

PROFILISANJE VRHUNSKOG FUDBALSKOG SPORTISTE

Sergej Ostojić
Zavod za medicinu sporta
Sportska akademija, Beograd

PROFILING IN ELITE SOCCER

Aspects such as experience, body composition, endurance, balance between anaerobic power and aerobic power, among other factors, are of primary importance in evaluation of elite soccer players. Yet, it is difficult to find specific physiological and anthropometric "correlates of success". Several recent studies tried to describe structural and functional characteristics of elite soccer players, and make comparisons with non-elite counterparts to find a relationship between results from the physiological tests and competition level. Understanding the profile of successful players could give coaches, trainers, and exercise scientists better working knowledge of this particular group of athletes. More research work has to be done before definitive inference can be made; however, the results of recent studies demonstrated strong relationship between aerobic and anaerobic power and level of performance in soccer. Such qualities are prerequisite and advantage for playing soccer at the elite level. From a practical standpoint, this information is important for coaches and trainers to adjust training regimes and concentrate on the variables that are specific to improve performance and achieve success in soccer.

Key words: endurance, VO₂max, anaerobic power

Aspekti kao što su iskustvo, telesna struktura, izdržljivost, ravnoteža između anaerobne i aerobne sposobnosti, pored ostalih faktora, igraju ključnu ulogu u evaluaciji vrhunskih fudbalskih sportsita. Međutim, veoma je teško pronaći specifičan fiziološki i antropometrijski atribut uspeha. Nekoliko skorašnjih studija pokušalo je da opiše strukturalne i funkcionalne karakteristike vrhunskog fudbalskog sportiste i uporedi ih sa nižerazrednim fudbalerima u cilju otkrivanja veze između rezultata fizioloških testiranja i nivoa takmičenja. Razumevanje profila uspešnog fudbalera može pružiti trenerima i sportskim naučnicima bolje praktično poznavanje ove grupe sportista. Neophodni su dalji istraživački napor u cilju stvaranja konačnog stava – u svakom slučaju, rezultati studija ukazuju na snažnu zavisnost između aerobne i anaerobne sposobnosti i nivoa sportskog postignuća u fudbalu. Pomenuti kvaliteti su preduslov i prednost za učestvovanje u fudbalu na vrhunskom nivou. Sa praktične tačke gledišta, ova informacija ključna je za trenere i sportske pedagoge koji treba da prilagode trenažne programe i koncentrišu se na specifične karakteristike u cilju poboljšanja nastupa i postizanja vrhunskih rezultata.

Ključne reči: izdržljivost, VO₂max, anaerobna moć

Preduslov za bavljenje fudbalskim sportom podrazumeva posedovanje specifičnih veština, određenih sposobnosti i značajne fizičke pripremljenosti. Fizička pripremljenost obuhvata dijapazon individualnih karakteristika, i u igri kakva je fudbal, sastoji se od mnogih atributa i kompetencija – ona je multivarijantna i specifična. Ona obuhvata fizičke, fiziološke, psihomotorne i psihološke faktore. Ovi kvaliteti su neophodni tokom takmičenja i posedovanja lopte, u održavanju visokog nivoa rada tokom 90 minuta igre, brzom reagovanju i prilagodljivosti izmenjenim okolnostima, regulisanju mentalnih atributa pre i tokom utakmice. Zahtevi za fizičku pripremljenost zavise od nivoa takmičenja, pozicije u timu i stila igre. Oni takođe variraju shodno starosnim grupama, između polova, i u različitim fazama fudbalske sezone. Obnavljanje nivoa pripremljenosti je naročito bitno nakon povrede, pre vraćanja sportiste u takmičarski ciklus. U suprotnom, pojedinac je podložan ponovnom povređivanju ukoliko uđe u takmičenje sa nekorigovanim slabošću, na primer u nivou mišićne snage. Temelj za vrhunski nastup u fudbalu reprezentovan je i spektrom veština i taktičkim smislom pojedinačnih igrača. Treneri moraju da odgoje i uključe taktička znanja u profil vrhunskih igrača. Uspeh čitavog tima zavisi od toga kako skup individualnih igrača postaje efektivna i skladna celina. Kada se susretnu timovi jednaki po

tehničko-taktičkim sposobnostima, prevagu odnosi onaj sa većim nivoom fizičke pripremljenosti koji mu omogućava da igra na višem i dinamičnijem nivou (Bangsbo i sar., 1991). Treneri, menadžeri i sportski naučnici znaju da priprema za vrhunski nivo takmičenja zahteva sistematičan pristup. To podrazumeva prosuđivanje fizičkog profila pojedinačnog fudbalskog sportiste ali i celine čitavog tima. Pažnja usmerena na fizički profil je relevantna ne samo za određene bitne mečeve već za čitavu takmičarsku sezonu. Profilisanje fizičke pripremljenosti obuhvata čitavu bateriju testova. Testovi mogu biti deo savremenih fizioloških analiza ili vezani za specifične fudbalske elemente. Profilisanje je od značaja za kompariranje između pojedinaca i pravljenje globalnih standarda: pojedinačna slabost se identifikuje i određuje adekvatan režim korekcije. Ponovljeno profilisanje je od značaja kako bi se pojedinačne i grupne promene u fizičkoj pripremljenosti izmerile. Na taj način efekti treninga, pretriranosti ili nedovoljne treniranosti lako se mogu pratiti.

ANTROPOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE FUDBALERA

Kada se analiziraju hronometrijske karakteristike fudbalera, članovi vrhunskih fudbalskih ekipa u proseku su stari između 25 i 27 godina sa standardnom devijacijom od oko 2 godine (Ekblom, 1994; Shephard, 1999). Međutim, sve je prisutnija tendencija uključivanja adolescentnih sportista u vrhunske klubove i reprezentacije; na taj način oni postaju deo iskusnih ekipa a vrhunac svoje karijere postižu u kasnijem uzrastu (Reilly, 1990). Većina profesionalnih fudbalera su u svojim dvadesetim godinama i prisutna je tendencija da menadžeri odbijaju da obnavljaju ugovore sa istim igračima kada oni napune 30 godina. Gubitak motivacije za trening možda doprinosi ranijem povlačenju profesionalaca iz vrhunskog fudbala. Mada, aktivni sportisti mogu zadržati nivo fizičke pripremljenosti i u svojim tridesetim godinama pre nego fiziološke funkcije počnu pokazivati znake deterioracije (Bangsbo i Mizuno, 1988; Campos i sar., 1999; Junge i sar., 2000). Međutim, u poslednje vreme vrhunski igrači ostaju u elitnom fudbalu duže nego što tradicija pokazuje. Ovo je verovatno posledica komercijalnih prednosti održavanja nečije karijere što je duže moguće. Razvijanje ortopedskih procedura za obnovu oštećenih tkiva, takođe, u izvesnoj meri doprinosi dužem aktivnom bavljenju fudbalom (Reilly, 1996). Primetno je da su ključni igrači na Svetskom kupu u Japanu i Koreji bili u svojim tridesetim godinama. Dalje, smatra se da golmani imaju dužu karijeru od igrača u polju. Nije redak slučaj golmana u vrhunskom fudbalu sa navršenih i više od 35 godina. Ovo je verovatno posledica specifičnih zahteva ove pozicije na kojoj igrači sazrevaju u taktičkom smislu povećanjem iskustva i vremena provedenog u igri. Takođe, možda je krivac i niža incidenca hroničnih povreda i degenerativnih trauma kod golmana u poređenju sa ostalim pozicijama (Watson, 1995; Helsen i sar., 1998). Podaci o visini i telesnoj masi fudbalera pokazuju veliku varijaciju u telesnoj veličini (Mohacsi i Meszaros, 1986; Ramadan i Byrd, 1987; Chin i sar., 1992; Davies i sar., 1992; Green, 1992; Parente i sar., 1992; Adhikari i Kumar Das, 1993; Puga i sar., 1993; Dowson i sar., 1999; Reilly i sar., 2000). Nedovoljna visina nije sama po sebi nedostatak za fudbalski sport, mada utiče na izbor pozicije u timu. Visina je prednost za golmansku poziciju, za centralne bekove i za napadače koji u igri najviše koriste igranje glavom i rukama. Sa druge strane, igrači sredine terena, bekovi i krila pokazuju tendenciju za nižom visinom u odnosu na druge pozicije. Prosečne vrednosti antropomorfoloških parametara verovatno imaju minimalan značaj shodno velikom varijabilitetu. Trener može modifikovati konfiguraciju svog tima i stil igre prilagoditi svojim igračima koji i nemaju adekvatne fizičke attribute konvencionalnih pozicija u timu, koje kompenzuju superiornim znanjima, veštinom i motivacijom. Prosečan fizički profil može odražavati i etničke, nacionalne i rasne uticaje. Mnogi evropski i latinoamerički timovi angažuju fudbalere različitog etničkog i rasnog porekla te je interpretacija rezultata otežana. Određena veličina tela može uticati na sticanje određenih sposobnosti i veština i uticaja sile gravitacije na izbor specifične pozicije. Ovo je čest slučaj u adolescentnom uzrastu, tako da se pojedinac favorizuje za jedno mesto u timu pre igranja na seniorskom nivou. Omladinski fudbal se organizuje shodno hronološkoj a ne biološkoj starosti. Prednosti usled telesne veličine u adolescentnom dobu često nestaju kada svi dostignu nivo zrelosti a oni koji kasnije sazrevaju nadoknade razliku rano sazrelih (Berg i sar., 1985; Agre i Baxter, 1987).

Telesna konstitucija reprezentuje pre oblik tela nego telesnu veličinu a njeno merenje poznato je kao somatotipizacija. Somatotip je reprezent tridimenzionalnog modela telesne građe – endomorfizma, mezomorfizma i ektomorfizma. Tipična somatotipizacija vrhunskih fudbalera je 3-5-3 koja pokazuje dominaciju mezomorfne (mišićne) komponente (Viviani i Casagrande, 1990; Rahkila i Luhtanen, 1991; Toteva, 1999). Muskularnost može predstavljati prednost u smislu elemenata igre kao što su vođenje i građenje lopte, ubrzavanje i okretanje, šutiranje, duel igra itd. Kod vrhunskih igrača naročito je dominantna muskularnost natkolenice i potkolenice u poređenju sa trupom i gornjim ekstremitetima (Toriola i sar., 1985). Telesna struktura predstavlja bitan

aspekt antropometrijskog profilisanja jer se potkožno masno tkivo ponaša kao nepotreban teret u aktivnostima kada se telo pomera suprotno delovanju gravitacije. Ovo se naročito odnosi na lokomociju tokom igre i skakanja za loptom. Najčešće korišćeni model deli telesni sastav na dva odeljka – masni i bezmasni (Wilmore i Behnke, 1969). Alternativa ovom modelu podrazumeva određivanje mišićne mase po Martinu (1990) i saradnicima. Ova procena podržava tendenciju o mišićavosti među fudbalerima (Agre i Baxter, 1987). Generalno, količina masti kod odraslog muškarca od 25 godina iznosi oko 16.5%. Najniže vrednosti kod sportista su nađene kod atletičara dugoprugaša i iznose od 4 do 7% (Toriola i sar., 1985). Vrednosti za fudbalere su veće od ovih i iznose u proseku od 7 do 12% (Shephard, 1999). Veće vrednosti utvrđene su kod golmana nego kod igrača u polju verovatno zbog manjeg metaboličkog opterećenja u treningu i takmičenju. Fudbalski sportisti akumuliraju telesnu mast u periodu između sezona a gube je tokom predsezonskog ciklusa priprema (Burke i sar., 1986; Ostojić 2002; Ostojić, 2004). Takođe do porasta mase (naročito masnog tkiva) dolazi i tokom oporavka od povreda kada nisu u mogućnosti da treniraju maksimalno, ali zadržavaju naviku o unosu namirnica (Butler i sar., 1999). Uobičajena aktivnost u trenutku merenja, ishrana i stadijum takmičarske sezone sve su faktori na koje treba obratiti pažnju kada se evaluira telesna kompozicija (Rico-Sanz, 1998; Rico-Sanz i sar., 1998). Metod procene ili merenja mišićne mase ili masnog tkiva takođe treba da se ima u vidu kada se interpretiraju rezultati. U svakom slučaju procenat masti u strukturi sastava tela je značajan pokazatelj korelacije intenziteta treninga i ishrane vrhunskih fudbalera.

MIŠIĆNE FUNKCIJE ELITNIH FUDBALERA

Različiti testovi mišićne snage i funkcije korišćeni su kod evaluacije elitnih fudbalskih sportista. Dijapazon testova obuhvatao je sve od terenskih testova i merenja izometrijske snage pa do savremenih dinamičkih merenja uz pomoć kompjuterizovane izokinetičke opreme. Takođe su evaluirani i rezultati testova funkcije mišića upotrebom procedura na tenziometrijskim platformama. Snaga donjih ekstremiteta je od očiglednog značaja u fudbalu: kvadriceps, mišići zadnje lože buta i m. trices surae moraju generisati moćne sile tokom skoka, šutiranja, duel igre, okretanja i promena brzine. Sposobnost da se zadrži intenzivna kontrakcija je takođe veoma bitna u održavanju ravnoteže i kontrole lopte. Izometrijska snaga je verovatno značajna i u zadržavanju ravnoteže fudbalera na klizavoj podlozi. Za golmana, gotovo sve mišićne grupe su presudne za ostvarivanje zadataka, veština i sposobnosti. Za igrača u polju donji deo trupa, fleksori kuka, i plantarni i dorzalni fleksori stopala se najčešće koriste. Snaga mišića trupa i gornjih ekstremiteta je značajna u ubacivanju lopte iz auta a snaga fleksora vrata može biti važna u prevenciji povreda nastalih sudarom lopte i glave (Lees i Nolan, 1998). Uopšteno govoreći, fudbaleri su tek nešto iznad proseka po izometrijskoj mišićnoj snazi (Wisloff i sar., 1998; Helgerud i sar., 1999). Ovo je možda posledica neadekvatne pažnje usmerene na trening rezistencije tokom uobičajenog režima priprema. Pored toga, izometrijska snaga možda i ne reflektuje sposobnost razvijanja sile u dinamičkim uslovima sredine. Ona može biti i loš indikator mišićne aktivnosti u toku igre. Pojedine studije su pokazale određenu zavisnost između dinamičke mišićne aktivnosti u laboratorijskim okolnostima i uslovima spoljašnje sredine (Hrysomallis i sar., 1999). Asami i Togari (1968) su pokazali značajnu korelaciju između moći ekstenzije kolena i brzine lopte u šutiranju, koje obe rastu sa dužim bavljenjem sportom. Cabri i saradnici (1988) su pokazali značajnu vezu između snage nogu, merene kao vrh krive izometrijskog pokreta, i šutiranja lopte pokazane kroz dostignutu distancu. Veza je bila značajna i za koncentrične i za ekscentrične kontrakcije zglobova kuka i kolena u fleksiji i ekstenziji. Povezanost između snage noge i šutiranja lopte pokazuje da trening snage može biti efektivan u poboljšanju parametara fudbalskog šuta (Reilly, 1990). Uz upotrebu tehničkih elemenata, izgleda da trening snage pridodat normalnom režimu treninga, poboljšava i mišićnu snagu i šutiranje lopte. Vrhunski fudbaleri imaju veću brzinu pokreta u poređenju sa kontrolom što takođe može biti važna determinanta tehnike u šutiranju lopte (Oberg i sar., 1986).

