kg) i juniorskog uzrasta (74,00) nalaze se u okviru referentnih vrijednosti. Iz Tablice 9. je uočljivo kako su obrambeni igrači pionirskog uzrasta dosta viši (180,62 cm), ali i nešto lakši (61,00 kg) od ukupnog uzorka pionira. Obrambeni igrači kadetskog (180,75 cm; 73,19 kg) i juniorskog (183,83 cm; 77,25 kg) uzrasta su viši i teži od ukupnog uzorka nogometaša kadeta i juniora, te svojim rezultatima prelaze gornju granicu normiranih vrijednost, kao i pioniri. Promatrajući Tablicu 10. uočava se kako napadači pionirskog uzrasta (177,00 cm; 64, 88 kg) svojom prosječnom visinom i težinom prelaze liniju od 75 percentila. Napadači kadeti (177,60 cm; 66,40 kg) nalaze se unutar referentnih granica za dob, dok napadači juniorskog uzrasta (182,13 cm; 74,25 kg) svojom visinom malo prelaze gornju granicu od 75 percentila. Gledajući, izolirano, po igračkim pozicijama, očekivano je tijekom rasta i razvoja napredovanje visine, težine i indeksa tjelesne mase. Međutim, očito je kako su pioniri iz ovog istraživanja kroz sve pozicije akceleranti. Razlog tome leži u činjenici kako su pioniri-obrambeni igrači i napadači jednake visine kao i kadeti i tek neznatno niži od juniora što govori o nepravilnoj selekciji mladih nogometaša. Očito je kako je selekcija u pionirskom uzrastu kod obrambenih igrača usmjerena samo na morfološke karakteristike, a poglavito na visinu koja je determinator pri izboru igrača kod selekcije. Bez obzira na igračku poziciju vidljivo je kako kroz sve kategorije postoji trend porasta težine i indeksa tjelesne mase. Važno je napomenuti kako razlike u početnoj poziciji prema starijoj kategoriji postupno nestaju. Pregledom vrijednosti BMI-a kod svih pozicija igrača po kategorijama dobivene su vrlo slične vrijednosti što nam govori o vrlo sličnoj konstituciji, što je i potvrđeno dosadašnjim istraživanjima gdje su nogometaši uglavnom mezomorfne konstitucije. Uzevši u obzir postojanje značajnih varijacija u početku i tempu sazrijevanja među nogometašima iste kronološke dobi, te činjenicu da se u nogometu selekcija provodi unutar kategorija definiranih s obzirom na kronološku dob (U12, U13, U14, U15...), može se konstatirati kako na selekciju talenata u nogometu uvelike utječe kronološka i biološka dob na način da favorizira igrače koji ranije sazrijevaju. Promatrajući igračke pozicije

kroz sve dobne kategorije može se reći kako su nogometaši relativno heterogena skupina. Igrači obrambene linije su viši i teži od napadača i veznih igrača. Očito je, kako postoje određeni morfološki preduvjeti za odabir igrača različitih pozicija, te se selekcija igrača mlađih dobnih kategorija vrši na temelju njihovih antropometrijskih obilježja, a ne njihove tehničke i taktičke izvedbe.

Porast laktata u miru kroz sve tri kategorije po igračkim pozicijama govori o povećanju intenziteta treninga. Studije su pokazale (Bangsbo 1994, Bangsbo 2007) kako je u mlađih nogometaša znatno niža aktivnost anaerobnih glikolitičkih enzima, a time i niži anaerobni glikolitički kapacitet od odraslih nogometaša. Također je utvrđeno kako je kod submaksimalnih i maksimalnih opterećenja, koncentracija laktata u mišićima i krvi mlađih nogometaša značajno niža nego u odraslih. Mlađi nogometaši tijekom dužeg intenzivnog rada u znatno manjoj mjeri aktiviraju anaerobni glikolitički sustav u svrhu obnove energije nego što je to slučaj u odraslih. Potpuna razvijenost anaerobnog glikolitičkog energetskog sustava može se očekivati tek nakon završetka faze adolescencije (oko 18. godine), što se slaže s dobivenim rezultatima istraživanja.

Slika 53.

Odnos srčane frekvencije i brzine trčanja kod nogometaša prije (crvena linija)i nakon (plava linija) sustavnog treninga izdržljivosti



Vidljiv je i pad HR_{max} prema starijoj uzrasnoj kategoriji nogometaša po svim pojedinim pozicijama. Navedena pojava je fiziološka i govori o razvoju sportskog srca, što potvrđuje visok primitak kisika s relativno niskom srčanom frekvencijom. Poznato je kako pod utjecajem treninga dolazi do povećanja udarnog volumena srca, i to zbog hipertrofije srčanog mišića. Pojedini vrhunski sportaši u sportovima izdržljivosti imaju gotovo dvostruko veći udarni volumen srca od netreniranih osoba. Povećanje srčanog mišića znači kako srce može izbaciti veću količinu krvi ne samo pri maksimalnom naporu, već i pri nižim opterečenjima, odnosno u mirovanju. To znači da srce jednaku količinu krvi u mirovanju ili pri naporu izbaci u manje udaraca. Odnosno, sustavni trening dovodi do smanjenja srčane frekvencije pri submaksimalnom naporu (Slika 53.).

Relativni porast primitka kisika pokazuje razvoj aerobnih sposobnosti što potvrđuje i viši HR_{max} na anerobnom pragu kao i RVO_{2max} na pragu. Trening aerobne izdržljivosti dominantno utječe na sposobnost nogometaša da energiju proizvodi aerobnim putem, odnosno da je dobiva iz oksidativnog energetskog sustava. Poznato je kako nogometni trening poboljšava rad sustava za transport kisika. Rezultat je tih promjena povećanje maksimalnog primitka kisika u nogometaša. Primjerice, intervalni trening aerobne izdržljivosti visokog intenziteta, u trajanju od 6-8 tjedana, može povećati primitak kiska treniranih nogometaša za 10-15%. Uz navedeno, trening izdržljivosti može povećati intenzitet rada na anaerobnom pragu, što znači da nogometaš može duže trčati većom brzinom bez pojave umora. Pregledom rezultata pojedinih igračkih uloga kroz kategorije povećanje apsolutnog i relativnog primitka kisika govori o razvoju aerobnih sposobnosti. Primitak kisika raste prema starijoj dobnoj kategoriji po svim pozicijama što je i očekivano, osim kod obrambenih igrača, jer pioniri značajno svojim morfološkim karakteristikama odskaču od prosjeka. Može se pretpostaviti kako su pioniri akceleranti i fiziološki te je visok primitak rezultat toga, što potvrđuje i visoka ventilacija.

Spirometrija značajno napreduje u svakoj pojedinoj poziciji kroz kategorije preko kapaciteta, parametara velikih i malih dišnih puteva. Taj porast je daleko veći nego što je vidljivo iz podataka jer su prikazani podaci relativna mjera u odnosu za visinu i dob. Nadalje, spirometrija pokazuje kako se plućna muskulatura može utrenirati s treningom. Posebno je značajan porast FEV1 koji je ključni parametar prilikom određivanja energetske potrošnje disanja.

Očito je kako osim razlika u morfološkim karakteristikama igrača različitih pozicija, razlike postoje i u funkcionalnim zahtjevima tijekom utakmice. Najveću ukupnu udaljenost prijeđu vezni igrače koji djeluju kao veza između obrane i napada. Veća prijeđena udaljenost veznih igrača također značajno korelira sa višim vrijednostima primitka kisika veznih igrača u odnosu na ostale igrače. Studije su pokazale kako različite pozicije u nogometnoj igri zahtijevaju različite fizičke i fiziološke zahtjeve. Kod veznih igrača uz adaptaciju kroz nastanak sportskog srca najznačajnije promjene zabilježene su i kod prilagodbe dišnog sustava. Aerobna izdržljivost nogometaša ovisi o njegovim aerobnim sposobnostima, među kojima posebno treba istaknuti maksimalni primitak kisika i anaerobni prag. Više puta je utvrđena pozitivna veza između maksimalnog primitka kisika i ukupne prijeđene udaljenosti. Takvi podaci ukazuju na to kako aerobne sposbnosti predstavljaju važnu komponentu uspjeha u nogometu. Nadalje, optimalno razvijene aerobne sposobnosti omogućuju nogometašu brži oporavak između anaerobnih aktivnosti visokog intenziteta, kao i brži oporavak između treninga i utakmica.

7.5. Analiza razlika između nogometaša različite kvalitete

U ovom potpoglavlju prikazana je analiza razlika svih primjenjenih varijabli između nogometaša različite kvalitete po dobnim kategorijama. Razlike između navedenih skupina nogometaša utvrđene su primjenom Factorial ANOVA analize varijance, te primjenom Fischer LSD post-hoc testa.

Tablica 11.
Analiza razlika primjenjenih varijabli između nogometaša različite kvalitete unutar kategorije pionira
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

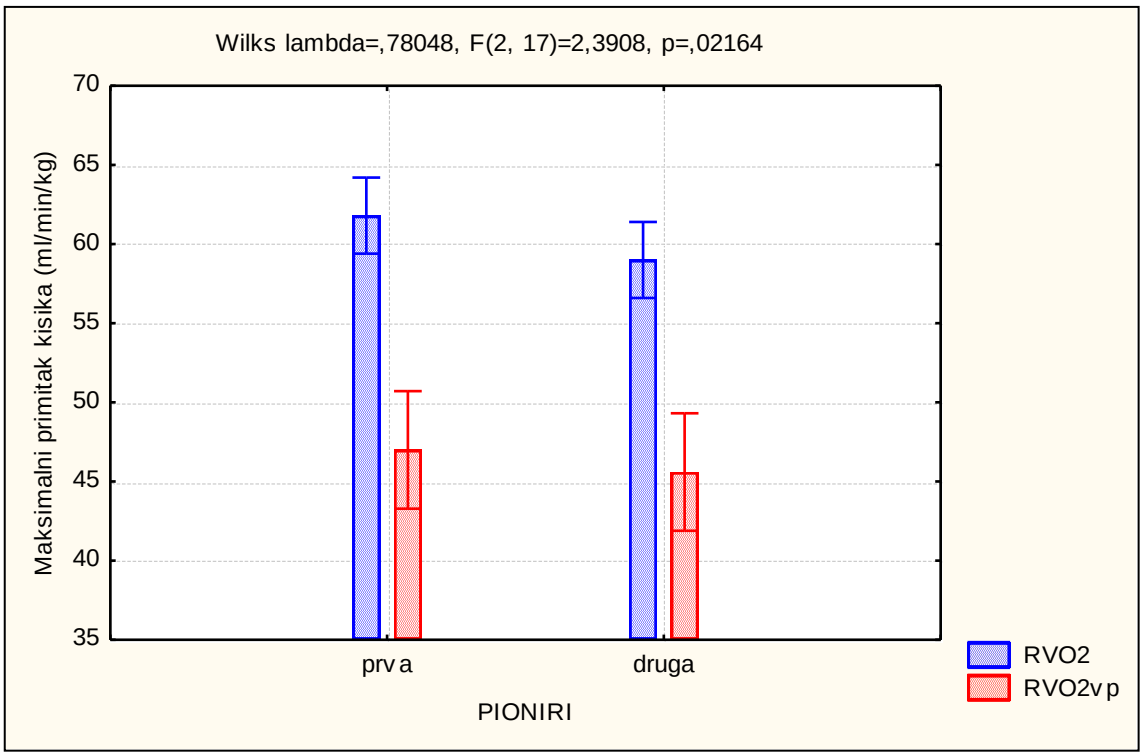
	Pioniri 1 (N = 11)	**Pioniri 2 (N = 11)**
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	176,85 (5,96)	175,95 (5,50)
TEZ (kg)	64,40 (5,93)	62,65 (8,90)
BMI (kg/m²)	20,56 (1,22)	20,14 (2,02)
Funkcionalne varijable		
L_{mir} (mmol/L)	1,84 (0,24)	2,08 (0,40)
L_{max} (mmol/L)	9,64 (3,02)	9,98 (2,82)
HR_{max} (1/min)	191,60 (9,35)	187,80 (9,70)
RR_{max} (1/min)	51,50 (5,55)	55,86 (9,4)
VE_{max} (L/min)	140,20 (21,62)	144,37 (23,33)
VO_{2max} (L/min)	4,27 (0,33)	4,18 (0,20)
RQ_{max} (1/min)	1,02 (0,06)	1,07 (0,06)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	**60,27 (3,17)**	**57,10 (3,25)***
HR_{VP} (1/min)	159,60 (10,15)	156,40 (4,99)
RR_{VP} (1/min)	44,74 (9,24)	42,75 (5,74)
VE_{VP} (L/min)	88,28 (19,58)	87,86 (20,11)
VO_{2VP} (L/min)	3,25 (0,37)	3,23 (0,30)
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	**45,82 (5,51)**	**40,00 (4,55)***
Spirometrijske varijable		
FVC (%)	100,20 (6,22)	99,26 (9,34)
FEV1 (%)	106,40 (6,10)	106,71 (3,51)
TIFF (%)	107,34 (12,73)	110,00 (9,41)
PEF (%)	109,04 (29,04)	94,92 (14,41)
MEF50 (%)	107,10 (25,29)	109,81 (10,69)
MEF25 (%)	122,66 (32,41)	118,61 (32,39)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Fischer LSD post-hoc testom: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između nogometaša različite kvalitete

Inspekcijom Tablice 11. vidljivo je kako nogometaši pionirskog uzrasta prve ekipe imaju veće vrijednosti visine, težine, te indeksa tjelesne mase od nogometaša druge ekipe, ali te razlike nisu statistički značajne. Dobiveni rezultati slažu se s nalazima prethodnih istraživanja nogometaša pionirskog uzrasta (Gravina i sur. 2008).

Slika 54.

Analiza razlika maksimalnog primitka kisika nogometaša pionira različite kvalitete



Pregledom Slike 54. vidljivo je kako nogometaši pionirskog uzrasta prve ekipe (60,27 ml/min/kg) imaju statistički značajno veći primitak kisika od druge ekipe (57,10 ml/min/kg). Također, nogometaši iz prve ekipe postižu statistički značajno veće rezultate primitka kisika na anaerobnom pragu (45,82 ml/min/kg) od druge ekipe (40,00 ml/min/kg). Dobivene vrijednosti primitka kisika su slične kao i u dosadašnjim nalazima, međutim u prijašnjim radovima istraživači nisu pronašli značajne razlike između nogometaša prve i druge ekipe (Gravina i sur. 2008). U ostalim funkcionalnim varijablama nogometaši pioniri prve i druge ekipe postižu slične rezultate, te među njima nema značajnih razlika. Nogometaši pionirskog uzrasta prve i druge ekipe postižu slične vrijednosti u svim spirometrijskim parametrime.

