

EROL KOVAČEVIĆ

NEDIM ČOVIĆ

MENSUR VRCIĆ

FUAD BABAJIĆ

ENSAR ABAŽOVIĆ

ANTROPOMOTORIKA



Naziv knjige: Antropomotorika

Autori: Erol Kovačević, Nedim Čović, Mensur Vrcić, Fuad Babajić i Ensar Abazović

Izdavač: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja Univerziteta u Sarajevu, Patriotske Lige
41, 71000 Sarajevo. <https://fasto.unsa.ba/>

Recenzenti: Prof. dr Izet Bajramović, Prof. Dr Muris Đug i Prof. dr Josipa Nakić

Dizajn naslovne stranice: Lejla Vrcić

Lektor: Prof. Adisa Kadić

Izdanje: elektronsko

ISBN 978-9926-463-06-9

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod ID brojem 54852102

Univerzitet u Sarajevu – Fakultet sporta i tjelesnog odgoja

ANTROPOMOTORIKA

Erol Kovačević, Nedim Čović, Mensur Vrcić, Fuad Babajić i Ensar Abazović

Sarajevo, 2023

Sadržaj:

Uvod i definisanje pojmova	5
Terminološke odrednice.....	5
Antropološki status i mogućnost njegove transformacije	8
Zdravstvene karakteristike - zdravstveni status	10
Morfološke karakteristike	11
Konativne karakteristike	13
Sociološke karakteristike	15
Motoričke i specifično-motoričke sposobnosti.....	15
Funkcionalne sposobnosti.....	19
Kognitivne sposobnosti.....	20
Testiranje i mjerenje, te utvrđivanje stanja antropološkog statusa motoričkih sposobnosti	21
Antropološke razlike prema spolu, uzrastu, hronološkom i biološkom dobu.....	25
Karakteristike rasta i razvoja djece predškolskog uzrasta	25
Karakteristike rasta i razvoja u pubertetskom dobu.....	27
Antropološke razlike po spolu	29
Odnos relativnog uzrasta i razlike antropomotoričkih obilježja djece.....	31
Adaptacija na motoričku aktivnost	35
Fizičko opterećenje kao pokretač adaptacije	36
Faze adaptacije organizma na fizičku aktivnost	38
Fiziološki aspekti adaptacije na fizičko opterećenje.....	39
Bioenergetski sistemi i funkcionalne sposobnosti	43
Metabolizam mišića	44
Glikolitičko laktatni	44
Oksidativni ili aerobni.....	45
Interakcija metaboličkih puteva.....	46
Ukupni metabolizam i razmjena energije pri fizičkom opterećenju.....	47
Energetski izvori - makronutrijenti.....	48
Uloga makronutrijenata pri fizičkom opterećenju	49
Energetska potrošnja.....	49
Energetska potrošnja kroz mišićnu aktivnost	50
Funkcionalne sposobnosti u sportu.....	51
Aerobne funkcionalne sposobnosti	53
Anaerobne funkcionalne sposobnosti	56

Zamor i oporavak.....	59
Snaga.....	67
Faktori mišićne snage	69
Unutrašnji i vanjski faktori ispoljavanja sile i snage	71
Unutrašnji faktori	71
Morfološki faktori - odnos tjelesne mase i snage	71
Uticaj umora na sposobnost ispoljavanja sile i snage.....	72
Spolno uzrokovane razlike ispoljavanja sile i snage.....	73
Uticaj hormonalnog statusa na ispoljavanje sile i snage.....	74
Uticaj biološke dobi na ispoljavanje sile i snage	74
Vanjski faktori	74
Veličina - intenzitet opterećenja	75
Vrsta motoričkog zadatka	75
Nivo utreniranosti	76
Temperatura okoline	77
Struktura snage kao motoričke sposobnosti.....	77
Senzibilne faze i mogućnost kineziološke transformacije.....	81
Karakteristike treninga snage djece i mladih.....	81
Osnove treninga snage	82
Fiziološka osnova ispoljavanja snage	84
Brzina i njene manifestacije.....	89
Fiziološki mehanizmi regulacije i manifestacije brzine.....	94
Mogućnost kineziološkog uticaja na razvoj brzine.....	95
Praktična aplikativnost - testiranje i procjena brzine.....	98
Izdržljivost	103
Testiranje i procjena aerobne izdržljivosti.....	109
Testiraj svoje sposobnosti - BEEP test	110
Uzrasne specifičnosti i povezanost izdržljivosti sa zdravstvenim aspektom.....	111
Razvoj sposobnosti prema uzrasnim karakteristikama	112
Koordinacija.....	116
Faktori koordinacije	117
Struktura prostora koordinacije.....	118
Senzibilne faze i mogućnost kineziološkog uticaja na razvoja koordinacije.....	121
Fiziološka osnova koordinacije.....	122

Praktična aplikativnost - testiranje i procjena koordinacije.....	123
Ravnoteža.....	128
Ravnoteža i ravnotežni položaji u kineziologiji.....	128
Ravnoteža kao motorička sposobnost.....	129
Metodika razvoja i mogućnost kineziološkog uticaja na ravnotežu	132
Fiziološke osnove ravnoteže	134
Agilnost.....	138
Mogućnost kineziološke transformacije	141
Pozadinski - fiziološki mehanizmi ispoljavanja	142
Praktična aplikativnost - testiranje i procjena agilnosti	143
Preciznost.....	148
Klasifikacija i manifestni oblici ispoljavanja preciznosti	148
Unutrašnji i vanjski faktori preciznosti.....	150
Fiziološki mehanizmi regulacije i manifestacije preciznosti	151
Mogućnost kineziološkog uticaja i razvoj preciznosti.....	152
Fleksibilnost.....	154
Struktura i podjela fleksibilnosti.....	155
Metodika razvoja i mogućnost kineziološkog uticaja na fleksibilnost	156
Senzibilne faze razvoja fleksibilnosti	159
Anatomsko-fiziološka osnova fleksibilnosti.....	159
Izvod iz pitanja za ispit:	162

Uvod i definisanje pojmova

Kineziologija je formirana od grčkih riječi *kinesis* (kretanje, pokret) i *logos* (znanost, nauka), te, prema tome, etimološki, Kineziologija je nauka o kretanju. Kineziologija je, konkretnije, nauka koja proučava zakonitosti upravljanog procesa vježbanja i posljedica tih procesa na ljudski organizam (Mraković, 1997).

Predmet interesa, a samim time i proučavanja Kineziologije kao nauke je svaki oblik planiranog i upravljanog procesa vježbanja kojem je cilj:

- Unapređenje zdravlja,
- Optimalan razvoj ljudskih osobina, sposobnosti i motoričkih znanja i njihovo zadržavanje što duže vrijeme na što višem nivou,
- Sprečavanje preranog pada pojedinih antropoloških karakteristika i motoričkih znanja,
- Maksimalan razvoj osobina, sposobnosti i motoričkih znanja i vještina u takmičarski usmjerenim kineziološkim aktivnostima

Važnost proučavanja ljudskog pokreta dovela je do formiranja zasebne nauke, tzv. „Humane kineziologije“. Većina obrazovnih i naučnih institucija u svijetu koje se bave ljudskim pokretom i njemu srodnim oblastima, poput sportskih akademija i fakulteta sporta i tjelesnog odgoja ili fizičke kulture, u svome nazivu ima upravo termin „Kineziologija“. Tako se u Sjedinjenim Američkim Državama preko 60% takvih ustanova zove institutima za kineziologiju ili kineziološkim fakultetima (Perić, 2003). U proteklim godinama je primjetna i ekspanzija u ostale segmente života/ društva, te se tu u prvom planu izdvajaju zdravstveno usmjerena tjelesna aktivnost i Kineziologija rada (Nakić, 2018)

Terminološke odrednice

U literaturi koja je korištena na (Državnom institutu fiskulture) DIF-u 1946.godine predmet koji se bavio motoričkim sposobnostima ljudi nosio je naziv *Opšte fizičko obrazovanje* (OFO). Ovaj termin je kasnije zamijenjen terminom *Opšta fizička priprema* (OFP) koji je korišten u istočnoeuropskim zemljama među kojima je i područje bivše Jugoslavije (Sekulić i Metikoš, 2007). Pored ovog naziva, u različitim sredinama, kao i na Univerzitetima u okviru nastavnih planova i programa, korišteni su i nazivi poput: *Opšta motorika*, *Opšte fizičko obrazovanje*, *Psihofizičke sposobnosti*, *Biomotorika*, *Osnovi motorike čovjeka*, *Osnove psihomotorike*, *Osnove antropomotorike* ili samo *Antropomotorika*, kako se predmet naziva na Fakultetu sporta i tjelesnog odgoja Univerziteta u Sarajevu.

Antropomotorika je kao termin složenica iz termina *Antropos* (čovjek) i *motorika*, čiji je korijen u latinskoj riječi *motor*, u prevodu pokretač ili pokretna sila, dok se u latinskom *motorice* prevodi kao „onaj koji pokreće“ ili „onaj koji proizvodi kretanje“. Samim time, pod terminom antropomotorika se podrazumijeva čovjekovo kretanje kao i načini-putevi-metode njegovog podizanja na viši nivo, u svoj njegovoj kompleksnosti (Đorđević, 1986). U kasnijem periodu, definisanjem pojma antropomotorika su se bavili i drugi teoretičari koji ukazuju da se ovaj izraz najlakše može objasniti etimološkim korijenom riječi koji ukazuje na njegovu semantiku. U širem kontekstu se pod pojmom antropomotorika podrazumijeva sistem antropoloških kretnih varijabli koje opisuju kvalitet kretnih karakteristika čovjeka koje se označavaju kao „antropomotorički status“ (Perić, 2003). Drugi autori u opisivanju dimenzija antropološkog statusa koriste termine poput *psihomotorni*, *psihosomatski* ili pak *bio-psiho-*

socijalni status, a suštinski svi pri tome pokušavaju ukazati na multidimenzionalnost strukture sistema potrebnog za kretnu motoričku aktivnost ljudi. Tako Idrizović (2001), između ostalih, navodi da se ni jedan prostor psihosomatskog statusa ne može samostalno istraživati, te da, bez toga, nije moguće napraviti uvid u relacije svih segmenata ovog statusa. U ovom kontekstu, Nićin (2000) navodi da se u terminu antropomotorika nalazi sve ono što je univerzalno za čovjekovo kretanje, odnosno za njegovu motoriku, za čovjekovo motoričko funkcionisanje te, na bazi motoričkog funkcionisanja, motoričko ponašanje.

Prema Sekuliću i Metikošu (2007) pojam „kineziološke transformacije“ označava promjenu stanja subjekta (čovjeka), u određenom vremenskom periodu, koja nastaje pod utjecajem sistematskog, planiranog i programiranog tjelesnog vježbanja, a pri čemu se stanje subjekta može definisati stepenom razvijenosti njegovih antropoloških obilježja, sposobnosti, osobina i motoričkih znanja kao i međusobnim odnosima između istih. U skladu s ovom definicijom stanja subjekta, autori navode da je moguće razlikovati dvije osnovne vrste kinezioloških transformacijskih promjena i to kvantitativne i kvalitativne. U tom kontekstu, kvantitativne promjene se odnose na promjenu nivoa razvijenosti pojedine sposobnosti i osobine, odnosno nivoa usvojenosti motoričkog znanja, dok, s druge strane, kvalitativne promjene se najčešće odnose na promjene u odnosima ili relacijama između sposobnosti, osobina i motoričkih znanja. Bitno je naglasiti da kineziološke transformacije najčešće dovode do istovremenih promjena antropološkog statusa kvantitativnog i kvalitativnog karaktera.

Kao nastavni predmet, izuzev naziva antropomotorika, u Republici Hrvatskoj koristi se naziv *Osnovne kineziološke transformacije* (OKT). OKT proučava one procese sistemskog tjelesnog vježbanja (kineziološke transformacijske postupke) pomoću kojih se na najefikasniji način razvijaju i/ili održavaju temeljne funkcionalne, motoričke i promjenjive morfološke karakteristike ljudi različite dobi, spola, nivoa treniranosti i usvojenosti motoričkih znanja. Prema ovom shvatanju, termin *kineziološke transformacije* se odnosi na sve oblike upravljanog procesa tjelesnog vježbanja koje nalazimo u području edukacije, sporta, sportske rekreacije te kineziterapije.

Literatura:

Dorđević, D. (1986). Opšta antropomotorika - skripta. Fakultet za fizičku kulturu, Univerzitet u Beogradu. Beograd. Srbija.

Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije, Sveučilište u Splitu. Split. Hrvatska.

Perić, D. (2003). Antropomotorika: osnove sportske lokomocije. Sportska akademija u Beogradu. Beograd. Srbija.

Idrizović, Dž., Idrizović, K. (2001). Osnovi antropomotorike teorija. Univerzitet Crne Gore. Podgorica. Crna Gora

Nakić, J., Kovačević, E., Abazović, E. (2018). Kineziologija rada: bolovi u leđima i tehnike dizanja tereta. Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini, 60(2), 137-148.

Nićin, Đ. (2000). Antropomotorika teorija. Fakultet za fizičku kulturu, Univerzitet u Novom Sadu. Novi Sad. Srbija.

Mraković, M. (1997). Uvod u sistematsku kineziologiju. Fakultet za fizičku kulturu, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. Hrvatska.

Antropološki status i mogućnost njegove transformacije

Izučavanje i opisivanje čovjekovog ponašanja u kineziologiji se najčešće objašnjava preko antropološkog statusa ili, u užem smislu, preko psihosomatskog ili psihomotoričkog statusa. To je multidimenzionalan prostor koji nastoji utvrditi strukturu i međusobnu povezanost različitih dimenzija ljudskog bića na osnovu kojih je moguće sagledavanje i objašnjenje funkcionisanja i međusobne interakcije ljudskih jedinki i okruženja u kojem žive u cjelini. Iz samog naziva je jasno da u korijenu riječi leži *Antropos* što znači čovjek, te, analogno tome, Antropološki znači ljudski. Antropologija kao naučna disciplina, najjednostavnije rečeno, proučava čovjeka u sveobuhvatnom smislu, te, prema tome, postoje različiti načini da se opišu i objasne antropološke dimenzije. U užem smislu, nauka o kretanju se naslanja na antropološke analize i strukturu ljudskih dimenzija ali se primarno referira na faktore i dimenzije koji dominantno objašnjavaju uspjeh u različitim kretnim strukturama. U kineziologiji se najčešće koristi anatomsko-fiziološki način opisivanja ljudskoga bića. Karakteristično za takav pristup je da se pokušavaju opisati organi, organski sistemi, njihova građa i funkcija. Osnova ovakvog pristupa je u nedvojbenoj činjenici da svi ljudi imaju iste (ili barem slične) "sastavne dijelove" i njihovu funkciju. Ovo je bez sumnje jedan od detaljnijih i sveobuhvatnijih načina proučavanja ljudske cjelokupnosti (Sekulić i Metikoš, 2007). Manjkavost ovog pristupa je zanemarivanje uticaja tzv. „latentnih“ na prvi pogled nevidljivih (psihološko, socioloških) dimenzija ličnosti a koje dominantno utiču na ponašanje i djelovanje čovjeka u interakciji sa okolinom.

Iz tih se razloga najčešće primjenjuje drugi pristup koji, pored anatomsko-fiziološke osnove, uzima u obzir i dimenzije ličnosti koje se odnose na psihološko-sociološke karakteristike ličnosti što ga čini multidimenzionalnim, a kao takav bi se mogao definisati kao bio-psiho-socijalni pristup. Prema ovom shvatanju antropološki status se naziva i „Psihosomatski“ gdje se termin „Psiho“ (latinski duša) odnosi na duševni, odnosno, psihički dio ličnosti dok se termin „somat“ (grčki tijelo) odnosi na tjelesni segment odnosno sve antropološke dimenzije koje su vezane za tijelo. U literaturi se često susreće i termin „Psihomotorni status“ koji, na neki način, pokušava dovesti u vezu već ranije objašnjenu psihičku komponentu ličnosti sa kretanjem jer se termin motorni ili motorički odnosi na kretnu komponentu ličnosti. Potiče od latinske riječi „motorius“ (motor) pokretač, a zapravo se pokušava objasniti pokretačka sila koja dovodi do kretne aktivnosti i koja predstavlja vezu uma i tijela. U ovom smislu se termin *motorika* odnosi na ispoljavanje različitih pokreta i kretanja, odnosno, na cjelokupnu svjesnu kretnu aktivnost čovjeka. Ovaj pristup u fokus stavlja svjesni, planirani, voljni pokret i kretanje kao osnovu ukupne kretne aktivnosti čovjeka, a samim time i njegov uticaj na sve antropološke dimenzije i njihove međusobne relacije. Upravo je potreba za proučavanjem uticaja kretanja i trenažnog procesa kao specifičnog, planiranog i kontrolisanog procesa na promjene antropoloških dimenzija temeljno područje interesovanja antropomotorike.

Iz ugla antropomotorike, antropološki status čovjeka podrazumijeva niz dimenzija, odnosno faktora (karakteristika i sposobnosti) čiji je varijabilitet (promjenjivost) toliki da se može razlikovati među ljudima, te da se za svakog pojedinca može definisati odgovarajući status. O strukturi samog antropološkog statusa ne postoje sasvim jasni i usaglašeni stavovi teoretičara u prostoru kineziologije ili antropologije. Upravo zbog toga, različiti ponuđeni modeli imaju različit broj dimenzija. Jednostavnije rečeno, neki autori smatraju da se neke dimenzije mogu posmatrati kao jedna dok ih drugi na neki način razdvajaju i prave distinkciju između njih. Rezultat toga je postojanje (ponuđenih) modela sa različitim brojem faktora u svojoj strukturi.

Ne postoji opšteprihvaćeni, univerzalni model koji sadrži jasno definisanu strukturu antropološkog statusa koja bi se mogla apsolutno promijeniti na sve jedinke ljudske vrste. Ovakav pristup, koji pojedini zagovaraju, je neprihvatljiv u potpunosti jer svaka jedinka ima više ili manje izražene pojedine dimenzije kao i njihove međusobne relacije, a čime se narušava svaka rigidna struktura antropološkog statusa, te se može reći da je samo individualnost univerzalna. Bez obzira na to, svaki od ponuđenih modela podrazumijeva postojanje osobina ili karakteristika i sposobnosti na osnovu kojih se može definisati kompletan antropološki status. Razlika između osobina i sposobnosti najlakše se može objasniti na način da osobine shvatimo kao ono što neko jeste, dakle, opisuje određena obilježja ljudskih bića, dok s druge strane, sposobnosti se mogu opisati kao ono što smo u mogućnosti da uradimo, odnosno, ono za šta smo sposobni.

Jedan od ponuđenih modela antropološkog statusa koji podrazumijeva sposobnosti i osobine predložen je od strane Sekulića i Metikoša (2007) i podrazumijeva sljedeće:

- Zdravstvene karakteristike ili zdravstveni status - ukazuju na stanje zdravlja organa i organskih sistema;
- Morfološke ili somatske karakteristike/obilježja - predstavljaju osobine građe tijela tj. ukazuju na aktuelno stanje građe tijela, kao i odnose između mekih i tvrdih tkiva;
- Konativne karakteristike/ obilježja - osobine koje se nazivaju i crte ličnosti a definišu oblike ponašanja u najrazličitijim situacijama u kojima se ljudska bića nalaze tokom života;
- Sociološke karakteristike - društvene karakteristike koje definišu socijalni status ličnosti;
- Motoričke i specifično motoričke sposobnosti - određuju mogućnost različitih motoričkih manifestacija pojedine ljudske jedinke;
- Funkcionalne sposobnosti - određuju efikasnost sistema za iskorištavanje energije pri obavljanju rada u različitim režimima;
- Kognitivne ili intelektualne sposobnosti, koje se nazivaju i spoznajne sposobnosti ljudskih bića - određuju procese percepcije, mišljenja i rješavanja problem.

Kako je već istaknuto, ne postoji konsenzus o konačnom broju antropoloških dimenzija te se iz tog razloga kod različitih autora mogu pronaći različiti hijerarhijski modeli.

Posebno je pitanje međusobnih relacija različitih dimenzija antropološkog statusa ali i faktora koji dominantno utiču na razvoj i strukturu osobina i sposobnosti svake jedinke. Pojednostavljeno bi se moglo reći da su sve antropološke dimenzije isprepletene jer funkcionišu po principu povratne sprege (tzv. engl. *feedback mechanism*) što ukazuje na funkcionalnu integrisanost svih sastavnih elemenata antropološkog sistema.

Na antropološke dimenzije, u pozitivnom ili negativnom smislu, utiču endogeni faktori koji su primarno nasljedni ili genetski i egzogeni faktori koji se odnose na uslove života i djelovanja i zavise od životnog stila, u najširem smislu te riječi. Pojedine antropološke dimenzije su pod većim uticajem jednog npr. endogenog faktora, dok su druge nasuprot tome podložnije promjenama pod različitim egzogenim faktorima. Što je veći genetski uticaj na neku antropološku dimenziju to je mogućnost njene transformacije kineziološkim sredstvima i metodama manja. Upravo iz tih razloga, najveći interes kineziologije je usmjeren prema onim osobinama i sposobnostima koje se u značajnoj mjeri mogu mijenjati pod uticajem tjelesnog

vježbanja. U nastavku će bit pojedinačno objašnjene sve antropološke dimenzije i date osnovne naznake o mogućnostima kineziološkog uticaja na te dimenzije.

Zdravstvene karakteristike - zdravstveni status

Bez obzira na različite predložene strukture antropološkog statusa i hijerarhiju dimenzija, mišljenje autora je da zdravstveni status ima esencijalnu i dominantnu ulogu za normalno funkcionisanje ljudskog organizma te da se kao takav mora postaviti na prvo mjesto kod objašnjenja njegove važnosti i uticaja na ostale antropološke dimenzije. Jednostavno rečeno, zdravlje je osnovni preduslov uspjeha u bilo kojoj kretnoj aktivnosti, sportu ali i životu jer zdravlje je uslov bez kojega se ne može (lat. *conditio sine qua non*). Veoma je važno napomenuti da zdravlje nema cijenu, te da bilo koji cilj ili rezultat ne smije ugroziti zdravlje i normalno funkcionisanje organizama. Često se u stručnim krugovima ali i među sportistima pojavljuje ideja da sportski rezultat ima imperativ u odnosu na sve drugo pa i na zdravlje samih sportista. Takav stav, prije svega, dehumanizira sport, ali, pored toga, može dovesti do ozbiljnih posljedica po zdravlje pa i do fatalnih ishoda. U tom smislu zdravlje mora biti imperativ postavljen pred svakog pojedinca, bio on aktivni sudionik sporta ili ne.

Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije (WHO, 1984) „zdravlje je stanje potpunog tjelesnog, duševnog i socijalnog blagostanja, a ne samo odsutnost bolesti i nemoći“. I druge stručne publikacije izučavale su i dale svoje definicije ili osvrte na zdravlje ili zdravstveni status pojedinca. U skladu sa tim, a obzirom da je naglašeno da zdravstveni status dominantno utiče na sve ostale dimenzije antropološkog statusa, može se reći da „zdravlje predstavlja višedimenzionalan koncept, a ogleda se u terminima: a) odsutnost tjelesne boli, onesposobljenosti ili stanja koja mogu izazvati smrt; b) emocionalno blagostanja i c) zadovoljstvo socijalnim funkcioniranjem“ (Alić, 2015). Čak i jednostavnom pretragom na Wikipediji dolazimo do definicije koja glasi: „Zdravlje se najčešće definiše kao odsustvo bolesti, traume (povreda i njihovih posljedica), deformacija i duševnih poremećaja, te, u širem smislu, kao visoki stepen opće funkcionalnosti organizma, odnosno nenarušenost funkcionalnosti organizma, harmonija i nenarušenost intelektualnih i bioloških funkcija“.