Povezanost između dinamičke mišićne snage ekstenzora kolena i šutiranja lopte možda je zavisna i od nivoa stečenih veština u trenutku testiranja. Trolle i saradnici (1993) su merili izokinetičku snagu mišića ekstenzora kolena u vrhunskih fudbalera pri ugaonom ubrzanju od 0 do 4.18 rad/s. Nije pokazana zavisnost između ovih parametara i ubrzanja lopte zabeležene tokom standardizovanog šutiranja. Ubrzanje lopte je bilo nepromenjeno nakon 12 nedelja treninga snage. Moguće je da motorna kontrola preovladava nad mišićnom snagom kod vrhunskih fudbalera mada i izbor kriterijuma za merenje parametara šuta može biti značajan faktor. Rame i mišići trupa uključeni su u aktivnosti ubacivanja lopte iz auta a dugačka ubacivanja u protivnički kazneni prostor mogu biti izvor izglednih šansi za pogodak. Distanca izbacivanja kod fudbalera pokazalo se, zavisi od snage povlačenja i fleksione snage trupa (Togari i Asami, 1972). Metod

treniranja, korišćenjem medicinskih lopti, povećava parametre snage ali bez odgovarajućeg porasta distance izbacivanja. Ovo pokazuje određeni stepen specifičnosti u veštini izbacivanja i sugerise da pojedinci trebaju biti predselektovani za ove aktivnosti. Pošto fizički zahtevi variraju sa ulogama i mestima u timu, vrednosti mišićne snage mogu zavisiti od pozicije koju igrač zauzima. Golmani i odbrambeni igrači imaju veću maksimalnu ekstenzije kolena na 0.52 rad/s nego napadači ili vezni igrači (Oberg i sar., 1984). Rezultati su pod znakom pitanja pošto nisu korigovani za telesnu površinu kako bi se uklonio pozicioni efekat. Slična zapažanja izneta su od Togari i sar. (1988) u testu na Japanskim fudbalerima. Autori su pokazali da su golmani značajno "jači" od napadača u pokretima spore brzine (1.05 rad/s), a vezni igrači se nalaze između ove dve grupe. Razlike postaju ne značajne pri ugaonom ubrzanju od 3.14 rad/s. Danas je čest slučaj praćenja mišićne snage putem izokinetičke aparature (Cybex®, Kin-Com®, Bio-Dex®, Lido®). Ovi aparati nude mogućnost za determinisanje moment-ubrzanje krivulja u izokinetičkim pokretima i formiranje kriva zglobov-ugao u serijama izometrijskih kontrakcija. Kompleksniji sistemi dopuštaju merenje mišićne aktivnosti u ekscentričnim kao i koncentričnim i izometrijskim modelima. U ekscentričnoj aktivnosti, muskulatura udova se suprostavlja otporu mašine; mišići se produžuju i ostvaruju ekscentričnu kontrakciju. Izokinetički testovi su gotovo isključivo izvođeni na donjim ekstremitetima i pri koncentričnim kontrakcijama. Dok je snaga ekstenzije kolena u koncentričnoj kontrakciji u korelaciji sa izvođenjem šuta, još veća korelacija je pronađena za snagu fleksije kolena u ekscentričnoj kontrakciji (Cabri i sar., 1988). Posedovanje snažnih mišića zadnje lože buta, naročito u ekscentričnom obrascu, je veoma važan zahtev za vrhunski fudbal. Balans između snage mišića zadnje lože buta i kvadricepsa može uticati na frekvencu povreda kod fudbalera. Na niskim brzinama i pod izometrijskim režimom preporučuje se odnos fleksije i ekstenzije kolena od 60-65% (Oberg i sar., 1986). Ovaj odnos je povećan pri porastu ugaonog ubrzanja, mada se preciznost merenja gubi sa povećanjem brzine. Izokinetička testiranja snage dopuštaju poređenje leve i desne noge kako bi se identifikovao mišićni disbalans i slabija strana kao podložnija povredi. Test profili su takođe značajni tokom praćenja oporavka korišćenjem nepovređene strane kao referentne. Ova poređenja za identifikovanje asimetrije ili slabosti jednog ekstremiteta jednog sportiste su verovatno značajnija od komparacije među timovima i članovima tima. Ova napomena je ključna pri poređenjima različitih podataka iz drugih laboratorija koje su koristile alternativne test protokole.

ANAEROBNA MOĆ I KAPACITET

Od vrhunskih fudbalera se zahteva da produkuju visoku energetska proizvodnju a nekada da tu produkciju održavaju sa vrlo kratkim periodima odmora. Razlaganje visoko energetskih intamuskularnih izvora fosfagena (ATP, PCr) zajedno sa anaerobnom glikolizom doprinosi ovom cilju. Ovi supstrati (ATP, kreatin fosfat i glikogen) mogu se koristiti od strane mišića na početku aktivnosti i rezultuju visokom anaerobnom produkcijom energije. Maksimalna produkcija energije može se izračunati mnogim testovima (Margaria i sar., 1966; Lakomy, 1984; Bar-Or, 1987) u kojima se od ispitanika traži da u kratkom periodu vremena (15, 30 s) ostvare maksimalan mišićni rad (trčanje uz stepenice, na treditu, vožnja ergobicikla). Anaerobna moć u skoku u vis se može izračunati poznajući telesnu masu, visinu vertikalnog skoka i vreme provedeno u vazduhu (Bosco i sar., 1983). Inače, vertikalni skok u vis je sam po sebi odličan indikator mišićne sposobnosti tj. obavljenog mehaničkog rada. Maksimalna sposobnost da se generiše anaerobna moć u vertikalnom skoku se može izmeriti i odgovorom na digitalnoj tenziometrijskoj platformi (DTP). Međutim to zahteva skupu i kompleksnu opremu koja uglavnom nije dostupna za rutinska merenja. Testiranja na DTP zahtevaju pretpostavku da je telesno težište pri zaletu za skok i doskoku nepromenjeno a doprinos pokreta ruku minimalan (Bosco i sar., 1983). Viitasalo i Komi (1978) su razvili tehniku testiranja na DTP koja minimizira greške merenja. Rezultati koje postižu fudbaleri u testovima anaerobne sposobnosti pokazuju uticaj mesta u timu koje zauzima testirani subjekt (Gauffin i sar., 1989; Hrysmallis i sar., 1999; Al-Hazzaa i sar., 2001). Superiorne rezultate u testiranju anaerobne moći Engleskih fudbalera (Thomas i Reilly, 1979) pokazuju golmani i centralni bekovi kao i napadači. Pojedini rezultati se često po svojim vrednostima približavaju vrhunskim atletičarima. Meta-analize studija koje su pratile fiziološke napore fudbalera tokom treninga i utakmica slažu se da je aerobna komponenta dominantna nad anaerobnom u odnosu 3 prema 2 (Faina i sar., 1988; Shephard, 1999). Međutim, iako fudbaleri veći deo utakmice provode u aerobnom režimu rada, ključne situacije na mečevima se uglavnom dešavaju tokom anaerobnih aktivnosti (šut na gol, dribling, ubacivanje lopte, sprint ka lopti) (Bangsbo i sar., 1991). Shodno tome, imperativ savremenog fudbalskog treninga je da izbalansira optimalne nivoe aerobne i anaerobne sposobnosti.