Tablica 12.
Analiza razlika primjenjenih varijabli između nogometaša različite kvalitete unutar kategorije kadeta
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

	Kadeti 1 (N = 11)	Kadeti 2 (N = 11)
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	176,91 (4,41)	179,30 (5,50)
TEZ (kg)	67,68 (6,30)	70,45 (6,80)
BMI (kg/m²)	21,60 (1,45)	21,86 (1,04)
Funkcionalne varijable		
L_{mir} (mmol/L)	2,43 (0,46)	2,67 (0,58)
L_{max} (mmol/L)	11,15 (3,22)	13,07 (2,48)
HR_{max} (1/min)	188,82 (7,52)	187,80 12,32)
RR_{max} (1/min)	58,57 (7,92)	59,86 (4,67)
VE_{max} (L/min)	139,64 (17,73)	144,25 (16,13)
VO_{2max} (L/min)	4,16 (0,43)	4,04 (0,32)
RQ_{max} (1/min)	1,06 (0,08)	1,09 (0,05)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	**61,80 (2,44)**	**59,00 (3,50)***
HR_{VP} (1/min)	164,45 (9,95)	160,80 (12,17)
RR_{VP} (1/min)	41,68 (9,55)	43,26 (5,53)
VE_{VP} (L/min)	86,50 (12,34)	81,16 (11,63)
VO_{2VP} (L/min)	3,19 (0,44)	2,85 (0,31)
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	47,00 (4,90)	45,60 (6,20)
Spirometrijske varijable		
FVC (%)	104,14 (7,63)	103,15 (7,67)
FEV1 (%)	113,26 (9,38)	114,00 (6,31)
TIFF (%)	109,66 (7,17)	115,15 (8,85)
PEF (%)	121,88 (12,19)	123,50 (13,62)
MEF50 (%)	120,59 (24,40)	126,39 (18,81)
MEF25 (%)	114,05 (24,85)	126,47 (28,17)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Fischer LSD post-hoc testom:
*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između nogometaša različite kvalitete

Pregledom Tablice 12. vidljivo je kako nogometaši kadetskog uzrasta prve ekipe imaju manje vrijednosti visine, težine, te indeksa tjelesne mase od nogometaša druge ekipe, ali te razlike nisu statistički značajne. Nadalje, nogometaši prve ekipe (61,80 ml/min/kg) imaju statistički značajno veći primitak kisika od druge ekipe (59,00 ml/min/kg). Također, nogometaši iz prve ekipe postižu veće rezultate primitka kisika na anaerobnom pragu od druge ekipe, ali te razlike nisu statistički značajne. Nogometaši kadetskog uzrasta prve i druge ekipe postižu slične vrijednosti u svim spirometrijskim parametrima.

Tablica 13.
Analiza razlika primjenjenih varijabli između nogometaša različite kvalitete unutar kategorije juniora
(AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija)

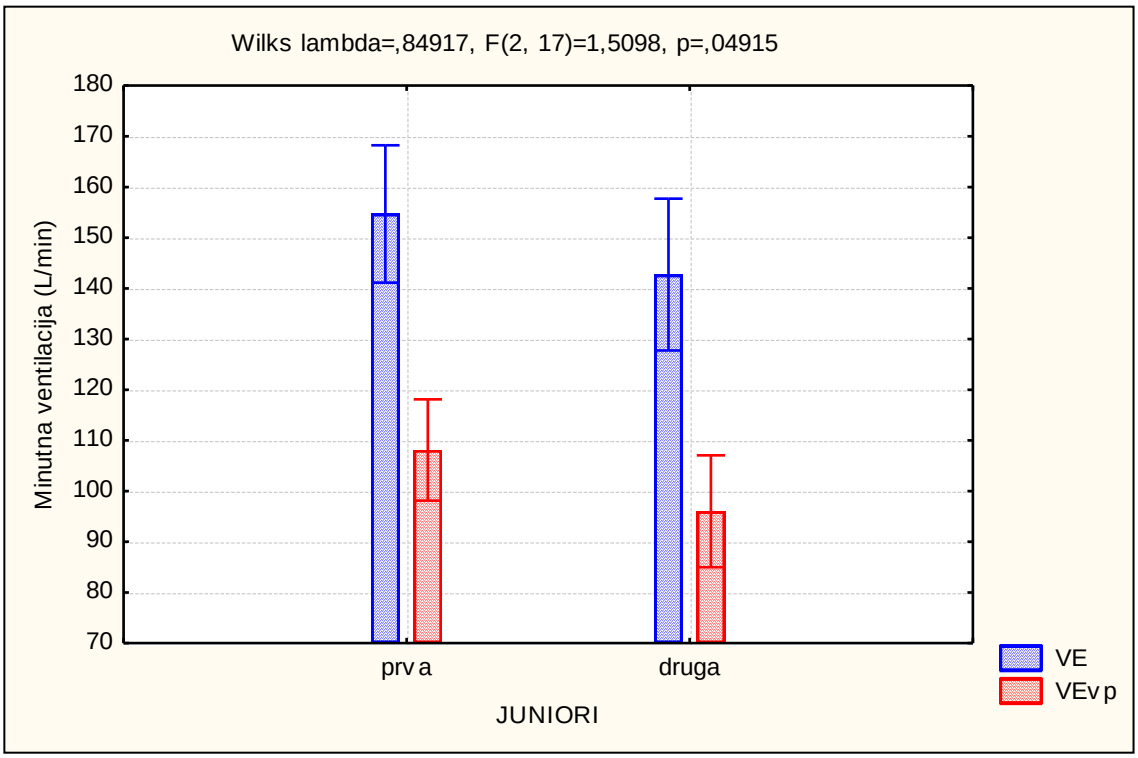
	Juniori 1 (N = 11)	Juniori 2 (N = 11)
Morfološke varijable	**AS (SD)**	**AS (SD)**
VIS (cm)	181,70 (4,72)	182,08 (4,97)
TEZ (kg)	75,10 (6,81)	75,00 (5,62)
BMI (kg/m²)	22,70 (1,07)	22,65 (1,89)
Funkcionalne varijable		
L_{mir} (mmol/L)	3,06 (0,55)	3,19 (0,99)
L_{max} (mmol/L)	11,64 (1,41)	11,95 (3,29)
HR_{max} (1/min)	184,36 (8,21)	182,70 (5,93)
RR_{max} (1/min)	58,26 (7,57)	55,86 (6,01)
VE_{max} (L/min)	**159,54 (22,60)**	**139,05 (15,82)***
VO_{2max} (L/min)	4,83 (0,58)	4,40 (0,48)
RQ_{max} (1/min)	0,98 (0,05)	1,00 (0,09)
RVO_{2max} (mL/min/kg)	**64,90 (4,82)**	**59,70 (4,00)***
HR_{VP} (1/min)	163,20 (5,73)	161,30 (8,22)
RR_{VP} (1/min)	45,21 (9,42)	45,30 (6,01)
VE_{VP} (L/min)	**109,52 (18,04)**	**95,81 (12,13)***
VO_{2VP} (L/min)	3,89 (0,58)	3,65 (0,54)
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	52,00 (4,85)	49,30 (5,74)
Spirometrijske varijable		
FVC (%)	105,63 (8,30)	103,84 (5,61)
FEV1 (%)	116,10 (9,02)	115,90 (9,64)
TIFF (%)	111,90 (6,85)	111,20 (6,25)
PEF (%)	132,51 (22,15)	133,07 (19,59)
MEF50 (%)	138,70 (28,22)	126,20 (23,57)
MEF25 (%)	150,06 (50,06)	130,40 (33,78)

Legende: Analiza varijance-Factorial ANOVA s Fischer LSD post-hoc testom: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 – značajnost razlika između nogometaša različite kvalitete

Iz Tablice 13. vidljivo je kako nogometaši juniorskog uzrasta prve i druge ekipe imaju vrlo slične vrijednosti visine, težine, te indeksa tjelesne mase. Razlike između promatranih skupina nogometaša nisu statistički značajne. Nogometaš iprve ekipe postižu značajno veće vrijednosti minutne ventilacije kao i ventilacije na anaerobnom pragu od nogometaša druge ekipe. Vrijednosti RVO_{2max} nogometaša prve ekipe značajno su veće od vrijednosti RVO_{2max} druge ekipe. Nogometaši juniorskog uzrasta prve i druge ekipe postižu slične vrijednosti u svim spirometrijskim parametrima.

Slika 55.

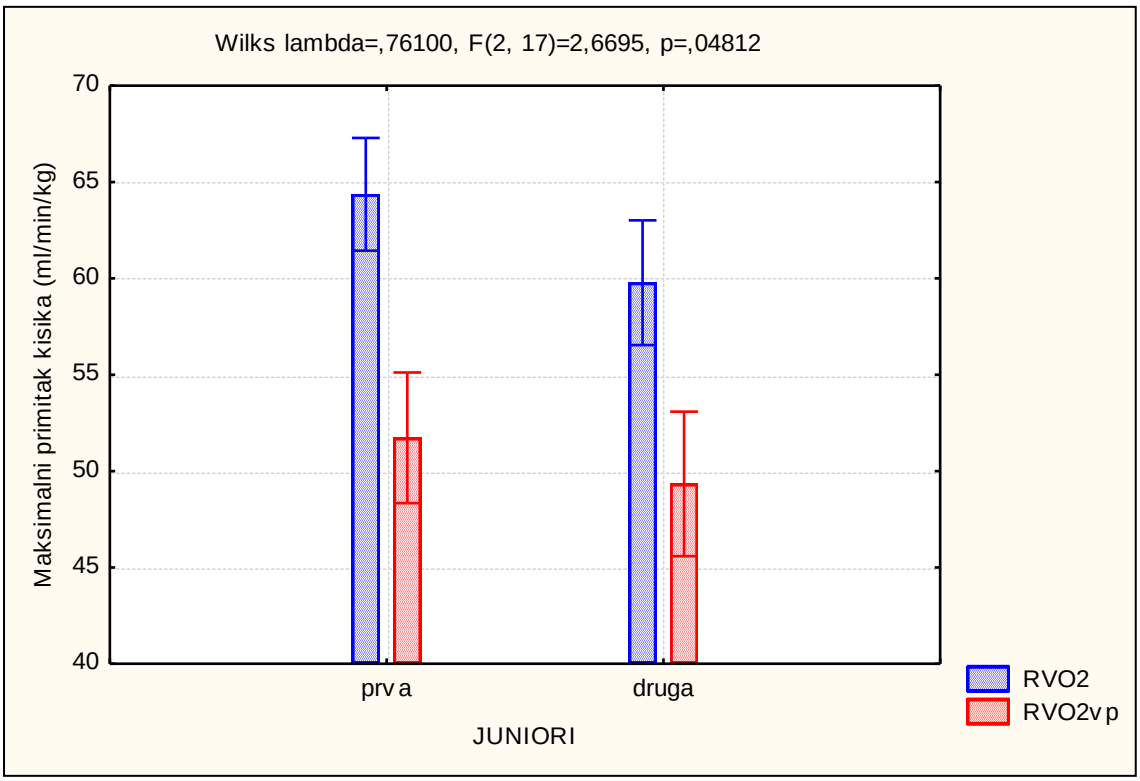
Analiza razlika minutne ventilacije nogometaša juniora različite kvalitete



Inspekcijom Slike 55. vidljivo je kako nogometaši juniorskog uzrasta prve ekipe postižu statistički značajno veće vrijednosti minutne ventilacije u odnosu na juniore druge ekipe. Promatrajući vrijednosti ventilacije na anaerobnom pragu, uočljivo je kako također postoje statistički značajne razlike između prve i druge ekipe.

Slika 56.

Analiza razlika primitka kisika nogometaša juniora različite kvalitete



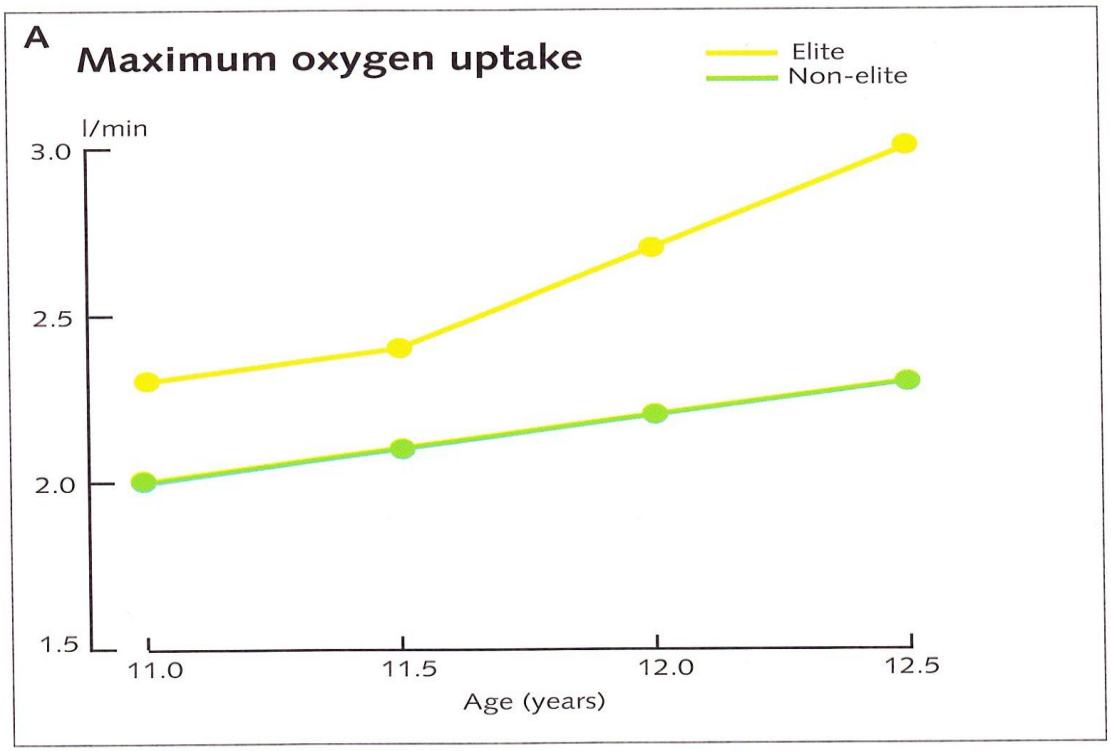
Pregledom Slike 56. vidljivo je kako nogometaši juniorskog uzrasta prve ekipe (64,90 ml/min/kg) imaju statistički značajno veći primitak kisika od juniora druge ekipe (59,70 ml/min/kg). Nadalje, juniori iz prve i druge ekipe postižu slične vrijednosti primitka kisika na anaerobnom pragu , te između njih nema statistički značajnih razlika.