S aspekta kineziologije, posebno je važno da kretanje, odnosno mišićna aktivnost, uz energiju, kisik i vodu, predstavlja jednu od elementarnih biotičkih potreba čovjeka kojom se održava život (Malina i sar., 2004; Abernethy, 2005), onda je sasvim jasna i neraskidiva veza između kretanja i održavanja zdravstvenog statusa svakog pojedinca. Zapravo, život bez kretanja nije moguć na duže vrijeme, niti bez njega može nastati (Wilmore i sar., 2008), te tako, tjelesna aktivnost ima veoma bitnu ulogu u zdravstvenom statusu pojedinca, neovisno radi li se o njegovoj tjelesnoj, ili mentalnoj komponenti. Nedostatak ili odsustvo tjelesne aktivnosti se u stručnoj literaturi naziva hipokinezija, a suštinski predstavlja takav nivo tjelesne aktivnosti koji je hronično ispod praga nadražaja koji omogućava održavanje funkcionalnog kapaciteta najvažnijih organskih sistema.

Uticaj hipokinezije na funkcionalnu sposobnost organizma suprotan je uticaju fizičkog treninga, a posljedice njenog dugotrajnog djelovanja mogu se okarakterisati kao stanje fizičke detreniranosti. Naime, tjelesna neaktivnost jedan je od većih zdravstvenih problema XXI stoljeća (Blair, 2009). Razlog tome je činjenica da jako mnogo epidemioloških istraživanja povezuju nedovoljnu tjelesnu aktivnost s većom prevalencom mnogih hroničnih bolesti (Mišigoj-Duraković i sar., 2018). Tako je Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) 2002.godine objavila da su smrtnost, obolijevanje i invaliditet koji su povezani s hroničnim

nezaraznim bolestima, odgovorni za više od 60% svih smrti u svijetu, a da su nezdrav način prehrane i manjak tjelesne aktivnosti glavni rizični faktori (riziko-faktori) za nastajanje tih bolesti. Dakle, da bi ljudski organizam normalno funkcionisao i očuvao, ili unaprijedio nivo zdravlja, potrebna je određena količina kretanja tj. nekog oblika mišićne aktivnosti. Iz tih su razloga vodeće svjetske institucije, a koje se bave zdravljem ljudi, fizičku aktivnost uvrstile u sami vrh faktora koji imaju pozitivan utjecaj u prevenciji bolesti i unapređenju zdravlja. Tako u zajedničkoj deklaraciji Međunarodnog udruženja za sportsku medicinu (FIMS) i Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), pod nazivom „Tjelesna aktivnost za zdravlje“ (engl. *Physical Activity for Health*), stoji da je nedovoljna fizička aktivnost (čije je ishodište smanjena fizička sposobnost) u današnje vrijeme „najvažniji faktor nepotrebnog obolijevanja i preranog umiranja“. Ove krovne institucije su, na osnovu niza provedenih epidemioloških istraživanja, izvele dva osnovna zaključka:

1. Snižen nivo fizičkih (primarno aerobne) sposobnosti je nezavisan, ali za većinu osoba reverzibilan faktor rizika nepotrebnog obolijevanja i preranog umiranja, prije svega od kardiovaskularnih i metaboličkih, ali i nekih malignih oboljenja. Njegov značaj je u istom rangu sa značajem drugih, dobro poznatih faktora zdravstvenog rizika kao što su: visok krvni pritisak, visok nivo holesterola i pušenje;
2. Za suzbijanje nepovoljnih zdravstvenih efekata fizičke neaktivnosti, dovoljno je dostizanje i održavanje, ne visokog već samo prosječnog nivoa fizičke sposobnosti.

U korijenu višestrukih povoljnih zdravstvenih efekata vezanih za fizičku aktivnost su fiziološki i metabolički odgovori na vježbanje. Fizička aktivnost zahtijeva povećanje energetske potrošnje i nameće dodatna opterećenja mnogim organskim i enzimskim sistemima. Ovi zahtjevi izazivaju trenutne odgovore i dugoročnu adaptaciju, prije svega, kardiovaskularnog, respiratornog, nervnog, endokrinog i mišićno-skeletnog sistema. Najneposredniji povoljni efekti su kardiovaskularna i mišićno-skeletna adaptacija koje povećavaju funkcionalne kapacitete ovih organskih sistema. Povećanje aerobnog kapaciteta, mišićne snage i izdržljivosti pod uticajem trenažnih programa dobro je dokumentovano kod osoba svih starosnih grupa.

Iako zdravstveni status nije direktno polje interesovanja u većini kinezioloških aktivnosti, ipak je njegova važnost, a i činjenica da se određenim vrstama treninga povećava globalni nivo zdravlja, dovela do sve većeg interesovanja kineziologije kao nauke za poboljšanje zdravstvenog statusa što za rezultat ima i nastanak zdravstveno usmjerene tjelesne aktivnosti. Ova grana kineziologije primarno proučava mogućnosti kineziološkog tretmana na poboljšanje različitih aspekata zdravstvenog statusa.

Morfološke karakteristike

Izgledom i građom ljudskog tijela, u najširem smislu te riječi, bavi se morfologija kao zasebna nauka koja primarno proučava, objašnjava i opisuje građu ljudskog tijela i anatomske osnove koje određuju funkciju organa i organskih sistema. U užem smislu, morfologija je naučna disciplina koja proučava strukturu i razvoj živih organizama i njihovih sastavnih dijelova na nivou koji je vidljiv golim okom i/ili mikroskopom (Sekulić i Metikoš, 2007). Ovo su, dakle, direktno mjerljive dimenzije ljudskog tijela koje imaju veliki uticaj na motoričke i funkcionalne sposobnosti organizma, a zbog čega su u fokusu kineziologije kao nauke. Pod morfološkim karakteristikama (u literaturi je moguće pronaći i termin antropomorfne) podrazumijevaju se osobine koje određuju tjelesnu građu čovjeka koja podrazumijeva strukturu mekih i tvrdih

tkiva, a najčešće se dijele na 4 dimenzije i to 1) longitudinalnu dimenzionalnost tijela, 2) transferzalnu dimenzionalnost tijela, 3) volumen i masu tijela i 4) potkožno masno tkivo.

Longitudinalna dimenzionalnost tijela ili skeleta označava rast kostiju u dužinu a determinisana je antropometrijskim dimenzijama kao što su: tjelesna visina, dužina ruke, dužina noge i sl. Ove dimenzije su pod izuzetno velikim uticajem genetske determinacije, što zapravo određuje da ne postoji mogućnost kineziološkog uticaja na rast kostiju u dužinu.

Transverzalna dimenzionalnost označava rast kostiju u širinu a determinisana je antropometrijskim dimenzijama kao što su dijametri koljena, lakta, biakromijalni raspon i sl. Kako navode Sekulić i Metikoš (2007), ova dimenzija morfološkog-antropometrijskog statusa nešto manje je genetski uslovljena od longitudinalne dimenzionalnosti skeleta. Naime, istraživanja su dokazala kako se primjenom adekvatnih kinezioloških aktivnosti može uticati na gomilanje osteoblasta (koštanih stanica) na stijenkama kostiju te time povećati poprečni presjek kostiju i njihovu debljinu. Stoga se transverzalna dimenzionalnost smatra *djelomično kineziološki promjenjivom* dimenzijom.

Volumen i masa tijela predstavlja faktor voluminoznosti tijela koji označava tjelesne obime i masu a determinisana je antropometrijskim dimenzijama kao što su: tjelesna težina, obim nadlaktice, obim struka, obim potkoljenice i sl. Ovaj morfološka dimenzija je možda i najinteresantnija morfološka dimenzija s aspekta kineziologije jer suštinski je određena količinom mišićnog tkiva odnosno bezmasnom masom tijela. Nije posebno potrebno objašnjavati da količina mišićnog tkiva dominantno određuje opštu motoričku i funkcionalnu efikasnost jer gotovo u svim situacijama, veća mišićna masa podrazumijeva veću sposobnost generisanja sile, a time i kretanja. Ove dimenzije su u fokusu kineziologije jer je povećanje mišićne mase jedan od najčešćih trenažnih ciljeva u sportu. Količina mišićne mase genetski je visoko determinasana ali je na istu moguć značajan trenažni uticaj. Dakle, adekvatnim sadržajima i metodama treninga, uz optimalnu prehranu (unos gradivnih materija) moguće je u značajnoj mjeri povećati mišićnu masu te time uticati na voluminoznost tijela.

Potkožno masno tkivo kao četvrti faktor morfološkog statusa označava količinu adipoznog tkiva i determinisan je antropometrijskim dimenzijama kao što su: kožni nabor trbuha, kožni nabor leđa, kožni nabor nadlaktice i sl. Potkožno masno tkivo predstavlja „akumuliranu“ uskladištenu količinu energije u organizmu, koja nastaje dugotrajnim kalorijskim suficitom. Prema tome, količina potkožnog masnog tkiva je pod velikim uticajem egzogenih faktora, što znači da se može povećavati ali i smanjivati, u zavisnosti od energetske ravnoteže (odnos kalorijskog unosa kroz hranu i potrošnje kroz bazalni metabolizam i mišićni rad) u organizmu. Pored toga, potkožno masno tkivo ima negativan uticaj na većinu motoričkih i funkcionalnih sposobnosti što znači da ograničava opštu motoričku i funkcionalnu efikasnost. Zbog toga većina sportskih aktivnosti zahtijeva optimalnu (često što je moguće manju) količinu potkožnog masnog tkiva, no međutim, postoje sportovi kao što je sumo hrvanje u kojima je potrebna velika količina masnog tkiva. U kontekstu transformacija tj. redukcije masnog tkiva, najčešće se koriste aerobne aktivnosti cikličnog karaktera i dugog trajanja, ali umjerenog intenziteta. Važno je napomenuti da i ostale trenažne metode nerijetko, na indirektan način, utiču na redukciju masnog tkiva (npr. trening sa vanjskim opterećenjem i intervalni trening visokog intenziteta).

Sa aspekta kineziologije bitno je spomenuti da je na osnovu morfoloških dimenzija moguće odrediti konstitucionalni tip ili somatotip, koji se uzima kao relevantan faktor u selekciji i

usmjeravanu prema određenim sportskim aktivnostima. Prema Jurku i saradnicima (2015), za utvrđivanje somatotipskih karakteristika primjenjuje se metoda Heatha i Cartera koja se temelji na Sheldonovoj klasifikaciji somatotipova. Isti autori navode da je somatotip prema ovoj metodi definisan s tri broja koja izražavaju vrijednost triju komponenata:

1. Endomorfne - definiše izraženost potkožnog masnog tkiva, a računa se iz vrijednosti triju izmjerenih kožnih nabora;
2. Mezomorfne - izražava razvijenost mišićno-skeletnog sistema i računa se iz vrijednosti visine tijela i cirkularnih dimenzija udova (nadraktice i potkoljenice) korigovanih za vrijednosti kožnih nabora te dijametra lakta i koljena;
3. Ektomorfne - izražava longitudinalnost tijela prema odnosu tjelesne visine i tjelesne mase.

Prema ovom shvatanju, tjelesna konstitucija čovjeka primarno je definisana morfološko-anatomskih mjerama, a prije svega, odnosima longitudinalne i transferzalne dimenzionalnosti skeleta kao i voluminoznosti i mase. U nastavku je prikazano kako ove mjere, ukoliko se posmatraju općenito (ne individualno) mogu određivati konstitucionalni tip pogodan za bavljenje različitim sportskim aktivnostima.

Endomorfna ili piknična konstitucija karakteristična je po malim longitudinalnim mjerama, povećanoj količini masnog tkiva i većim cirkularnim dimenzijama. Ova konstitucija najmanje je pogodna za bavljenje sportom ali nije dominantan ograničavajući faktor za uspjeh u sportu.

Mezomorfna ili atletska konstitucija ukazuje na tjelesnu građu sa izraženom transferzalnom dimenzionalnošću skeleta i velikom mišićnom masom. Ovaj tip se smatra univerzalnom „sportskom“ konstitucijom jer daje osnovu za uspješno bavljenje velikim brojem sportskih aktivnosti.

Ektomorfna, leptosomna ili astenična konstitucija ukazuje na tjelesnu građu sa izraženom longitudinalnom dimenzionalnošću i malom tjelesnom masom. Ova konstitucija je poželjna u nekim sportskim disciplinama u kojima velika visina i mala masa čine bitan faktor uspjeha.

Konativne karakteristike

Konativne karakteristike su, u teoriji, odgovorne za modalitete ljudskog ponašanja te, u najširem smislu opisuju efikasnost regulacije i kontrole ponašanja. Zahvaljujući različitim teorijama, koje su rezultat proučavanja modaliteta ljudskog ponašanja, utvrđeno je da postoje normalne i patološke konativne karakteristike. Utvrđen je veliki broj „normalnih“ i značajno manji broj „patoloških“ konativnih faktora. U kineziološkoj teoriji se konativne karakteristike poistovjećuju sa crtama ličnosti koje su od primarne važnosti za emocionalne i motivacijske aspekte psihičkih procesa, te stoga, s aspekta kineziologije, konativne dimenzije ličnosti mogu biti ključne za efikasnu adaptaciju na uslove koje postavlja sport i sportski trening, te samim time, i sportsku aktivnost (Milanović, 2014).

Crte ličnosti definišu oblike ponašanja u najrazličitijim situacijama u kojim se ljudska bića nalaze tokom života (Sekulić i Metikoš, 2007). Primarno su određena kao ekstrovertna ili introvertna ponašanja. Ekstrovertni tip ličnosti karakteriše otvorenost i veliko interesovanje za ljude i stvari oko sebe zbog čega se ekstroverti češće bave timskim sportovima u kojim nastoje ostvariti svoje ciljeve saradnjom sa drugim članovima sportske grupe-tima. Nasuprot tome, introvertni tip ličnosti orijentisan je prema sebi, zatvoren je za interakciju sa okolinom i

svijetom oko sebe, te, stoga, introverti se češće opredjeljuju na bavljenje individualnim sportovima jer na taj način samostalno preuzimaju odgovornost za uspjeh ili neuspjeh u sportu u koji su uključeni.

Modaliteti ponašanja, pa i tip ličnosti, primarno zavise od motiva-ciljeva kao osnovne pokretačke sile koja utiče na donošenje odluka i kontrolu ponašanja. Generalno, motivi se mogu podijeliti na biotičke ili primarne i socijalne ili sekundarne, koji se još nazivaju i stečenim. S aspekta kineziologije, dominantno se izučavaju stečeni ili socijalni motivi jer je rezultat u nekoj sportskoj aktivnosti dominantno vezan za zadovoljavanje motiva postignuća u sportu. Ovaj motiv se najčešće definiše kao potreba da se dostigne ili premaši određeni standard kvaliteta u kontekstu sportskog rezultata (Dautbašić i Bradić, 2005). Krajnji rezultat ostvarenja motiva postignuća u sporu je postizanje određenog cilja. Međutim, postizanje određenih ciljeva se u sportu ne dešava uvijek na način koji je planiran, te se, zbog toga, može desiti da je pod jednim uslovima neki rezultat potpuno prihvatljiv i doživljava se kao uspjeh dok je u nekim drugim taj isti rezultat potpuni neuspjeh. Također, postoji i individualna različitost u doživljavanju, poimanju i vrednovanju rezultata što u konačnici može rezultirati da dvojica sportista isti rezultat percipiraju potpuno različito, odnosno da je za jednog to ostvarenje cilja, a za drugog potpuni promašaj i neuspjeh.

Subjektivno doživljavanje stvarnosti, kao rezultat konativnih karakteristika, može da dovode i do nastanka konflikta, a najprije zbog činjenice da zbog izrazite potrebe za ostvarenjem vlastitih ciljeva pojedinac počne da drugog pojedinca ili grupu doživljava kao prepreku za postizanje zacrtanih postignuća. Generalno se može reći da je konflikt u sportu zapravo sukob između različitih motiva tj. ciljeva. Pondi (1967) ističe da se pojam konflikt u literaturi koristi kako bi se opisali uzroci konfliktnog ponašanja, afektivna stanja pojedinaca, kognitivna stanja pojedinaca, kao i stilovi konfliktnog ponašanja. Kontrola konfliktnog ponašanja u sportu jedan je od važnijih uspjeha i jedan do veoma zahtjevnih zadataka koji se postavlja pred trenere i kineziologe uopšte. Sva ponašanja u sportu generalno mogu se smjestiti između dva polariteta koji su predstavljeni agresivnim ili anksioznim ponašanjem.

Agresivnost i agresivno ponašanje u psihologiji se povezuju sa nasrtljivim ljudima spremnim na upotrebu sile ili drugih oblika prinude u svrhu ostvarivanja vlastitih ciljeva. To su uglavnom društveno neprihvatljivi oblici ponašanja koji negativno utiču na druge ljude koji imaju društvenu interakciju sa agresivnim osobama. Važnost kontrole i samokontrole pojedinaca sa ovakvim ponašanjem je bitna jer takmičarski sport podrazumijeva da se na sportskom terenu-borilištu, dva čovjeka ili dvije grupe ljudi, nadmeću-takmiče za ostvarenje svojih ciljeva tj. pobjede uz poštovanje propisa tj. pravila po kojima se ta aktivnost odvija. U tim uslovima, kontrolisana agresivnost je prihvatljiva ili čak i poželjna karakteristika koja omogućava da se ostvari rezultatska prednost. Dakle, kontrolisana sportska agresivnost se poistovjećuje sa pojmovima sportska borbenost koja u osnovi sadrži upornost, odlučnost, istrajnost i hrabrost za poduzimanje akcija koje vode rezultatskoj uspješnosti, odnosno ostvarivanju individualnih ili grupnih ciljeva. Nasuprot ovim oblicima ponašanja stoji anksioznost koja se povezuje s osjećajem unutrašnje tjeskobe, strepnje i neodređenog straha. Prema tome, o anksioznosti se češće govori kao o faktoru koji remeti i limitira adaptivne procese organizma, te se, kao takva, nastoji prevazići kod pojedinaca koji se bave takmičarskim sportom.

Konativna obilježja mogu imati značajan uticaj na izbor i preferencije kada su u pitanju sportske aktivnosti, jer, kao takva, mogu biti faktor rezultatske uspješnosti. Iako konativne karakteristike ni u kom slučaju ne spadaju u red antropoloških obilježja na koja se

kineziološkim tretmanom želi i može značajno uticati, pravilnim i stručnim, a prije svega pedagoškim pristupom kroz različite kineziološke aktivnosti, može se uticati na oblikovanje ličnosti i sticanje i razvijanje društveno prihvatljivih oblika ponašanja.

Sociološke karakteristike

Sociološke karakteristike podrazumijevaju niz faktora povezanih sa društvenim statusom pojedinca ili grupe i predstavljaju direktni predmet interesovanja sociologije u najširem smislu i sociologije sporta u kineziološkom smislu. Prema Jurku i saradnicima (2015), sociologija u sportu proučava strukturu i razvoj obilježja značajnih za planiranje i programiranje odgojno obrazovnih procesa općenito, te edukacije, sporta, kineziološke rekreacije i kineziterapije posebno. Ova disciplina obuhvata strukturu i razvoj društvenih obilježja i dimenzija i njihov uticaj i položaj u sistemu antropoloških dimenzija važnih za kineziološku efikasnost. Sociologija sporta pored već pomenutih faktora izučava grupnu dinamiku, socijalizaciju i sociopatološke pojave i utjecaj kineziološke aktivnosti na efikasnost sociologije. Posebno važno područje interesovanja sociologije sporta, sa svim njenim granama je odgojno obrazovni proces pri kojem se, unutar kineziologije izučava tjelesna kultura kao društveni fenomen u najširem smislu te riječi. Posebno važno pitanje u području sociologije sporta je tzv. grupna dinamika. Pod ovim pojmom se najčešće objašnjava stratifikacija članova grupe tj. kakvi su međusobni odnosi pojedinca sa grupom i kakav je njihov međusobni uticaj. U tom smislu, proučava veze između pojedinaca različitog kvalitativnog nivoa unutar grupe ali i uticaj tih veza na ostvarenje zajedničkih ciljeva odnosno uspjeha u takmičenju, primarni je interes sociologije sporta.

Kineziološkim se aktivnostima u velikoj mjeri utiče na sociološku adaptaciju. Pojedinaac se uči socijalnoj odgovornosti, dakle, odgovornost prema ostalim pojedincima i grupi u cjelini, navikava se na kooperativnost i saradnju, uči se ponašanju u grupi, razvija toleranciju prema različitosti i prihvatanju različitih osoba, razvija se pozitivan odnos prema obavezama i formiraju radnih navika, omogućava se izražavanje karakteristika i kreativnosti unutar grupe na pozitivnim osnovama i reducira se neadekvatni modaliteti ponašanja.

Motoričke i specifično-motoričke sposobnosti

Prostor motoričkih sposobnosti zauzima dominantnu ulogu u istraživanjima strukture antropoloških dimenzija u oblasti kineziologije, što je u potpunosti razumljivo jer motoričke sposobnosti primarno utiču na efikasnost ljudskog kretanja koja je temeljni predmet interesovanja kineziologije kao nauke. Prilikom pokušaja da se objasne motoričke sposobnosti i njihova pozicija u antropološkom statusu, često se govori o manifestnom i latentnom prostoru motoričkih sposobnosti. Pojednostavljeno rečeno, manifestni oblicima kretanja su vidljive i lako mjerljive forme pokreta i kretanja koje u najvećoj mjeri zavise od sposobnosti tj. latentnih dimenzija koje leže u osnovi izvršenja tih kretnih obrazaca. Dakle, manifestni oblici kretanja (ono što vidimo) kao npr. trčanje, skakanje i sl. zavise od latentnih sposobnosti (ono što ne vidimo ali smo svjesni da postoji) kao što su snaga, brzina i sl. Latentne dimenzije generalno, pa tako i motoričke sposobnosti, se ne mogu direktno vidjeti ali se mogu procijeniti i izmjeriti na osnovu njihovih tipičnih manifestnih oblika kretanja.