TIP MIŠIĆNIH VLAKANA

Karakteristike mišićne aktivnosti fudbalera u mnogo slučajeva determinisane su distribucijom mišićnih vlakana. Mišićna vlakna su kategorisana kao brza i spora vlakna shodno brzini reakcije na stimulus. Alternativna klasifikacija je bazirana na histohemijskim karakteristikama i obuhvata spora oksidativna (Tip I), brza glikolitička (Tip IIb) i brza oksidativna glikolitička vlakna (Tip IIa). Funkcije različitih mišićnih vlakana su vrlo kompleksne i složene i prevazilaze obim ove studije (Williams, 1990). Fudbal zahteva sposobnost održavanja fizičkog napora, uglavnom diskontinuiranog, tokom 90 minuta igre na visokom nivou intenziteta (Van Gool i sar., 1988). Kako je profil aktivnosti kompatibilan i sa brzim i sa sporim vlaknima, balansirana kombinacija oba tipa vlakana (sa blagom dominacijom brzih vlakana) se očekuje kod vrhunskih fudbalera (Kuzon i sar., 1990; Reilly, 1996). Odnos mišićnih vlakana u kvadricepsu vrhunskih Švedskih fudbalera je bio oko 60% u korist brzih vlakana (Jacobs i sar., 1982). Ovi rezultati pokazuju da je odnos brzih i sporih vlakana kod vrhunskih fudbalera bliži sprinterima nego dugoprugašima. Ipak prisutna je velika varijabilnost u sastavu mišićnih vlakana u okviru istog tima sa vrednostima od 40.8 do 79.1% brzih vlakana. Očekivalo bi se da su mišićna vlakna golmana i odbrambenih igrača, kod kojih je anaerobni profil rada dominantan, u većini brza po tipu. Pri interpretaciji rezultata neophodno je obratiti pažnju i na proceduru i lokalitet merenja kao i na takmičarski period. Mišićna biopsija je suveren metod utvrđivanja odnosa brzih i sporih vlakana, mada i indirektna metoda na DTP (Vittasalo i Komi, 1978) ima zadovoljavajuću naučnu osnovu. Distribucija mišićnih vlakana zavisi i od vrste mišića na kojem je izvršena procena ili biopsija (Garagiola i sar., 1994). M. triceps surae ima važnu funkciju u kretanju, a m. quadriceps u pokretima šutiranja. Shodno tome, neophodno je komparirati rezultate samo istih mišićnih grupa. Primećeno je i da se nakon perioda povrede i rehabilitacija, iako je genetski determinisan, u izvesnom stepenu menja odnos tipa vlakana kod vrhunskih fudbalera (Anderson i sar., 1992). Konačno, mišićne biopsije izvedene radi utvrđivanja odnosa mišićnih vlakana pokazale su da tokom meča dolazi i do smanjenja količine glikogena osobito u sporokontraujućim vlaknima (Bangsbo i Mizuno, 1988; Hickner i sar., 1997). Bilo kakvi preuranjeni zaključci o tipu, distribuciji i značaju tipa mišićnih vlakana kod vrhunskih fudbalera su nekompletni. Distribucija vlakana moguće je da odražava mesto u timu tako da ekipa može biti veoma heterogena po ovom pitanju. Parente i saradnici (1992) su pokazali znatno manji procenat brzih vlakana među igračima sredine terena (43%) nego kod odbrambenih igrača (56%) i napadača (72%). Ove karakteristike odgovaraju zahtevima odgovarajućeg mesta u timu. U svakom slučaju, pretpostavlja se da odnos brzih i sporih vlakana u mišićima determiniše sklonost ka određenom metaboličkom putu; diskutabilno je da li procenat brzih i sporih mišićnih vlakana može biti izolovan parametar koji profilise vrhunskog fudbalera.

AEROBNA SPOSOBNOST VRHUNSKIH FUDBALERA

Aerobni sistem je glavni izvor obezbeđivanja energije tokom fudbalskih aktivnosti i takmičenja (Ekblom, 1986; Bangsbo, 1994a). Da je ovo tačno pokazano je merenjem fizioloških parametara tokom fudbalskih utakmica i analiziranjem metaboličkih karakteristika mišića fudbalskih sportista (Reilly, 1990; Ali i Farrally, 1991; Reilly i Keane, 1999b). Gornja granica koja određuje sposobnost organizma da unese kiseonik predstavljena je maksimalnom potrošnjom kiseonika (VO_2max). VO_2max predstavlja integrator fizioloških funkcija aerobnog energetskog sistema u kojoj učestvuju pluća, srce, krv i aktivni mišići. Plućne funkcije vrhunskih fudbalera uglavnom se mere spirometrijom jednog izdaha. Rezultati forsiranog vitalnog kapaciteta (FVC) i forsiranog ekspiratornog volumena u prvoj sekundi (FEV1) pokazuju tendenciju ka vrednostima većim u odnosu na referentne vrednosti dobijene antropometrijskim proračunom (Vecchiet i sar., 1976). Međutim, smatra se da je ovo karakteristika svih sportista, a ne samo fudbalera. Plućne funkcije uglavnom nisu limitirajući faktor u maksimalnoj aerobnoj aktivnosti i glavna upotreba spirometrijskih merenja leži u dijagnostikovanju eventualnih poremećaja ili opstrukcije pluća. Kiseonički transportni sistem je pod uticajem kapaciteta za vezivanje kiseonika krvi. Zajedno sa maksimalnim minutnim volumenom, on određuje količinu kiseonika koja dolazi to aktivnih mišićnih ćelija. Ovo je važno u fudbalu zbog velikog doprinosa aerobnih sistema u produkciji energije. Kapacitet za vezivanje kiseonika je određen koncentracijom hemoglobina u krvi, koja utiče na vezivanje kiseonika u eritrocitima, i zapremine krvi. Shodno tome, ukupni telesni hemoglobin je u visokoj korelaciji sa VO_2max . Zapremine krvi i ukupni hemoglobin pokazuju tendenciju ka većim vrednostima za oko 20%, kod sportista kod sportova izdržljivosti u odnosu na nesportiste (Biancotti i sar., 1992). Koncentracija hemoglobina i hematokrit fudbalera je uglavnom u okviru normalnog opsega (Resina i sar., 1991; Bury i sar., 1998; Ostojić, 2001). Hematološke analize imaju dakle najznačajniju ulogu u dijagnostikovanju anemije ili deficita rezervi gvožđa kod sportista čiji rezultati su ispod očekivanja (Islegen i sar., 1989). Količina krvi isporučena aktivnim mišićima tokom intenzivnog napora zavisi od minutnog volumena srca koji je funkcija udarnog