Pregledom Tablice 11. uočava se kako pioniri prve i druge ekipe vrijednostima svoje visine i težine prelaze gornju granicu od 75 percentila u odnosu na referentne vrijednosti. Pioniri prve ekipe su viši i teži, te imaju veće vrijednosti indeksa tjelesne mase u odnosu na drugu ekipu, ali te razlike nisu statistički značajne. Uspoređujući dobivene rezultate s nalazima prethodnih studija (Gravina i sur. 2008) vidljivo je kako su pioniri iz ovog istraživanja primjetno viši i teži od pionira iz Španjolske. Španjolci prve ekipe su također viši i teži u odnosu na drugu ekipu. Važno je notirati kako su u navedenom istraživanju pioniri španjolci mjereni na početku i na kraju sezone. Razlike koje su postojale na početku sezone su se izjednačile. Vanderford i sur. 2004. u svom su istraživanju pronašli kako između igrača iz Amerike koji su odigrali 100 utakmica i onih koji su odigrali upola manje postoje razlike u visini i težini u korist igrača s više nastupa, ali te razlike nisu značajne. Nogometaši iz Amerike su po visini i težini vrlo slični nogometašima-pionirima iz ovog istraživanja. Gledajući kadete i juniore vidljivo je kako između nogometaša prve i druge ekipe nema značajnih razlika u visini i težini, kao ni u indeksu tjelesne mase. Po svojim visinama i težinama igrači prve i druge ekipe kadetskog i juniorskog uzrasta ne odstupaju od referentnih vrijednosti. Očito je kako se i kroz prizmu igrača različite kvalitete kod pionirskog uzrasta radi o igračima koji su akceleranti.

Nogometaši pioniri prve ekipe postižu značajno više vrijednosti RVO_{2max} (60,27 ml/min/kg) od nogometaša druge ekipe (57,10 ml/min/kg). Dobivene vrijednosti primitka kisika istraživanih nogometaša pionirskog uzrasta vidljivo su veće od američkih nogometaša (54,6 ml/min/kg; 53,6 ml/min/kg). Uočljivo je kako među američkim nogometašima razlika u primitku kisika obzirom na broj odigranih utakmica nije značajna. Nadalje, pioniri prve ekipe iz ovog istraživanja imaju značajno veće vrijednosti RVO_{2VP} nego pioniri druge ekipe. U drugim funkcionalnim parametrima nisu zabilježene značajne razlike među ekipama. Slični rezultati su dobiveni kod nogometaša kadetskog uzrasta. Nogometaši prve ekipe postižu značajno veće vrijednosti primitka kisika (61,80 ml/min/kg) od nogometaša druge ekipe (59,00 ml/min/kg). U drugim funkcionalnim varijablama nisu zabilježene značajne razlike. Juniori prve ekipe postižu značajno veće vrijednosti primitka kisika (64,90 ml/min/kg) od nogometaša druge ekipe (59,70 ml/min/kg). Razlike su značajne i u RVO_{2VP} gdje prva ekipa postiže 52,00 ml/min/kg, a druga 49,30 ml/min/kg. Statistički značajne razlike između juniora prve i druge ekipe postoje i u VE_{max} Prva ekipa postiže vrijednost od 159,54 L/min, dok druga postiže 139,05 L/min. U ostalim parametrima nema značajnih razlika.

Slika 57.

Vrijednosti maksimalnog primitka kisika kod nogometaša različite kvalitete (prema Bangsbo 2007)



Pregledom rezultata nogometaša prve i druge ekipe počev od pionira ka juniorima uočava se napredak, odnosno porast maksimalnog primitka kisika, kao i primitka kisika na anaerobnom pragu. Očito je kako kroz kategorije fiziološke razlike postaju značajnije, što se najbolje vidi kod juniora. Te razlike nisu toliko očite u nižim kategorijama(akceleranti). Kako je u juniora gotovo završen fiziološki i morfološki razvoj, razlike su više vidljive i u minutnoj ventilaciji, primitku kisika na pragu. Razlika u primitku kisika kod juniora između nogometaša različite kvalitete iznosi 5 ml, dok je u pionira i kadeta oko 3 ml, znači razlika raste kroz kategoriju. Važno je kazati kako kod mlađih uzrasnih kategorija postoji velika heterogenost rezultata. Navedene varijable nisu normirane pa obzirom na velik rasap rezultata ne možemo ni očekivati statističku značajnost među igračima različite kvalitete. Može se kazati kako je maksimalni primitak kisika ključan faktor u razlikovanju igrača različite kvalitete. Bolji primitak kisika, ili loš primitak kisika, ne determinira boljeg ili lošijeg nogometaša. To znači kako primitak kisika ne smije biti kriterij odabira već kriterij razvoja. To znači kako igrače ne treba birati prema primitku kisika, nego ih treba razvijati prema primitku.

Iako nema statistički značajnih razlika u spirometrijskim varijablama između nogometaša različite kvalitete vidljiv je porast relativnih vrijednosti svih parametara prema starijoj dobnoj kategoriji.

Nivo razvijenosti tehničko-taktičkih znanja i vještina ne ovisi znatno o početku i tempu sazrijevanja djece, što se ne može kazati za razvijenost kondicijskih sposobnosti. Dinamika razvoja većine kondicijskih sposobnosti prati dinamiku tjelesnog rasta, što znači da ovisi o sazrijevanju. Djeca koja ranije sazrijevaju, odnosno, ranije uđu u pubertet imaju u tom trenutku znatno veću šansu da budu odabrani u ekipu. Unutar pojedine kategorije razlika u dobi između igrača može iznositi cijelu godinu. U periodu ubrzanog rasta i razvoja, ta razlika u dobi može proizvesti značajne razlike u fizičkim kapacitetima djece i mladih igrača i na taj način favorizirati selekciju djece rođene na početku selektivne godine. U startu nema razlike jer je primarni i često jedini kriterij odabira morfologija. Ipak unutar toga određene funkcionalne osobitosti dolaze do izražaja, a najveći determinator je primitak kisika. Prema starijoj uzrasnoj kategoriji te se funkcionalne razlike povećavaju.

Kako je nogomet planetarno popularan sport u koji se redovito uključuje velik broj djece, otkrivanje talenata ne predstavlja značajan problem. Prepoznavanje talenata predstavlja identifikaciju igrača u procesu sportske pripreme koji imaju potencijal za igranje vrhunskog nogometa. Odabir ili selekcija podrazumijeva kontinuirano procjenjivanje igračeva potencijala i stvarne kvalitete u svim razvojnim razdobljima, a u svrhu odabira najprikladnijeg pojedinca ili skupine igrača koji mogu izvršiti zadatke i uloge u igri. Uspješnost nogometaša u igri ovisi o nizu njegovih sposobnosti, osobina, znanja i vještina. Tu spadaju: tehničko-taktička znanja i vještine, kondicijske sposobnosti, tjelesna građa, intelektualne (kognitivne) sposobnosti, psihološke osobine te zdravstveni i socijalni status. Stoga bi se prepoznavanju i selekciji talenata u nogometu trebalo pristupiti na multidisciplinaran način. To znači pravilan odabir mjernih instrumenata (testova) za procjenu navedenih karakteristika, te utvrđivanje koje karakteristike najbolje razlikuju uspješne od manje uspješnih nogometaša.

8. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi funkcionalne osobitosti nogometaša pionirske, kadetske i juniorske kategorije. Istraživanje je provedeno na uzorku od 66 nogometaša, odnosno 22 po svakoj uzrasnoj kategoriji. Unutar svakog uzrasta nogometaši su podijeljeni na 3 subuzorka (obrana, vezni red, napad), kao i na podskupine od 11 nogometaša po kvaliteti (1. ekipa i 2. ekipa).

Na svim ispitanicima je primijenjena skupina od 3 testa za procjenu morfoloških obilježja, 13 testova za procjenu funkcionalnih sposobnosti, te 6 testova za procjenu ventilacijskih karakteristika.

U skladu s dobivenim rezultatima deskriptivne statistike može se ustvrditi kako su sve varijable normalno distribuirane. Promjene u veličini i satavu tijela, te funkcionalnim kapacitetima pojavljuju se i rastu s pubertetom i sazrijevanjem. Rast i razvoj djece traje neprestano sve do odrasle dobi. Ulazak u pubertet obilježava značajno ubrzanje rasta tjelesnih dimenzija pri čemu je prosječni godišnji rast u visinu 8-12 cm. To razdoblje traje godinu-dvije i naziva se *adolescentni ubrzani rast*, a dob u kojoj je godišnji prirast u visinu najveći, *godinom najvećeg prirasta*. Nakon puberteta rast se nastavlja, ali znatno sporijim tempom. Početak adolescentnog ubrzanog rasta i godina najvećeg prirasta u visinu jesu pokazatelji zrelosti. Razlike između dječaka različite zrelosti su najočiglednije između 13 i 16 godina. Rast i sazrijevanja mladih nogometaša može utjecati na procese selekcije, što je i slučaj s nogometašima iz ovog istraživanja. Nogometaši pionirskog uzrasta su selektirani na temelju njihovog rasta i zrelosti. Prirast visine dječaka koji je najviši upravo od 14-15 godina odgovara pionirskom uzrastu. U vrijeme selekcije, odabrani pioniri su bili najbolji igrači zbog svojih tjelesnih dimenzija, veličine, snage i jakosti. S porastom tjelesnih dimenzija dolazi do rasta i razvoja krvožilnog, mišićnog i dišnog sustava. To, pak, dovodi do povećanja aerobnog i anaerobnog kapaciteta, te do povećanja maksimalnog primitka kisika. Provođenjem nogometnog treninga kroz duže razdoblje, dolazi do znatnog unapređenja sustava za transport i korištenje kisika. Navedene su promjene povezane i s rastom cjelokupnog organizma. Kako se veličina tijela povećava, tako se povećava i potreba organizma za kisikom što se očituje kroz povećanje veličine i funkcija pluća. Porast apsolutnog i relativnog VO_{2max} sa starijom uzrasnom kategorijom nogometaša u velikoj je mjeri posljedica povećanja tjelesne visine. Povećanje mišićne mase dovodi do povećanja apsolutne potrošnje kisika, što je manje vidljivo kroz relativni primitak kisika koji je normiran po jedinici mase. To znači kako aerobni radni kapacitet prati tjelesni razvoj, ili ide čak nešto ispred njega. Juniori su bolje adaptirani na aerobno i anaerobno opterećenje jer su

duže tretirani nogometnim treningom koji ima jak utjecaj na razvoj funkcionalnih sposobnosti. . Nogometni trening ima veliki utjecaj na razvoj funkcionalnih sposobnosti, a rezultati su progresivno bolji prema starijoj dobi pa je za očekivati kako će pioniri i kadeti dosegnuti slične vrijednosti u juniorskoj dobi.

Sukladno dobivenim rezultatima moguće je prihvatiti sljedeće hipoteze:

H1: Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika statistički značajno se razlikuju između analiziranih uzrasnih kategorija;
H2: Vrijednosti spiroergometrijskih parametara između nogometaša pionirskog, kadetskog i juniorskog uzrasta statistički značajno se razlikuju;
H3: Vrijednosti spirometrijskih parametara između nogometaša pionirskog, kadetskog i juniorskog uzrasta statistički značajno se razlikuju.

Osim razlika u antropometrijskim karakteristikama igrača različitih pozicija, čini se kako razlike postoje i u fizičkim (funkcionalnim) zahtjevima tijekom utakmice za svako pojedino mjesto, odnosno igračku poziciju. Radi analize profila aktivnosti nogometaši se najčešće dijele na braniče, vezne igrače i napadače. U pogledu udaljenosti koju igrači pokrivaju, odnosno prijeđu tijekom utakmice, najveću ukupnu udaljenost prijeđu vezni igrače koji djeluju kao veza između obrane i napada. Veća prijeđena udaljenost igrača veznog reda također značajno korelira sa višim vrijednostima primitka kisika veznih igrača u odnosu na ostale igrače. Nadalje, braniči i napadači imaju manje anaerobne zahtjeve od veznih igrača. Osim prema prijeđenoj udaljenosti različitim tempom, igrači na različitim pozicijama razlikuju se i prema ostalim specifičnim aktivnostima u igri. Vezni igrači izvedu znatno veći broj aktivnosti s loptom u odnosu na igrače ostalih pozicija. Na primjer, veća udaljenost koju prijeđu vezni igrači tijekom utakmice povezana je uglavnom sa njihovim ulogama i zadaćama koje obavljaju manjom brzinom, ali ih izvode češće, i dužeg su trajanja. Vezni igrači znatno manje vremena na terenu provedu stojeći bez ikakvih aktivnosti nego drugi igrači, dok obrambeni igrači i napadači više udaljenosti prijeđu u šetnji i sprintu, a manje u trčanju. Također, vezni igrači provedu u trčanju više vremena, a manje u šetnji i sprintu. Napadači, s druge strane, većinu akcija obavljaju u šprintu, a slijede vezni igrači i braniči. Istraživanja su pokazala kako različite pozicije u nogometnoj igri zahtijevaju različite fizičke i fiziološke zahtjeve. Dugotrajnije bavljenje aerobnim aktivnostima dovodi do srčane hipertrofije ili “sportskog srca”. Pozitivne promjene pod utjecajem treninga izdržljivosti prvenstveno uključuju povećanje udarnog i minutnog

volumena srca. Povećanje udarnog volumena srca posljedica je povećanja srčanog mišića koji je u stanju u jednom udarcu izbaciti veću količinu krvi u krvotok. Povećanje udarnog volumena srca ima za posljedicu i povećanje minutnog volumena srca, odnosno, ukupne količine krvi koju srce izbaci u krvotok u jednoj minuti. Navedene promjene su najočitije kod kod veznih igrača, upravo zbog specifičnosti njihove pozicije. U veznih igrača uz adaptaciju kroz nastanak sportskog srca najznačajnije promjene zabilježene su i kod prilagodbe dišnog sustava. Odstupanja od navedeg vidljiva su kod obrambenih igrača što se može objasniti selekcijom promatranih igrača u pionirskoj uzrasnoj kategoriji. Naime, pioniri su statistički iste visine kao i juniori, iako su prosječno četiri godine mlađi. Usprkos navedenom, adaptacija dišnog sustava je vidljiva čak i kod obrambenih igrača kroz napredak relativnog kapaciteta te veličine i brzine izdisaja kroz uzrasne kategorije. Trenažni proces je različit za svaku pojedinu igračku poziciju. Anaerobnim treningom se povećava mišićna masa i time se povećava ukupni primitak što je vidljivo iz rezulta, dok niski rezultati anaerobnog praga govore o slabijoj aerobnoj utreniranosti napadača i obrambenih igrača u odnosu na vezne igrače. Navedene specifičnosti fizioloških parametara za određenu kategoriju dijelom su vidljive i kod mlađih kategorija, ali su i manje ispoljene zbog kronološke dobi i načina selekcije po pozicijama. Na selekciju talenata u nogometu uvelike utječe kronološka i biološka dob mladih igrača tako da favorizira igrače koji ranije sazrijevaju. Glavni razlog tome je fizička nadmoć biološki starijih igrača u odnosu na biološki mlađe vršnjake. Na taj način, neki tehničko-taktički superiorniji, ali, zbog utjecaja sazrijevanja fizički inferiorniji igrači ne mogu proći proces selekcije. Dobivene razlike potvrđuju prethodno navedene spoznaje. Upravo zbog navedenog načina selekcije dobiveni su ovakvi rezultati. Zbog toga, pokušaji da se u toj dobi igrač determinira fiziološkim parametrima nisu uspješni jer su često u koliziji s samom selekcijom igrača za određenu poziciju.