U literaturi se termin „motorika“ najčešće vezuje za manifestne oblike kretanja, dok se za latentne dimenzije najčešće koriste termini biomotoričke, psihomotoričke ili prosto motoričke sposobnosti. Termin motoričke sposobnosti će biti korišten u ovoj publikaciji. Kod objašnjenja manifestnih oblika ispoljavanja motoričkih sposobnosti teoretičari se uglavnom dobro slažu,

dok je kod objašnjenja latentnih dimenzija u prostoru motoričkih sposobnosti situacija značajno drugačija. Jedna od definicija koja u obzir uzima oba faktora (manifestni i latentni) data je od strane Sekulića i Metikoša (2007) koja kaže da motoričke sposobnosti određuju potencijal osobe u izvođenju motoričkih manifestacija, tj. jednostavnih i složenih voljnih kretanja koje se izvode djelovanjem skeletnih mišića. Ovdje riječ potencijal može biti shvaćena kao sinonim za latentne dimenzije (sumarno ispoljavanje motoričkih sposobnosti) dok su motoričke manifestacije evidentno vidljive dimenzije. Dodatno razumijevanje i definisanje manifestnih i latentnih motoričkih dimenzija dali si Findak i Prskalo (2004) koji navode da se motoričke sposobnosti uslovno definišu kao latentne motoričke strukture koje su odgovorne za praktično beskonačan broj manifestnih reakcija koje se mogu izmjeriti i opisati. Možda najobuhvatniju definiciju motoričkih sposobnosti je dao Zaciorski (1975) koji navodi da su motoričke sposobnosti oni oblici motoričke aktivnosti koji se pojavljuju u kretanim strukturama koje se mogu opisati jednakim parametrijskim sistemom, koje se mogu izmjeriti istovjetnim skupom mjera i u kojima nastupaju analogni fiziološki, biološki i psihički procesi, odnosno mehanizmi.

Teoretičari, a naročito oni s prostora bivše Jugoslavije su pokušavali objasniti ukupni motorički potencijal čovjeka pretpostavljajući da on egzistira kao generalni faktor motoričkih sposobnosti najčešće nazivan G-faktorom, uz istovremeni pokušaj formiranja sigurnog hijerarhijskog modela koji će pozicionirati svaku motoričku sposobnost u skladu sa faktorima višeg i nižeg reda.

Takav model hijerarhijskoga tipa podrazumijeva postojanje jednog generalnog faktora (faktora najvišega reda ili G-faktora), dok bi se niže u strukturi nalazili faktori nižega reda, a na najnižem nivou bi bile pozicionirane motoričke sposobnosti. Prema ovom stanovištu, motorički potencijal čovjeka se ogleda kroz složen multifunkcionalni model koji zavisi od genetskih faktora, uslova sredine ali i interakciji sa drugim segmentima antropološkog statusa. Upravo zbog složenosti samog modela, ali i različitih faktora koji na njega utiču (kod različitih populacija izdvojili su se različiti faktori) nikada nije utvrđen generalni motorički faktor, te se, samim time, nije došlo do zajedničkog stava o samoj hijerarhijskoj strukturi motoričkih sposobnosti. Iz tih razloga, u ovoj publikaciji bit će predstavljeni faktori, odnosno, mehanizmi, koji egzistiraju u modelu bez obzira na samu strukturu i broj motoričkih sposobnosti oko kojih se teoretičari ne slažu.

Hijerarhijski model motoričkog funkcioniranja i strukture motoričkih sposobnosti predstavljen od strane Sekulića i Metikoša (2007) napravljen na osnovu velikog broja ranijih istraživanja (npr. Kurelić i sar., 1975) i utvrdio je postojanje dva primarna mehanizma koji određuju ispoljavanje svih motoričkih sposobnosti. To su mehanizam za regulisanje kretanja i mehanizam za energetske regulaciju.

U sklopu mehanizma za regulisanje kretanja izdvajaju sve dva pod segmenta tj. mehanizma nižeg reda a to su: mehanizam za strukturiranje kretanja i mehanizam za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa. Sposobnosti koje su pod direktnim uticajem ovog mehanizma nazivaju se informacijskim motoričkim sposobnostima.

Za ovu publikaciju dovoljno je objasniti operativne, odnosno, mehanizme nižeg reda. Prije svega, to je mehanizam za strukturiranje kretanja, od kojeg zavisi efikasnost izvođenja čitavog niza koordinativno složenih kretanja i zbog toga se često naziva generalnim faktorom koordinacije. Pod kontrolom ovog mehanizma je sposobnost izvođenja i učenja novih kretanja

struktura, naročito složenog tipa, ali i brzina usvajanja svih novih, a naročito složenih, kretnih obrazaca. Može se reći da, na neki način, mehanizam za strukturiranje kretanja određuje efikasnost i kontroliše motoričke programe vezane za učenje i izvođenje složenih kretnih struktura te da je on dominantan za ljudsku koordinaciju u najširem smislu te riječi.

Kao drugi podfaktor u mehanizmu za regulaciju kretanja, prema modelu, izdvaja se mehanizam za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa. Ovaj mehanizam vezan je dominantno za živčanu regulaciju mišićne aktivnosti tj. motoričku kontrolu. Njegovo djelovanje se ogleda u istovremenoj regulaciji redoslijeda, omjera i intenziteta uključivanja i isključivanja agonističkih, sinergističkih i antagonističkih mišićnih grupa. Ovaj mehanizam nadzire i upravlja radom pojedinačnih mišića ali i njihovim međusobnim odnosima tj. određuje koliku će silu pojedini mišić generisati u svakom momentu kontrakcije i kakva će biti međusobna „saradnja“ mišića pri izvođenju pokreta ili kretanja. Drugim riječima, pod ovim mehanizmom je međumišićna (inter) i unutarmišićna (intra) koordinacija koja je dominantno važna za skladnu i harmoničnu mišićnu akciju. Obzirom na istovremeno regulisanje rada velikog broja mišićnih grupa, ovaj proces je neuro-fiziološki veoma složen te se ne može izvoditi na svjesnom nivou nego je regulisan preko centralnog i perifernog nervnog sistema tj. dešava se na refleksnom ili barem polurefleksnom nivou.

Kao drugi mehanizam višeg reda u modelu izdvaja se mehanizam za energetske regulaciju koji u svojoj strukturi ima dva mehanizma nižeg reda. Na osnovu samog naziva jasno je da ovaj mehanizam dominantno reguliše energetske izlaz iz organizma, te se zbog toga često naziva i generalnim faktorom snage. Pod regulativnim i integrativnim djelovanjem ovog mehanizma nalaze se sve manifestacije sile i snage ali i sposobnosti za izvršenje mehaničkog rada kao i njegovog trajanja. Obzirom da energetske izlaz, odnosno, potrošnja energije koja je potrebna za mišićni rad, primarno zavisi od intenziteta ali i trajanju samog mišićnog rada, utvrđeno je da u strukturi mehanizma za energetske regulaciju kretanja egzistiraju u dva faktora tj. mehanizma nižeg reda i to: mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije i mehanizam za regulaciju trajanja ekscitacije.

Mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije suštinski zavisi od neuralnih-živčanih faktora koji pobuđuju ili ekscitiraju mišićna vlakna unutar samog mišića. Kako je već rečeno, ekscitacija označava pobuđivanje tj. pokretanje na akciju. U ovom konkretnom slučaju, ekscitacija se odnosi na pobuđivanje motoričkih živčanih stanica. Važno je napomenuti da, ukoliko je motoneuron pobuđen (ekscitiran), bit će pobuđene i sve mišićne stanice koje su s njim povezane. Pod direktnim uticajem ovog mehanizma se nalaze dvije sposobnosti i to: sila mjerena dinamometrom i eksplozivna snaga. Sposobnosti koje su pod direktnim uticajem ovog mehanizma se nazivaju i neuro-muskularnim motoričkim sposobnostima.

Mehanizam za regulaciju trajanja ekscitacije direktno određuje dužinu trajanja savladavanja vanjskog opterećenja koristeći mišićnu silu. Od ovog mehanizma zavisi koliko pojedina osoba može efikasno koristiti svoje energetske potencijale u mišićima.

Ovaj mehanizam zavisi od centralnih i perifernih faktora. Centralni - upravljački faktori zavise od centralnog nervnog sistema koji upravlja radom mišića, dok su periferni faktori određeni sposobnošću mišića da generišu silu. Pod kontrolom ovog faktora su manifestacije repetitivne snage i izometrijske sile. Sposobnosti koje su pod direktnim uticajem ovog mehanizma se nazivaju neuro-energetskim motoričkim sposobnostima.

U različitim dijelovima svijeta se koriste različiti modeli, te se, prema tome, ova prethodna struktura može najjednostavnije prikazati na sljedeći način. Na osnovu same strukture i hijerarhije motoričkog funkcionisanja motoričke sposobnosti mogu biti podijeljene u dvije velike grupe i to: sposobnosti za regulisanje kretanja i sposobnosti energetske regulacije.

Sposobnosti za regulisanje kretanja su sve motoričke sposobnosti od kojih zavisi sposobnost izvođenja složenih kretnih obrazaca. Ove sposobnosti još se nazivaju i kvalitativnim ili informacijskim motoričkim sposobnostima i u tu grupu se ubrajaju koordinacija, agilnost, ravnoteža, preciznost.

Sposobnosti energetske regulacije su sve motoričke sposobnosti koje su dominantno determinisane energetske potencijalom i sposobnosti njegovog ispoljavanja. Ove sposobnosti se još nazivaju i kvantitativnim ili neuro-energetskim sposobnostima i u tu grupu se ubrajaju snaga, brzina i izdržljivost.

Na osnovu prikazanih mehanizama motoričke regulacije moguće je izdvojiti hijerarhijski model motoričkih sposobnosti u kojem bi bile: snaga, brzina, izdržljivost, koordinacija, fleksibilnost, ravnoteža, preciznost i agilnost. Kako je već istaknuto, ne postoji konsenzus teoretičara o konačnom broju motoričkih sposobnosti kao ni o njihovoj hijerarhiji te se iz tog razloga kod različitih autora mogu pronaći različiti hijerarhijski modeli.

Istraživanja vezana za strukturu i hijerarhiju motoričkih sposobnosti čovjeka pronašla su zavisnost te strukture od njegovog filogenetskog (razvoja ljudske vrste) i ontogenetskog (rasta i razvoja svakog pojedinca) razvoja ali i društvenog ambijenta, uslova sredine življenja i životnog stila. Upravo je ova zavisnost uslovala nestabilnu strukturu modela motoričkih sposobnosti što u praksi znači da ta struktura primarno zavisi od karakteristika uzorka na kojima se ispituje. Jednostavnije rečeno, kod različitih subuzoraka u populaciji mogu se dobiti različite strukture motoričkog funkcionisanja. Na temelju takvih spoznaja se došlo do zaključka da se kod vrhunskih sportista mogu izdvojiti specifične motoričke sposobnosti koje ne egzistiraju u „opštoj populaciji“. Dakle, pored bazičnih, kod sportista se mogu izdvojiti i specifične motoričke sposobnosti, što ukazuje da sa povećanjem motoričkog potencijala dolazi i do složenije strukture motoričkih sposobnosti. Ovaj termin se vezuje za određenu populaciju, odnosno specifično motoričke sposobnosti egzistiraju pri izvršavanju specifičnih kretnih obrazaca karakterističnih samo za određeni sport ili srodnu grupu sportova. Tako, Idrizović (2001) navodi da su specijalne-specifične sposobnosti adaptacija organizma na specifične motoričke i funkcionalne zahtjeve određene sportske discipline.

U kontekstu kineziološkog uticaja na određene motoričke sposobnosti ne postoji potpuni konsenzus teoretičara o mogućoj veličini tog uticaja. Ono što je sigurno je da su motoričke sposobnosti najčešće istraživane u kontekstu mogućeg trenaznog uticaja na njihovu transformaciju. Ova razmimoilaženja primarno su uvjetovana različitim shvatanjem koeficijenta genetske determinacije pojedine sposobnosti. Generalno se može reći da brojni faktori utiču na ispoljavanje motoričkih sposobnosti, a to su prije svih fiziološki i anatomske faktori, genetski potencijal, nivo „motoričke informisanosti“ (motoričkih znanja), morfološka obilježja, energetske potencijal, kognitivne sposobnosti, konativne osobine itd. (Hoffman, 2009). Pojednostavljeno rečeno, genetski potencijal predstavlja preduslov za ispoljavanje određene motoričke sposobnosti, što u konačnici znači da su genetska determinacija i mogućnost kineziološkog uticaja obrnuto proporcionalni. Dakle, na sposobnosti s visokim stepenom urođenosti moguće je manje uticati u odnosu na one koje imaju niži stepen

urođenosti. To praktično znači da se na motoričke sposobnosti s visokim ili relativno visokim koeficijentom genetske determinacije, kao što je brzina, kineziološkim operatorima može manje uticati nego na sposobnosti sa umjerenim genetskim uticajem kao što je fleksibilnost. Ipak, svaka sposobnost je u nekom periodu života (senzibilna faza) podložnija razvoju, te je neophodno iskoristiti upravo to vrijeme da se kroz adekvatne sadržaje i trenažne metode ostvari maksimalni razvoj te sposobnosti.

Funkcionalne sposobnosti

Pitanje transporta, razmjene i iskorištavanja energije u ljudskom organizmu primarno se vezuje za funkciju nekoliko organa i organskih sistema (kardiovaskularni, respiratorni, mišićni i dr.). Ove sposobnosti zavise od efikasnosti funkcionisanja najvažnijih organskih sistema tj. stabilnosti i raspona funkcionisanja kardiovaskularnog i respiratornog sistema. Zbog toga se, kao najvažniji parametar funkcionalnih sposobnosti, uzima maksimalni primitak i potrošnja kisika, te su, zbog toga, funkcionalne sposobnosti detaljnije objašnjene u fiziologiji.

Fiziologija kao nauka, u najširem smislu, i fiziologija tjelesnog vježbanja, u užem smislu, objašnjava uzročno-posljedične veze funkcionalnih kapaciteta sa ostalim dimenzijama antropološkog statusa. Tako, Jurko i saradnici (2015) navode da fiziologija proučava zakonitosti funkcionisanja organskih sistema od kojih zavisi motorička efikasnost u kineziološki usmjerenim aktivnostima, a koje regulišu uticaj kineziološkog tretmana na razvoj fizioloških funkcija. Dakle, funkcionalne sposobnosti bi se mogle shvatiti kao fiziološki kapaciteti odgovorni za transport i iskorištavanje energije u ljudskom organizmu koji dominantno utiču na izdržljivost kao motoričku sposobnost. Kao osnovno gorivo tj. biološki upotrebljiv oblik energije za mišićni rad u ljudskom organizmu, koristi se adenozin trifosfat ATP. Funkcionalni kapaciteti su dominantno određeni sposobnošću organizma da koristi direktno dostupne depoe ATP-a ili da ga obnavlja određenim fiziološkim procesima. U osnovi, fiziološki procesi (ciklus) iskorištavanja i resinteze ATP-a dijele se na dva dominantna mehanizma.

Prvi mehanizam resinteze ATP-a veže se za aerobni metabolički put koji direktno zavisi od količine i iskoristivosti kisika koji se u jedinici vremena doprema do mišićnih stanica. Konkretnije, aerobne sposobnosti zavise od sposobnosti organizma da dopremi i potroši što veću količinu kisika koji se iskorištava za obavljanje dugotrajnog mišićnog rada. Ovo je najekonomičniji način iskorištavanja energije u metabolizmu resinteze ATP-a jer praktično daje preduslov za izvođenje dugotrajnih tjelesnih aktivnosti niskog do umjerenog intenziteta. Kod funkcionalnih sposobnosti vrijedi pravilo da, što je intenzitet veći, trajanje je kraće i obrnuto.

Drugi fiziološki mehanizam nije direktno vezan za sposobnost dopreme i iskorištavanja kisika te se iz tog razloga naziva anaerobni metabolički put. Ovaj metabolički put funkcioniše bez prisustva kisika i određen je sposobnošću organizma da maksimalno iskoristi anaerobne izvore energije za kratkotrajni, najčešće visokointenzivni, mišićni rad. U zavisnosti od energije koja se koristi za mišićni rad, anaerobne sposobnosti je moguće podijeliti na fosfagene i glikolitičke. Suštinska razlika leži u činjenici da se kod fosfagenog metaboličkog puta, kao izvor energije za mišićni rad, iskorištavaju direktno dostupni depoi ATP-a i kreatin fosfata (CP - *Creatine Phosphate*), dok se kod glikolitičkog puta za resintezu ATP-a iskorištavaju zalihe glikogena i glukoze. Fosfageni metabolički put primarno karakteriše visoki intenzitet i kratko trajanje što ga čini alaktatnim (bez nagomilavanja nusprodukata metabolizma nastalih anaerobnom

glikolizom), dok glikolitički put, s druge strane, obezbjeđuje rad submaksimalnog intenziteta i dužeg trajanja, ali zbog toga ima laktatni karakter, koji ga u suštini definiše i ograničava.

Pored motoričkih sposobnosti, u kineziološkoj praksi najviše pažnje se polaže na razvoj funkcionalnih sposobnosti jer one predstavljaju važnu determinantu uspjeha u velikom broju sportskih aktivnosti. U kontekstu kineziološkog uticaja, dominantno treninga namijenjenog razvoju funkcionalnih sposobnosti, potrebno je obratiti pažnju na nekoliko faktora. Uglavnom vrijedi pravilo da je na aerobne sposobnosti moguće uticati u značajnoj mjeri i to putem dugotrajnih kinezioloških aktivnosti cikličnog karaktera malog i umjerenog intenziteta.

S druge strane, i na anaerobne sposobnosti je moguće uticati, ali je veličina tog uticaja, zbog fizioloških ograničenja, manji u odnosu na onaj kod aerobnih sposobnosti. Međutim, pravilnim izborom kinezioloških operatora i metoda, kao što su aktivnosti visokog intenziteta i kratkog ili relativno kratkog trajanja, najčešće putem intervalne metode rada, anaerobne sposobnosti se mogu značajno unaprijediti.

Kognitivne sposobnosti

Pitanje kognitivnih sposobnosti čovjeka, sa posebnim akcentom na granu psihologije koja se naziva kognitivnom psihologijom, u najširem smislu, izučava psihologija kao nauka. Kognitivna psihologija je nauka koja je usmjerena na otkrivanje psiholoških i psihičkih procesa koji se nalaze u osnovi ponašanja. Terminološki, riječ kognitivno dolazi od latinske riječi *cognitio* koja označava spoznaju, tj. mentalne procese za koje se pretpostavlja da određuju ponašanje. Ovaj pristup pokriva širok raspon područja istraživanja, istražujući pitanja o djelovanju pamćenja, pažnje, percepcije, predstavljanju znanja, mišljenja, kreativnosti i rješavanju problema (Sternberg, 2005). S aspekta kineziologije, kognitivne sposobnosti imaju veoma važnu ulogu u strukturi antropološkog prostora, naročito s aspekta uticaja ovih sposobnosti na uspješnost kretnog ispoljavanja, posebno u području takmičarskog sporta. Konkretnije, psihologija sporta proučava principe adaptivnih reakcija od kojih zavisi efikasnost u kineziološki usmjerenim aktivnostima i one koji regulišu uticaj kineziološkog tretmana na razvoj adaptivnih sposobnosti. Ova disciplina obuhvata opće psihološke principe, zakone razvoja, zakone učenja i vježbanja, kognitivne i motoričke sposobnosti i konativne karakteristike primjerene kineziološkim ciljevima (Jurko i sar., 2015).

Prema Milanoviću (2014) kognitivne sposobnosti su sveobuhvatni naziv za mentalne kapacitete sportista koji stvaraju uslove za prijem, obradu, pohranu i korištenje motoričkih informacija, te su vrlo bitan faktor uspješnosti u sportu. Kognitivni ili spoznajni procesi su: percepcija, pažnja, interpretacija, mišljenje i pamćenje, a njihov uticaj na sport i sportsku izvedbu je velik, te se taj uticaj povećava paralelno sa povećavanjem strukturne složenosti pojedinog sporta. Dakle, opravdano se može zaključiti da postoji značajna povezanost motoričkih i intelektualnih (kognitivnih) sposobnosti. Osnovne karakteristike koje povećavaju povezanost sportske izvedbe sa intelektualnim sposobnostima su informacijska i ritmička kompleksnost zadatka, količina netipičnih pokreta u zadatku i korištenje dominantne i nedominantne strane tijela prilikom izvedbe istog (Horga, 1993). Kognitivne sposobnosti utiču primarno na brzinu strukturiranja obrazaca mentalnih reakcija, na brzinu adaptacije i reakcije na novonastale situacije. Nadalje, unapređuje se snalaženje i kombinatorika u prostorno-vremenskim odnosima/uslovima, a potiče se mentalna aktivnost i brže odstranjuje mentalni zamor jer se angažovanjem fizioloških funkcija i energetske procesa vezanih za kretanje posredno pospješuju i mentalne aktivnosti (Brisswalter, 2002; Higashiura i sar., 2006).

Prema svemu navedenom, kognitivne sposobnosti u sportu, u najužem smislu, su povezane sa opštom ali i specifičnom - sportskom inteligencijom koja se manifestuje kroz rješavanje koordinativno složenih kretnih obrazaca. Iako je koeficijent genetske determinacije ovih sposobnosti visok, ipak se kroz različito složene kretne strukture može uticati na povećanje kognitivnih kapaciteta potrebnih za uspješnost u sportu. Konkretnije, kognitivne sposobnosti nisu pod direktnim kineziološkim uticajem ali rješavanje složenih kretnih struktura, naročito u kompleksnim sportovima, može poboljšati kogniciju u najširem smislu te riječi.

Testiranje i mjerenje, te utvrđivanje stanja antropološkog statusa motoričkih sposobnosti

Antropološki prostor podrazumijeva kompleksan skup latentnih i manifestnih karakteristika individua od kojih su za kineziologiju najvažnije antropomotoričke (motoričke) sposobnosti.

Motorički prostor sposobnosti (motoričke sposobnosti) predstavlja skup svih uslova od kojih zavisi kretanja čovjeka. Kao što je u prethodnom tekstu navedeno, motoričke sposobnosti predstavljaju genetski definisane lične karakteristike ili osobine, kao što su npr. spretnost ili vrijeme reakcije, a koje doprinose ovladavanju brojnim motoričkim vještinama (Kent, 2006). Motoričke sposobnosti definišu se kao latentne motoričke strukture koje su odgovorne za beskonačan broj motoričkih reakcija koje se mogu izmjeriti i opisati.

Motoričke vještine predstavljaju kombinaciju motoričkih sposobnosti i motoričkih znanja koje kontrolišu pokrete mišića s ciljem izvođenja motoričkog zadatka. Motoričke vještine se dijele na grube (složeni i opći pokreti nogama ruka i tijelom) i fine (fini pokreti rukom - sviranje instrumenata i sl.).

Obzirom da se, kako je ranije rečeno, motorički prostor čovjeka dijeli na manifestne i latentne motoričke strukture, te da ne postoji stabilan model koji precizno definiše latentni motorički prostor čovjeka, za kineziologiju je značajniji prostor manifestnih biomotoričkih sposobnosti. Manifestni ili vidljivi motorički prostor predstavlja sve vidljive oblike motoričkog kretanja poput trčanja, skakanja, bacanja, vučenja, guranja ali i izvođenje motoričkih zadataka i vještina u različitim sportovima. Ovaj motorički prostor u praksi se često naziva Motorika.