volumena i frekvencije srca. Maksimalna frekvencija srca se ne povećava kao rezultat treninga i nije po sebi indikator fizičke pripremljenosti. Srce odgovara na fizički trening povećavanjem veličine i efikasnosti srca kao pumpe. Srčane šupljine (naročito leva komora) povećavaju svoju zapreminu kao rezultat delovanja ponovljenog preopterećenja treningom izdržljivosti dok zidovi srca u prvom periodu postaju tanji a zatim postaju hipertrofirani kao rezultat delovanja pritiska. Hipertrofija srčanog mišića za posledicu ima veći udarni volumen a veća leva komora omogućava znatnije punjenje krvi pre kontrakcije srca. Obe pojave se manifestuju u nižoj frekvenciji srca u miru i to je čest nalaz kod profesionalnih fudbalera (Smodlaka, 1978; Al-Hazzaa i Chukwuemeka, 1999; D'Ottavio i Castagna, 1999). Najniže srednje vrednosti srčane frekvence u miru od 48 udara u minutu, su pokazane kod engleskih fudbalera prve lige (Thomas i Reilly, 1979). Niža frekvencija srca omogućava produžavanje vremena relaksacije tokom diastole i pad pritiska ispod normalnih vrednosti od 80 mm Hg. Pulsni pritisak, razlika između sistolnog i diastolnog pritiska, sa vrednostima od 50 mm Hg za engleske fudbalere prve lige, je veća u odnosu na normalne vrednosti od 40 mm Hg (Thomas i Reilly, 1979). Videli smo da na maksimalnu potrošnju kiseonika mogu uticati plućna ventilacija (VE), plućna difuzija, kapacitet krvi za vezivanje kiseonika, minutni volumen srca i arteriovenska razlika u koncentraciji kiseonika. Tipično, kod fudbalera se $VO_2\max$ meri u progresivnom testu opterećenja u terenskim i laboratorijskim uslovima. Motorizovani tredmil obezbeđuje najpovoljniji oblik aktivnosti za testiranje fudbalera, dok su rezultati na bicikl-ergometru za 10 do 15% manjih vrednosti (Verstappen i Bovens, 1989). Pri direktnim merenjima, izdahnuti vazduh se analizira na sadržaj O_2 i CO_2 a meri se i minutna ventilacija (VE). Dostizanje maksimalnog aerobnog kapaciteta ($VO_2\max$) je indikovano platoon VO_2 blizu tačke iscrpljenosti, porastom RER indeksa (VC_{O_2}/VO_2) iznad 1.1, elevacijom srčane frekvence do predviđenog maksimuma ili koncentracijom laktata u krvi koja odražava anaerobni metabolizam (Reilly, 1990). Prosečne vrednosti $VO_2\max$ za vrhunske fudbalere pokazuju relativno visoke vrednosti, podržavajući verovanje da postoji veliki doprinos aerobnih mehanizama za igranje popularne igre. Međutim, vrednosti ne dostižu visoke vrednosti karakteristične za sportove izdržljivosti (skijaško trčanje, maraton, triatlon) gde su vrednosti često iznad 80 ml/kg/min. Vrednosti za vrhunske fudbalere leže u rasponu od 55 do 70 ml/kg/min, sa većim vrednostima tipičnim za vrhunske fudbalere maksimalne pripremljenosti (Raven i sar., 1976; Withers i sar., 1977; Rhodes i sar., 1986; Mangine i sar., 1990; Buttifant, 1999). Dok na vrednosti $VO_2\max$ mogu uticati razlike u standardima igre i režim treninga, faza takmičarske sezone takođe može biti od značaja (Ekblom, 1994). Maksimalna potrošnja kiseonika profesionalnih fudbalera se značajno povećava u predsezonskom periodu kada je akcenat stavljen na aerobni trening (Reilly, 1990; Ostojić 2004). Dalje aktivnosti na povećanju $VO_2\max$ tokom sezone, imaju veoma mali doprinos. Kada se susretnu dva tima jednakih veština i sposobnosti, onaj sa superiornim aerobnim kapacitetom će imati prednost, i imaće mogućnost da igra meč višim ritmom i većom brzinom (Bangsbo, 1994a). Apor (1988) je pokazao na mađarskim fudbalerima visoku korelaciju između prosečnih timskih vrednosti $VO_2\max$ i mesta na tabeli Mađarskog šampionata. Srednje vrednosti za prvi, drugi, treći i četvrti tim su bile 66.6, 64.3, 63.3 i 58.1 ml/kg/min. Faktori kao što su stabilnost u timu, kontinuitet takmičenja i odsustvo povreda pomažu u održavanju visokih individualnih i timskih vrednosti $VO_2\max$. Maksimalna potrošnja kiseonika varira i shodno poziciji u timu tamo gde je moguće jasno izdvojiti poziciona mesta. Igrači sredine terena (vezni) i spoljni igrači (bekovi, krila) imaju najveće vrednosti $VO_2\max$ (Reilly, 1990). Centralni i odbrambeni igrači imaju vrednosti ispod veznih igrača ali iznad golmana. Značajna korelacija pokazana između $VO_2\max$ i pređene distance tokom utakmice ($r = 0.9$) ukazuje na potrebu za visokim nivoom rada kod veznih igrača koji su veza između odbrane i napada. Golmani koji imaju najniže vrednosti $VO_2\max$ istovremeno su i grupa koja ima najveći procenat masnog tkiva. Četiri nemačka nacionalna golmana imaju vrednosti od oko 56 ml/kg/min u poređenju sa 62.0 ml/kg/min za celi tim (Hollmann i sar., 1981). Sa druge strane, prosečne vrednosti $VO_2\max$ za 19 profesionalaca iz Portugalijske koji igraju na mestu igrača sredine terena su iznad 60 ml/kg/min (Puga i sar., 1993). Dok $VO_2\max$ pokazuje maksimalnu sposobnost za utilizaciju kiseonika tokom intenzivne aktivnosti, ipak nije moguće zadržati visoko intenzivnu aktivnost kroz duži vremenski period na intenzitetima bliskim $VO_2\max$. Gornji nivo na kojem je moguće zadržati produženu aktivnost se naziva anerobnim pragom. Uglavnom se ova granica predstavlja kao intenzitet rada koji odgovara koncentraciji laktata u krvi od 4 mmol/l, početku nakupljanja laktata u krvi (OBLA) ili kao tačka defleksije u odnosu između ventilacije i potrošnje kiseonika sa porastom intenziteta aktivnosti (ventilatorni prag). Tačka na kojoj dolazi do porasta nivoa laktata iznad pomenutih vrednosti, tokom testa opterećenja, odgovara vrednosti od 83.9% $VO_2\max$ kod 31 vrhunskog Finskog fudbalera (Rahkila i Luhtanen, 1991). Dalje, vrednosti $VO_2\max$ koje korespondiraju sa koncentracijom laktata u krvi od 3 mmol/l su na nivou od 80% $VO_2\max$ tokom kontinuiranog i intervalnog testa na tredmilu kod vrhunskih Danskih fudbalera (Bangsbo i Lindquist, 1992). Referentni nivo laktata za kontinuirani test je u