Sukladno dobivenim rezultatima moguće je djelomično prihvatiti sljedeću hipotezu:

H4: Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika statistički značajno se razlikuju u nogometaša obrambene, napadačke i vezne linije unutar svake od uzrasnih kategorija.

Sukladno dobivenim rezultatima moguće je prihvatiti sljedeću hipotezu:

H5: Vrijednosti spiroergometrijskih parametara statistički značajno se razlikuju u nogometaša obrambene, napadačke i vezne linije unutar svake od uzrasnih kategorija.

Sukladno dobivenim rezultatima moguće je djelomično prihvatiti sljedeću hipotezu:

H6: Vrijednosti spirometrijskih parametara statistički značajno se razlikuju u nogometaša obrambene, napadačke i vezne linije unutar svake od uzrasnih kategorija.

Nogomet, za razliku od većeg broja drugih timskih sportova (košarka, odbojka) ne zahtijeva od sportaša izrazito specifičnu tjelesnu građu. Vrhunski nogometaši po tjelesnoj visini i masi u prosjeku ne odstupaju značajno od netrenirane populacije. Iznimka od pravila je kod pionirskog uzrasta gdje ipak morfološke razlike mogu biti tolike da donesu prevagu u odnosu na igračku kvalitetu. Premda se od nogometaša očekuje da kretanjem po terenu tijekom 90 minuta obavi veliki fizički rad, njegov cilj nije prijeći što veću udaljenost. Nogometaš se ne kreće ciklički konstantnom brzinom, već neprestano mijenja smjer i brzinu kretanja, i to u skladu s taktičkom ulogom u igri te trenutačnom situacijom na terenu. Aerobna izdržljivost nogometaša ovisi o njegovim aerobnim sposobnostima, među kojima posebno treba istaknuti maksimalni primitak kisika i anaerobni prag. U više navrata je utvrđena pozitivna veza između maksimalnog primitka kisika i ukupne prijeđene udaljenosti. Ti podaci jasno ukazuju na to kako aerobne sposbnosti predstavljaju važnu komponentu uspjeha u nogometu. Također, optimalno razvijene aerobne sposobnosti omogućuju nogometašu brži oporavak između anaerobnih aktivnosti visokog intenziteta, kao i brži oporavak između treninga i utakmica. Pozitivne promjene u radu dišnog sustava (povećana minutna ventilacija i plućna difuzija) i srca (povećanje minutnog volumena srca) izazvane sustavnim nogometnim treningom govore kako nogometaš može u organizam unijeti veću količinu kisika, povećanu količinu kisika u organizmu može unijeti u krvotok, te može poslati veću količinu kisikom bogate krvi do mišića. Premda najveći dio energije za rad nogometaš dobiva aerobnim putem, najvažnije aktivnosti (sprint s loptom i bez nje, skokovi, brze promjene smjera kretanja, udarci, dueli) su anaerobnog karaktera i nogometaš ih tijekom utakmice mora ponavljati. Stoga, anaerobni trening predstavlja vrlo važan element u pripremi nogometaša. Uvažavajući pozicijske specifičnosti, te učinak treninga na funkcionalne sposobnosti dobiveni rezultati su očekivani.

Sukladno dobivenim rezultatima moguće je prihvatiti sljedeće hipoteze:

H7: Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika pokazale su statistički značajne razlike između analiziranih uzrasnih kategorija pojedine igračke pozicije;
H8: Vrijednosti spiroergometrijskih parametara između nogometaša pionirskog, kadetskog i juniorskog uzrasta pojedine igračke pozicije statistički značajno se razlikuju;

H9: Vrijednosti spirometrijskih parametara između nogometaša pionirskog, kadetskog i juniorskog uzrasta pojedine igračke pozicije statistički značajno se razlikuju.

Razina razvijenosti tehničko-taktičkih znanja i vještina ne ovisi znatno o početku i tempu sazrijevanja djece, što se ne može reći za razvijenost kondicijskih sposobnosti. Dinamika razvoja većine kondicijskih sposobnosti djece prati dinamiku tjelesnog rasta, što znači da ovisi o sazrijevanju djeteta. Djeca koja ranije sazrijevaju, odnosno, ranije uđu u pubertet imaju u tom trenutku značajno višu šansu da budu odabrani u ekipu. Unutar svake kategorije razlika u dobi između igrača može iznositi cijelu godinu. U periodu ubrzanog rasta i razvoja, ta razlika u dobi može proizvesti značajne razlike u fizičkim kapacitetima djece i mladih igrača i na taj način favorizirati selekciju djece rođene na početku selektivne godine. U startu nema razlike jer je primarni i često jedini kriterij odabira morfologija. Ipak unutar toga određene funkcionalne osobitosti dolaze do izražaja, a najveći determinator je primitak kisika. Prema starijoj uzrasnoj kategoriji te se funkcionalne razlike povećavaju.

Sukladno dobivenim rezultatima nije moguće prihvatiti sljedeću hipotezu:

H10: Vrijednosti parametara morfoloških karakteristika statistički značajno se razlikuju unutar svake od navedenih uzrasnih kategorija nogometaša između 1. ekipe i 2. ekipe;

Sukladno dobivenim rezultatima moguće je djelomično prihvatiti sljedeću hipotezu:

H11: Vrijednosti spiroergometrijskih parametara statistički značajno se razlikuju unutar svake od navedenih uzrasnih kategorija nogometaša između 1. ekipe i 2. ekipe;

Sukladno dobivenim rezultatima nije moguće prihvatiti sljedeću hipotezu:

H12: Vrijednosti spirometrijskih parametara statistički značajno se razlikuju unutar svake od navedenih uzrasnih kategorija nogometaša između 1. ekipe i 2. ekipe.

Stvaranje vrhunskih nogometaša je dugoročan proces koji uključuje prepoznavanje, razvoj ili treniranje i selekciju talenata, a odvija se tijekom njihova rasta i sazrijevanja. Od početka igranja nogometa do ulaska u pubertet, djeca uravnoteženo rastu i razvijaju se. Navedeno razdoblje idealno je za učenje nogometne vještine, kao i za razvoj koordinacije, brzine i ravnoteže. Tijekom puberteta dolazi do ubrzanog i neravnomjernog fizičkog rasta i razvoja. Godina najvećeg prirasta u visinu predstavlja pokazatelj biološke zrelosti djeteta i poklapa se s godinom najvećeg razvoja većine kondicijskih sposobnosti. Ipak, postoje značajne varijacije u početku puberteta među djecom iste kronološke dobi. Stoga biološki starija djeca koja su fizički superiornija od ostalih vršnjaka, u pravilu bivaju odabrani u ekipu. Rezultat takve morfološki determinirane pogrešne selekcije uglavnom je gubitak značajnog broja nogometnih talenata. Tipičan primjer naprijed navedene selekcije je Luka Modrić, koji upravo zbog svojih inferiornih morfoloških karakteristika nije prošao selekciju na žalost regionalnog prvoligaškog kluba. Usprkos pogrešnoj selekciji, kroz trend praćenja funkcionalnih osobitosti, relativni primitka kisika pokazao se kao odlučujući faktor razlikovanja boljih od lošijih nogometaša. Navedena teza na znači kako je primitak kisika determinanta razvoja nogometaša, nego je faktor koji se treba razvijati kroz razvoj i sazrijevanje nogometaša jer u kasnijoj dobi kroz odrastanje postaje sve utjecajniji faktor kvalitete igrača. Kako bi se smanjio utjecaj biološke dobi na prepoznavanje i selekciju talenata, potrebno je usmjeriti rad trenera prema stvaranju igrača, a ne prema stvaranju i postizanju sportskog rezultata. Sustav razvoja trebao bi smanjiti utjecaj biološke dobi na selekciju talenata, što nije moguće dok je primarno postizanje sportskog rezultata, a ne stvaranje vrhunskog igrača. Postojeći sustav proizvodi većinu igrača limitiranih funkcionalnih sposobnosti, a pojedini vrhunski igrači su primjer slučajnog odabira. Nadalje, potrebno je sustavno procjenjivati biološku dob djece i mladih igrača, te koristiti one testove koji u određenoj dobi najbolje diskriminiraju uspješne od manje uspješnih igrača.

Nogometnim treningom moguće je unaprijediti rad krvožilnog, mišićnog i dišnog sustava te na taj način povećati radnu sposbnost sportaša. Rezultate testiranja igrača potrebno je usporediti s njihovim rezultatima postignutim u prethodnim testiranjima, ali i s modelnim vrijednostima za tu kategoriju (dob, rang natjecanja).

Konačno, može se zaključiti kako spoznaje dobivene ovim istraživanjem imaju znanstveni značaj koji se prvenstveno ogleda u prikazanom trendu razvoja funkcionalnih osobitosti mladih

nogometaša. Obzirom kako trenutačno nedostaje znanstvenih spoznaja o analizi razvoja funkcionalnih karakteristika, doprinos ovog istraživanja kineziološkoj praksi je nedvojben. Ono što treba posebno izdvojiti jest to da se putem analize ovih testova mogu dobiti objektivne i valjane spoznaje o osobitostima svakog pojedinog uzrasta, odnosno kategorije mladih nogometaša. Takve su spoznaje dragocjene svim trenerima, kako za selekciju nadarene djece, tako i za upotrebu testova u svrhu provjeravanja, ali i prilagodbe trenažnih planova i programa. Ovakav pristup istraživanju problematike razvoja igrača kroz kategorije može biti osnova generalnog modela, te se može zasigurno primjeniti i u ostalim sportskim igrama.

9. LITERATURA

1. Ak, M., Asci, A., Akalan, C., Hazir, T. (2007). Validity of aerobic field tests in young soccer players. Journal of Sports Science and Medicine (2007) Suppl. 10, 116.

2. Al-Hazzaa, H.M., Almuzaini, K.S., Al-Refaee, S.A, Sulaiman, M.A, Dafterdar, M.Y., Al-Ghamedi, A., Al-Khuraiji, K.N. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 41(1), 54-61.

3. Antonutto, G., Di Prampero, P.E. (1995). The concept of lactate threshold. Journal of Sports Medicine and Phyisical Fitness, 35, 6-12.

4. Aunola, S., Rusko H. (1988). Comparison of two methods for aerobic threshold determination. Europen Journal of Applied Physiology, 57, 420-424.

5. Azevedo, P.H.S.M., Marques, A.T., Oliveira, G., Oliveira, J.C., Perez, S., Nunes, J.E.D., Bürger-Mendonça, M. (2006). Comparação das variáveis ventilatórias entre jogadores juvenis de futebol brasileiros e coreanos. XXIX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, Octubre 05-07, São Caetano, São Paulo-Brazil. Book of Abstract. 290.

6. Aziz, A.R., Mukherjee, S., Chia, M.Y., Teh, K.C. (2005). Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. Dec;47(4):401-7.

7. Balikian, P., Lourenção, A., Ribeiro, L.F.P., Festuccia, W.T.L., Neiva, CM. (2002). Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. Revista Brasileira de Medicina do Esporte 8(2), 32-36.

8. Balke, B., Ware, R.W. (1959). An experimental study of physical fitness of air Force personnel. US Armed Forces Medical Journal, 29(4), 301-306.

9. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiologica Scandinavia 151(619), 1-156.

10. Bangsbo, J. (2007). Aerobic and anaerobic training in soccer. Stormtryk, Bagsvaerd.

11. Bangsbo, J., Iaia, F.M., Krustrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. International Journal of Sports Physiology and Performance. Jun;2(2):111-27.

12. Bangsbo, J., Mohr, M. and Krustrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. Journal Sports Science 24(7), 665-674.

13. Bangsbo, J., Nørregaard, L., Thørso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. Canadian Journal of Sports Sciences 16(2), 110-116.

14. Barros Neto, T.L., Cesar, M.C., Tambeiro, V.L. (1999). Avaliacao da aptidao cardiorrespiratoria. In: Ghorayeb, N., Barros Neto, T. O Exercicio: Preparacao Fisiologica, Avaliacao Medica, Aspectos Especiais e Preventivos. Sao Paulo, Atheneu, 15-24.

15. Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., Anido, R., Leite, NJ. (2007) Analysis of the distances covered by First Division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. Journal of Sports Science and Medicine 6, 233-242.

16. Barstow, T.J., Mole' PA. (1991). Linear and nonlinear characteristics of oxygen uptake kinetics during heavy exercise. Journal of Applied Physiology, 71, 2099-2106.

17. Beaver, W.L., Wasserman, K., Whipp, B.J. (1985). Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. Journal of Applied Physiology, 59(6), 1936-1940.

18. Beaver, W.L., Wasserman, K., Whipp, B.J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. Journal of Applied Physiology, 60(6), 2020-2027.

19. Berthon, P., Fellmann, N., Bedu, M., Beaune, B., Dabonneville, M., Coudert, J., Chamoux, A. (1997). A 5-min running field test as a measurement of maximal aerobic velocity. European Journal of Applied Physiology 75, 233-238.