Latentni i manifestni motorički prostor međusobno je uslovljen i zavisi jedan od drugog. Procjena latentnog prostora vrši se mjerenjem i testiranjem manifestnih oblika kretanja. Kvalitet motoričkih struktura (manifestnih i latentnih) zavisi od faktora kao što su:

- Uzrast
- Spol
- Biološka zrelost
- Hormonalni status
- Nivo utreniranosti

Motoričke sposobnosti se ne mogu modificirati nasumičnom vježbom ili iskustvom, te je, stoga, antropološki, a samim tim i motorički prostor, promjenjiva kategorija ali samo pod uticajem usmjerenog sistematskog vježbanja i tjelesne aktivnosti dugoročnog karaktera. Usmjerena tjelesna aktivnost određena je jasno definisanim:

- Ciljevima
- Načinom i redoslijedom izvođenja

- Vježbama (početni položaj, amplitude pokreta, frekvencija i sl.)
- Intenzitetom
- Obimom
- Pazuom

Da bi se utvrdilo stanje motoričkih sposobnosti neophodno je vršiti testiranje i mjerenje manifestnih oblika sposobnosti. Definisanje latentnih motoričkih struktura usko je vezano za konstrukciju motoričkih testova, tako da, tzv. baterija testova predstavlja skup motoričkih testova koji imaju cilj da utvrde manifestne oblike različitih motoričkih sposobnosti (npr. sprint na 30 metara je manifestni test za procjenu brzine koja je latentna struktura). Među prvim baterijama testova korišten je *Sargent* test (1921) koji je definisan kao univerzalni test snage, brzine i izdržljivosti tijela, ali, konkretnije definisanje latentnih modela motoričkih sposobnosti intenzivirano je nakon II Svjetskog rata. Tako na primjer, Fleishman i saradnici (1964) su istraživali kompleksnost motoričkog prostora i utvrdili postojanje velikog broja podfaktora i različitih vidova specifičnih sposobnosti (Fleishman, 1964; Fleishman i Hempel, 1956). Najznačajniji model koji se koristi u Kineziologiji jeste model po Zaciorskom (Zatsiorsky, 1975) koji definiše bazične motoričke sposobnosti na: Snagu, brzinu, izdržljivost, koordinaciju, ravnotežu, preciznost i fleksibilnost.

Testiranje motoričkih sposobnosti je kompleksan proces, ali, kod različitih populacija, kao na primjer predškolske i školske djece, je izuzetno osjetljiv s obzirom na raznolikost i heterogenost nivoa antropoloških obilježja. Taj diverzitet je posebno izražen u segmentu motoričkih sposobnosti. Jedna od najviše korištenih baterija testova kod mlađih uzrasta je Fitnessgramm. Fitnessgramm je baterija testova dobrih mjernih karakteristika, osmišljena od strane Cooper instituta, s ciljem procjene psihomotornog statusa djece uzrasta 5-17 godina. Baterija testova procjenjuje tri opća područja: zdravstvene sposobnosti, mišićnu snagu i izdržljivost (savijanje trupa, modifikacijsko podizanje, podizanje trupa, savijanje ruku i potisak), fleksibilnost (dohvat iz sjeda, fleksibilnost ramena) i aerobne kapacitete (test hoda, test trčanja 1 600m, i pacer test ili tzv. BEEP test na 20 i 15 metara). Normativi za muškarce i djevojčice dati su u tabelama u prilogu.

Literatura:

Abernethy, B. (2005). *The biophysical Foundations of Human Movement*. Champaign: Human Kinetics.

Alić, J. (2015). *Povezanost tjelesne aktivnosti studentica, samoprocjene zdravlja i zadovoljstva tjelesnim izgledom (Doktorska disertacija)*, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, Hrvatska

Blair, S. N. (2009). Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *British journal of sports medicine*, 43(1): 1-2.

Brisswalter, J., Collardeau, M., Alcerin, R. (2002). Effects of acute physical exercise on characteristics on cognitive performance. *Sports Medicine*, 32(9): 555- 566.

Dautbašić, S., Bradić, A. (2005). *Antropomotorika - priručnik*. Fakultet sporta i tjelesnog odgoja. Sarajevo.

Findak, V., Prskalo I. (2004). Kineziološki leksikon za učitelje. Visoka učiteljska škola u Petrinji. Petrinja. Hrvatska.

Fleishman, E. A. (1964). The structure and measurement of physical fitness.

Fleishman, E. A., Hempel Jr, W. E. (1956). Factorial analysis of complex psychomotor performance and related skills. *Journal of Applied Psychology*, 40(2), 96.

Higashiura, T., Nishihira, Y., Kamijo, K., Hatta, A., Kim, S. R., Hayashi, K., Kaneda, T., Kuroiwa, K. (2006). The interactive effects of exercise intensity and duration on cognitive processing in the central nervous system. *Advances Exercise & Sports Physiology*, 12(1): 15-21.

Hoffman, S. (2009). *Introduction to Kinesiology*. Champaign: Human Kinetics.

Horga, S. (1993). *Psihologija sporta*. Fakultet za fizičku kulturu. Zagreb. Hrvatska.

Idrizović, Dž., Idrizović, K. (2001). *Osnovi antropomotorike - teorija*. Univerzitet Crne Gore.

Jurko, D., Čular, D., Badrić, M., Sporiš, G. (2015). *Osnove Kineziologije*. Sveučilište u Splitu. Split. Hrvatska.

Kent, M. (2006). *Oxford dictionary of sports science and medicine*. OUP Oxford.

Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Dj., Viskić-Štalec, N. (1975). *Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine*. Institut za naučna istraživanja, FFK, Beograd. Srbija.

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

Milanović, D. (2014). *Teorija treninga - Kineziologija sporta*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. Hrvatska

Mišigoj-Duraković, M., Duraković, Z., Findak, V., Heimer, S., Horga, S., Latin, V. (2018). *Tjelesno vježbanje i zdravlje. Znanje*. Zagreb. Hrvatska

Pondy, L. R. (1967). *Organizational Conflict: Concepts and Models*. Administrative Science Quarterly.

Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji*. Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije. Sveučilište u Splitu. Split. Hrvatska.

Sternberg, R. J. (2005). *Kognitivna psihologija*. Prijevod 3. izd. ed. Jastrebarsko: Naklada slap. Zagreb. Hrvatska.

WHO. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. WHO.

WHO. (2002). *Food and health in Europe: a new basis for action: summary*. WHO.

WHO. (2004). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. WHO.

Wilmore, J. H., Costill, D. L., Kenney, L. (2008). Physiology of sport and exercise, 4th ed. Human Kinetics

Zaciorski, V.M. (1975). Fizička svojstva sportiste. Partizan. Beograd.

Željaskov, C. (2004). Kondicioni trening vrhunskih sportista. Beograd: D.T.A. Trade, Sportska akademija Beograd.

Antropološke razlike prema spolu, uzrastu, hronološkom i biološkom dobu

Antropološke razlike između djece različitog spola su uočljive od najranije dobi. Na primjer, djevojčice se često rađaju manje od dječaka, s manjom tjelesnom masom i drugačijom raspodjelom tjelesne masnoće. Nadalje, dječaci se često razvijaju brže od djevojčica, što znači da su obično veći i jači od djevojčica iste dobi. Osim toga, dječaci imaju veću mišićnu masu i drugačiji raspored tjelesne masnoće nego djevojčice. Ti fizički različiti oblici tijela mogu uticati na njihove sposobnosti i preferencije u sportu i drugim aktivnostima. U narednim poglavljima će ove razlike biti detaljnije predstavljene.

Karakteristike rasta i razvoja djece predškolskog uzrasta

Obzirom da se na osnovu antropološkog statusa, odnosno njegovih dimenzija (osobina i sposobnosti), može opisati svaka ljudska jedinka, onda je sasvim jasno da se pomoću tih istih dimenzija mogu utvrditi razlike među različitim jedinkama. Obzirom da se antropološke dimenzije uvijek nalaze u nekoj vrsti povezanosti (pozitivnoj - ako raste jedna raste i druga dimenzija ili negativnoj - ako jedna dimenzija raste druga opada) jasno je da se praćenjem neke odabrane dimenzije može pretpostaviti promjena neke druge dimenzije ako se pri tome zna njihova međusobna povezanost i njen nivo (nivo/jačina korelacije). Sa stajališta antropomotorike, primarnu diferencijaciju razvoja antropoloških karakteristika je moguće napraviti prema nekoliko različitih faktora od kojih su najznačajniji dob, stepen fiziološkog sazrijevanja organizma, spol i nivou tjelesne aktivnosti tj. bavljenje određenom kretnom ili sportskom aktivnošću.

Činjenica je da se promjene antropoloških obilježja moraju posmatrati kroz procese rasta i razvoja, jer ovi procesi neminovno, sami po sebi, dovode do promjena antropoloških dimenzija (naročito morfoloških karakteristika). Najprostije rečeno, rast predstavlja kvantitativno povećanje dimenzija tijela koje su dominantno strukturalne, odnosno, morfološke prirode. S druge strane, razvoj predstavlja niz kvalitativnih fizioloških promjena koje određuju proces funkcionalnog sazrijevanja. Bitno je napomenuti da su procesi rasta i razvoja usko povezani i međusobno zavisni ali da ta dva procesa nisu uvijek jednakog intenziteta tj. postoje faze u kojima se javlja određeni disbalans u kvalitativnom i kvantitativnom razvoju organizma. Tokom procesa rasta i razvoja se mijenjaju i oblik i proporcije tijela, ali je utvrđeno da razvoj pojedinih tkiva i organa odstupa od tzv. generalne krivulje tj. krivulje visine tijela. Razvoj tjelesne visine koji dijete postiže u svakoj pojedinoj fazi razvoja dobro korelira sa općim tjelesnim razvojem koji zapravo određuje spremnost ili zrelost djeteta da podnese različite zadatke (motoričke, funkcionalne i dr.) koji se pred njega postavljaju. Tako npr. nervno ili živčano tkivo se intenzivno razvija u ranim godinama života u kojim centralni nervni sistem (CNS) sazrijeva, što, posljedično, određuje razvoj motorike. S druge strane, razvoj reproduktivnih organa je najintenzivniji u pubertetskom dobu. Također, druga tkiva, odnosno, organi i organski sistemi, imaju svoju dinamiku razvoja (masno tkivo - intenzivan razvoju u djetinjstvu, koštano tkivo - tokom kompletnog perioda rasta i mišićno tkivo - podložnije promjenama strukture sa sazrijevanjem organizma).

Proces rasta i razvoja ne predstavlja linearno povećanje tjelesnih dimenzija od rođenja do pune zrelosti već on ima izražena faze ubrzanog i usporenog rasta. U dosadašnjoj literaturi se razlikuju dvije faze ubrzanog rasta i to, prvu, tokom prve 3 godine života i drugu, tokom puberteta. Također, postoje i dvije faze usporenog rasta od kojih je prva između treće godine života i početka puberteta i druga između kraja puberteta i pune zrelosti. Ove faze se smjenjuju

naizmjenično tako što od samog rođenja počinje prva faza ubrzanog rasta, zatim slijedi prva faza usporenog rasta u predškolskom dobu. Nakon ove dvije faze, u pubertetskom periodu slijedi druga faza ubrzanog rasta, da bi ovaj proces završio drugom fazom usporenog rasta u post-pubertetskom periodu.

Prva fazu ubrzanog rasta, tokom prve 3 godine života, predstavlja nastavak fetalnog perioda i najčešće se naziva postnatalni razvoj. Ovo je najintenzivnija faza rasta i razvoja u čovjekovom životu s naglašenim rastom tjelesne visine i mase, naročito u prvoj godini života. Tjelesna visina se do dobi od 5 mjeseci poveća za oko 30% a do dobi od 1 godine za više od 50%. Tjelesna masa se, također, intenzivno povećava za približno 25g dnevno u prvom tromjesečju, što u konačnici za rezultat na tjelesnu masu ima udvostručenje do petog i utrostručenje do dvanaestog mjeseca života novorođenčeta. Ovo intenzivno povećanje tjelesne mase predstavlja nastavak ranog fetalnog razvoja pri kojem se javlja značajno povećanje količine potkožnog masnog tkiva.

Prirast tjelesne visine i mase u drugoj i trećoj godini života je manji od onoga u prvoj i prosječno se u drugoj godini života tjelesna visina uveća za 12cm a tjelesna masa za 2,5kg. U trećoj godini ovaj trend povećanja se dodatno smanjuje, te u tom periodu prosječno povećanje tjelesne visine i mase iznose 6-8cm i 2kg. U ovom periodu je karakterističan motorički razvoj koji podrazumijeva filogenetske (prirodne) oblike kretne aktivnosti kao što su puzanje, četvoronožno hodanje, hodanje, trčanje. Bitno je naglasiti da su razlike u vremenu ispoljavanja ovih oblika kretanja uslovljene prvenstveno sazrijevanjem CNS-a.

Nakon navršene treće, pa sve do šeste ili sedme godine života, nastupa faza predškolske dobi koju karakteriše usporen i relativno stabilan rast. U tom periodu, rast i razvoj nije linearnog karaktera te se na osnovu relativno stabilnih perioda izdvajaju tri osnovne faze (mlađe, srednje i starije predškolsko dijete).

Svaka od ove tri podfaze razvoja karakteristična je po promjenama morfologije, motorike ali i svih ostalih dimenzija dječje ličnosti. S obzirom da se neka djeca razvijaju brže, a neka sporije ova podjela nije definitivna za svu djecu, a naročito se ne koristi kao kriterij po kojem se dijete identificira sa razvojnom grupom kojoj pripada po hronološkoj dobi. Međutim, za pojedine faze su ipak karakteristične određene psihičke i fizičke osobine (Findak, 1995). Predškolski period, koji se smatra značajnim za cjelokupni razvoj buduće ličnosti, predstavlja period kada treba posvetiti punu pažnju fizičkom odgoju. Takva potreba proizilazi iz činjenice da je to doba intenzivnog razvoja kostiju, mišića, nervnog sistema i motorike, što zahtjeva odgovarajuće uslove koji su jedan od osnovnih preduslova pravilnog funkcionisanja i tjelesnog formiranja organizma koji se razvija. Na to ukazuju anatomske-fiziološke i morfološke karakteristike djece predškolskog uzrasta Čirić (2015).

Promjena morfoloških karakteristika (visine i mase tijela) karakteristična je za ovaj period i to u nelinearnom smislu. Tjelesna masa u periodu od treće do pete godine prosječno raste za 2 do 2,5kg, a tjelesna visina za 6 do 8cm, dok je to kod petogodišnjaka 3 do 3,5kg tjelesne mase i oko 6cm tjelesne visine (Mardešić, 2003). Nakon šeste godine života, pa sve do puberteta, rast se usporava.

Sa aspekta morfološkog razvoja u funkciji tjelesnog vježbanja, Neljak (2009) navodi sljedeće specifičnosti svakog djeteta:

- Kostur raste brzo, ali je mekan i podložan raznim devijacijama jer posjeduje značajnu količinu hrskavičnoga tkiva;
- Odnosi između poluga lokomotornog aparata drugačiji su nego u odraslih. Kosti udova, posebno nogu, kraće su u odnosu na kostur trupa;
- Zglobovi su slabi, zbog čega može doći do iskrivljenja i asimetrije;
- Mišićna vlakna su tanka i slaba, a postotak vode u njima veći je nego kod odraslih;
- U usporedbi sa ukupnom težinom tijela, djeca imaju malu količinu mišićnog tkiva.

U ovom periodu postoje karakteristične faze u razvoju, prije svega kardiovaskularnog i respiratornog sistema, kao i procesi koji karakterišu funkcionalne promjene unutar ovih sistema. Djeca predškolske dobi prirodno podnose intervalna opterećenja niskog intenziteta. Općenito, rad kardiovaskularnog sistema je dobro prilagođen zahtjevima organizma u rastu (Neljak, 2009). Razvoj motorike moguće je pratiti kroz njegove faze, a vidljive u usavršavanju držanja tijela (posturalne kontrole), kretanja (lokomocije) i baratanja predmetima (manipulacije) (Kosinac, 1999) Osnovni pokreti temelj su motoričkih navika i vještina koje su primarne za učenje i usavršavanje sportske tehnike. Neljak (2009) navodi da se svi motorički sadržaji koji se provode u radu s djecom predškolske dobi mogu svrstati u dvije velike grupe. Prva su biotička motorička znanja i prilagođena i jednostavna kineziološka motorička znanja, a druga su kineziološke igre. Biotička motorička znanja su u predškolskom dobu temelj za razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti (Pejčić, 2005). Ona, prema njihovoj spontanosti biotičkoj namjeni, omogućavaju savladavanje prostora sa ili bez prepreka, savladavanje različitih vrsta otpora i manipulaciju ili baratanje predmetima (Mraković i sar., 1993).

Savladavanje prostora djeca uče kroz različite načine puzanja, hodanja i trčanja kojim se svladava prostor na različitim vrstama podloga, nagiba i smjerova. Savladavanje prepreka djeca izvode kroz provlačenja, penjanja, silaženja, skokove, naskoke, preskoke, saskoke, doskoke, kojima se savladavaju različite vrste okomitih, kosih i vodoravnih prepreka. Savladavanje otpora djeca rade kroz različite načine dizanja, nošenja, potiskivanja, vučenja kojima se savladavaju pasivni otpori objekata različitih masa i oblika ili savladavaju nepredvidive aktivne dinamičke sile savježbača. Savladavanje manipulacije predmetima djeca uče različitim načinima bacanja, hvatanja, ciljanja i gađanja, slaganja i rastavljanja predmeta različitog broja, oblika i mase u određenom prostoru i vremenu.

S aspekta tjelesnog vježbanja je važno napomenuti da je igra dominantan oblik kretne aktivnosti ali da se u ovom periodu djeca trebaju uključivati i u organizovane i djelimično usmjerene oblike tjelesnog vježbanja i sporta od kojih su najprimjerenije univerzalne škole sporta koje za cilj imaju stvaranje baze motoričkih znanja i vještina. Ovo je period u kojem bi djeca trebala da naprave tzv. „motoričku bazu“ i nauče što veći broj vještina poput: vožnje bicikla, rolanja, klizanja, plivanja, skijanja i sl., a sve kako bi se te aktivnosti u kasnijem periodu mogle koristiti u svrhu razvoja motoričkih i funkcionalnih sposobnosti.

Karakteristike rasta i razvoja u pubertetskom dobu

Nakon relativno stabilne faze koja nastupa nakon treće godine života pa sve do pojave prvih znakova puberteta, nastupa druga faza intenzivnog rasta i razvoja. Termin pubertet se koristi kako bi se opisao fiziološki prelaz iz perioda djeteta u period odrasle osobe koja je sposobna za reprodukciju te odgovorno ponašanje. Taj prelaz je rezultat brojnih hormonskih aktivnosti, primarno steroidnih hormona i gonadotropina popraćeno hormonom rasta. Ovo je period veoma intenzivnih promjena u organizmu koji donosi jasnu diferencijaciju između dječaka i

djevojčica. Početak puberteta i intenzitet samih promjena je veoma individualan i uslovljen je brojnim faktorima. Na početku su promjene na dječjem organizmu manjeg intenziteta i veličine ali se one postepeno povećavaju kako se približava vrhunac hormonalnih aktivnosti. Kao posljedica ovih fizioloških promjena se javljaju značajne razlike u karakteru promjena antropoloških obilježja prema spolu koje su naročito izražene u godini najvećeg prirasta. Ovaj termin, godina najvećeg prirasta, označava promjenu u tjelesnoj visini, odnosno najintenzivniji rast skeleta koji se vezuje za vrhunac svih promjena koje se dešavaju u pubertetu. Postoje značajne individualne razlike u samom početku i vrhuncu pubertetskih promjena ali se može govoriti o prosječnom periodu kada te promjene nastupaju i intenzivnom periodu u kojem imaju svoj najintenzivniji karakter.

Globalno posmatrajući, može se reći da djevojčice ulaze u pubertet nešto ranije (između devete i trinaeste godina života), te da se maksimalno izražene promjene dešavaju između jedanaeste i četrnaeste godine, ali se kao prosječna vrijednost uzima dvanaesta godina života. Za razliku od djevojčica, kod dječaka se početak puberteta javlja nešto kasnije (između desete i četrnaeste godine života), te se, kod njih, maksimalno izražene promjene dešavaju između dvanaeste i šesnaeste godine, a kao prosječna vrijednost se uzima četrnaesta godina života. U pubertetu je većina procesa spolno specifična pa se može reći da postoje značajne razlike u intenzitetu krivulje tjelesnog razvoja između spolova. Obzirom na različito vrijeme početka i različite godine maksimalno izraženih promjena, logično je da su djevojčice, na neki način, brže u procesu rasta i razvoja, a što se najbolje ogleda u prirastu tjelesne visine. Tako, djevojčice dostižu 98% konačne visine sa 16,5 a dječaci sa 17,25 godina. Promjene u sastavu i strukturi tijela dovode do toga da zastupljenost masnog tkiva u ukupnoj tjelesnoj masi kod dječaka uzrasta od 15 godina čini 10-12% a kod djevojčica istog uzrasta 20-22% ukupne tjelesne mase.

Pored morfoloških, i druge antropološke dimenzije se razvijaju različitim intenzitetom kod dječaka u odnosu na djevojčice. Tako, na primjer, zbog nešto ranijeg pubertetskog sazrijevanja, djevojčice dostižu najbolje rezultate u području koordinacije između sedme i devete godine života, a maksimum oko jedanaeste godine, dok se kod dječaka to događa dvije do tri godine kasnije (Fach, 1998). Nadalje, ove razlike u hormonalnom statusu između dječaka i djevojčica u pubertetskom periodu uzrokuju razlike u ispoljavanju naročito sile, snage, brzine i izdržljivosti. Obzirom da hormon testosteron dominantno utiče na rast i snagu tjelesne muskulature, to za posledicu ima da su dječaci u ovom periodu jači od djevojčica. Furijan-Mandić i saradnici (2003) navode da djevojčice imaju slabije razvijene i mišiće nogu, što se primjećuje u nekim od osnovnih motoričkih testova kao što su sprintovi i skokovi. Razlike u sazrijevanju utiču i na različitu uspješnost u različitim sportovima između dječaka i djevojčica, te, zbog toga, u mnogim sportovima, kao što su, na primjer, sportska gimnastika, takmičarke (djevojke) dostižu vrhunska dostignuća i rezultate prije biološkog sazrijevanja, dok dječaci i adolescenti u nekim drugim sportovima, kao što su plivanje ili atletika, ne dostižu svoj vrhunac sportskog dostignuća prije drugog desetljeća života, a od njih se, nerijetko, zahtjeva da ga tokom puberteta i postpuberteta ispolje (Andrić, 2019).

Varijabilnost u tempu rasta i razvoja posebno dolazi do izražaja u godinama biološkog sazrijevanja s pojavom pubertetskih promjena. Ovo se najviše manifestuje u morfološkim karakteristikama jer se u ovom periodu počinju javljati razlike između hronološke tj. kalendarske i biološke dobi (starosti) koja je pokazatelj stepena sazrijevanja organizma. Različitost fiziološke dobi postoji od samog rođenja za osobe istog spola, isto kao što postoji i između spolova (Mišigoj-Duraković i Matković, 2007). Razvojna dob, fiziološka zrelost, biološka ili fiziološka dob daje mnogo više informacija od hronološke dobi jer se svaka

individua konstantno nalazi na svom putu sazrijevanja. Tempo sazrijevanja može biti različit, te, prema tempu sazrijevanja, dosadašnja literatura prepoznaje rano-sazrijevajuću, prosječno-sazrijevajuću i kasno-sazrijevajuću djecu. Konkretno karakteristike te tri grupe su: djeca koja imaju ubrzan rast i razvoj, tj. ona djeca koja imaju veći stepen biološkog sazrijevanja u odnosu na hronološku dob (rano-sazrijevajuća), djeca čija hronološka dob prati biološku (prosječno-sazrijevajuća) i djeca koja imaju usporen rast i razvoj tj. ona djeca koja imaju niži stepen biološkog sazrijevanja u odnosu na hronološku dob (Mirwald i sar., 2002).