visokoj korelaciji sa distancom pretrčanom u igri (Bangsbo, 1994a). Vrednosti ventilatornog praga su merene na opterećenju od 77% VO_2max kod engleskih vrhunskih fudbalera (Davies i sar., 1992). Dobijene vrednosti su bile bliske uobičajenim nivoima intenziteta aktivnosti tokom maratona. Isprekidana priroda fudbala podrazumeva da fudbaleri često funkcionišu iznad ovih intenziteta iako je prosečan intenzitet na nivou od 75-80% VO_2max (Reilly, 1994).

SPECIFIČNI FUDBALSKI ELEMENTI

Fudbal kao i svaka druga sportska grana ponaosob, ima svoju tehniku pod kojom se podrazumeva racionalno izvođenje pokreta sa loptom i bez nje u cilju rešavanja određenih zadataka u igri. Određene situacije u igri igrač rešava na različite načine. Savremeni fudbal zahteva od igrača savršeno vladanje tehnikom, a uz pomoć odgovarajućih psiho-fizičkih sposobnosti mogu da se očekuju povoljni rezultati. Fudbalska biomehanika pruža spektar metoda kojima se fudbalske aktivnosti koje se pojavljuju u realnim situacijama simuliraju i analiziraju. Razlozi za izvođenje ovakvih merenja leže u pomoći u razumevanju opšte mehaničke efikasnosti pokreta, u detaljnom opisivanju određene sposobnosti i analizi faktora koji leže u osnovi vrhunskog fudbalskog nastupa tj. objašnjavanju i razumevanju svake fudbalske veštine. Ona je od velike pomoći u trenažnom procesu a rezultat upotrebe dovodi do usavršavanja u izvođenju izabranih veština. Širok spektar veština i sposobnosti prisutan je tokom fudbalskog treninga i takmičenja. Ukratko, predmet biomehaničke analize uglavnom su one veštine koje su uzrok ključnih situacija u igri. Šutiranje i svi njegovi elementi su biomehaničke aktivnosti koje su najviše analizirane u modernom fudbalu (Barfield, 1998). Na primer, preciznost u sebi sublimira aspekt šutiranja i neuromišićne veze koji dovodi do postizanja pogotka. Specifična brzina, koordinacija i ravnoteža sa loptom neke su od veština koje sadrže elemente udarca nogom po lopti. Druge veštine i sposobnosti znatno manje su analizirane u naučnoj literaturi. Na primer, dribling, udaranje lopte glavom, ubacivanje iz auta, eksplozivnost, agilnost, fleksibilnost privlačile su znatno manju pažnju biomehaničke analize (Lees i Nolan, 1998). Agilnost predstavlja kapacitet sportiste da brzo menja kretanje u različitim pravcima. Pokazano je da su agilnost i brzina dva odvojena biomehanička parametra (Buttifant i sar., 1999). U poređenju sa kontrolnom grupom, fudbaleri pokazuju značajno bolju agilnost (Buttifant, 1999). Ova činjenica je razumljiva ako se ima u vidu da sposobnost da se brzo stane, krene u jednom pa u drugom smeru, koja zahteva finu motornu koordinaciju, predstavlja neophodan element fudbalske igre. Fleksibilnost zglobova kod fudbalera je vrlo važan faktor prevencije od povreda. Pronalaženje pojedinaca sa neadekvatnim nivoom fleksibilnosti je od izuzetnog značaja kod fudbalera koji su pod povećanim rizikom od povreda (Reilly, 1990). Faktorska analiza većeg broja studija fleksibilnosti kod vrhunskih fudbalera pokazala je da su pojedinci sa neadekvatnim goniometrijskim parametrima u zglobu kuka pod povećanim rizikom od povređivanja (Moller i sar., 1985). Smanjen obim pokreta pokazan je i kod pojedinih Japanskih (Haltori i Ohta, 1986) i Švedskih fudbalera (Ekstrand, 1982). Reakciono vreme predstavlja meru koliko brzo subjekt – vrhunski fudbaler, reaguje na stimulus iz neposrednog okruženja. Ova sposobnost je predominantno nasledna međutim smanjuje se sa starenjem subjekta. Ona može biti od značaja kod fudbalera gde igrači moraju brzo reagovati na draži spoljašnje sredine (teren, lopta, saigrači, protivnici, publika). Pokazano je da je reakciono vreme Engleskih fudbalera na vizuelni stimulus kraće u poređenju sa sportistima drugih disciplina (Reilly, 1990). Ova sposobnost podrazumeva "čitanje" i interpretaciju kompleksnih situacija u igri i brz i adekvatan odgovor. Kratko reakciono vreme omogućava i brz odgovor u ključnim situacijama. Reakciono vreme čitavog tela (whole body reaction time – WRT) praćeno je kod japanskih fudbalera (Togari i Takahashi 1977). Ovaj parametar podrazumeva reakciju čitavog tela, a ne samo segmenta na spoljašnji stimulus, što je situacija iz realnog fudbalskog okruženja. Autori su pokazali da je WRT trening-specifičan parametar i da pozicija golmana pokazuje kraća vremena reakcije. Generalno uzev, za sada nema relevantnih podataka o razlikama u biomehaničkim i situaciono-motoričkim parametrima između vrhunskih i nevrhunskih fudbalera. Takođe, nije definisano ni pravo mesto ovih parametara u profilisanju elitnih fudbalera. Različite merene varijable, nekontrolisane studije, nestandardizovani protokoli neki su od razloga zašto ova merenja, neosporno značajna, nisu postala rutinska praksa u selekcioniranju i profilisanju u fudbalskom sportu.

Kao što smo videli, aspekti kao što su iskustvo, telesna struktura, izdržljivost, ravnoteža između anaerobne i aerobne sposobnosti, pored ostalih faktora, igraju ključnu ulogu u evaluaciji vrhunskih fudbalskih sportsita. Međutim, veoma je teško pronaći specifičan fiziološki i antropometrijski atribut uspeha. Nekoliko skorašnjih studija pokušalo je da opiše strukturalne i funkcionalne karakteristike vrhunskog fudbalskog sportiste i uporedi ih sa nižerazrednim fudbalerima u cilju otkrivanja veze između rezultata fizioloških testiranja i nivoa takmičenja. Razumevanje profila uspešnog fudbalera može pružiti trenerima i sportskim naučnicima bolje praktično poznavanje ove

grupe sportista. Neophodni su dalji istraživački napor u cilju stvaranja konačnog stava – u svakom slučaju, rezultati studija ukazuju na snažnu zavisnost između aerobne i anaerobne sposobnosti i nivoa sportskog postignuća u fudbalu. Pomenuti kvaliteti su preduslov i prednost za učestvovanje u fudbalu na vrhunskom nivou. Sa praktične tačke gledišta, ova informacija ključna je za trenere i sportske pedagoge koji treba da prilagode trenažne programe i koncentrišu se na specifične karakteristike u cilju poboljšanja nastupa i postizanja vrhunskih rezultata.