20. Billat, V., Binsse, V., Petit, B., Koralsztein, J.P. (1998). High level runners are able to maintain a VO_2 steady-state below VO_2max in an all-out run over their critical velocity. Archives of Physiological Biochemisty, 106: 38-45.

21. Billat, V.L., Richard, R., Binsse, V.M., Koralsztein, J.P., Haouzi, P. (1998). The VO_2 slow component for severe exercise depends on type of exercise and is not correlated with time to fatigue. Journal of Applied Physiology, 85(6), 2118-2124.

22. Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P. (2007) Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. Journal of Sports Science and Medicine 6, 63-70.

23. Bloomfield, J., Polman, R.C.J., Butterly, R., O'Donoghue, P.G. (2005). An analysis of quality and body composition of four European soccer leagues. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 45, 58-67.

24. Braz, T.V., Souza, E., Dallemole, C. Diniz, E., Domingos, M.M, Silva Jr., A.J., Carvalho, T.B. (2006.) Análise comparativa entre futebolistas juniores e profissionais: estudo a partir das capacidades físicas. XXIX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, Octubre 05-07, São Caetano, São Paulo-Brazil. Book of Abstract. 300.

25. Brisswalter, J., Legros, P., Durand, M. (1996). Running economy, preferred step length correlated to body dimensions in elite middle distance runners. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 36, 7-15.

26. Bruce, R.A., Kusumi, F., Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. American Heart Journal, 85, 546-562.

27. Buchfuhrer, M.J., Hansen, J.E., Robinson, T.E., Sue, D.Y., Wasserman, K., Whipp, B.J. (1983). Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. Journal of Applied Physiology, 55, 1558-1564.

28. Bunc, V., Heller, J., Leso, J., Sprynarová, S., Zdanowicz, R. (1997) Ventilatory threshold in various groups of highly trained athletes. International Journal of Sports Medicine 8, 275-280.

29. Caiozzo, V.J., Davis, J.A., Ellis, J.F., Azus, J.L., Vandagriff, R., Prietto, C.A., McMaster, W.C. (1982). A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. Journal of Applied Physiology, 53(5), 1184-1189.

30. Campeiz, V.P., Campeiz, J.M., Nunes, R, Campeiz, E.C.F.S., Oliveira, R.F. (2005). Variação do consumo máximo de oxigênio de futebolistas sub-20 de diferentes posições táticas através de teste específico. I Congresso de Ciência do Desporto, December 01-03, Campinas,SP-Brazil. Book of Abstracts, 27.

31. Carling, C, Bloomfield, J., Nelson, L., Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: Contemporary performance measurement techniques and work-rate data. Sports Medicine, in press.

32. Casaburi R, Storer TW, Ben-Dov I, Wasserman K. (1987). Effect of endurance training on possible determinants of VO_2 during heavy exercise. Journal of Applied Physiology, 62, 199-207.

33. Casajús, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 41, 463-469.

34. Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y.B., Galy, O., Sghaïer, F., Chatard, J.C, Hue, O., Wisløff, U. (2004). Field and laboratory test-ing in young elite soccer players. British Journal of Sports Medicine 38, 191-196.

35. Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Boussaidi, L., Hachana, Y, Kaouech, F., Wisløff, U. (2005). Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. British Journal of Sports Medicine 39, 97-101.

36. Cheng, B., Kuipers, H., Snyder, A.C., Keizer, H.A., Jeukendrup, A., Hesselink, M. (1992). A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. International Journal of Sports Medicine, 13(7), 518-522.

37. Chin, M.K., Lo, Y.S.A., Li, C.T., So, C.H. (1992). Physiological profiles of Hong Kong elite soccer players. British Journal of Sports Medicine 26 (4) 262-266.

38. Christopher E.R., Rhodes E.C. (1993). Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. Sport Medicine, 15 (2):104-115.

39. Coelho, D.B. (2005). Detrminacao da intensidade relativa de esforco de jogadores de futebol de campo durante jogos oficiasis, usando como parametro as medidas de frequencia cardiaca. Masters degree tesis. Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil: 1-114. (In Portuguese-English Abstract).

40. Da Silva, C.D., Bloomfield, J., Marins, J.C.B. (2008). A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in Brasilian soccer. Journal of Sports Science and Medicine 7, 309-319.

41. Di Salvo, V., Baron, R, Tschan, H, Calderon Montero, F.J., Bachl, N., Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. International Journal of Sports Medicine 28, 222-227.

42. Di Salvo, V., F. Pigozzi (1998). Physical training of football players based on their positional roles in the team. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 38(4), 294-297.

43. Dourado, A.C., Stanganelli, L.C.R., Bobroff Daros, L., Frisselli, A., Montanholi, A.F., Osieck, R. (2007). Assessment of anthropometric characteristics and sprint velocity in soccer players from 5 different age groups. Journal of Sports Science and Medicine (2007) Suppl. 10, 136.

44. Duncan, G.E., Howley, E.T., Johnson, B.N. (1997). Applicability of VO_2max criteria: discontinuous versus continuous protocols. Medicine and Science in Sports and Exercise, 29(2), 273-278.

45. Dupont, G., Millet, G.P., Guinhouya, C., Berthoin, S. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. European Journal of Applied Physiology 95, 27-34.

46. Edwards, A.M., Clark, N., Macfadyen, A.M. (2003). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. Journal of Sports Science and Medicine 2, 23-29.

47. Ellestad, M.D., Allen, W., Wan, M.C.K., Kemp, G. (1969). Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. Circulation, 39, 517-522.

48. Erceg, M. (2007). Utjecaj programa nogometne škole na promjene morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti dječaka dobi 7 i 8 godina. (Magistarski rad) Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

49. Erceg, M., Ćorluka, M., Mandić, P. (2008). Fiziološke karakteristike mladih nogometaša obzirom na igračke pozicije. Proceedings of the 3rd International Conference "Conterporary Kinesiology", Faculty of Kinesiology-University of Split, Faculty of Natural Science, Matematics and Education-University of Mostar, Faculty of Sport-University of Ljubljana. 2008. 91-96.

50. Erceg, M., Foretić, N., Bradarić, A., Tocilj, J. (2005). Fiziološke karakteristike mladih nogometaša. Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog savjetovanja "Sport-rekreacija-fitness". Fakultet prirodoslovno matematičkih znanosti i odgojnih područja-Zavod za kineziologiju, Sveučilišta u Splitu. 2005: 41-44.

51. Fairshter, R.D., Walters, J., Salness, K., Fox, M., Minh, V.D., Wilson, A.F. (1983). A comparison of incremental exercise tests during cycle and treadmill ergometry. Medicine and Science in Sports and Exercise, 15(6), 549-554.

52. Franks, A.M., Williams, A.M., Reilly, T., Nevill, A. (1999). Talent identication in elite youth soccer players: physical and physio-logical characteristics. Journal of Sports Sciences 17, 812.

53. Frishberg, B.A. (1983). An analysis of overground and treadmill sprinting. Medicine and Science in Sports and Exercise, 15(6), 478-485.

54. Froelicher, V.F., Brammell, H., Davis, G., Noguera, I., Stewart, A., Lancaster, M.C. (1974). A comparison of three maximal treadmill exercise protocols. Journal of Applied Physiology, 36(6), 720-725.

55. Furtado, E.S. and Silva, L.P.S. (1997) Descrição das variáveis Morfo-funcionais das equipes juvenil, júnior e profissional de futebol. Arthus Revista de Educação Física e Desportos 13(1), 129-130.

56. Gabrijelić, M. (1972.): Neke situacione psihomotorne sposobnosti potencijalno i aktuelno značajne za uspjeh djece u nogometnoj igri. Kineziologija, 1972, 2. 1, 11-22.

57. Gabrijelić, M. (1977.): Manifestne i latentne dimenzije vrhunskih sportaša nekih momčadskih sportskih igara u motoričkom, kognitivnom i konativnom prostoru. (Doktorska disertacija). Fakultet za fizičku kulturu. Zagreb, 1977.

58. Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 47, 25-32.

59. Gleim, G.W., Stachenfeld, N.S., Eskanazi, M., Nicholas, J.A. (1990). Predictive accuracy of criteria for assessing maximum oxygen consumption. Medicine and Science in Sports and Exercise, 22(2), S11.

60. Goić-Barišić, I., Bradarić, A., Erceg, M., Barišić, I., Foretić, N., Pavlov, N., Tocilj, J. (2006). Influence of Passive Smoking on Basic Anthropometric Characteristics and Respiratory Function in Young Athletes. Collegium Antropologicum 30 (2006) 3: 615-619.

61. Gravina, L., Gil, S.M., Ruiz, F., Zubero, J., Gil, H., Irazusta, J. (2008). Anthropometric and physiological differences between firs team and reserve soccer players aged 10-14 years at the beginning and of the season. Journal of Strenght and Conditioning Research 22 (4): 1308-1314.

62. Green, S., Dawson, B.T. (1996). Methodological effects on the VO_2 -power regression and the accumulated O_2 deficit. Medicine and Science in Sports and Exercise, 28(3), 392-397.

63. Guyton, A.C., Hall, J.E. (2003). Medicinska fiziologija. Zagreb: Medicinska naklada.

64. Hanson, P., Claremont, A., Dempsey, J., Reddan, W. (1982). Determinants and consequences of ventilatory responses to competitive endurance running. Journal of Applied Physiology, 52(3), 615-623.

65. Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mucke, S., Muller, R., Hollman, W. (1985). Justification of the 4 mM lactate threshold. International Journal of Sports Medicine, 117-130.

66. Helgerud, J., Engen, L.C., Wisløff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. Medicine and Science in Sport and Exercise 33, 1925-1931.

67. Henriksson, J., Hickner, R.C. (1996) Skeletal muscle adaptation to endurance training. In: Intermittent high intensity exercise. Eds: MacLeod, D.A.D, Maughan, RJ. Williams, C, Madeley, C.R., Sharp, J.C.M. and Nutton, R.W. E&FN Spon, London. 5-26.

68. Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. Journal of Sport Sciences, June, 2005; 23(6): 573-582.

69. Jerković, S., Jerković, M., Sporiš, G. (2006). Spiroergometric parameters of elite soccer players. Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik. 2006; 21: 108-112.

70. Jones, A.M., Doust, J.H. (1996). A 1% treadmill grade most accuratelly reflects the energetic cost of outdoor running. Journal of Sport Sciences, 14, 321-327.

71. Kalapotharakos, V.I., Strimpakos, N., Vithoulka, I., Karvounidis, C, Diamantopoulos, K., Kapreli, E. (2006). Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different rank-ing. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 46, 515-519.

72. Kang, J., Chaloupka, E.C., Mastrangelo, M.A., Biren, G.B., Robertson, RJ. (2001). Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals. European Journal of Applied Physiology, 84: 291-295.

73. Kasch, F.W., Wallace, J.P., Huhn, R.R., Krogh, L.A., Hurl, P.M. (1976). VO_2max during horizontal and inclined treadmill running. Journal of Applied Physiology, 40(6), 982-983.

74. Kawakami, Y., Nozaki, D., Matsuo, A., Fukunaga, T. (1992). Reli-ability of measurement of oxygen uptake by a portable telemet-ric system. European Journal of Applied Physiology 65(5), 409-414.

75. Kemi, O.J., Hoff, J., Engen, L.C., Helgerud, J., Wisløff, U. (2003). Soccer specific testing of maximal oxygen uptake. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 43, 139-144.

76. Kippelen, P., Caillaud, C., Robert, E., Connes, P., Godard, P., Prefaut, C. (2005). Effect of endurance trainig on lung function: a year study. Br J Sports Med, 2005; 39:617-621.

77. Knudson, R.J., R.C. Saltin, M.D. Lebowitz, B. Burrows, B. (1976). The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. American Review of Respiratory Disease, 113: 587–600.

78. Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steens-berg, A., Pedersen, P.K., Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity. Medicine and Science in Sport and Exercise 35(4), 697-705.

79. Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J.M., Nielsen, J.J., Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 Test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. Medicine and Science in Sport and Exercise 38(9), 1666-1673.

80. Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: im plications for sprint performance. Medicine and Science in Sport and Exercise 38(6), 1165-1174.

81. Leger, L.A., Mercier, M., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. Journal of Sports Science. 6, 93-101.

82. Ley, O.R., Gomes, A.C., Meira, A.L.J., Erichen, A.O., Silva, S.G. (2002). Estudo comparativo dos aspectos funcionais e da composição corporal entre atletas de futebol de diferentes categorias. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício 1(1), 75-87. In Portuguese.

83. Lopes, A., Marins, J.C.B. (1996). Características da aptidão física de jogadores de uma equipe de futebol da categoria juvenil/MG. Revista Mineira de Educação Física 4(2), 73.

84. Malina, R.M. (2003). Growth and maturity status of young soccer (football) players. In: Reilly, T., Williams, M, eds. Science and Soccer. 2nd edition. London: Routlage, 2003:287-306.

85. Malina, R.M., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004). Growth, Maturation and Physical Activity. (2nd edition). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.

86. Malina, R.M., Ribeiro, B., Aroso, J., Cumming, S.P. (2006). Characteristics of youth soccer players aged 13-15 years classified by skill level. British Journal of Sports Medicine; 41:290-295.

87. Margaria, R., Cerretelli, P., Aghemo, P., Sassi, G. (1963). Energy cost of running. Journal of Applied Physiology, 18(2), 367-370.

88. Martin, D.E., & Coe, P.N. (1997). Better training for distance running. Human Kinetics, Champain IL.

89. Matković, R. B., Besek, D., Matković, B. (1999). Fiziološke karakteristike vrhunskih hrvatskih nogometaša. Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik. 14: 16-20.

90. McConnell, T.R. (1988). Practical considerations in the testing of VO_2max in runners. Sports Medicine, 5, 57-68.

91. McKay, E.E., Braund, R.W., Chalmers, R.J., Williams, C.S. (1983). Physical work capacity and lung function in competitive swimmers. British Journal of Sports Medicine 17, 27-33.

92. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005). Physio-logical adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. British Journal of Sports Medicine 39(5), 273-7.

93. Medved, R. (1987). Sportska medicina. Zagreb: Jumena.

94. Metaxas, T.I., Koutlianos, N.A., Kouidi, EJ., Deligiannis, A.P. (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research 19(1), 79-84.

95. Milanović, D. (1996.): Planiranje i programiranje kondicijskog treninga nogometaša. U: D. Milanović (ur.) "Fitness", međunarodno savjetovanje o fitnessu,1996., (str. III-70-III-77). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.