Dinamika rasta i razvoja, kao i tempo sazrijevanja, a kako je ranije objašnjeno, su individualnog karaktera, međutim, svi ti procesi gube na intenzitetu kako se približava kraj puberteta. U tom periodu, pa sve do potpunog sazrijevanja, procesi rasta i razvoja imaju usporen karakter. Iako pod velikim individualnim varijacijama, može se reći da je dob od 16 godina života vrijeme kada su razlike u antropološkim dimenzijama između dječaka i djevojčica posljedica primarno spolne diferencijacije a ne rasta i razvoja. Prema tome, u kineziološkoj praksi se, obično sa sportistima i sportistkinjama na kraju puberteta, počinje trenirati kao sa odraslim, te je pri tome potrebno voditi računa o razlikama između muškog i ženskog organizma.

Antropološke razlike po spolu

Spol se može definisati kao skup karakteristika (antropoloških, fizioloških, psiholoških i dr.) po kojima se razlikuju „ženka“ i „mužjak“ među jedinkama iste vrste (Kinkela i sar., 2011). To je, prema biološko-antropološkom shvatanju, osnovna podjela među jedinkama iste vrste koje definišu iste antropološke dimenzije. Slijedom stvari, sasvim je jasno da jedinke iste vrste imaju iste ili slične potrebe koje utiču na njihov normalan razvoj i funkcionisanje. Kako je već objašnjeno, između dječaka i djevojčica u anatomsko-fiziološkom smislu ne postoje bitne razlike u prije puberteta, no, međutim, u svim kasnijim životnim fazama postoje jasno izražene razlike koje se moraju uzeti u obzir pri planiranju i programiranju treninga sportistkinja ili kreiranju, generalno, preporuka vezanih za tjelesnu aktivnost ženske populacije. U tom kontekstu, nema dileme da spolno zrele žene treba da se bave svim oblicima tjelesnog vježbanja kao i muškarci, ali, pri tome se mora znati da postoje fiziološke, anatomske, psihološke i socijalno-kulturološke specifičnosti ženskog spola koje zahtijevaju posebne obzire u svim sferama njihovog bavljenja sportom (Greydanas i Patel, 2002).

Gledano sa morfološkog aspekta, građa tijela žene u izvjesnoj mjeri se razlikuje od građe tijela muškarca. U odnosu na dominantne morfološke mjere, može se reći da su žene prosječno 13 centimetara niže, te 14-18 kilograma lakše od muškaraca. Jedna od ključnih razlika između muškaraca i žena je količina i distribucija masnog tkiva u ukupnoj tjelesnoj masi. Ove razlike nastaju usljed djelovanja estrogena kod žena koji uzrokuje povećanje masne komponente ukupne tjelesne mase, te, tako, kod žena koje nemaju problem sa prekomjernom tjelesnom masom, prosječno 18% tjelesne težine čini masno tkivo, te, samim time, imaju veći relativni procenat masnog tkiva (6-10% u odnosu na muškarce) u ukupnoj tjelesnoj masi. Zbog ovakve distribucije masnog tkiva, žene imaju veću količinu masnoće između mišićnih snopova. Pored navedenog, estrogen stimuliše odlaganje masti u potkožno tkivo, tkivo dojke, te u glutealni predio i butine, te se, njegovo prisustvo uočava već sa početkom puberteta prilikom čega, visoka aktivnost lipoproteinske lipaze uzrokuje deponovanje masti u ovim područjima, te i njeno teško gubljenje (Ponorac i sar., 2013).

Žene, također imaju veći odnos trupa prema nogama, rameni pojas je nešto uži te generalno slabije razvijen u pogledu muskulature, dok su bokovi širi u odnosu na muškarce (Wilmore i

Costill, 1997). Najupečatljivija anatomska razlika između muškaraca i žena odnosi se na dimenzije karlice koja kod žena ima veću širinu koja je rezultat anatomske predispozicije za proces trudnoće i rađanja. Šira karlice smanjuje ugao između vrata i trupa bedrene kosti što direktno mijenja odnos poluga i prijenos sile mišića u području karlice i nogu. Posljedica toga je izmijenjena anatomska pozicija i mehanika kretanja donjih ekstremiteta (Ireland i Ott, 2004). Takozvani „sindrom lošeg poravnanja“ (engl. *miserable malalignment syndrome*) predstavlja skup anatomske varijacije donjih ekstremiteta žene koji vjerovatno daju predispoziciju za nestabilnost, bol u koljenu i konačno, učestalije povređivanje prednjeg križnog ligamenta (Myer i Ford, 2004). Kostu su kod žena tanje, lakše i manje otporne, dok su zglobne veze nešto slabije nego kod muškaraca. Još jedna bitna razlika u morfologiji muškaraca i žena tiče se kičmenog stuba jer je kod žena jače izražena lumbalna lordoza.

Sve pobrojane morfološke razlike uzrokovale su da je opšti centar težišta ženskog tijela nešto niže u odnosu na muškarce, što za posljedicu ima da sportistkinje savladavaju relativno veći otpor kod svih radnji koje su povezane s dizanjem, nošenjem ili pokretanjem vlastitog tijela. S anatomske-fiziološkog aspekta može se reći da postoje još neke bitne razlike u građi, a samim time i funkcionisanju ženskog tijela, naročito kada se govori u kontekstu visokih trenažnih opterećenja. Žene imaju manje srce u odnosu na muškarce što uzrokuje razlike u funkcionisanju i kapacitetu kardiovaskularnog sistema te je, tako, na primjer, prosječna vrijednost frekvencije otkucaja srca kod žena 77, a kod muškaraca 68 otkucaja u minuti. Neposredni razlog za to je činjenica da žene imaju manji udarni volumen pa tako i minutni volumen. Manji volumen krvi, manja količina hematokrita i hemoglobina doprinose manjem aerobnom kapacitetu za prosječno 5-15% u odnosu na muškarce, a vrijednosti maksimalnog primitka kisika su 8-12% manje kod žena. Zbog toga je kod žena, pri fizičkom vježbanju, manja mogućnost dovođenja dovoljne količine kisika tkivima, tj. manji je kapacitet kisika u krvi. Zbog toga sportistkinje troše mnogo više energiju od sportista pri obavljanju istih fizičkih vježbi (Šimek, 2003).

Razlike u strukturi tkiva, naročito mišićnog tkiva, dovode do funkcionalnih razlika koje se manifestuju u području motoričkih sposobnosti, a naročito apsolutne produkcije mišićne sile. Najjednostavnije bi se moglo reći da je jedna od ključnih motoričkih razlika između muškaraca i žena sposobnost ispoljavanja snage jer su mišići kod žena slabije razvijeni u odnosu na muškarce, a ta razlika je posebno uočljiva u gornjem dijelu tijela. Ova razlika je posljedica različite distribucije mišićnog tkiva kod muškaraca i žena. Konkretno kod muškaraca oko 40% tjelesne težine otpada na mišiće, dok je kod žena taj procenat manji i on iznosi oko 30%. To je suštinski razlog zbog kojeg žene imaju manju sposobnost da generišu apsolutnu silu, posebno u gornjim ekstremitetima koja je čak do 50% manja u odnosu na muškarce. Međutim, važno je napomenuti da, kada se snaga izrazi po relativnoj mišićnoj masi, masi tijela ili poprečnom presjeku mišića, razlike se znatno smanjuju, te bi se moglo reći da su muškarci i žene relativno približno snažni. Iako je većina istraživanja potvrdila da muškarci imaju veći motorički potencijal, čemu u prilog govore razlike u funkcionalnim testovima kao i rezultati sami sportskih disciplina, postoje dokazi da žene imaju određene prednosti u odnosu na muškarce kada se radi o ispoljavanju motoričkih sposobnosti pri određenim uslovima kao i procesu zamora i oporavka. Pored ovih razlika, pokazalo se da su, u pravilu, žene fleksibilnije od muškaraca (Buis i Harris, 1986; Alter, 1996), što se najčešće povezuje sa samom anatomskom građom tijela (naročito karlice), strukturom i elasticitetom mišićnog tkiva kao i hormonalnim statusom. Čini se kako je žensko tijelo fleksibilnije u svim životnim fazama. U tom smislu Corbin (1980) i Drinkwater (2000) navode da djevojčice nakon puberteta imaju veći potencijal

za fleksibilnost, naročito u području trupa i to zbog nižeg položaja centra težišta tijela i kraćih nogu u odnosu na trup.

Razlike između spolova, nažalost, za rezultat ima činjenicu da je generalno mišljenje o treningu žena vezano za mnoge zablude i predrasude koje su prisutne u trenažnoj praksi. Iz tog razloga je važno napomenuti i razjasniti najčešće nedoumice koje se javljaju u treningu sportistkinja pa tako i ženske populacije u cjelini. Najčešće predrasude se vezuju za trening snage žena i uticaju treninga snage na ženski organizam. Prema Zaciorskom (2009) i Ebbenu i Jensenu (1998), o treningu snage kod žena postoje tri glavne predrasude.

Kao najčešća i prva predrasuda navodi se da trening snage utiče na povećanje mišićne mase i ukupne tjelesne težine, što bi žene uglavnom željele izbjeći. Nasuprot tome, dobro je dokumentovano da trening snage povećava bezmasnu tj. mišićnu masu, ali da, zapravo, smanjuje ukupnu količinu tjelesne masnoće i njen procenat u tjelesnoj masi. Prema tome, morfološke promjene na ženskom organizmu pod uticajem treninga snage nikako ne mogu ići u kontekstu povećanja tjelesnih dimenzija, osim u slučajevima ciljanog treninga za hipertrofiju (povećanje mišićne mase) i to, primarno kod žena koje imaju genetsku sklonost prema ovoj pojavi. U svakom slučaju, benefiti treninga snage nadmašuju njegove rizike, te se trening snage preporučuje, kako muškarcima, tako i ženama.

Druga predrasuda se odnosi na mišljenje i vjerovanje dijela javnosti kako, u suštini, žene trebaju trenirati značajno drugačije od muškaraca, odnosno, da ne mogu primjenjivati iste trenažne principe i metode. Zagovornici ove teorije preporučuju izvođenje sporih pokreta, korištenje malih opterećenja i izbjegavanje slobodnih tegova u treningu snage žena, a sve u cilju izbjegavanja povreda. Iako između muškog i ženskog organizma postoje razlike koje su prethodno dobro objašnjene, ne postoji nijedan naučni dokaz da bi žene trebale koristiti neke posebne metode treninga snage niti da su podložnije povredama usljed treninga snage u odnosu na muškarce.

Treća predrasuda odnosi se na izbjegavanje velikih opterećenja i velikog intenziteta u treningu ženske populacije. Rezultati dosadašnjih studija govore da žene mogu i trebaju trenirati s velikim obimom i intenzitetom jer su sposobne da podnesu ova trenažna opterećenja. Osnovni razlog za to je da upravo u vježbama sa vanjskim opterećenjem leži neprocjenjivo velika korist koja se ogleda u razvoj i održavanje koštane mase kod žena u svim životnim dobima (Hagen, 2005). Suština je da žene, kao i muškarci, moraju da vježbaju sa opterećenjem i intenzitetom koji je dovoljnog nivoa da bi izazvao fiziološku adaptaciju, jer, u suprotnom, neće doći do porasta sposobnosti i/ili opšte forme organizma. Treba naglasiti i da trening snage sa velikim opterećenjima, a naročiti visokim intenzitetom, mogu primjenjivati samo osobe (oba spola) sa određenim trenažnim iskustvom, te, poželjno, uz nadzor stručne osobe i/ili trening partnera.

Globalno posmatrajući, muškarci i žene imaju slične efekte primjene istih trenažnih sredstava i metoda, te, prema tome, muškarci i žene nemaju značajnih razlika u adaptaciji na trening. Kako je već istaknuto, najveće polemike se vode oko treninga snage, ali većina istraživača u ovom području navodi da treninga snage nosi značajno veće pozitivne efekte, u odnosu na moguće rizike, na ženski organizam.

Odnos relativnog uzrasta i razlike antropomotoričkih obilježja djece

Relativni uzrast, relativna dob ili relativne godine su termini koji se koriste da bi se iskazala razlika bioloških karakteristika između djece koja su rođena u različitom periodu iste godine.

Starija djeca, rođena u ranijem periodu godine, imaju značajno veću tjelesnu masu i tjelesnu visinu u odnosu na svoje vršnjake (Onishi, 1961). Ovako izražene morfološke (ali i druge antropološke karakteristike i sposobnosti) razlike su definisane kao relativna dob. Razlike u tjelesnoj zrelosti predstavljaju razliku između skeletne dobi i hronološke dobi. Poznavanje bioloških razlika zrelosti i specifičnosti uticaja relativnog doba veoma je važno u kineziologiji iz dva razloga, i to:

1. Selekcija talentovanih sportista
2. Kreiranje homogenih grupa s ciljem normalnog motoričkog razvoja

Uticaj relativnih godina je važan prediktor i pokazatelj talenta i uspjeha kod djece, ne samo u sportu, nego i školi. Djeca rođena u ranijem periodu iste kalendarske godine, a zbog različite dinamike rasta i razvoja, su obično biološki zreliji u odnosu na svoje vršnjake rođene u kasnijem dobu. Njihove biološke prednosti nad svojim vršnjacima pružaju mogućnost dominacije u sportu i zbog takmičarske prirode sporta (naročito u timskim sportovima) budu „forsirani“ od strane trenera. U takvim slučajevima se nerijetko dešava da djeca sa većim talentom i potencijalom nemaju adekvatan razvoj zbog smanjene aktivnosti u samom sportu. Efekti „relativnih godina“ dovode do sistemskih grešaka pri odabiru talentovane i motorički nadarene djece u korist onih koji su ranije rođeni (Helsen i sar., 2005). Samim time i proces vježbanja s ciljem motoričkog razvoja, učenja motoričkih vještina i savladavanja motoričkih zadataka nije adekvatan ako su u jednoj uzrasnoj grupi većina fizički zrelija djeca. Rezultat toga je da kompletan antropološki razvoj postane svojevrsna frustracija kod djece koja su rođena u kasnijem periodu godine. Međutim, nekada zaostatak antropološke zrelosti zbog uticaja relativne dobi može imati i svoje prednosti u smislu motivacije i ulaganja dodatnog stepena napora. Ovakve pojave su rijetke, ali, ukoliko se iste ne uzimaju u obzir, u tom slučaju selekcija u sportu i homogenizacija grupa u nastavi tjelesnog odgoja nema smisla.

Biološki razvoj djece je specifičan i odvija se različitom brzinom i može da ima velike varijacije. Biološka prednost u razvoju dominantno donosi bolji sportski uspjeh u ranom djetinjstvu i ta prednost je izražena do završne faze pubertetskog razvoja. Uzrasne kategorije u sportu, koje se najčešće koriste za organizaciju takmičenja, nerijetko nisu prikladne zbog činjenice da se uzrasne kategorije u sportu obično formiraju prema specifičnom datumu odnosno hronološkom uzrastu. Internacionalne organizacije u sportu obično koriste prvi januar kao standard za uključivanje djece u određenu uzrasnu kategoriju. Međutim, isključivo praćenjem ovog standarda može se previdjeti da dijete hronološkog uzrasta od 12 godina može da ima biološke karakteristike kao dijete u rasponu od 9 do 15 godina (Reilly i sar., 1986). Kada je u pitanju efekt relativnih godina u školi, obično se za grupisanje djece koristi datum s kojim kreće školska godina. Tom prilikom se zanemaruje činjenica da je dijete starosti 6 godina rođeno u januaru fizički i mentalno starije do čak 17% u odnosu na dijete rođeno u decembru iste godine (Fumarco i Rossi, 2016). prema tome, u organizaciji kinezioloških aktivnosti s ciljem razvoja motoričkog i morfološkog potencijala djece veoma je važno uzeti u obzir i biološke razlike relativnih godina. Djeca koja polaze u školu mogu imati 5,5 ili 6,5 godina, te u skladu s tim i izražene razlike u motoričkim potencijalima i kognitivno-perceptivnim sposobnostima. Stoga je neophodno formiranje homogenih grupa za rad u skladu sa sposobnostima i biološkim obilježjima, jer određena kretna aktivnost može biti lagana jednom a preteška drugom djetetu.

Literatura:

Alter, M. J. (1996). *Science of flexibility*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Andrić, N. (2019). Fiziološki mehanizmi nastanka umora kod djece i adolescenata. 17. godišnja međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Zagreb.

Čirić, N. (2015). Značaj i uloga igre i slobodnog vremena u razvoju djece predškolskog uzrasta. Unapređenje kvalitete života, djece i mladi. Udruženje za podršku i kreativni razvoj djece i mladih i Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Univerziteta u Tuzli, Tuzla.

Drinkwater, B. (ur.) (2000). *Women in sport*. Cornwall: Blackwell Science.

Ebben, W. P., Jensen, R.L. (1998). Strength training for women: debunking myths that block opportunity. *Physician and sportsmedicine*, 26(5).

Fach, H. H. (1998). *Trainingsbuch Bauchmuskulatur*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH.

Findak, V. (1995). *Metodika tjelesne i zdravstvene kulture u predškolskom odgoju*. Zagreb: Školska knjiga.

Fumarco, L., Rossi, G. (2016). Long-term Relative Age Effect: Evidence from Italian Football. source: <http://voxeu.org/article/relative-age-effect-over-long-term>.

Furjan-Mandić, G., Kondri, M., Rausavljevi, N., Metikoš, B. (2003). Neke razlike u razvoju kondicijskih sposobnosti između dječaka i djevojčica. *Kondicijska priprema sportaša*. Zagreb, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.

Greydanus, D., Patel, D. (2002). The female athlete before and beyond puberty. *Pediatr Clin N Am.*, 49, 553–580. doi: 10.1016/S0031-3955(02)00005-6

Hagen T. (2005). Sports medicine and the adolescent female. *J Pediatr Adolesc Gynecol*, 18, 9–15. doi: 10.1016/j.jpag.2004.11.005; PMID: 15749579

Helsen, W. F., Van Winckel, J., Williams, A. M. (2005). The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of sports sciences*, 23(6), 629-636.

Ireland, M., Ott, S. (2004). Special concerns of the female athlete. *Clin Sports Med*, 23, 281-289. doi: 10.1016/j.csm.2004.04.003; PMID: 15183572

Kinkela, D., Moretti, V., Đonlić, V. (2011). Moralne i pravne dvojbe kod utvrđivanja spola u sportu. *JAHR*, 2(3), 111-126.

Kosinac, Z. (1999). Morfološko- motorički i funkcionalni razvoj djece predškolske dobi, Split

Mardešić, D. (2003). *Pedijatrija*, Školska knjiga, Zagreb.

Mirwald, R. I., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34(4): 689-94.

Mišigoj-Duraković, M., Matković, B. (2007). Biološke i funkcionalne osobitosti dječje i adolescentne dobi i sportski trening. Kondicijska priprema sportaša. Zagreb, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.

Mraković, M., Metikoš, D., Findak, V. (1993). Teorijski model klasifikacije motoričkih znanja. Zbornik radova 2. Ljetne škole pedagoga fizičke kulture Republike Hrvatske, Rovinj.

Myer, G., Ford, K. (2004). Methodological approach and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athlete. *Scand J Sci Sports*, 14, 275-285. doi: 10.1111/j.1600-0838.2004.00410.x

Neljak, B. (2009). Kineziološka metodika u predškolskom odgoju. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

Onishi, Y. (1961). The study of month of birth: The maturity, physical fitness and motor ability of children born in May. *Japan Journal of Physical Education, Health and Sports Sciences*, 6, 199.

Pejčić, A. (2005). Kineziološke aktivnosti za djecu predškolske i rane školske dobi. Visoka učiteljska škola, Sveučilište u Rijeci. Rijeka. Hrvatska.

Ponorac, N., Palija, S., Popović, M. (2013). Žena i sport. *SportLogia*. 9(1): 1-7

Reilly, T., Watkins, J., Borms III, J. (1986). Kinanthropometry III Proceedings of the VIII Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance Recreation and Health. E & F Spon, London, 312pp.

Šimek, S., Nakić, J., Trošt, T. (2003). Specifičnosti kondicijskog treninga sportašica. Kondicijska priprema sportaša. Zagreb, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske, str. 64-72.

Wilmore, J., Costill, D. (1997). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Zaciorski, V., Kremer, V. (2009). *Nauka i praksa u treningu snage*. Data status. Beograd.

Adaptacija na motoričku aktivnost

Adaptacija kao proces predmet je proučavanja u više nauka poput biologije, medicine, antropologije, a u kontekstu tjelesnog vježbanja, adaptacijske procese unutar antropološkog statusa pod uticajem fizičkog opterećenja izučava kineziologija u širem i antropomotorika u užem smislu. Globalno govoreći, biologija adaptaciju definiše kao prilagođavanje živog organizma na promjene uslova njegovog okruženja, te, samim time, sposobnost adaptacije predstavlja jednu od najvažnijih karakteristika živih bića u kontekstu njihovog opstanka. Dakle, adaptacija kao proces podrazumijeva prilagođavanje organizma na promjene uslova vanjske sredine. Prema Željaskovu (2004) adaptacija kao proces (koji je rezultat kinezioloških intervencija) je odraz uzročno-posljedičnih veza između vanjskog fizičkog opterećenja i unutrašnje reakcije organizma koji se ogleda kroz interakciju procesa zamora i oporavka. S druge strane, isti autor navodi da adaptacija nastaje postepeno i predstavlja odraz trajnih rezultata međusobnog djelovanja zamora i oporavka, poznatog kao treniranost i sportska forma. Na osnovu ovih informacija, jasno se može zaključiti da je adaptacija organizma na fizičko opterećenje i u kratkoročnom i u dugoročnom smislu jedno od temeljnih kinezioloških pitanja.

Prilagodba ili adaptacija označava kvantitativne i kvalitativne promjene strukture i funkcije ljudskog organizma pod uticajem sistemskog dugotrajnog djelovanja podražaja (Jurko i sar., 2015). S aspekta kineziologije, svaka fizička aktivnost predstavlja tzv. stresogeni faktor, odnosno faktor koji uzrokuje promjene usljed izloženosti organizma određenom opterećenju, koji izaziva određenu vrstu odgovora samog organizma koji za cilj ima što bolju prilagodbu novim uslovima funkcionisanja pod opterećenjem. Obzirom da se u kineziologiji nastoji izazvati ciljana adaptacija onih organa i organskih sistema koji će uzrokovati bolju fizičku-kondicijsku formu (dominantno motoričkim i funkcionalnim sposobnostima) koja je potrebna za postizanje željenih rezultata, potrebno je koristiti ciljane kineziološke operatore. Iako je već rečeno da svako fizičko opterećenje organizma izaziva određeni stepen adaptacije, jako je važno naglasiti da isključivo tjelesna vježba predstavlja osnovni trenažni stimulus ili kineziološki operator. Tako, Findak i Prskalo (2004) navode da je kineziološki operator skup različitih struktura kretanja koje maksimalno odgovaraju cilju transformacijskih procesa. To su one vježbe kojima se najefikasnije djeluje na neku osobinu ili sposobnost, motoričku i/ili funkcionalnu, nivo motoričkih znanja i, možda najvažnije, na zdravlje. Prema ovom shvatanju, da bi došlo do željene adaptacije organizma koja uzrokuje pozitivnu transformaciju ciljanih antropoloških dimenzija, mora se desiti ciljani kineziološki podražaj ili stimulus. U najjednostavnijem shvatanju, kineziološki podražaj je kombinacija kinezioloških operatera i energije potrebnih za transformacijske procese (Findak i Prskalo, 2004).