LITERATURA

- Adhikari, A., Kumar Das S. (1993) Physiological and physical evaluation of Indian national soccer squad. *Hungarian Review of Sports Medicine*, 34, 197-205.
- Agre, J.C., Baxter, T.L. (1987) Musculoskeletal profile of male collegiate soccer players. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 68, 147-150.
- Al-Hazzaa, H.M., Chukwuemeka, A.C. (1999) Echocardiographic assessment of elite Saudi soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 17, 807.
- Al-Hazzaa, H.M., Almuzaini, K.S., Al-Refaei, S.A., Sulaiman, M.A., Daftardar, M.Y., Al-Ghamedi, A., Al-Khuraiji, K.N. (2001) Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 54-61.
- Ali, A., Farrally M. (1991) Recording soccer players heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences*, 9, 183-189.
- Anderson, J.L., Bangsbo, J., Klitgaard, H., Saltin, B. (1992) Changes in short-term performance and muscle fibre-type composition by strength training of elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 10, 162-163.
- Apor, P. (1988) Successful formulae for fitness training. In: *Science and Football*. Eds: Reilly, T., Less, A., Davies, K., Murphy, W.J. London: E & FN SPON. 95-107.
- Asami, T., Togari, H. (1968) Studies on the kicking ability in soccer. *Research Journal of Physical Education*, 12, 267-272.
- Bangsbo, J. (1994a) The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica (Suppl)*, 619, 1-155.
- Bangsbo, J., Mizuno, M. (1988) Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. In: *Science and Football*. Eds: Reilly, T., Less, A., Davies, K., Murphy, W.J. London: E & FN SPON. 114-124.
- Bangsbo, J., Lindquist, F. (1992) Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 125-132.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., Thorso, F. (1991) Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 110-116.
- Bar-Or, O. (1987) The Wingate Anaerobic Test: An update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, 4, 381-394.
- Barfield, W.R. (1998) Biomechanics of kicking in soccer. *Clinics in Sport Medicine*, 17, 711-728.
- Berg, K.E., Lavoie, J.C., Latin, R.W. (1985) Physiological training effects of playing youth soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 656-660.
- Biancotti, P.P., Caropreso, A., Di Vincenzo, G.C., Ganzit, G.P., Gribaudo, C.G. (1992) Hematological status in a group of male athletes of different sports. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 32, 70-75.
- Bosco, C.P., Luhtanen, P., Komi, P. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 273-282.
- Burke, L.M., Gollan, R.A., Read, R.S. (1986) Seasonal changes in body composition in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine*, 20, 69-71.
- Bury, T., Marechal, R., Mahieu, P., Pirnay, F. (1998). Immunological status of football players during the training season. *International Journal of Sports Medicine*, 19, 64-68.
- Butler, M., Craven, R.P., Dickinson, L.A., Kinch, R.F.T., Ramsbottom, R. (1999) Dietary analysis of a group of English First Division soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 17, 808.
- Buttifant, D. (1999) Physiological and performance characteristics of Australian Football League players. *Journal of Sports Sciences*, 17, 809-810.
- Buttifant, D., Graham, K., Cross, K. (1999) Agility and speed of soccer players are two different performance parameters. *Journal of Sports Sciences*, 17, 809.
- Cabri, J., De Proft, E., Dufour, W., Clarys, J.P. (1988) The relation between muscular strength and kick performance. In: *Science and Football*. Eds: Reilly, T., Less, A., Davies, K., Murphy, W.J. London: E & FN SPON. 186-193.

- Campos, W., da Silva, S.G., Ladewig, I. (1999) The effects of age and skill on motor and cognitive components of soccer performance. *Journal of Sports Sciences*, 17, 824-825.
- Chin, M.K., Lo, Y.S., Li, C.T., So, S.H. (1992) Physiological profiles of Hong Kong elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 26, 262-266.
- Davies, J.A., Brewer, J., Atkin, D. (1992) Preseasonal physiological characteristics of English first and second division soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 10, 541-547.
- D'Ottavio, S., Castagna, C. (1999) Work rate and cardiovascular stress among elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 17, 810.
- Dowson, M.N., Cronin, J.B., Presland, J.D. (1999) Anthropometric and physiological differences between groups of New Zealand national soccer players based on sex and age. *Journal of Sports Sciences*, 17, 810-811.
- Ekblom, B. (1986) Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3, 50-60.
- Ekblom, B. (ed.) (1994). *Football (Soccer)*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Ekstrand, J. (1982) Soccer injuries and their prevention. Doctoral thesis, Linköping University.
- Faina, M., Gallozzi, C., Lupo, S., Colli, R., Sassi, R., Marini, C. (1988) Definition of the physiological profile of the soccer player In: *Science and Football*. Eds: Reilly, T., Less, A., Davies, K., Murphy, W.J. London: E & FN SPON. 158-163.
- Garagiola, U., Citelli, L., Forzati, A., Scabini, R., Cavallaro, G.F. (1994) Functional evaluation of young soccer players by means of progressive maximal exercise test and mechanical power test (Bosco jump test). *Medicina Dello Sport*, 47, 69-73.
- Gauffin, H., Ekstrand, J., Arnesson, L., Tropp, H. (1989) Vertical jump performance in soccer players: a comparative study of two training programmes. *Journal of Human Movement Studies*, 16, 215-224.
- Green, S. (1992) Anthropometric and physiological characteristics of south Australian soccer players. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 24, 3-7.
- Haltori, K., Ohta, S. (1986) Ankle joint flexibility in college soccer players. *Journal of Human Ergology*, 15, 85-89.
- Helgerud, J., Hoff, J., Wisloff, U. (1999) Differences in strength and endurance between elite male and female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 17, 813.
- Helsen, W., Starkes, J.L., van Winckel, J. (1998). The influence of relative age on success and dropout in male soccer players. *American Journal of Human Biology*, 10, 791-798.
- Hickner, R.C., Fisher, J.S., Hansen, P.A., Racette, S.B., Mier, C.M., Turner, M.J., Holloszy, J.O. (1997) Muscle glycogen accumulation after endurance exercise in trained and untrained individuals. *Journal of Applied Physiology*, 83, 897-903.
- Hollmann, W., Liesen, H., Mader, A. (1981) Zur hochstund dauerleistungsfähigkeit der deutschen fussball-spitzenspieler. *Deutch Zeitschrift fur Sportmedizin*, 32, 113-120.
- Hrysomallis, C., Koski, R., McCoy, M., Wrigley, J. (1999) Correlations between field and laboratory tests of strength, power and muscular endurance for elite Australian Rules footballers. *Journal of Sports Sciences*, 17, 813-814.
- Islegen, C., Karamizrak, O., Ozkilic, H., Erlacin, S. (1989) Investigation on hemoglobin, hematocrit, serum iron and ferritin parameters of Turkish national soccer players. *Spor Hekimligi Dersigi*, 24, 65-70.
- Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson J., Rasmusson, M., Houghton, B. (1982) Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 48, 297-302.
- Junge, A., Dvorak, J., Chomiak, J., Peterson, K., Graf-Baumann, T. (2000) Medical history and physical findings in football players of different ages and skill levels. *American Journal of Sports Medicine*, 28 (Suppl), S16-21.
- Kuzon, W.M.J., Rosenblatt, J.D., Huebel, S.C., Leatt, P., Plyley, M.J., McKee, N.H., Jacobs, I. (1990) Skeletal muscle fibre type, fibre size and capillary supply in elite soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 99-102.
- Lakomy, H. (1984) An ergometer for measuring the power generated during sprinting. *Journal of Physiology*, 11, 33.
- Lees, A., Nolan, L. (1998) The biomechanics of soccer: a review. *Journal of Sports Sciences*, 16, 211-234.
- Margaria, R., Aghemo, P., Rovelli, E. (1966) Measurement of muscular power (anaerobic) in Man. *Journal of Applied Physiology*, 21, 1661-1664.
- Martin, A.D., Spenst, L.F., Drinkwater, D.T., Clarys, J.P. (1990) Anthropometric estimates of muscle mass in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 729-733.
- Mohacsi, I., Meszaros, I. (1986) Body build and relative fat content in qualified soccer players. *Hungarian Review of Sports Medicine*, 27, 287-290.