96. Miller, M. R., J. Hankinson, V. Brusasco, F. Burgos, R. Casaburi, A. Coates, R. Crapo, P. Enright, C.P. van der Grinten, P. Gustafsson, R. Jensen, D.C. Johnson, N. MacIntyre, R. McKay, D. Navajas, O.F. Pedersen, R. Pellegrino, G. Viegi, J. Wanger (2005). Standardisation of spirometry. European Respiratory Journal, 26: 319-338.

97. Mohr, M., Krustrup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to develop-ment of fatigue. Journal of Sports Sciences 21(7), 519-528.

98. Mujika, I., Padilla, S., Ibañez, J., Izquierdo, M., Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. Medicine and Science in Sports and Exercise;32(2):518-25.

99. Pereira, J.L., Walczak, M.E., Tonet, F., Mazzuco, M.A., Macuco, E.C., Siqueira, G.S., Sozzi, G., Kummer, L.F., Javoroski, T.M., Gibran, F.P. (2003). Diferenças no limiar anaeróbio indireto entre as diferentes posições de futebolistas juniores. XXVI Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, Octubre 23-25, São Caetano, São Paulo-Brazil. Book of Abstract. 119. In Portuguese.

100. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Azzalin, A., Ferrari Bravo, D., Wisloff, U. (2007). Effect of Match-Related Fatigue on Short-Passing Ability in Young Soccer Players. Physical Fitness and Performance 27, 934-942.

101. Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. Journal of Sports Sciences 15, 257-263.

102. Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. Journal of Sports Sciences 23(6), 561-572.

103. Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. Journal of Sports Sciences 18(9), 669-683.

104. Rico-Sanz, J. (1998). Body composition and nutritional assessments in soccer. International Journal of Sport Nutrition 8 (2): 113-123.

105. Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E.L., Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 40(2),162-169.

106. Robinson, S., Edwards, H.T., Dill, D.B. (1937). New records in human power. Science, 85, 409-410.

107. Rowland, T.W. (1996). Developmental exercise physiology. Champaign: Human Kinetics.

108. Saltin, B., Astrand, P.O. (1967). Maximal oxygen uptake in athletes. Journal of Applied Physiology, 23(3), 353-358.

109. Santos, D.A.S., Gomes, E.F. and Fernandes, M.L. (2005) Capacidade cardiorrespiratória de atletas de futebol do América/MG. XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, Octubre 13-15, São Caetano, São Paulo-Brazil. Book of Abstract. 249.

110. Segers, V., De Clercq, D., Philippaerts, R., Janssens, M. (2002). Running Economy in Early and Late Mature Youth Soccer Players. Topics in Functional and Ecological Vertebrate Morphology, pp. 125-138.

111. Silva Neto, L.G., Nunes, C.G., Hespanhol, J.E. (2007). Fitness profile of under-15 Brazilian soccer players by field position. Journal of Sports Science and Medicine (2007) Suppl. 10, 118.

112. Silva, J.G., Minuzzi, L. (2006.) Análise de VO_{2MAX} Em jogadores de futebol através de testes indiretos. XXIX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, Octubre 05-07, São Caetano, São Paulo-Brazil. Book of Abstract. 197.

113. Silva, N.S., Barros, S.A. (2000). Diferencial no VO_{2MAX} em jogadores profissionais de futebol de campo, salão e de praia. XXIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, Octubre 05-08, São Caetano, São Paulo-Brazil. Book of Abstract. 77.

114. Silva, P.R.S., Inarra, L.A, Vidal, J.R.R, Osberg, A.A.R.B., Fonseca Júnior, A., Roxo, C.D.M.N., Machado, G.S., Teixeira, A.A.A. (2000). Níveis de lactato sanguíneo, em futebolistas profissionais, verificados após o primeiro e o segundo tempos em partidas de futebol. Acta Fisiátrica 7(2), 68-74.

115. Silva, P.R.S., Romano, A, Teixeira, AAA, Visconti, A.M., Roxo, C.D.M.N., Machado, G.S., Vidal, J.R.R., Inarra, L.A. (1999). A importância do limiar anaeróbio e do consumo máximo de oxigênio em jogadores de futebol. Revista Brasileira de Medicina do Esporte 5(6), 225-232.

116. Silva, P.R.S., Romano, A., Yazbek Jr., P., Basttitella, L.R. (1997a). Efeitos do treinamento físico específico nas respostas cardiorrespiratórias e metabólicas em repouso e no exercício máximo em jogadores de futebol profissional. Acta Fisiátrica 4(2), 59-64.

117. Silva, S.G., Pereira, J.L., Kaiss, L., Kulaitis, A., Silva, M. (1997b). Diferenças antropométricas e metabólicas entre jogadores de futebol das categorias profissional, junior e juvenil. Revista Treinamento Desportivo 2(3), 35-39.

118. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. Sports Medicine 35(6), 501-536.

119. Strøyer, J, Hansen, L., Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. Medicine and Science in Sport and Exercise 36(1), 168-174.

120. Strudwick, A., Reilly, T., Doran, D. (2002). Anthropometric and fitness profiles of elite players in two football codes. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2002 Jun;42(2):239-42.

121. Svedahl, K., Macintosh, B.R. (2003). Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. Canadian Jurnal of Applied Physiology, 28(2), 299-323.

122. Tahara, Y., Moji, K., Tsunawake, N., Fukuda, R., Nakayama, M., Nakagaichi, M., Komine, T., Kusano, Y., Aoyagi, K. (2006). Physique, body composition and maximum oxygen consumption of selected soccer players of Kunimi High School, Nagasaki, Japan. J Physiol Anthropol. 2006 Jul;25(4):291-7.

123. Taylor, H.L., Buskirk, E., Henschel, A. (1955). Maximal oxygen intake as an objective measurement of cardio-respiratory performance. Journal of Applied Physiology, 8, 73-80.

124. Tegtbur, U., Busse, M., Braumann, K. (1993). Estimation of individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 25, 620-627.

125. Thys, H., Dreezen, E., Vanderstappen, A. (1979). Effect of the modality of exercise on the VO_2max. Arch Int Physiol Biochim, 87(3), 565-573.

126. Tsuji, M., Saito, S., Ando, T., Moriuchi, M., Tamura, Y., Tanigava, N., Ozawa, Y., Hatano, M., Horie, T., Ookawa, N. (1990). The clinical role of anaerobic threshold in physical training of patients with recent myocardial infarction. Journal of Cardiology, 20(2), 275-282.

127. Uljević, O., Erceg, M., Tocilj, Z. (2008). Diferences in ventilation parameters of soccer players and dinghy sailors. Proceedings of the 3rd International Conference "Contemporary Kinesiology", Mostar, 2007. Boris Maleš, (editor in chief), Faculty of Kinesiology-University of Split; Faculty of Natural Science, Mathematics and Education-University of Mostar; Faculty of Sport-University of Ljubljana, 214-217.

128. Vanderford, M.L., Meyers, M.C., Skelly, W.A., Stewart, C.C., Hamilton, K.L. (2004). Physiological and sport-specific skill response of olympic youth soccer athletes. Journal of Strength and Conditioning Research. 2004 May;18(2):334-42.

129. Verstappen, F.T.J., Huppertz, R.M., Snoeckx, L.H.E.H. (1982). Effect of training specificity on maximal treadmill and bicycle ergometer exercise. International Journal of Sports Medicine, 3(1), 43-46.

130. Vivacqua, R., Hespanha, R. (1992). Introducao - Historico- Perspectiva. In: Ergometriae Reabilitaca em Cardiologia. Rio de Janeiro, Medsi, 1-6.

131. Vučetić, V. (2007). Razlike u pokazateljima energetskih kapaciteta trkača dobivenih različitim protokolima opterećenja. (Doktorska disertacija) Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

132. Walsh, M.L., Banister, E.W. (1988). Possible mechanisms of the anaerobic threshold. A review. Sports Medicine, 5, 269-302.

133. Walsh, S.D., Davis, J.A. (1990). Noninvasive lactate threshold detection using the modified V-Slope method with non-breath-by-breath data. Medicine and Science in Sports and Exercise, 22, S56.

134. Ward, T.E., Hart, CL., McKeown, B.C., Kras, J. (1998). The Bruce treadmill protocol: does walking or running during the fourth stage alter oxygen consumption values?. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 38, 132-137.

135. Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D.Y., Casaburi, R., Whipp, BJ. (1999). Principles of exercise testing and interpretation (III Ed). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

136. Watson, A.W. (1995). Physical and fitness characteristic of successful Gaelic footballers. Br J Sports Med 1995, 29: 229-231.

137. Wilmore, J.H., Costill, D.L. (1999). Physiology of Sport and Exercise. Champaign, IL, Human Kinetics.

138. Wisløff, U., Helgerud, J., Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. Medicine and Science in Sport and Exercise 30(3), 462-467.

139. Wong, D.P., Wong, S.H. (2009). 24. Physiological profile of Asian elite youth soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2009 Aug;23(5):1383-90.

140. Wong, P.L., Chamari, K., Dellal, A., Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2009 Jul;23(4):1204-10.

141. Zhang, Y., Johnson, M.C., Chow, N., Wasserman, K. (1991). Effect of exercise testing protocol on parameters of aerobic function. Medicine and Science in Sports and Exercise, 23(5), 625-630.

142. Zhang, Y., Johnson, M.C., Chow, N., Wasserman, K. (1991). The role of fitness on VO_2 and VCO_2 kinetics in response to proportional step increses in work rate. European Journal of Applied Physiology, 63, 94-100.

10. PRILOG

10.1. Osnovni deskriptivni parametri primjenjenih varijabli po subuzorcima nogometaša

Tablica 14.

Osnovni deskriptivni parametri morfoloških varijabli nogometaša pionira

	Pioniri - vezni igrači (N = 8)						
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
VIS (cm)	171,80	163,00	180,00	5,48	-0,05	-0,13	0,16
TEZ (kg)	58,87	41,00	70,00	9,37	-0,82	0,68	0,15
BMI (kg/m²)	19,85	15,43	22,18	2,37	-0,84	0,05	0,17
	Pioniri - obrambeni igrači (N = 8)						
VIS (cm)	180,62	177,50	184,00	2,26	0,04	-1,01	0,17
TEZ (kg)	67,50	61,00	74,00	3,77	-0,13	1,35	0,30
BMI (kg/m²)	20,68	19,36	21,83	0,88	-0,03	-0,86	0,14
	Pioniri - napadači (N = 6)						
VIS (cm)	177,00	173,50	180,50	3,76	0,00	-5,82	0,28
TEZ (kg)	64,87	61,50	68,00	2,78	-0,22	-0,81	0,15
BMI (kg/m²)	20,71	19,75	21,92	0,92	0,68	0,17	0,17

Granična vrijednost maxD za N=8 iznosi 0,58, a za N=6 iznosi 0,67

Tablica 15.

Osnovni deskriptivni parametri morfoloških varijabli nogometaša kadeta

	Kadeti - vezni igrači (N = 8)						
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
VIS (cm)	175,62	172,00	180,50	3,17	0,21	-1,49	0,19
TEZ (kg)	66,43	60,00	74,00	5,92	0,13	-2,21	0,24
BMI (kg/m²)	21,52	18,93	23,45	1,57	-0,44	-0,87	0,15
	Kadeti - obrambeni igrači (N = 8)						
VIS (cm)	180,75	174,00	187,00	5,30	-0,23	-1,97	0,18
TEZ (kg)	73,18	62,00	80,00	6,45	-0,83	-0,80	0,29
BMI (kg/m²)	22,36	20,01	23,32	1,02	-2,03	4,81	0,28
	Kadeti - napadači (N = 6)						
VIS (cm)	177,60	170,00	183,00	5,54	-0,34	-1,30	0,23
TEZ (kg)	66,40	60,00	72,00	4,72	-0,17	-0,8	0,21
BMI (kg/m²)	21,02	20,74	21,49	0,32	0,84	-1,10	0,24

Granična vrijednost maxD za N=8 iznosi 0,58, a za N=6 iznosi 0,67

Tablica 16.

Osnovni deskriptivni parametri morfoloških varijabli nogometaša juniora

	AS	Min	Max	SD	Skew	Kurt	maxD
Juniori - vezni igrači (N = 8)							
VIS (cm)	180,25	175,00	184,50	3,46	-0,18	-1,37	0,16
TEZ (kg)	74,00	65,00	78,00	4,09	-1,75	3,54	0,22
BMI (kg/m²)	22,77	20,74	24,81	1,15	0,03	1,87	0,20
Juniori - obrambeni igrači (N = 8)							
VIS (cm)	183,83	178,00	191,00	4,62	0,52	-0,15	0,15
TEZ (kg)	77,25	71,00	85,00	5,47	0,50	-1,38	0,18
BMI (kg/m²)	22,91	19,46	25,94	2,19	-0,30	0,71	0,17
Juniori - napadači (N = 6)							
VIS (cm)	182,12	176,00	192,00	6,13	0,67	-0,09	0,17
TEZ (kg)	74,25	63,00	89,00	8,86	0,71	1,01	0,21
BMI (kg/m²)	22,30	20,33	24,14	1,27	-0,23	0,91	0,18

Granična vrijednost maxD za N=8 iznosi 0,58, a za N=6 iznosi 0,67

Tablica 17.

Osnovni deskriptivni parametri morfoloških varijabli nogometaša različite kvalitete

	Juniori 1 (N = 11)							Juniori 2 (N = 11)						
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Ske**	**Kurt**	**KS**	**AS**	**Min**	**Max**	**SD**	**Ske**	**Kurt**	**KS**
VIS (cm)	181,	176,0	192,	4,72	1,03	1,43	0,17	182,	175,	191,	4,97	0,24	-0,34	0,11
TEZ (kg)	75,1	65,00	89,0	6,81	0,79	0,96	0,20	75,0	63,0	85,0	5,62	-0,62	2,46	0,26
BMI	22,7	20,75	24,3	1,07	-0,15	0,30	0,17	22,6	19,4	25,9	1,89	0,03	0,27	0,16
	Kadeti 1 (N = 11)							**Kadeti 2 (N = 11)**						
VIS (cm)	176,	170,0	183,	4,41	0,06	-1,21	0,15	179,	172,	187,	5,50	0,23	-1,64	0,19
TEZ (kg)	67,6	60,00	77,0	6,30	0,21	-1,51	0,15	70,4	60,0	80,0	6,80	-0,14	-1,14	0,13
BMI	21,6	18,94	23,4	1,45	-0,33	-0,71	0,14	21,8	19,9	23,0	1,04	-0,68	-0,64	0,16
	Pioniri 1 (N = 11)							**Pioniri 2 (N = 11)**						
VIS (cm)	176,	167,0	184,	5,96	-0,52	-1,45	0,30	175,	163,	182,	5,50	-1,49	2,95	0,21
TEZ (kg)	64,4	53,00	74,0	5,93	-0,50	0,55	0,17	62,6	41,0	70,0	8,90	-1,88	3,65	0,24
BMI	20,5	18,23	22,1	1,22	-0,41	-0,13	0,15	20,1	15,4	22,0	2,02	-1,55	2,66	0,23

Granična vrijednost maxD za N=11 iznosi 0,49

Tablica 18.