Nešto kompleksnije shvatanje definiše kineziološki stimulus kao određenu tjelesnu vježbu ili kompleks vježbi kojom kineziolog provodi transformacijski proces na nekom subjektu, a koja se dozira na osnovi podataka i informacija o kineziološkom subjektu (Sportski leksikon, 1984). Sasvim je jasno da, da bi se postizali optimalni adaptacijski odgovori, kineziološki stimulusi moraju biti precizno određeni i tačno dozirani. Svaku tjelesnu vježbu, kao stimulus, određuju njena struktura, karakter, usmjerenost i intenzitet. Obzirom da su veličine stimulusa i adaptacijskog procesa u trenažnom procesu koji je dobro planiran, programiran i vođen, direktno proporcionalne, onda se može reći da veličina i karakter trenažnog stimulusa određuju strukturu i intenzitet adaptacijskih procesa u treniranom organizmu. Pri ovom procesu smjene trenažnih stimulusa i adaptacijskih odgovora organizma dolazi do prilagođavanja na multifunkcionalnom nivou (od molekularnog do sveobuhvatnog-organizam u cjelini) funkcionisanja organizma. Prema Željaskovu (2004), adaptacija organizma na trenažni

stimulus je određena adekvatnim procesom promjene uslova funkcionisanja i strukture organizma na stalnom nivou tj. na homeostatskoj bazi održavanja stabilnosti uslova unutrašnje sredine organizma. Ovaj proces se dešava na osnovu specifične sposobnosti organizma da održava svoje funkcionalne i strukturalne sisteme na stalnom nivou a naziva se samoregulacije organizma. Samoregulacija se zasniva na stalnoj autonomnoj regulaciji tj. težnji ljudskog organizma da održi ravnotežu (homeostazu) brojnih funkcija (npr. temperatura tijela, stepena kiselosti unutrašnje sredine - pH vrijednosti i sl.). Na osnovu spoznaja o adaptacijskim procesima u organizmu se može zaključiti da u području kineziologije fizičko opterećenje predstavlja osnovni pokretački stimulus kojim se želi izazvati ciljani adaptacijski odgovor organizma na koji se to opterećenje primjenjuje.

Fizičko opterećenje kao pokretač adaptacije

Opšte je poznato da fizička aktivnost izaziva akutni odgovor organizma na način da dolazi do podizanja nivoa funkcionisanja, prije svega mišićnog, kardiovaskularnog i respiratornog sistema, a sve kao posljedica fizičkog opterećenja organizma. U tom kontekstu, svako fizičko opterećenje predstavlja određenu vrstu „stresa“ koji organizam izvodi iz stanja dinamičke ravnoteže, koja je prirodno - fiziološko stanje organizma. Ova pojava je u osnovi svih adaptacijskih procesa organizma na fizičko opterećenje ili trening i na njemu je zasnovan princip prirasta „forme“ i poboljšanja stanja organizma, odnosno, povećanja sposobnosti. Pojednostavljeno se može reći da će organizam povećavati nivo svojih sposobnosti sve dok su trenažni stimulusi dovoljno intenzivni i česti, ali pod uslovom da oni ne nadmašuju adaptacijski potencijal organizma. Konkretno, svako trenažno opterećenje, na koje se organizam može adaptirati povećanim nivoom sposobnosti, predstavlja benefit ili korist za taj organizam. Bez obzira radi li se o spontanoj svakodnevnoj tjelesnoj aktivnosti, zdravstveno usmjerenoj tjelesnoj aktivnosti ili o trenažnoj aktivnosti usmjerenoj na razvoj određene sposobnosti, uvijek se teži i planira tako da se parametrima fizičkog - trenažnog opterećenja manipuliše na način na koji se osigurava optimalna veličina i karakter adaptacijskog procesa. Pojednostavljeno se može reći da su intenzitet vježbanja, kao mjera fiziološkog opterećenja organizma, njegovo trajanje i pauze između serijalne primjene opterećenja ključni elementi kojima se ostvaruje adaptacijski odgovor organizma.

Manipulacija prethodno navedenim faktorima ključna je za postizanje postavljenih trenažnih ciljeva. Primjera radi, razlika između lagane šetnje i treninga usmjerenog na razvoj aerobnih sposobnosti leži u upravljanju parametrima trenažnog opterećenja. Dakle, izbor adekvatnih sadržaja i metoda, koje podrazumijevaju parametre trenažnog opterećenja, je ključan za postizanje željenih rezultata tj. za izazivanje optimalnog adaptacijskog odgovora organizma.

Prilikom izbora samih kinezioloških operatora, kao i njihovih parametara opterećenja, potrebno je voditi računa o osnovnim adaptacijsko-trenažnim principima. Željaskov (2004) navodi da je princip adekvatnosti ključni princip koji je potrebno pratiti u svrhu postizanja planirane adaptacije organizma na trenažno opterećenje, a sve u cilju poboljšanja tjelesne forme. Prema ovom shvatanju, adekvatnost trenažnog stimulusa je mjerilo podudarnosti vanjskog (fizičkog-trenažnog) opterećenja i trenutnih i odgođenih reakcija organizma unutar tzv. diijapazona pozitivnog uticaja, a to sve, naravno, bez patoloških posljedica za sportistu. U tom smislu, adekvatnost je najpouzdaniji kriterij za maksimalno dozvoljeno opterećenje osnovnih sistema organizma u ekstremnim uslovima treninga i takmičenja. Kao drugi kriterij trenažnog uticaja, isti autor navodi selektivnost koja se bazira na teoriji funkcionalnih sistema, a prema kojoj organizam selektivno reaguje samo na faktore (promjene uslova) sredine od vitalnog značaja

za njegov opstanak. Selektivne reakcije organizma u fokusu su kineziologije kao nauke jer se primjenom specifičnih kinezioloških operatora nastoji uticati na ciljane osobine i sposobnosti koje se žele transformisati, odnosno, adaptacija pojedinačne sposobnosti se može postići samo ciljanim trenažnim metodama. Jurko i saradnici (2015) navode da ciljani trening, predstavlja primjenu kinezioloških operatora, specifičnih za pojedine sportove, kojima se žele poboljšati motoričke sposobnosti bitne za određeni sport. Tako, različiti kineziološki operatori djeluju prvenstveno i usmjereno na određene različite organske sistema i funkcionalne mehanizme i u njima potiču pozitivne strukturalne i funkcionalne promjene. Dakle, da bi se izazvala ciljani i specifična adaptacija, sadržaji koji se koriste isto tako moraju biti specifični i određeni po svom karakteru.

Prema Zaciorskom (2009), da bi došlo do pojave adaptacije, najznačajniji faktori trenažnog opterećenja, kao stimulusa, koji moraju biti zadovoljeni su: intenzitet, prilagođenost, specifičnost i individualiziranost. Prema ovom autoru, intenzitet opterećenja dominantno određuje stepen stimulusa, a samim time i adaptacije, koja je određena „principom nadopterećenja“. Ovaj princip podrazumijeva da će organizam početi da se mijenja, tj. da se prilagođava, samo ako je opterećenje kojem je izložen iznad uobičajenog, odnosno, ako je iznad praga adaptacijskog podražaja. U teoriji treninga se smatra da je veoma važno da opterećenje bude prilagođeno napretku, tj. da se progresivno povećava kako raste tjelesna forma. Pojednostavljeno rečeno, kako se nivo sposobnosti povećava tako je u treningu potrebno koristiti sve veća opterećenja (po obimu ili intenzitetu sadržaja).

Prilagođavanje trenažnog stimulusa kroz vrijeme u trenažnoj teoriji je potrebno zbog pojave „opadajućeg efekta“ i zbog pojave „akomodacije“. Ovaj princip zasnovan je na činjenici da je adaptacijski kapacitet na početku primjene stimulusa najveći pa je, posljedično, i adaptacijski efekat najveći. Konkretno, najveći trenažni efekat bilježi se kod početnika u treningu. U ovom periodu dolazi do izrazito velikih trenažnih efekata u kratkom vremenskom periodu, međutim, sa dužinom trajanja trenažnog programa, ti efekti se značajno smanjuju upravo zbog principa opadajućeg efekta. Isto tako, prilagođavanje u treningu podrazumijeva stalnu promjenu trenažnih opterećenje zbog pojave akomodacije. Razlog tome je činjenica da bi, ukoliko bi se stalno primjenjivala ista trenažna opterećenja, došlo do postepenog smanjenja adaptacijskog odgovora zbog toga što u startu primjereno opterećenje postaje nedovoljan podražaj za izazivanje adaptacije organizma, odnosno, organizam se prilagodi konstatnom-jednakom opterećenju ili se akomodira. Izbjegavanje akomodacije i opadajućeg efekta moguće je po osnovu kvantitavnog (promjena ukupnog trenažnog opterećenja) i kvalitativnog (uvođenje novih kinezioloških sadržaja) povećanja trenažnog opterećenja.

Specifičnost trenažnog podražaja ogleda se u činjenici da se najveći trenažni efekat postiže u treniranoj aktivnosti. Dakle, ako su trenažni sadržaji i metode koji se primjenjuju dominantno namijenjeni razvoju npr. snage, sasvim je logično da će najveći trenažni efekat biti upravo na toj motoričkoj sposobnosti, i to na treniranoj muskulaturi. Međutim, isto tako je poznata činjenica da se treningom jedne antropološke dimenzije indirektno utiče i na neke druge dimenzije. Ta pojava se naziva pozitivan trenažni transfer i omogućuje da se, kroz primjenu određenih vježbi i trenažnih metoda, istovremeno utiče na više željenih antropoloških dimenzija. Ovaj princip se može shvatiti kroz primjer treninga snage koji, pored razvoja te sposobnosti, ima značajan pozitivan transfer i na druge aktivnosti koje samo djelimično zavise od snage kao sposobnosti npr. brzinu vožnje bicikla, plivanja i sl.

U cilju postizanja maksimalnog trenažnog efekta, tj. maksimalne adaptacije, opterećenje mora da bude individualizirano. Ovaj princip podrazumijeva da odabir kinezioloških operatora i metoda treninga može uticati na stepen adaptacije kod jednog pojedinca, te da on nije univerzalan za sve vježbače/sportiste. Obzirom na postojanje značajnih individualnih razlika između pojedinaca, a koje su primarno genetski uslovljene, sasvim je jasno da veličina i karakter adaptacijskih procesa također imaju individualni karakter. Dakle, individualizacijom se prilagođavaju sadržaji i opterećenje treninga svakom pojedinom organizmu, te se time povećava ciljana adaptacija i efekat primijenjenog treninga.

U kontekstu adaptacija organizma na trenažno opterećenje, ono grubo može biti podijeljeno u tri velike grupe i to: stimulativno, održavajuće i detrenažno. Jednostavno rečeno, stimulativno ili razvojno opterećenje je iznad praga podražaja i dovoljnog je intenziteta i frekvencije da izazove pozitivne adaptacijske promjene. Održavajuće opterećenje ima takav karakter trenažnih stimulusa da samo uspijeva održati postignuti nivo forme ali ne uzrokuje dalje povećanje nivoa sposobnosti. Na kraju detrenažno opterećenje podrazumijeva onaj nivo trenažnog stresa koji je ispod praga podražaja i dovodi do smanjenja nivoa forme, rezultata ali i funkcije najvažnijih organa i organskih sistema.

Faze adaptacije organizma na fizičku aktivnost

S aspekta vremena, adaptacija, koja je posljedica motoričke – fizičke aktivnosti, može biti akutna i hronična. Tjelesna aktivnost, vježbanje i sportski trening potiče akutne (trenutne) procese podešavanja i prilagodbe u organizmu. Akutna ili neposredna/trenutna reakcija na trenažno opterećenje je mobilizacija energetskih izvora u cilju izvršavanja rada koji se pred organizam postavlja. Ukoliko je intenzitet aktivnosti visok, ili je njeno trajanje dugo, dolazi do opadanja radne sposobnosti jer prag podražaja prevazilazi akutne adaptacijske kapacitete organizma. Dakle, rezultat bilo koje intenzivne tjelesne aktivnosti je trenutni pad radne sposobnosti zbog pojave umora. Umor predstavlja trenutni gubitak radne sposobnosti uzrokovan prethodnim napornim radom (Marković, 2005). Radi se o akutnoj adaptaciji živčano-mišićnog sistema na tjelesnu aktivnost određenog intenziteta i trajanja (Enoka i Stewart, 1992).

Akutna adaptacija ne mora uvijek biti vezana isključivo za pojavu zamora (iako je zamor uvijek prisutan). Postoje trenažne metode koje izazivaju akutne trenažne efekte u smislu poboljšanja izvedbe. Najčešći primjer je kontrastna metoda koja izaziva akutno povećanje eksplozivne snage koje se temelji na fenomenu koji se naziva postaktivacijska potencijacija (engl. *post-activation potentiation* - PAP). Međutim, kontinuirano ponavljanje trenažnih opterećenja koji izazivaju akutne adaptacijske odgovore, iznad praga podražaja, rezultira relativno stabilnim poboljšanjem radne sposobnosti, tj. forme, koje karakteriše stadij prelazne, a potom i stabilne ili hronične adaptacije.

Prelazna adaptacija predstavlja selektivno povećanje funkcija organizma koja nastaje kao posljedica nervno-hormonske regulacije a dovodi do kvalitativnih promjena u procesima cijelog funkcionalnog sistema i nastanka „sistemske-funkcionalnog traga” (Željaskov, 2004). Prelazna adaptacijska faza, u pravilu, traje od 3 do 8 sedmica a karakteristične su opšte i, do izvjesne mjere, specifične promjene u radnoj sposobnosti organizma. Za ovu fazu vezuje se termini opšte fizičke ili kondicijske pripreme u kojima dominiraju raznovrsni kineziološki operatori umjerenog i submaksimalnog trenažnog opterećenja. Kao krajnji stadij adaptacijskih procesa smatra se stabilna ili potpuna adaptacija. Karakteristično za potpunu adaptaciju je

formiranje sistemsko-strukturnih promjena koje omogućavaju maksimalno ispoljavanje specifične radne sposobnosti organizma.

Hronična/sistemska adaptacija podrazumijeva strukturalne promjene na mišićnom tkivu (hipertrofiju), povećanje energetske kapaciteta usljed većih glikogenskih depoa, povećanog broja mitohondrija, veće koncentracije mioglobina i drugim promjenama na mišićnom, kardiovaskularnom, respiratornom i hormonalnom nivou. Ova vrsta adaptacije vezuje se za termine specifično-situacijske forme a razvija se i održava u uslovima bliskim takmičarskom opterećenju organizma.

U sportskoj teoriji ali i praksi jako je dobro poznata činjenica da maksimalna forma ne može biti zadržana kroz dugi vremenski period, te, stoga, sportska forma, a samim time i adaptacija kao proces, koja leži u obnovi maksimalnog radnog kapaciteta imaju sinusoidan-valovit karakter. Do sada se govorilo o pozitivnom tj. željenom toku adaptacije pri kojem dolazi do porasta, sposobnosti, forme i performansa. Međutim u opadajućem dijelu krivulje dolazi do smanjenja svih ili samo nekih antropoloških dimenzija koje su bile razvijene trenažnim metodama u ranijem periodu. Ova faza se naziva readaptacija i za nju je karakteristično da dolazi do gubljenja/pada prethodno postignutih trenažnih (adaptacijskih) efekata. U teoriji se o uzrocima readaptacije govori u slučaju 1) preopterećenja ili pretreniranosti i 2) dugotrajnog odsustva trenažnog stimulusa ili hipokineziji. Kod preopterećenja koje vodi do pretreniranosti dešava se da je trenažni stimulus većeg intenziteta od adaptacijskog kapaciteta organizma što dovodi do opadanja opšte adaptacijske moći, te, samim time, i do hronične iscrpljenosti, pada radnog kapaciteta koji za posljedicu ima pad, kako motoričkih i funkcionalnih sposobnosti, tako i motivacijskih faktora. U principu se smatra da pretreniranost nastaje usljed nepoštivanja opštih trenažnih principa i primjene neadekvatnih trenažnih metoda i opterećenja. Kada se o readaptaciji govori u smislu dugotrajne neaktivnosti, odnosno prekida fizičkog opterećenja prilikom kojeg dolazi do gubljenja sistemsko-strukturalnog traga, onda se govori o terminu hipokinezije.

Hipokinezija predstavlja takav nivo tjelesne aktivnosti koji je hronično ispod praga nadražaja koji omogućava održavanje funkcionalnog kapaciteta najvažnijih organskih sistema. Ona je, prije svega, rezultat smanjenja opšte fizičke sposobnosti, ali i motivacionih podsticaja, što često dovodi do postepenog prelaska na sedentarni životni stil, a konsekventno, i do izražene fizičke neaktivnosti (Živanić i Dikić, 2008). Kod sportista, usljed hronične (objektivne ili ne) apstinencije od obavljanja trenažnog procesa, readaptacija vodi povratku u inicijalno (pre trenažno) stanje, dok taj proces, kod ljudi bez prethodnog trenažnog iskustva, može biti degenerativan i voditi padu antropoloških dimenzija ispod genetskog optimuma. Smatra se da je faza readaptacije značajno sporija, do čak četiri puta, od faze adaptacije, što znači da pad u tjelesnoj formi nema istu dinamiku kao prirast te forme. Zaključno, u sklopu svih adaptacijskih fenomena leže pozadinski fiziološki mehanizmi koji održavaju stepen funkcionisanja organa i organskih sistema na većem ili manjem nivou.

Fiziološki aspekti adaptacije na fizičko opterećenje

S aspekta opšte fiziologije ili fiziologije sporta, interesantno je proučavanje mehanizama akutne i hronične adaptacije na fizičko opterećenje. Kako je ranije navedeno, taj dijapazon promjena se kreće od akutnih (posljedice pojedinačnog treninga ili opterećenja) do sistemskih/hroničnih promjena nastalih usljed dugotrajne primjene trenažnih opterećenja u području sportskog treninga. Prema Jurku i saradnicima (2015), početni stadij adaptacije

karakterišu homeostatski procesi, a kada trajanje ili intenzitet aktivnosti pređu određene vrijednosti praga, tada nastupaju mehanizmi opće adaptacije uz pokretanje proteinske sinteze. S druge strane, kod dužeg perioda treniranja, u organizmu nastaju strukturne i funkcionalne promjene u sklopu dugotrajne adaptacije, koju primarno karakteriše povećana sinteza novih molekula proteina. Primjereno ciljano trenažno opterećenje aktivira mehanizme opće adaptacije čija obilježja određuju dugotrajne adaptacijske promjene na ciljnim tkivima, organima i organskim sistemima.

Fizička opterećenja koja imaju dovoljan intenzitet izazivaju akutni fiziološki odgovor organizma koji se ogleda kroz povećanja funkcionalnih parametara najvažnijih organa i organskih sistema, najčešće kardiovaskularnog i respiratornog. Za praćenje akutnog fiziološkog odgovora tokom aktivnosti koriste se frekvencija srca, maksimalna potrošnja kiseonika, koncentracija laktata u krvi te subjektivna procjena opterećenja. Svaka od navedenih metoda ukazuje na rad određene grupe organskih sistema i ukazuje na dominaciju pojedinih energetskih procesa. Zbog različitih udjela energetskih mehanizama i nivoa aktivacije pojedinih organskih sistema u nekoj aktivnosti, dinamika akutnog odgovora fizioloških varijabli je različita pri različitim tipovima i intenzitetima opterećenjima. Razumijevanje dinamike akutnog odgovora pri različitim opterećenjima i aktivnostima je presudno za kvalitetno doziranje opterećenja i analizu akutnih reakcija (Bok, 2021). S druge strane, hronične adaptacije nastaju kao posljedica sumarnih akutnih reakcija na određenu vrstu trenažnog opterećenja. S aspekta energetskih procesa, tj. metaboličkog puta obezbjeđivanja energije za rad, sve aktivnosti se grubo mogu podijeliti u dvije grupe i to aktivnosti aerobnog i anaerobnog karaktera. Dosadašnja istraživanja su pokazala da je adaptacija na pojedinu vrstu treninga specifična, naročito u kontekstu hroničnih promjena koje nastaju u organizmu.

Fiziološka adaptacija na redovni, dozirani, aerobni trening obuhvata veliki broj strukturnih, morfoloških i funkcionalnih fenomena. Ova adaptacija prvenstveno se manifestuje na kardiovaskularni, respiratorni sistem, lokomotorni aparat i kroz ubrzanje ukupnog tjelesnog metabolizma. Zabilježeno je da se dugotrajnom primjenom aerobnih treninga povećavaju funkcionalni kapaciteti, prije svega, kardiovaskularnog i respiratornog sistema. Ključne promjene se odnose na smanjenje srčane frekvencije u mirovanju i pri naprezanju, povećanju svih plućnih kapaciteta kao i kapaciteta maksimalne potrošnje kisika, ključnog pokazatelja aerobne izdržljivosti. Ove promjene dovode do povećanja aerobne sposobnosti i izdržljivost kao sposobnosti dugotrajnog obavljanja rada niskog do umjerenog intenziteta. Kao posljedica ovih promjena, odgađa se pojava umora, povećava se brzina oporavka nakon aerobnih aktivnosti i ubrzava se metabolizam, naročito masnih kiselina, što posljedično dovodi do snižavanja nivoa holesterola (LDL) u krvi, te, samim time i smanjenja procenta tjelesne masnoće. Na osnovu dosadašnjih spoznaja može se zaključiti da je redovno aerobno vježbanje ili trening niskog do umjerenog intenziteta optimalnog trajanja zapravo najkorisniji trenažni oblik koji mogu da praktikuju sve starosne kategorije, te bi se, s pravom mogao nazvati „trening za zdravlje“. Treningom u ovoj zoni se stvaraju temelji aerobne tj. oksidativne izdržljivosti koja ima presudnu ulogu u razvoju i održavanju opšte izdržljivosti organizma.