- Moller, M.H., Oberg, B.E., Gillquist, J. (1985) Stretching exercise and soccer: effect of stretching on range of motion in the lower extremity in connection with soccer training. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 50-52.
- Oberg, B., Ekstrand, J., Moller, M., Gillquist, J. (1984) Muscle strength and flexibility in different positions of soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 5, 213-216.
- Oberg, B., Moller, M., Gillquist, J., Ekstrand, J. (1986) Isokinetic torque levels in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 17, 50-53.
- Ostojić, S.M. (2001) Hematological profiles of Serbian top-level soccer players. Communication to the 11th European Congress on Sports Medicine. 14-17 November, Oviedo, Spain.
- Ostojić, S.M. (2002). Changes in body fat content of top-level soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 54-55.
- Ostojić, S.M. (2004) Elite and nonelite soccer players: preseasonal physical and physiological characteristics. *Research in Sports Medicine*. 2004; 12(2): 143-150.
- Parente, C., Montagnari, S., De Nicola, A., Tajana, G.F. (1992) Anthropometric and morphological characteristics of soccer players according to positional role. *Journal of Sports Sciences*, 10, 155.
- Puga, N., Ramos, J., Agostinho, J., Lomba, I., Costra, O., de Freitas, F. (1993) Physical profile of a First Division Portuguese professional football team. In: *Science and Football*. Eds: Reilly, T., Less, A., Davies, K., Murphy, W.J. London: E & FN SPON. 40-42.
- Rahkila, P., Luhtanen, P. (1991) Physical fitness profile of Finnish national soccer teams candidates. *Science and Football*, 5, 30-33.
- Ramadan, J., Byrd, R. (1987) Physical characteristics of elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27, 424-428.
- Reilly, T. (1990). *Football*. In: *Physiology of Sports*. Eds: Reilly, T., Secher, N., Snell, P., Williams, C. London: E & FN SPON. 371-426.
- Reilly, T. (1994) Physiological aspects of soccer. *Biology of Sport*, 11, 3-20.
- Reilly, T. (1996) Fitness assessment. In: *Science and Soccer*. Ed: Reilly, T. London: E & FN SPON. 25-49.
- Reilly, T., Keane, S. (1999a) Seasonal variations in the fitness of elite Gaelic footballers. *Journal of Sports Sciences*, 17, 818-819.
- Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. (2000) Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669-683.
- Resina, A., Gatteschi, L., Giamberardino, M.A., Imreh, F., Rubenni, M.G., Vecchiet, L. (1991) Hematological comparison of iron status in trained top-level soccer players and control subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 453-456.
- Rico-Sanz, J. (1998) Body composition and nutritional assessments in soccer. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 113-123.
- Rico-Sanz, J., Frontera, W.R., Mole, P.A., Rivera, M.A., Rivera-Brown, A., Meredith, C.N. (1998) Dietary and performance assessment of elite soccer players during a period of intense training. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 230-240.
- Shephard, R.J. (1999) Biology and medicine of soccer: An update. *Journal of Sports Sciences*, 17, 757-786.
- Smodlaka, V. (1978) Cardiovascular aspects of soccer. *Physician and Sports Medicine*, 6, 66-70.
- Thomas, V., Reilly, T. (1979) Fitness assessment of English league soccer players through the competitive season. *British Journal of Sports Medicine*, 13, 103-109.
- Togari, H., Asami, T. (1972) A study of throw-in in soccer. *Proceedings of the Department of Physical Education (College of General Education, University of Tokyo)*, 6, 33-38.
- Togari, H., Takahashi, K. (1977) Study of whole body reaction in soccer players. *Proceedings of the Department of Physical Education (College of General Education, University of Tokyo)*, 11, 35-41.
- Togari, H., Ohashi, J., Ohgushi, T. (1988) Isokinetic muscle strength of soccer players. In: *Science and Football*. Eds: Reilly, T., Less, A., Kavids, K., Murphy, W.J. London: E & FN SPON. 181-185.
- Toriola, A.L., Salokin, S.O., Mathur, D.N. (1985) Somatotype characteristics of male sprinters, basketball, soccer, and field hockey players. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 344-346.
- Toteva, M. (1999) Somatotype characteristics of young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 17: 823-824.
- Trolle, M., Aagard, P., Simonsen, E.B., Bangsbo, J., Klausen, K. (1993) Isokinetic muscle strength of soccer players. In: *Science and Football II*. Eds: Reilly, T., Clarys, J., Stibbe, A. London: E & FN SPON. 95-97.

- Van Gool, D., Van Gervan, D., Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In: Science and Football. Eds: Reilly, T., Lees, A., Davids, K., Murphy, W.J. London: E & FN SPON. 51-59.
- Vecchiet, L., Buzzelli, G.P., Frigerio, G., Domani, A. (1976) Respiratory function exploration in soccer players. Torace, 19, 16-33.
- Verstappen, F., Bovens, F. (1989). Interval testing with football players at a laboratory. Science of Football, 2, 15-16.
- Viitasalo, J., Komi, P.V. (1978) Force-time characteristics and fiber composition in human leg extensor muscles. European Journal of Applied Physiology, 40, 7-15.
- Viviani, F., Casagrande, G. (1990) Somatotype characteristics of Italian male basketball, soccer and volleyball players. Journal of Sports Sciences, 8, 184.
- Watson, A.W.S. (1995). Sports injuries in footballers related to defects of posture and body mechanics. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 35, 289-294.
- Williams, C. (1990) Metabolic aspects of exercise. In: Physiology of Sport. Eds: Reilly, T., Secher, N., Snell, P., Williams, C. London: E & FN SPON. 3-67.
- Wilmore, J.H., Behnke, A.R. (1969) An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. Journal of Applied Physiology, 27, 25-31.
- Wislof, U., Helgerud, J., Hoff, J. (1998) Strength and endurance of elite soccer players. Medicine and Science in Sports and Exercise, 30, 462-467.