Osnovni deskriptivni parametri funkcionalnih varijabli nogometaša juniora

	AS	Min	Max	SD	Skew	Kurt	maxD
Juniori - vezni igrači (N = 8)							
L_{mir} (mmol/L)	3,20	1,90	4,70	0,81	0,30	1,42	0,23
L_{max} (mmol/L)	10,97	6,70	14,10	2,51	-0,47	-0,49	0,19
HR_{max} (1/min)	178,12	171,00	184,00	4,22	-0,44	-0,36	0,17
RR_{max} (1/min)	55,28	45,40	72,90	8,82	1,13	1,37	0,17
VE_{max} (L/min)	154,33	122,90	186,10	21,91	0,48	-0,37	0,21
VO_{2max} (L/min)	4,85	4,28	5,23	0,30	-0,65	0,74	0,18
RQ_{max} (1/min)	0,97	0,90	1,09	0,06	0,74	-0,49	0,26
RVO_{2max}(mL/min/kg)	65,62	60,00	71,00	3,58	0,15	-0,20	0,20
HR_{VP} (1/min)	164,25	157,00	171,00	4,52	-0,32	-0,16	0,22
RR_{VP} (1/min)	44,71	35,00	61,70	8,06	1,29	2,79	0,24
VE_{VP} (L/min)	109,48	84,30	136,50	14,85	0,23	1,75	0,19
VO_{2VP} (L/min)	4,07	3,53	4,37	0,29	-0,98	0,20	0,24
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	54,75	52,00	58,00	2,05	0,44	-0,90	0,26
Juniori - obrambeni igrači (N = 8)							
L_{mir} (mmol/L)	3,10	2,10	3,90	0,70	-0,58	-1,35	0,22
L_{max} (mmol/L)	12,50	9,80	17,80	2,88	1,54	2,31	0,30
HR_{max} (1/min)	188,33	178,00	197,00	6,77	-0,42	-0,34	0,20
RR_{max} (1/min)	56,20	50,80	60,60	3,79	-0,59	-1,25	0,27
VE_{max} (L/min)	153,66	136,00	163,00	9,92	-1,38	1,51	0,29
VO_{2max} (L/min)	4,44	4,20	5,10	0,33	2,16	4,95	0,37
RQ_{max} (1/min)	1,02	0,92	1,15	0,08	0,41	-0,41	0,13
RVO_{2max}(mL/min/kg)	58,16	52,00	64,00	3,97	-0,21	1,14	0,25
HR_{VP} (1/min)	165,50	157,00	173,00	6,89	-0,32	-2,25	0,24
RR_{VP} (1/min)	40,93	33,20	50,00	6,15	0,42	-0,75	0,16
VE_{VP} (L/min)	96,35	80,00	122,60	15,30	1,12	0,90	0,28
VO_{2VP} (L/min)	3,50	3,14	3,84	0,26	-0,05	-0,87	0,13
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	45,50	41,00	53,00	4,23	1,14	1,88	0,28
Juniori - napadači (N = 6)							
L_{mir} (mmol/L)	3,04	2,00	4,70	0,93	1,13	1,85	0,22
L_{max} (mmol/L)	12,17	9,00	14,70	2,01	-0,50	-0,02	0,15
HR_{max} (1/min)	185,93	179,00	193,00	5,91	-0,01	-1,80	0,19
RR_{max} (1/min)	60,28	52,80	66,30	5,66	-0,20	-1,78	0,18
VE_{max} (L/min)	138,20	106,10	174,80	28,42	-0,09	-1,85	0,21
VO_{2max} (L/min)	4,45	3,62	5,66	0,89	0,30	-2,36	0,30
RQ_{max} (1/min)	0,97	0,92	1,07	0,05	0,88	0,22	0,20
RVO_{2max}(mL/min/kg)	62,00	57,00	71,00	5,05	1,29	1,61	0,22
HR_{VP} (1/min)	156,33	147,00	164,00	6,86	-0,56	-1,63	0,20
RR_{VP} (1/min)	50,30	37,10	60,70	9,41	-0,12	-1,30	0,19
VE_{VP} (L/min)	99,88	77,80	134,90	19,07	1,37	2,97	0,26
VO_{2VP} (L/min)	3,64	2,67	5,06	0,86	0,81	0,30	0,23
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	50,33	42,00	57,00	5,12	-0,29	0,83	0,23

Tablica 19.

Osnovni deskriptivni parametri funkcionalnih varijabli nogometaša kadeta

	Kadeti - vezni igrači (N = 8)						
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
L_{mir} (mmol/L)	2,56	1,70	3,50	0,56	0,13	0,05	0,15
L_{max} (mmol/L)	12,50	8,30	17,60	3,20	0,10	-0,65	0,14
HR_{max} (1/min)	190,12	178,00	202,00	8,64	-0,11	-1,26	0,13
RR_{max} (1/min)	60,86	54,90	68,10	4,82	0,32	-1,54	0,21
VE_{max} (L/min)	145,80	124,00	164,10	16,60	-0,36	-2,00	0,22
VO_{2max} (L/min)	4,14	3,55	4,78	0,43	0,16	-1,26	0,17
RQ_{max} (1/min)	1,06	0,97	1,19	0,06	0,57	1,39	0,18
RVO_{2max}(mL/min/kg)	61,12	52,00	65,00	4,25	-1,58	2,85	0,20
HR_{VP} (1/min)	164,25	147,00	179,00	12,42	-0,11	-1,69	0,18
RR_{VP} (1/min)	44,40	29,10	59,00	9,35	-0,20	-0,06	0,15
VE_{VP} (L/min)	87,83	73,10	106,00	12,37	0,62	-1,09	0,22
VO_{2VP} (L/min)	3,07	2,52	3,73	0,40	0,20	-1,00	0,17
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	45,12	39,00	52,00	5,30	-0,04	-1,92	0,20
	Kadeti - obrambeni igrači (N = 8)						
L_{mir} (mmol/L)	2,28	1,50	2,80	0,44	-0,88	-0,13	0,18
L_{max} (mmol/L)	11,98	7,10	14,80	3,08	-0,92	-0,90	0,27
HR_{max} (1/min)	185,62	161,00	202,00	11,99	-1,11	2,43	0,22
RR_{max} (1/min)	57,38	52,50	66,60	4,73	1,16	0,98	0,23
VE_{max} (L/min)	139,82	106,60	162,60	19,22	-0,41	-0,41	0,14
VO_{2max} (L/min)	4,22	3,85	4,76	0,33	0,35	-1,37	0,22
RQ_{max} (1/min)	1,06	0,99	1,16	0,05	0,56	-0,46	0,20
RVO_{2max}(mL/min/kg)	57,37	52,00	60,00	2,55	-1,44	2,33	0,23
HR_{VP} (1/min)	160,00	147,00	174,00	9,14	0,10	-1,03	0,16
RR_{VP} (1/min)	41,33	34,20	46,10	4,11	-0,55	-0,53	0,17
VE_{VP} (L/min)	80,90	54,70	94,80	13,25	-1,21	1,08	0,21
VO_{2VP} (L/min)	3,11	2,38	3,52	0,37	-1,03	1,10	0,25
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	42,00	35,00	50,00	5,18	0,03	-0,98	0,15
	Kadeti - napadači (N = 6)						
L_{mir} (mmol/L)	2,92	2,50	3,50	0,39	0,80	0,00	0,22
L_{max} (mmol/L)	11,48	7,60	15,50	3,03	0,09	-0,52	0,11
HR_{max} (1/min)	189,80	180,00	201,00	8,81	0,41	-2,12	0,26
RR_{max} (1/min)	59,38	42,30	70,70	10,78	-1,13	1,48	0,23
VE_{max} (L/min)	138,70	116,30	156,60	14,78	-0,68	1,32	0,21
VO_{2max} (L/min)	3,85	3,46	4,03	0,24	-1,39	1,13	0,31
RQ_{max} (1/min)	1,09	0,97	1,23	0,09	0,68	1,61	0,24
RVO_{2max}(mL/min/kg)	57,20	56,00	58,00	0,84	-0,51	-0,61	0,23
HR_{VP} (1/min)	163,80	148,00	181,00	12,87	0,14	-0,84	0,15
RR_{VP} (1/min)	41,04	25,00	51,20	10,24	-1,13	0,88	0,26
VE_{VP} (L/min)	82,64	71,00	91,30	9,77	-0,53	-3,05	0,27
VO_{2VP} (L/min)	2,80	2,27	3,42	0,47	0,42	-1,73	0,24
RVO_{2VP}(mL/min/kg)	41,40	36,00	53,00	7,50	1,19	0,03	0,32

Tablica 20.

Osnovni deskriptivni parametri funkcionalnih varijabli nogometaša pionira

	AS	Min	Max	SD	Skew	Kurt	maxD
Pioniri - vezni igrači (N = 8)							
L_{mir} (mmol/L)	2,10	1,70	2,40	0,26	-1,09	-0,15	0,40
L_{max} (mmol/L)	8,84	6,50	13,30	2,80	1,30	-0,19	0,33
HR_{max} (1/min)	192,13	186,00	202,00	6,24	1,23	-0,21	0,32
RR_{max} (1/min)	50,76	42,20	69,40	10,24	0,81	-0,35	0,29
VE_{max} (L/min)	129,23	104,50	171,40	28,25	0,42	-1,91	0,30
VO_{2max} (L/min)	4,21	3,90	4,78	0,39	0,82	-1,10	0,28
RQ_{max} (1/min)	1,05	1,01	1,13	0,05	0,84	-0,42	0,29
RVO_{2max} (mL/min/kg)	63,88	62,00	65,00	0,99	-0,86	0,84	0,30
HR_{VP} (1/min)	160,00	153,00	178,00	11,30	1,31	-0,23	0,35
RR_{VP} (1/min)	41,96	32,00	59,00	11,94	0,67	-1,38	0,29
VE_{VP} (L/min)	81,66	66,90	106,00	17,43	0,59	-1,57	0,30
VO_{2VP} (L/min)	3,33	3,11	3,73	0,30	0,70	-2,02	0,35
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	50,38	47,00	52,00	1,51	-1,86	4,26	0,28
Pioniri - obrambeni igrači (N = 8)							
L_{mir} (mmol/L)	1,70	1,50	2,00	0,14	1,21	3,50	0,37
L_{max} (mmol/L)	10,03	5,70	13,80	2,34	-0,25	1,72	0,31
HR_{max} (1/min)	182,75	176,00	197,00	9,45	0,75	-1,80	0,38
RR_{max} (1/min)	53,58	50,30	61,90	3,64	2,11	4,75	0,39
VE_{max} (L/min)	149,78	129,90	158,60	8,80	-1,98	4,40	0,38
VO_{2max} (L/min)	4,31	4,00	4,45	0,13	-2,28	6,26	0,46
RQ_{max} (1/min)	1,03	0,91	1,07	0,05	-2,54	7,00	0,47
RVO_{2max} (mL/min/kg)	59,00	56,00	61,00	1,41	-1,21	3,50	0,37
HR_{VP} (1/min)	158,00	151,00	169,00	5,01	1,49	4,35	0,32
RR_{VP} (1/min)	45,03	40,80	46,00	1,85	-2,19	4,64	0,43
VE_{VP} (L/min)	101,76	73,40	114,30	17,76	-0,83	-1,47	0,38
VO_{2VP} (L/min)	3,32	2,71	3,52	0,30	-1,43	1,39	0,36
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	45,63	38,00	48,00	4,41	-1,46	0,10	0,45
Pioniri - napadači (N = 6)							
L_{mir} (mmol/L)	2,20	1,60	2,60	0,49	-0,54	-2,94	0,29
L_{max} (mmol/L)	11,33	5,70	13,70	3,82	-1,81	3,25	0,34
HR_{max} (1/min)	198,75	194,00	202,00	3,95	-0,48	-3,32	0,29
RR_{max} (1/min)	59,73	50,30	66,60	8,21	-0,32	-4,16	0,29
VE_{max} (L/min)	153,43	129,90	162,60	15,80	-1,92	3,69	0,37
VO_{2max} (L/min)	4,10	4,00	4,34	0,16	1,96	3,86	0,41
RQ_{max} (1/min)	1,07	0,91	1,16	0,12	-0,92	-0,94	0,28
RVO_{2max} (mL/min/kg)	56,25	52,00	61,00	4,92	0,04	-5,79	0,30
HR_{VP} (1/min)	154,00	151,00	159,00	3,46	1,54	2,89	0,26
RR_{VP} (1/min)	44,75	40,80	46,10	2,63	-2,00	3,99	0,43
VE_{VP} (L/min)	73,50	69,90	80,80	5,14	1,45	1,68	0,25
VO_{2VP} (L/min)	2,87	2,71	3,17	0,20	1,70	3,23	0,38
RVO_{2VP} (mL/min/kg)	39,50	36,00	48,00	5,74	1,85	3,41	0,35

Tablica 21.