Pored aerobnog treninga kao neupitne, esencijalne baze u razvoju sposobnosti, naročito kardiovaskularnog i respiratornog sistema, za normalnu funkciju ljudskog organizma, naročito mišićno-skeletnog sistema, potreban je trening savladavanja različitih vrsta otpora koji se najčešće naziva treningom snage (Kovačević i sar., 2021). Sa fiziološkog aspekta, trening snage je dominantno kretna aktivnost koju karakterizše anaerobni metabolički put resinteze energije. Za anaerobno vježbanje su karakteristični visok intenzitet i kratko trajanje aktivnosti

pri kojoj je, uz fosfokreatinski, dominantan energetska izvor anaerobni metabolizam ugljenih hidrata, posebno mišićnog glikogena (anaerobna glikoliza). Tokom anaerobnog rada, a zbog nedovoljne količine prisutnog kisika, nastaje kiseonički deficit koji je direktno proporcionalan intenzitetu rada - veći rad (intenzitet i obim) = veći deficit. Pri nastanku ovog deficita se nagomilavaju anaerobni metaboliti koji se moraju eliminisati oksidacijom. Tipični modeli anaerobnog treninga su: dizanje tegova, sprintovi, skokovi i bacanja. Anaerobnim treningom se povećava efikasnost anaerobnog metaboličkog sistema. Pored toga, trening snage vrlo efikasno poboljšava sve oblike ispoljavanja mišićne snage i brzine. Redovnim anaerobnim treningom povećava se tolerancija na acido-bazni disbalans (sniženje pH) tokom fizičke aktivnosti visokog intenziteta, kao i sposobnost oporavka nakon visokointenzivnih - anaerobnih aktivnosti. Specifična adaptacija organizma na sistemsku primjenu anaerobnog treninga ogleda se u metaboličkim promjenama koje se dominantno odnose na bolje iskorištavanje kreatin fosfata u mišićima, povećanje rezervi (naročito) glikogena u mišićima, i, ranije pomenuto, povećanje tolerancije na acido-bazni disbalans tj. veći nivo laktata u krvi. Ove promjene dovode do povećanja brzine oporavka, naročito nakon anaerobno laktatnog rada. Pored toga, zbog same strukture, sadržaja i intenziteta trenažnih stimulusa, dolazi do povećanja mišićne sile, snage i brzine.

Literatura:

Bok, D. (2021). Dinamika akutnog fiziološkog odgovora na različita opterećenja. 19. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša. Zagreb

Enoka, R. M., Stewart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 72. 1631-1648.

Findak, V., Prskalo, I. (2004). Kineziološki leksikon za učitelje. Visoka učiteljska škola u Petrinji.

Jurko, D., Čular, D., Badrić, M., Sporiš, G. (2015). Osnove Kineziologije. Sveučilište u Splitu.

Kovačević, E., Abazović, E., Ibrahimović, M., Mekić, A., Čaušević, D., Vrcić, M., Doder, I., Solaković, S., Šebić, I., Bajramović, I., Paravlić, A., Kazazović, E., Pašalić, A., Lovrić, F. (2021). Pretilost studenata Univerziteta u Sarajevu. Ministarstvo za obrazovanje, nauku i mlade Kantona Sarajevo i Ministarstvo zdravstva Kantona Sarajevo.

Marković, G. (2005). Faktori koji utječu na umor i oporavak tijekom i nakon vježbanja. 3. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša. Zagreb

Sportski leksikon. (1984). Jugoslavenski leksikografski zavod "Miroslav Krleža" slog, grafički zavod Hrvatske.

Zaciorsky, V., Kremer, V. (2009). Nauka i praksa u treningu snage - drugo izdanje. Data Status, Subcom, Beograd.

Željaskov, C. (2004). Kondicioni trening vrhunskih sportista. Beograd: D.T.A. Trade, Sportska akademija Beograd.

Živanić, S., Dikić, N. (2008). Sportska medicina. Visoka škola za sport strukovnih sudija, Beograd.

Bioenergetski sistemi i funkcionalne sposobnosti

Dobro je poznato da različite naučne discipline, svaka iz svog ugla i domena interesovanja, izučavaju, definišu i klasificiraju energiju. Obzirom da je energija preduslov za obavljanje rada, a samim time i kretne ili sportske aktivnosti, to je postavlja u fokus kineziologije kao nauke o kretanju. U tom kontekstu, Hoff i Helgerud (2004) navode da bi bez energije bilo kakav rad bio nemoguć, dok Sporiš i saradnici (2009) naglašavaju da je energija ljudski kapacitet potreban da se izvede rad. Međutim, treba naglasiti da se fizika, kao nauka, dominantno bavi izučavanjem energije i njene transformacije u gravitacionom polju zemlje u kojem se dešavaju i sva ljudska kretanja. U fizici se ukupna mehanička energija u gravitacionom polju dijeli na kinetičku (jednaka je radu koji tijelo može da izvrši) i potencijalnu (zavisi od položaja tijela u polju sile teže). Pojednostavljeno rečeno, potencijalna energija se pretvara u kinetičku usljed rada kojeg obavi tijelo koje je prethodno posjedovalo potencijalnu energiju, a na račun svog položaja u gravitacionom polju. Ovaj prelazak energije iz potencijalne u kinetičku i obrnuto se dešava neprestano prilikom različitih kretnih aktivnosti.

Pored mehaničke energije, za kineziologiju kao nauku su bitni i drugi oblici energije, poput toplotne (kinetička energija kretanja molekula) ili hemijske - energije akumulirane u hrani (potencijalna energija neophodna za održavanje života), a koje se neprestano oslobađaju u metaboličkim procesima. Temeljni princip očuvanja energije kaže da se ukupna energija u bilo kojem procesu ne može ni smanjivati niti povećavati, što znači da se energija jedino može pretvarati iz jednog oblika u drugi, te da, pri tome, njen ukupni iznos ostaje konstantan. Ukupni promet i razmjena energije u živim sistemima predmet je izučavanja velikog broja nauka, prije svega biologije, biohemije i fiziologije, zbog čega se ovaj kompletan proces posmatra kroz teoriju bioenergetskih sistema. U kontekstu ove publikacije, o prometu energije bit će govora s aspekta unosa tj. obezbjeđivanja energetske potrebe organizma i potrošnje, dominantno kroz metabolizam mišića tj. energije potrebne za obavljanje nekog mehaničkog rada.

Bioenergetski sistemi su metabolički procesi koji se odnose na protok energije u živim organizmima pa se, kao takvi, mogu primjenjivati i na ljudski organizam. Sa aspekta fiziologije, razmjena materije i energije u ljudskom organizmu naziva se metabolizam. Općenito se može reći da je metabolizam zbir svih hemijskih i fizikalnih procesa koji učestvuju u proizvodnji energije iz vanjskih i unutrašnjih izvora, sintezi i razgradnji građivnih i funkcionalnih tkivnih sastojaka te u odstranjivanju nastalih otpadnih tvari. Jednostavnije rečeno, metabolizam je proces kojim se kalorije iz hrane u našem tijelu pretvaraju u energiju tj. u „gorivo“ koje organizam može da iskoristi. Sa aspekta antropomotorike, posebno je bitan metabolizam mišića jer fiziološki procesi razmjene materije i energije, u skeletnim mišićima, u značajnoj mjeri određuju ukupnu motoričku efikasnost.

Jedini oblik energije koji se može koristiti za mišićinu kontrakciju tj. u svim tjelesnim ćelijama koje posjeduju jezgro, nalazi se u vidu adenzin trifosfata - ATP-a (Cene, 2020), tako da, za svaki mišićni rad je potrebna energija koja se dobiva razgradnjom ATP-a. Nizom hemijskih reakcija, iz ATP-a se oslobađa energija za rad a on se dalje razlaže na adenzin difosfat (ADP) i adenzin monofosfat (AMP). Nažalost, njegove zalihe u organizmu su vrlo ograničene i dovoljne su samo za inicijalnu, veoma kratkotrajnu mišićnu aktivnost. Obzirom da je ATP jedino energetske gorivo, koje se može iskoristavati u mišićnim ćelijama, za obavljanje dugotrajnog rada, neophodno je njegovo neprekidno obnavljanje ili resinteza. Postoje tri osnovna energetska sistema, tj. tri metabolička puta za stvaranje energije i resintezu ATP-a, a to su: fosfageni, glikolitički i oksidativni. Veoma složenim biohemijskim i fiziološkim

mehanizmima ovi metabolički putevi neprekidno obezbjeđuju energiju na osnovu koje se postiže i održava relativno konstantna količina ATP-a koji je potreban za obavljanje mišićnih kontrakcija. Utvrđeno je da je brzina resinteze ATP-a srazmjerna njegovoj potrošnji, što znači da se ATP može obnavljati različitom brzinom kroz različite metaboličke puteve, zavisno od režima rada i potrošnje. Sva tri metabolička puta resinteze ATP-a imaju svoje karakteristike i dominantno su aktivni pri obavljanju i zavise od karakteristika rada.

Metabolizam mišića

Fosfageni ili fosfageno-anaerobni energetska put se aktivira kada je potrebna hitna-trenutna energija za visokointenzivni rad. Ovaj sistem energiju obezbjeđuje iz fosfatnih jedinica adenozin trifosfata - ATP-a i kreatin fosfata - PC-a (u literaturi često se naziva i fosfokreatin). Ovaj metabolički put se bazira na akumuliranoj, odmah dostupnoj, energiji potrebnoj za obavljanje mišićnog rada pri čemu se ATP može shvatiti kao „energetska valuta“ kojom se automatski „plaća“ tj. „podmiruje“ energija za unutarćelijski transfer, dok se kreatin fosfat može smatrati „energetskom rezervom“ kojom se nadomješta trošenje ATP-a (Klisuras, 2013). Dakle, količina dostupnih 1) ATP-a i 2) kreatin fosfata, u mišiću, određuju kapacitete fosfagenog energetskeg sistema. Ovaj izvor energije je dostupan gotovo odmah po nastanku mišićne kontrakcije, međutim, njegove zalihe su jako ograničene. Smatra se da zalihe ATP-a u mišićima mogu obezbijediti energiju za mišićnu kontrakciju u trajanju od oko tri sekunde.

Nakon potrošnje inicijalnog tj. akumuliranog ATP-a, njegova resinteza se vrši razgradnjom kreatin fosfata na kreatin i fosfatni ion pri čemu dolazi do oslobađanja velike količine energije. Ovaj metabolički put dovoljan je za približno deset sekundi maksimalnog mišićnog rada. Ove vrijednosti se uzimaju kao fiziološki standard ali je u literaturi moguće pronaći različite navode o deponovanoj količini ATP-a i CP-a i vremenu u kojem je moguće obezbjeđivanje energije iz ovih izvora. Moguće je da pomenute razlike nastaju zbog individualnih razlika u količini deponovanih fosfata ali i zbog različite interakcije fosfagenog i glikolitičkog metaboličkog puta kod ljudi s različitim trenažnim iskustvom. Međutim, sigurno je da se na račun svake molekule kreatin fosfata stvara jedna molekula adenozin trifosfata, te da, kod maksimalnih opterećenja može doći do gotovo potpunog iscrpljenja tih rezervi u 10-ak sekundi (Matković i Ružić, 2009). Prema literaturi količina energije (ATP) koja se oslobađa ovim metaboličkim putem uznosi 4 mola po minuti zbog čega je on i najefikasniji metabolički put za oslobađanje energije (Hall, 2016). Obzirom da ovaj energetska sistem ne zavisi od kisika akumuliranog u ćelijama i da koristi akumulirane izvore energije, što podrazumijeva da ne postoje nusprodukti takvog metabolizma, onda se on u literaturi naziva fosfageni ili anaerobno alaktatnim metaboličkim putem.

Glikolitičko laktatni

Drugi metabolički put iz kojeg se dobija energija potrebna za resintezu ATP-a naziva se glikolitički. Sam naziv ovog procesa vezuje se za energetska izvor koji se u njemu koristi, a to su dominantno ugljikohidrati (šećeri - konkretno glikogen i glukoza) koji se razgrađuju anaerobnom glikolizom. U fiziologiji se pojam anaerobne glikolize odnosi na proces razgradnje glukoze u anaerobnim uslovima do pirogroždane kiseline koja se potom pretvara u mliječnu kiselinu (Lekić, 2001). Dakle, ovaj proces ne zavisi od dopremanja kisika u ćelije a kao izvor energije koristi akumulirane izvore ugljikohidrata u obliku glikogena i glukoze. Količina energije (ATP) koja se oslobađa ovim metaboličkim putem uznosi 2,5 mola po minuti (Hall, 2016). Ovaj metabolički put dominantan je za resintezu ATP-a kod aktivnosti visokog

intenziteta i relativno kratkog trajanja od 20 do 90 sekundi. Kao i kod fosfagenog metaboličkog puta, i u ovom slučaju postoje različiti navodi o mogućoj dužini trajanja aktivnosti pri čisto glikolitičkom procesu resintze ATP-a.

U tom kontekstu je bitno naglasiti da sa produžetkom (dužem od 20sec) aktivnosti visokog intenziteta energija se nastavlja oslobađati anaerobnom glikolizom ali se u tom procesu dešava nagomilavanje nusprodukata metabolizma i pojave kiseoničkog deficita. To se događa zbog toga što u procesu anaerobne glikolize dolazi do stvaranja metabolita (mliječne kiseline, H⁻ioni, urea, kreatinin) koji se zajedničkim imenom nazivaju laktati. Nakupljanje laktata u krvi se dešava zbog nastavka aktivnosti čiji je intenzitet veći od anaerobnog praga. Prema Jurku i saradnicima (2015), anaerobni prag je najveći nivo koncentracije mliječne kiseline u krvi tokom opterećenja pri kojem aerobni energetske procesi održavaju tu koncentraciju stalnom (4mmol/l krvi). Njihovo nakupljanje dovodi do poremećaja acidobaznog statusa tj. homeostaze, što u konačnici izaziva osjećaj bola, umora i pada radne sposobnosti. Heimer i Jaklinović-Fressl (2006) navode da anaerobni prag izražava najveći intenzitet aktivnosti u kojoj brzina stvaranja piruvata ne prelazi brzinu oksidativne fosforilacije. Pojednostavljeno rečeno, anaerobni prag je ona tačka u anaerobnom metabolizmu u kojoj organizam nije u stanju da odstrani nusprodukte metabolizma, odnosno, veća je produkcija samih laktata od sposobnosti organizma da ih metaboliše, te, zbog toga se javlja značajno povećanje količine laktata u krvi.

Dalje povećanje intenziteta dovodi do prevlasti anaerobnog glikolitičkog mehanizma oslobađanja energije i naglog porasta koncentracije mliječne kiseline u krvi s posljedicom „zakiseljena“ i prisilnog smanjenja intenziteta aktivnosti ili čak, prekida aktivnosti. Upravo zbog značajne pojave povećanja vrijednosti laktata u krvi prilikom ovog metaboličkog puta, on se dosta često naziva anaerobno laktatni metabolički put. Pokazalo se da se aktivnost u ovim uslovima, a bez značajnog pada radne sposobnosti, može odvijati između 2 i 3 minute, sa značajnim individualnim varijacijama. Prilikom anaerobno laktatnih aktivnosti dolazi do značajnog narušavanja stabilnog stanja (definisano kao metaboličko stanje u kojem su potrebe za kisikom zadovoljene njegovim unosom), pri čemu dolazi do pojave kiseoničkog duga (Lekić, 2001). Kiseonički dug je zapravo povećana potrošnja kisika nakon intenzivnog fizičkog naprezanja, a koja prevazilazi trenutne metaboličke potrebe. Dakle, za proces oporavka organizma nakon anaerobno laktatnih aktivnosti je potrebna dodatna količina kiseonika, te, zbog toga, potrošnja kiseonika, u odnosu na stanje mirovanja, ostaje povećana još neko vrijeme nakon završetka rada. Ovaj višak potrošnje kiseonika u oporavku naziva se kiseoničkim dugom, koji je uvijek veći od kiseoničkog deficita (Živanić i Dikić, 2008). Posljedica „otplate“ kiseoničkog duga je povišen nivo metabolizma (EPOC - engl. *excess post-exercise oxygen consumption*) u periodu nakon prestanka aktivnosti.

Oksidativni ili aerobni

Treći i najekonomičniji način oslobađanja energije za resintezu ATP-a naziva se oksidativni ili aerobni metabolički put. Ime je dobio na osnovu fizioloških procesa oksidacije organskih materijala (šećera, masti i proteina) uz prisustvo kisika. U ovom se procesu elementi vodika, koji sadrže potencijalnu energiju iz nutritivnih elemenata, oksidativnom fosforilacijom transformišu i pri tome oslobađaju veliki broj molekula ATP-a (Klisuras, 2013). Ova reakcija nastajanja ATP-a se naziva oksidativna fosforilacija jer je za nju potreban upravo kisik kako bi se ADP fosforilirao u ATP (Cene, 2020). Aerobni metabolički sistem veliki je potrošač kisika upravo zbog toga što zavisi od dopremanja kiseonika. Za sintezu 1 mola ATP-a potroši se 3,51 kisika ako sagorjevaju ugljikohidrati, odnosno 4l ako sagorjevaju masti (Lekić, 2001). Tokom

fizičkog opterećenja organizma koriste se ugljikohidrati i masti dok se proteini troše samo pri gladovanju tj. kalorijskom deficitu.

U aerobnom metaboličkom putu ATP nastaje nizom reakcija u ćelijskim organelama koje se nazivaju mitohondrijama. Mitohondrije predstavljaju osnovno mjesto generisanja energije u mišićnom vlaknu i njenog akumuliranja u vidu ATP-a. Smještene su uglavnom oko kontraktilnih dijelova miofibrila, gdje je potreba za ATP-om najveća (Jakovljević, 1979). Količina energije (ATP) koja se oslobađa ovim metaboličkim putem iznosi 1 mol po minuti što je značajno manje od anaerobnog načina resinteze ali su, pri tome, mogućnost njegovog obnavljanja i trajanje aktivnosti praktično neograničene jer se, kao izvori energije, koriste makronutrijenti (Hall, 2016). U aerobnom metabolizmu se nizom lančanih hemijskih tj. oksidativnih reakcija, koje se u fiziologiji nazivaju Krebsov ciklus ili ciklus limunske, odnosno, trikarboksilne kiseline, prilikom razgradnje nutritivnih elemenata i njihovih nusprodukata (piruvata i acetil koenzima A) oslobađa velika količina energije. Pored energije koja se oslobađa i koristi za resintezu ATP-a, kao krajnji produkt aerobnog metabolizma nastaje voda (tzv. metabolička voda u količinama 300-400ml) i ugljen dioksid CO₂ (Lekić, 2001).

Ovaj način dobijanja energije zavisi isključivo o količini dostupnih makronutrijenata i nije opterećen nusproduktima metabolizma te ga to čini najekonomičnijim načinom resinteze ATP-a. Iz tih razloga se može reći da je aerobni način dobijanja energije temeljni metabolički put koji je dominantno zastupljen tokom svakodnevnih aktivnosti cijelog života. Sva energija koja je organizmu potrebna za osnovne metaboličke procese u mirovanju i pri nižim intenzitetima fizičke aktivnosti se dobiva putem aerobne resinteze ATP-a.

Interakcija metaboličkih puteva

Već je naglašeno da svaku mišićnu kontrakciju, odnosno, svako obavljanje mehaničkog rada prati reakcija cijepanja ATP-a radi oslobađanja energije potrebne za tu kontrakciju. Istovremeno, mišićna aktivnost se, u zavisnosti od njenog trajanja i intenziteta, može vršiti pri praktično nepromijenjenom nivou ATP-a u mišićima ili uz njegovo neznatno ili naglo smanjenje. Bez obzira što sadržaj ATP-a u mišićima može značajno da se smanji na početku intenzivnog rada, postoje mehanizmi na osnovu kojih se njegov nivo održava relativno konstantnim, te, u nekim slučajevima se može povećati i stabilizovati na početne ili nešto niže vrijednosti.

Da bi se količina ATP-a održala duži vremenski period tokom mišićnih kontrakcija ili obavljanja mehaničkog rada potrebna je njegova konstantna resinteza. Ovaj proces zavisi od intenziteta i trajanja opterećenja. Iako sva tri metabolička puta učestvuju u produkciji energije pri različitim vrstama mišićne aktivnosti, parcijalni doprinos svakog od njih je dominantan pri određenom intenzitetu i trajanju opterećenja. Navedeni mehanizmi resinteze ATP-a pri mišićnoj aktivnosti uključuju se u strogo određenoj sukcesivnosti. Prvi, najbrži je kreatin-kinazni mehanizam koji se aktivira istovremeno sa početkom mišićne kontrakcije, a potom, tek poslije 20 sekundi maksimalno intenzivnog rada pojačava se glikoliza čiji intenzitet dostiže maksimum kroz 40 do 80 sekundi. Pri dugotrajnijem i manje intenzivnom radu sve veći značaj dobija oksidativni put resinteze ATP-a (Jakovljević, 1979). Dakle, uvijek se prvo aktiviraju anaerobno fosfatni, zatim glikolitički i na kraju aerobni metabolički putevi resinteze ATP-a. Pojednostavljeno bi se moglo reći da se energetska sistem u ljudskom organizmu može sagledati kroz aerobne sposobnost i anaerobni kapacitete. Međutim, ti metabolički putevi ne funkcionišu potpuno odvojeno jer pri različitim aktivnostima, naročito sportskim, njihovo

djelovanje, a samim time i angažman, je potrebno u različitim omjerima. Interakcija i međusobno „preklapanje“ različitih metaboličkih puteva naročito su bitni kod aktivnosti koje imaju nelinearan tok izmjena aktivnosti visokog i umjerenog intenziteta pri čemu trajanje tih intervala ima različitu dužinu. O interakciji metaboličkih puteva Myer i saradnici (2005) navode da se fosfageni ili anaerobni alaktatni izvori energije deklarativno dominantni za maksimalni mišićni rad u trajanju od 8 do 10 sekundi, međutim, ako aktivnost nije maksimalna, oni će moći davati energiju za mišićni rad i duže od navedenih 10 sekundi, jer takav intenzitet opterećenja omogućava i ostalim izvorima energije da se pokrenu, a i potreba za energijom je manja. Prema ovome jasno je da pojedine kompleksne aktivnosti poput timskih sportova u različitom omjeru aktiviraju sva tri metabolička puta resinteze ATP-a pri različitim situacijama u igri. Međutim, na osnovu dominantnih fiziološki i biohemijjskih reakcija koje prate određene aktivnosti moguće je izvršiti klasifikaciju sportova na dominantno anaerobno alaktane, anaerobno laktatne, aerobne i mješovite odnosno one u kojima dolazi do stalne izmjene metaboličkih puteva resinteze ATP-a.

O karakteru svake od tipičnih aktivnosti bit će više govora u dijelu funkcionalne sposobnosti u sportu. Prema Klisurasu (2013), na osnovu interakcije fizioloških mehanizama, sve sportske aktivnosti moguće je klasificirati u četiri vrste tj. kategorije.

U prvu grupu tzv. anaerobno alaktatnih sportova mogu da se uvrste sve aktivnosti i sportske discipline koje imaju izrazito kratko trajanje (do 3 sekunde) kao što su: atletske skokovi i bacanja, olimpijsko dizanje tegova i sl.

Drugu grupu aktivnosti čine tzv. anaerobno alaktatno-laktatni sportovi kod kojih je karakteristično da dolazi do interakcije alaktatnog i laktatnog energetskog mehanizma. U ovu grupu aktivnosti ubrajaju se sportovi kratkog trajanja, od 4 pa do 50 sekundi ili, prema nekim autorima, do čak jedne minute. Tipični predstavnici ovih sportova su atletske trkačke discipline od 100 do 400m, plivačke discipline od 50 do 100 m, gimnastičke discipline i sl.

Treću grupu aktivnosti čine tzv. anaerobno laktatno-aerobni sportovi kod koji dolazi do interakcije anaerobno laktatnog i aerobnog mehanizma oslobađanja energije. Ove aktivnosti traju od jedne pa do 3 ili 5 minuta. U ovu grupu sportova spadaju atletska trčanja na 800 i 1 500m, plivačke dionice na 200 i 400m, većina sportskih igara, borilački sportovi i sl.