Osnovni deskriptivni parametri funkcionalnih varijabli nogometaša različite kvalitete

	Juniori 1 (N = 11)							Juniori 2 (N = 11)						
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**KS**	**AS**	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**KS**
L_{mir}	3,06	2,00	3,50	0,55	-1,53	0,97	0,31	3,19	1,90	4,70	0,99	0,54	-1,04	0,17
L_{max}	11,64	9,60	13,70	1,41	0,19	-0,77	0,23	11,95	6,70	17,80	3,29	0,12	-0,23	0,11
HR_{max}	184,3	174,0	197,0	8,21	0,39	-1,69	0,25	182,7	171,0	192,0	5,93	-0,59	0,62	0,18
RR_{max}	58,26	45,40	72,90	7,57	0,40	0,91	0,15	55,86	48,00	66,30	6,01	0,36	-0,95	0,18
VE_{max}	159,5	106,1	186,1	22,60	-1,36	3,34	0,24	139,0	106,1	157,9	15,82	-0,98	0,73	0,19
VO_{2max}	4,83	3,69	5,66	0,58	-0,70	0,23	0,18	4,40	3,62	4,92	0,48	-0,51	-0,91	0,20
RQ_{max}	0,98	0,92	1,04	0,05	0,28	-1,69	0,22	1,00	0,90	1,15	0,09	0,39	-1,31	0,18
RVO_{2max}	64,90	59,00	71,00	4,82	-0,04	-1,47	0,18	59,70	52,00	65,00	4,00	-0,54	-0,05	0,13
HR_{VP}	163,2	157,0	173,0	5,73	0,49	-1,12	0,16	161,3	147,0	171,0	8,22	-0,72	-0,35	0,22
RR_{VP}	45,21	35,00	61,70	9,42	0,96	-0,11	0,20	45,30	33,20	60,70	7,86	0,46	0,53	0,10
VE_{VP}	109,5	84,30	136,5	18,04	0,29	-1,11	0,18	95,81	77,80	113,8	12,13	-0,07	-1,10	0,12
VO_{2VP}	3,89	3,11	5,06	0,58	0,56	0,75	0,15	3,65	2,68	4,38	0,54	-0,39	-0,46	0,12
RVO_{2VP}	52,00	42,00	57,00	4,85	-1,17	0,65	0,28	49,30	41,00	58,00	5,74	-0,03	-1,11	0,11
	Kadeti 1 (N = 11)							**Kadeti 2 (N = 11)**						
L_{mir}	2,43	1,70	3,10	0,46	-0,15	-0,90	0,10	2,67	1,50	3,50	0,58	-0,40	1,30	0,25
L_{max}	11,15	7,10	15,50	3,22	0,06	-1,79	0,19	13,07	8,50	17,60	2,48	-0,04	0,79	0,14
HR_{max}	188,8	180,0	202,0	7,52	0,67	-0,86	0,19	187,8	161,0	202,0	12,32	-1,11	1,38	0,20
RR_{max}	58,57	42,30	70,70	7,92	-0,39	0,64	0,18	59,86	52,50	66,60	4,67	0,03	-1,12	0,15
VE_{max}	139,6	106,6	164,1	17,73	-0,55	-0,41	0,13	144,2	124,0	162,7	16,13	-0,04	-1,99	0,22
VO_{2max}	4,16	3,46	4,78	0,43	0,16	-0,92	0,20	4,04	3,56	4,51	0,32	0,17	-0,90	0,21
RQ_{max}	1,06	0,97	1,23	0,08	1,10	1,77	0,14	1,09	1,03	1,19	0,05	0,88	-0,15	0,15
RVO_{2max}	60,27	57,00	65,00	3,17	0,50	-1,45	0,20	57,10	52,00	62,00	3,25	-0,45	-0,35	0,16
HR_{VP}	164,4	148,0	178,0	9,95	-0,38	-0,99	0,15	160,8	147,0	181,0	12,17	0,67	-0,77	0,19
RR_{VP}	41,68	25,00	59,00	9,55	-0,11	0,25	0,13	43,26	34,20	51,20	5,53	-0,25	-1,11	0,16
VE_{VP}	86,50	71,00	106,0	12,34	0,34	-1,02	0,13	81,16	54,70	91,80	11,63	-1,46	2,10	0,20
VO_{2VP}	3,19	2,27	3,73	0,44	-1,11	0,57	0,22	2,85	2,39	3,27	0,31	-0,02	-1,46	0,20
RVO_{2VP}	45,82	36,00	53,00	5,51	-0,65	-0,17	0,18	40,00	35,00	50,00	4,55	1,29	1,67	0,21
	Pioniri 1 (N = 11)							**Pioniri 2 (N = 11)**						
L_{mir}	1,84	1,60	2,20	0,24	0,66	-1,34	0,32	2,08	1,50	2,60	0,40	-0,09	-1,56	0,22
L_{max}	9,64	5,70	13,30	3,02	-0,08	-1,74	0,20	9,98	6,50	13,80	2,82	0,46	-1,39	0,23
HR_{max}	191,6	176,0	202,0	9,35	-0,86	-0,23	0,20	187,8	176,0	202,0	9,70	0,13	-0,90	0,18
RR_{max}	51,50	42,20	57,40	5,55	-0,88	-0,22	0,21	55,86	42,20	69,40	9,84	-0,01	-1,27	0,21
VE_{max}	140,2	104,5	158,6	21,62	-0,96	-0,69	0,32	144,3	104,5	171,4	23,33	-1,03	-0,04	0,24
VO_{2max}	4,27	3,90	4,78	0,33	0,49	-0,81	0,21	4,18	3,90	4,45	0,20	-0,38	-1,58	0,24
RQ_{max}	1,02	0,91	1,08	0,06	-1,13	0,31	0,26	1,07	1,01	1,16	0,06	0,76	-1,05	0,24
RVO_{2max}	61,80	59,00	65,00	2,44	0,29	-1,87	0,22	59,00	52,00	64,00	4,50	-0,57	-0,89	0,20
HR_{VP}	159,6	151,0	178,0	10,15	1,41	0,69	0,32	156,4	153,0	169,0	4,99	2,03	4,76	0,25
RR_{VP}	44,74	32,00	59,00	9,24	0,27	-0,27	0,24	42,75	32,00	46,10	5,74	-1,67	1,16	0,35
VE_{VP}	88,28	66,90	114,3	19,58	0,36	-1,91	0,24	87,86	66,90	114,3	20,11	0,43	-1,59	0,21
VO_{2VP}	3,25	2,71	3,73	0,37	-0,13	-1,05	0,18	3,23	2,81	3,61	0,30	-0,12	-1,40	0,23
RVO_{2VP}	47,00	38,00	51,00	4,90	-1,50	0,89	0,38	45,60	36,00	52,00	6,20	-0,84	-1,04	0,28

Tablica 22.

Osnovni deskriptivni parametri spirometrijskih varijabli nogometaša pionira

Pioniri - vezni igrači (N = 8)							
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
FVC (%)	99,40	96,60	105,00	3,68	1,01	-0,76	0,27
FEV1 (%)	105,26	99,10	109,00	3,26	-1,01	0,36	0,32
TIFF (%)	105,70	95,30	110,00	6,52	-1,32	-0,19	0,32
PEF (%)	97,36	82,90	138,00	25,11	1,43	-0,01	0,42
MEF50 (%)	103,56	84,10	116,00	15,03	-0,66	-2,13	0,38
MEF25 (%)	98,81	77,30	122,00	18,19	-0,39	-1,92	0,33
Pioniri - obrambeni igrači (N = 8)							
FVC (%)	94,93	91,40	108,00	6,08	1,82	2,77	0,34
FEV1 (%)	106,25	100,00	117,00	4,86	1,65	4,24	0,35
TIFF (%)	115,80	91,40	121,00	10,45	-2,32	5,43	0,37
PEF (%)	98,64	88,60	147,00	20,92	2,26	5,03	0,43
MEF50 (%)	115,55	76,40	142,00	18,18	-1,31	4,02	0,32
MEF25 (%)	148,13	113,00	161,00	21,55	-1,38	-0,11	0,34
Pioniri - napadači (N = 6)							
FVC (%)	110,00	100,00	116,00	7,66	-0,85	-1,29	0,28
FEV1 (%)	109,75	100,00	117,00	7,09	-1,01	2,08	0,31
TIFF (%)	100,35	91,40	119,00	12,58	1,85	3,59	0,40
PEF (%)	117,90	88,60	147,00	23,84	-0,03	1,50	0,25
MEF50 (%)	104,05	76,40	142,00	27,43	1,07	2,16	0,32
MEF25 (%)	109,30	85,60	153,00	31,87	1,17	0,33	0,27

Tablica 23.

Osnovni deskriptivni parametri spirometrijskih varijabli nogometaša kadeta

Kadeti - vezni igrači (N = 8)							
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Skew**	**Kurt**	**maxD**
FVC (%)	106,89	98,10	118,00	5,99	0,67	1,00	0,18
FEV1 (%)	116,13	103,00	128,00	8,43	-0,28	-0,94	0,16
TIFF (%)	112,41	95,30	126,00	8,96	-0,61	1,61	0,18
PEF (%)	124,09	98,70	153,00	16,13	0,43	0,96	0,18
MEF50 (%)	123,39	84,10	159,00	24,43	0,14	-0,02	0,22
MEF25 (%)	124,68	77,30	180,00	31,06	0,26	0,73	0,19
Kadeti - obrambeni igrači (N = 8)							
FVC (%)	103,04	91,30	117,00	9,67	0,48	-1,25	0,19
FEV1 (%)	112,88	105,00	125,00	7,47	0,67	-1,21	0,22
TIFF (%)	112,44	95,50	125,00	9,33	-0,46	0,61	0,18
PEF (%)	115,88	107,00	133,00	8,22	1,41	2,22	0,21
MEF50 (%)	123,65	98,90	152,00	18,90	-0,15	-1,03	0,19
MEF25 (%)	118,83	85,60	161,00	22,05	0,66	1,55	0,16
Kadeti - napadači (N = 6)							
FVC (%)	99,52	95,50	103,00	3,12	-0,23	-1,86	0,18
FEV1 (%)	110,78	97,90	118,00	8,02	-1,23	1,58	0,26
TIFF (%)	111,80	101,00	119,00	7,16	-0,87	0,15	0,16
PEF (%)	131,20	124,00	139,00	5,63	0,17	0,09	0,17
MEF50 (%)	122,82	95,00	151,00	25,67	-0,22	-2,81	0,24
MEF25 (%)	114,24	75,30	143,00	30,08	-0,62	-2,50	0,31

Tablica 24.

Osnovni deskriptivni parametri spirometrijskih varijabli nogometaša juniora

	AS	Min	Max	SD	Skew	Kurt	maxD
Juniori - vezni igrači (N = 8)							
FVC (%)	108,88	98,00	122,00	6,66	0,60	2,71	0,30
FEV1 (%)	120,25	108,00	128,00	8,41	-0,65	-1,82	0,33
TIFF (%)	112,25	105,00	120,00	6,27	0,06	-2,46	0,29
PEF (%)	145,75	133,00	162,00	12,16	0,26	-1,47	0,22
MEF50 (%)	139,63	111,00	190,00	30,31	0,61	-1,12	0,20
MEF25 (%)	154,50	113,00	255,00	53,03	1,12	0,15	0,28
Juniori - obrambeni igrači (N = 8)							
FVC (%)	103,00	101,00	106,00	2,45	0,61	-2,17	0,29
FEV1 (%)	118,17	110,00	128,00	9,13	0,15	-2,97	0,31
TIFF (%)	112,00	105,00	121,00	7,75	0,09	-3,07	0,31
PEF (%)	135,33	113,00	162,00	21,17	0,74	-1,74	0,35
MEF50 (%)	131,50	104,00	165,00	30,83	0,17	-2,93	0,31
MEF25 (%)	143,83	105,00	193,00	44,02	0,24	-2,78	0,31
Juniori - napadači (N = 6)							
FVC (%)	100,95	93,40	111,00	8,22	0,37	-2,45	0,26
FEV1 (%)	108,17	103,00	115,00	4,83	0,58	-1,45	0,26
TIFF (%)	110,17	101,00	115,00	6,08	-0,98	-1,27	0,34
PEF (%)	112,97	95,10	124,00	13,07	-0,86	-1,81	0,28
MEF50 (%)	123,83	106,00	136,00	13,42	-0,59	-1,98	0,22
MEF25 (%)	117,60	99,60	129,00	11,01	-0,67	0,39	0,18

Tablica 25.

Osnovni deskriptivni parametri spirometrijskih varijabli nogometaša različite kvalitete

	Juniori 1 (N = 11)							Juniori 2 (N = 11)						
	AS	**Min**	**Max**	**SD**	**Ske**	**Kurt**	**KS**	**AS**	**Min**	**Max**	**SD**	**Ske**	**Kurt**	**KS**
FVC (%)	105,	93,4	122,	8,30	0,36	0,68	0,15	103,	93,4	110,	5,61	-0,52	-0,47	0,16
FEV1 (%)	116,	104,	128,	9,02	0,26	-1,71	0,23	115,	103,	128,	9,64	0,20	-1,89	0,22
TIFF (%)	111,	101,	121,	6,85	-0,33	-1,45	0,17	111,	104,	120,	6,25	0,21	-1,94	0,24
PEF (%)	132,	95,1	162,	22,1	-0,08	-0,88	0,13	133,	97,7	162,	19,5	0,07	0,16	0,20
MEF50	138,	104,	190,	28,2	0,49	-0,64	0,13	126,	104,	165,	23,5	0,86	-0,59	0,24
MEF25	150,	99,6	255,	50,0	1,10	0,59	0,23	130,	105,	193,	33,7	1,58	1,00	0,31
	Kadeti 1 (N = 11)							**Kadeti 2 (N = 11)**						
FVC (%)	104,	95,5	118,	7,63	0,88	-0,02	0,22	103,	91,3	116,	7,67	0,14	-0,53	0,10
FEV1 (%)	113,	97,9	128,	9,38	0,03	-0,84	0,14	114,	105,	123,	6,31	0,02	-1,66	0,18
TIFF (%)	109,	95,3	119,	7,17	-0,61	0,31	0,13	115,	95,5	126,	8,85	-1,01	1,95	0,21
PEF (%)	121,	98,7	139,	12,1	-0,25	-0,20	0,09	123,	107,	153,	13,6	1,03	1,31	0,15
MEF50	120,	84,1	159,	24,4	0,04	-1,14	0,17	126,	98,9	155,	18,8	0,24	-0,96	0,14
MEF25	114,	75,3	143,	24,8	-0,49	-1,26	0,19	126,	85,6	180,	28,1	0,56	0,33	0,20
	Pioniri 1 (N = 11)							**Pioniri 2 (N = 11)**						
FVC (%)	100,	91,4	108,	6,22	-0,16	-1,31	0,17	99,2	91,4	116,	9,34	1,33	0,52	0,26
FEV1 (%)	106,	100,	117,	6,10	1,09	0,23	0,26	106,	99,1	111,	3,51	-0,91	1,57	0,21
TIFF (%)	107,	91,4	121,	12,7	-0,22	-2,03	0,22	110,	95,5	121,	9,41	-0,36	-0,66	0,17
PEF (%)	109,	82,9	147,	29,0	0,50	-2,13	0,35	94,9	82,9	118,	14,4	1,03	-0,90	0,36
MEF50	107,	76,4	142,	25,2	0,06	-1,49	0,21	109,	88,3	119,	10,6	-1,12	0,10	0,25
MEF25	122,	77,3	161,	32,4	-0,10	-1,46	0,22	118,	77,9	161,	32,3	0,36	-1,40	0,20

Granična vrijednost maxD za N=11 iznosi 0,49