Četvrtu grupu čine tzv. aerobne aktivnosti ili sportovi izrazito dugog trajanja, od 5 minuta pa do nekoliko sati (ili više u ekstremnim aktivnostima), prilikom kojih se energija dobija iz aerobnih izvora i njihovo trajanje je limitirano energetskim depoima i mogućnostima njihove nadopune tokom samih aktivnosti. Tipični predstavnici ovih aktivnosti su dugoprugaške atletske discipline, drumski biciklizam a u posljednje vrijeme sve popularnije su aktivnosti ekstremno dugog trajanja poput ultra triatlona (popularno nazvanog „Ironmen“).

Ukupni metabolizam i razmjena energije pri fizičkom opterećenju

Kako je već ranije naglašeno, energija se ne može stvoriti iz ničega niti se može uništiti, ona samo prelazi iz jednog oblika u drugi. U kontekstu ukupne razmjene i prometa materije i energije u ljudskom organizmu, u prethodnom dijelu ovog poglavlja bilo je govora o fiziološkim i biohemijjskim mehanizmima resinteze ATP-a koji podrazumijeva iskorištavanje akumuliranih i dostupnih energetskih depoa u organizmu. Međutim, da bi se ti depoi održavali potrebno je unošenje energije. U tom smislu, za shvatanje cjelokupnog procesa prometa energije u organizmu, potrebno je pojasniti ulogu hrane iz koje organizam crpi energiju za već

pomenute procese. Najjednostavnije rečeno, ishrana predstavlja unošenje hranidbenih tvari u organizam s ciljem dobijanja potrebne energije potrebne za održavanje životnih funkcija.

Hranjive tvari ili nutrijenti se dijele u dvije velike grupe: makronutrijente i mikronutrijente. Makronutrijenti (proteini, ugljikohidrati i masti) služe kao izvor energije i gradivne tvari, dok su mikronutrijenti (vitamini, minerali) potrebni za odvijanje brojnih metaboličkih procesa u tijelu. U kontekstu ukupnog energetskeg metabolizma, ključnu ulogu ima energetska vrijednost makronutrijenata jer se ta energija koristi u metaboličkim procesima neophodnim za resintezu ATP-a, ali i za druge fiziološke procese koji zahtijevaju energiju. Energetska vrijednost ugljikohidrata i proteina je 4kcal (kilo kalorije) po 1g dok je ta vrijednost za masnoće znatno veća i iznosi 9kcal po 1g. Svaki od makronutrijenata ima svoju specifičnu ulogu u ukupnom metabolizmu ali će, za potrebe ove publikacije, biti pobrojane samo osnovne karakteristike potrebne za shvatanje uloge makronutrijenata u procesu kalorijskog unosa kroz hranu.

Energetski izvori - makronutrijenti

Ugljikohidrati su glavna energetska hranjiva tvar iz kojih se najlakše i najbrže dobija potrebna energija neophodna za metabolizam, zbog čega treba da čine većinu energetskeg unosa. Obzirom da se 99% svih ugljikohidrata u tijelu koristi u procesu resinteze ATP-a, oni se smatraju glavnim energetskeim izvorima pri fizičkom opterećenju. U stanju mirovanja, kada nema značajnih zahtijeva za potrošnju energije, oko 35% energije dolazi iz metabolizma ugljikohidrata, dok se taj isti udio, pri mišićnom naprezanju, značajno povećava. Tačka „ukrštanja“ metabolizma masti i ugljikohidrata je na 35% VO_2max , što odgovara vježbanju umjerenim intenzitetom. Iznad ove tačke postepeno se prelazi na metabolizam ugljikohidrata dok se kod maksimalnih intenziteta vježbanja koriste isključivo mišićni glikogen i glukoza iz krvi. Preporuka je da unos ugljikohidrata bude 50-60% ukupnog energetskeg unosa jer ljudski organizam može akumulirati oko 500g ugljikohidrata i to kao glikogen u mišićima (450g) i jetri (50g) te svega (15g) u obliku glukoze u krvi, na osnovu čega je jasno da ukupna energetska rezerva iz ugljikohidrata iznosi približno 2 000kcal (Klisuras, 2013).

Masti su u ishrani, ali i u tijelu, najveći izvor energije i kao takve imaju veoma značajnu ulogu u ukupnom metabolizmu. Prehrambeni lipidi su izvor metaboličke energije, supstrat za sintezu metabolički aktivnih materija (esencijalnih masnih kiselina) i regulator ekspresije gena. Ljudski organizam može akumulirati masti i to u obliku triglicerida u mišićima (~500g), adipocitima (~14 000g) dok se zanemariva količina (0,4g) nalazi u plazmi u obliku slobodnih masnih kiselina (Klisuras, 2013). Ove vrijednosti se odnose na čovjeka prosječne tjelesne mase sa normalnim indeksom tjelesne mase i količinom adipoznog tkiva unutar fizioloških granica. Obzirom na veliku energetske vrijednost preporučeni dnevni unos kalorija kroz masti trebao bi uznositi 25-30%. Konkretnije, kada je tijelo u stanju mirovanja, približno 60% energije se koristi iz metabolizma masti, te, masnoće su također značajan izvor energije kod aktivnosti dugog trajanja i niskog intenziteta. Pored energetske, masti imaju i niz drugih veoma važnih uloga u organizmu jer učestvuju u izgradnji strukture ćelija, utiču na pravilan rast i razvoj organizma, održavanju toplote, osiguravaju esencijalne masne kiseline i pomažu apsorpciju vitamina topivih u mastima (A, D, E i K).

Proteini (bjelančevine) opskrbljuju organizam aminokiselinama koje su osnovni gradivni element ćelija i nosilac su velikog dijela fizioloških funkcija. Proteini su glavna gradivna tvar ćelija jer čine $\frac{3}{4}$ suhe mase tijela. U organizmu imaju gradivnu, specifičnu fiziološku i energetske ulogu. Osiguravaju rast i održavanje tkiva, jer osiguravaju potrebne aminokiseline

u dovoljnoj količini za sintezu ćelijskih proteina. Sastavni su dio hemoglobina (koji prenosi kisik), enzima (koji pospješuju hemijske reakcije) i antitijela (koji učestvuju u borbi protiv bolesti). Preporučeni dnevni unos proteina je 10-15%, a, ukoliko za tim postoji potreba, kod nesportista se može povećati na 20% ukupnog dnevnog energetskeg unosa, što je približno 1-1,5g po kg tjelesne mase, a dok se kod sportista unos može kretati i do 2g. Proteini se dominantno ne troše kao energetska izvor, međutim, kada je tijelo u stanju mirovanja približno 5% energije se koristi iz metabolizma proteina. Isti slučaj se dešava i kod aktivnosti dugog karaktera pri kojim se, zbog sniženog nivoa mišićnog glikogena, za energetske procese u organizmu iskorištava protein.

Uloga makronutrijenata pri fizičkom opterećenju

Kao što je već ranije navedeno, svaki od makronutrijenata ima svoju specifičnu ulogu u metabolizmu pri stanju mirovanja ali i fizičkog opterećenja organizma. O intenzitetu prometa materije i vrsti materija koje se oksidišu u organizmu se može suditi na osnovu količine upotrebljenog kiseonika i nusprodukata izlučenih iz organizma. Tako se količina razgrađenih proteina u organizmu određuje po količini azota koji se izluči u mokraći. Količina oksidisanih ugljikohidrata i masti određuje se po količini izlučene ugljene kiseline i potrošenog kiseonika (za to vrijeme) tj. po rezultatima razmjene gasova - respiratornim koeficijentom. Respiratornim koeficijentom se naziva odnos između volumena izlučenog ugljendioksida i apsorbovanog kiseonika. Ovaj koeficijent je različit pri oksidaciji različitih materija, te, tako, na primjer, pri oksidaciji ugljikohidrata (glukoze) broj molekula nastalog ugljendioksida i utrošenog (apsorbovanog) kiseonika je jednak što znači da je respiratorni koeficijent 1. Masti i proteini imaju respiratorni koeficijent manji od 1 i on iznosi 0,7 za masti i 0,8 za proteine. Za fiziologiju sporta ili generalno obavljanja fizičkog rada, bitno je napomenuti da je respiratorni koeficijent podložan promjenama tj. da se on pri intenzivnom mišićnom radu približava jedinici. To se objašnjava činjenicom da se pri intenzivnom mišićnom radu, kao glavni izvor energije, koriste ugljikohidrati. Interesantno je da se po završetku intenzivnog rada, u prvih nekoliko minuta, respiratorni koeficijent može izrazito povećati i dostići vrijednosti iznad jedan. Ovo se objašnjava nadoknadom kiseonika kojeg u toku mišićnog rada nije bilo dovoljno – otpлата, ranije pomenutog, kiseoničkog duga (Babskij i sar., 1971).

Energetska potrošnja

Ukupna energetska potrošnja u organizmu najjednostavnije se može predstaviti kroz tri osnovna faktora koji čine ukupnu energetska potrošnju. Ukupan „kalorijski izlaz“ tj. potrošnja kalorija dešava se za potrebe bazalnog metabolizam, termogenezu i obavljanje mehaničkog rada putem mišićne aktivnosti.

Bazalni metabolizam je minimalna količina energije potrebne za odvijanje svih hemijskih reakcija u tijelu tokom mirovanja. Taj, najmanji ukupni utrošak energije, zove se bazalni metabolizam ili metabolizam u mirovanju. U stanju mirovanja, čovjek prosječne mase (oko 70kg) potroši približno 3,5ml O₂ po kilogramu tjelesne težine, odnosno oko 0,25l kisika svake minute. Dakle, u jednom danu, čovjek potroši oko 360l O₂ i oko 1 600kcal za bazalni metabolizam, tj. osnovne životne funkcije u stanju mirovanja (za rad srca, mozga, disanja i dr.), te, u uslovima uobičajene dnevne aktivnosti, bazalni metabolizam troši 50-70% ukupne dnevne potrošnje kalorija. Međutim, vrijednosti bazalnog metabolizma izrazito variraju u rasponu od oko 1 000kcal/dan pa sve do približno 2 500kcal/dan jer se isti nalazi se pod uticajem nekoliko faktora, a najvažniji od njih su: veličina i sastav tijela, spol, dob, prehrambene navike, faktori

sredine, količina sna itd. Bitno je naglasiti da bazalni metabolizam raste sa povećanjem ukupne mišićne mase i pod uticajem je trenažne aktivnosti, što ukazuje da aktivni sportisti imaju veće vrijednosti bazalnog metabolizma u odnosu na opću populaciju.

Termogeneza predstavlja proces stvaranja toplote u tijelima ljudi koji je baziran na oksidaciji hranjivih tvari u ćelijskim mitohondrijima. Poznato je da, u ukupnoj dnevnoj potrošnji energije, pri izostanku intenzivnijeg rada, termogeneza učestvuje sa približno 10%, te da, pored stvaranja toplotne energije u cilju održanja homeostaze (izotermije) tj. konstantne temperature organizma, veliki dio utrošene energije, naročito onaj iskorišten u svrhu mišićnih kontrakcija, pretvara se u toplotu. Tako Babskij i saradnici (1971) navode da najveći dio energije bude pretvoren u toplotnu, jer svega 20-25% oslobođene energije može da pređe u mehaničku. Krajnji rezultat tog pretvaranja je toplotna energija koju tijelo oslobađa u vanjsku sredinu. Isti autori navode da se sva energija koja se oslobodi u organizmu može odrediti i izračunati u jedinicama toplote-kalorijama.

Većina dnevne potrošnje kalorija u uslovima uobičajene dnevne aktivnosti rezultat je bazalnog metabolizma, a kroz tjelesnu aktivnost se troši samo 15-30% ukupne dnevne kalorijske potrošnje. Da bi se taj procenat povećao, potrebno je praktikovati redovnu fizičku aktivnost, čime se povećava i ukupna energetska potrošnja, a samim time, i termogeneza.

Energetska potrošnja kroz mišićnu aktivnost

Za kineziologiju kao nauku posebno je važna energetska potrošnja pri obavljanju fizičkog rada, ali i određivanje energetskehtih zahtijeva pojedinih sportskih disciplina. Prema Oxfordskom rječniku sportskih nauka i medicine, fizička aktivnost predstavlja bilo koji oblik tjelesnog kretanja povezan sa značajnim metaboličkim zahtjevima. Pored sportskih aktivnosti, ona također obuhvata i napore profesionalne poslove, kućne poslove, ali i druge aktivnosti koje zahtijevaju fizički napor.

Potrošnja energije pri tjelesnom vježbanju zavisi od većeg broja faktora, ali suštinski, nju određuje obim (trajanje određene aktivnosti) i intenzitet (veličina opterećenja) opterećenja na funkcionalne sisteme kao što su: kardiovaskularni, respiratorni, lokomotorni i drugi. Iako se ovi parametri razlikuju između pojedinaca različite dobi i tjelesne forme, utvrđeno je da pojedine aktivnosti povećavaju energetska potrošnju u mirovanju približno jednak broj puta kod svih ljudi. Prema ovom kriteriju, fizička aktivnost se kvantificira na osnovu energetske potrošnje nastale usljed bilo koje kakve mišićne aktivnosti i izražava se metaboličkim ekvivalentom (MET). MET je definisan kao mjera energetske potrošnje u mirovanju i približno je 3,5ml O₂ po kilogramu tjelesne težine po minuti ili 1kcal po kilogramu tjelesne težine na sat. To znači da se svaka fizička aktivnost može opisati pomoću MET-a. Pored toga, i energetska potrošnja neke fizičke aktivnosti moguće je dobiti množenjem pripadajuće joj MET vrijednosti sa vrijednosti metabolizma u mirovanju. Na primjer, fizička aktivnost od 10 MET-a označava intenzitet koji zahtijeva energetska potrošnju 10 puta veću nego u mirovanju. Dakle, u pogledu potrošnje kisika, zahtjev će biti 35ml/kg/min O₂ (3,5×10), a u pogledu kcal 10kcal//kg/h (Klisuras, 2013).

Za bolje shvatanje navedenih formula u nastavku je predstavljen jedan jednostavan primjer:

Koliki bi utrošak kalorija bio za rekreativca čija je tjelesna masa 75kg, koji kao aktivnost koristi rekreativnu vožnju bicikla u trajanju od 1h?

Prema tabelarnim MET vrijednostima, energetska potrošnja za rekreativnu vožnju bicikla (<15km/h) u trajanju od 1 h iznosi 4 MET-a, to jest 4 kilokalorije po kilogramu tjelesne mase. Dakle, vrijednost tjelesne mase (75) se množi sa pripadajućom vrijednosti MET-a na sat, što je u ovom slučaju 4, te se, na osnovu proste matematičke operacije: $75 \times 4 = 300 \text{kcal}$ može zaključiti da je, u ovom slučaju, potrošnja 300kcal.

Na osnovu MET vrijednosti je moguće izvršiti klasifikaciju „težine“ i potrošnje tokom neke određene aktivnosti, iako, i tu postoje različiti kriteriji za različite kategorije ljudi. Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) je za potrebe profesionalne klasifikacije težine profesionalnog rada ustanovila da aktivnosti do 3 MET-a spada u rad laganog intenziteta, ona između 3 i 4,5 u aktivnosti umjerenog intenziteta, da težak rad podrazumijeva aktivnosti između 4,6 i 7 MET i veoma težak intenzitet podrazumijeva aktivnosti iznad 7 MET-a (Živanić i Dikić, 2008).

Funkcionalne sposobnosti u sportu

Funkcionalne sposobnosti ljudskog organizma i njihov uticaj na radni kapacitet, odnosno, na uspješnost u pojedinim sportskim aktivnostima, uglavnom se posmatra kroz prizmu strukture i funkcije najvažnijih organa i organskih sistema, a prije svega, kardio-vaskularnog, respiratornog i lokomotornog. Fiziologija sporta i kineziologija su utvrdile osnovne principe ispoljavanja funkcionalnih sposobnosti u različitim oblicima kretnih aktivnosti kao i mogućnost transformacije istih pod uticajem različitih trenažnih sadržaja. U ovoj publikaciji, funkcionalne sposobnosti će biti posmatrane kroz prizmu metaboličkih energetske procesa i sadržaja kinezioloških operatora pogodnih za njihovu transformaciju u pojedinim životnim fazama, te i adaptaciju organizma na različita trenažna opterećenja namijenjena poboljšanju ovih sposobnosti.

Funkcionalne sposobnosti organizma se dovode u direktnu vezu sa energetske kapacitetima i „transportnim“ sposobnost organizma da izvrši razmjenu gasova na ćelijskom odnosno respiratornom nivou. Iz tih razloga, neki autori (Sekulić i Metikoš, 2007) navode da se funkcionalne sposobnosti često nazivaju i kardio-respiratorne sposobnosti i/ili kardio-respiratorna izdržljivost, jer je dokazano kako ove sposobnosti direktno zavise od kvalitete kardio-vaskularnog i respiratornog sistema. Generalno, od ovih sposobnosti zavisi promet materije i energije u organizmu, a njihov značaj je naročito izražen kod obavljanja fizičkog rada. Zbog uticaja velikog broja organskih sistema, kao i složenosti funkcionisanja, ove sposobnosti su predmet izučavanja opšte fiziologije, fiziologije sporta ali i kineziologije kao nauke. U tom smislu bi se moglo reći da, fiziologija proučava zakonitosti i principe funkcionisanja organskih sistema od kojih zavisi motorička efikasnost u kineziološki usmjerenim aktivnostima, a koje regulišu uticaj kineziološkog tretmana na razvoj fizioloških funkcija (Jurko, 2015).

Za kineziologiju su naročito važni fiziološki procesi transformacije i iskorištavanja energije u organizmu jer oni predstavljaju jedan je od ključnih faktora koji određuje motoričku efikasnost. Obzirom da funkcionalne sposobnosti zavise od kapaciteta ključnih organskih sistema za promet materije i energije u organizmu, te da se mogu podjeliti na osnovu fizioloških mehanizama za resintezu energije potrebne za obavljanje mišićnog rada, iste se dijele na anaerobne i aerobne, gdje su potreba i zavisnost o kiseoniku potrebnom za metaboličke procese resinteze ATP-a, osnovni kriteriji za podjelu.

Uloga i značaj kiseonika kao i cjelokupan proces obnavljanja energije već je prethodno objašnjen, te je cilj ovog poglavlja objašnjenje uticaja funkcionalnih sposobnosti na obavljanje

fizičkog rada tj. kretnih aktivnosti, kao i mogućnost kineziološke transformacije ovih sposobnosti. Prema tome, karakter fizičkog opterećenja je ključni faktor koji određuje da li će se neka aktivnost odvijati u aerobnim ili anaerobnim uslovima. Još konkretnije, intenzitet i trajanje same aktivnosti dominantno određuju potrebu za energijom, a time, i karakter same aktivnosti. Generalno vrijedi pravilo da, što je intenzitet aktivnosti veći, to mu je trajanje kraće, te da, pri takvom (visokointenzivnom) radu, dominiraju anaerobni procesi ili anaerobne funkcionalne sposobnosti. Obrnuto vrijedi za aerobne funkcionalne sposobnosti pri kojim se obavlja rad dugog trajanja i relativno malog intenziteta. I jedne i druge sposobnosti imaju svoje tipične predstavnike među sportskim disciplinama, a i karakteristične trenajne metode koje dominantno utiču na razvoj svake od njih. U nastavku ovog poglavlja bit će detaljno obrazloženi značaj, uloga, optimalno vrijeme i mogućnost transformacije aerobnih i anaerobnih sposobnosti organizma. Kao i sve druge sposobnosti ljudskog organizma, pa tako i funkcionalne, imaju senzibilne faze razvoja, odnosno, vrijeme kada se pojedina sposobnost ili kapacitet najbolje razvija. O senzibilnim fazama razvoja funkcionalnih sposobnosti kineziološkim operatorima najčešće se govori u tri uzrasne kategorije i to: pred-pubertetski, pubertetski i post-pubertetski period.

Prema Sekuliću i Metikošu (2007) u periodu djetinjstva su funkcionalne sposobnosti relativno stabilne, tj. ne zavise od kineziološkog angažmana, zbog čega je efikasnost treninga funkcionalnih sposobnosti relativno ograničena. Zbog ove činjenice većina autora smatra da u periodu djetinjstva razvoj funkcionalnih sposobnosti ne treba biti primarni cilj transformacijskog djelovanja. Preporuke su da bi akcenat kineziološkog uticaja trebao biti stavljen na učenje što većeg broja najrazličitijih kretnih struktura koje će kasnije biti korištene kao sadržaji za razvoj sposobnosti. Dokazano je da do puberteta djeca imaju smanjenu količinu enzima fosfofruktokinaze koji je odgovoran za odvijanje anaerobne glikolize što je, u suštini, ograničavajući faktor za anaerobno i aerobno dobivanje energije iz glukoze kod pred-pubertetske populacije, ali i razlog zbog kojeg djeca ne mogu provesti više vremena u anaerobno-glikolitičkom režimu rada (Sporiš, 2009). Prema tome, treninge anaerobno lakatnog karaktera treba izbjegavati u pred-pubertetskom periodu.

Kada je riječ o alaktatnim sposobnostima, u literaturi se može pronaći da se kod djece, koja nisu ušla u pubertet, bilježe skoro jednake količine fosfagenih izvora energije (ATP i CP) kao kod odraslih (Drabik, 1996). Tu činjenicu je vrlo važno uzeti u obzir prilikom planiranja treninga djece, a Sporiš (2009), u tom smislu, navodi da se ovaj energetska sistem, u tom periodu može razvijati prvenstveno kroz trening i razvoj brzine. Na osnovu ovih činjenica jasno je da u djetinjstvu ne treba zanemariti transformaciju i razvoj funkcionalnih sposobnosti. Naprotiv, u ovom dobu treba graditi aerobnu bazu kroz veliki obim kretanja, a sami sadržaji treba da budu najrazličitijeg mogućeg karaktera (ciklični i aciklični), te, pri tome posebnu pažnju treba posvetiti na formu kretnih struktura, i ispravnost motoričkih znanja i vještina koje se usvajaju. Također treba naglasiti da u ovom periodu nema značajnih razlika i između dječaka i djevojčica u pogledu razvoja funkcionalnih sposobnosti.

Pubertetski period podrazumijeva period naglog rasta i razvoja dimenzija antropološkog statusa što je u prethodnim poglavljima detaljno obrazloženo. Generalna promjena u pubertetu se ogleda kroz povećanje morfoloških dimenzija što za posljedicu ima opadanje funkcionalnih sposobnosti, naročito aerobnog tipa. Ovo smanjenje aerobnih sposobnosti objašnjava se činjenicom da povećanje ukupne tjelesne mase u koju treba dopremiti kiseonik ne prati povećanje funkcije kardiovaskularnog i respiratornog sistema. Zbog toga, Sekulić i Metikoš (2007) navode da bi razvoj aerobnih funkcionalnih sposobnosti trebao biti od jedan od

primarnih ciljeva treninga osoba u pubertetu, pogotovo u ranim fazama puberteta u kojim su promjene u morfološkoj strukturi i najburnije.

U ovom periodu se za razvoj funkcionalnih sposobnosti mogu koristiti svi oblici kretanja koji su dobro usvojeni u ranijem periodu i čija struktura neće, sama po sebi, izazivati opterećenje organizma. Isti autori navode da se razvojem aerobnih kapaciteta može s velikom sigurnošću očekivati i pozitivan transfer na anaerobne funkcionalne sposobnosti. U kontekstu razvoja anaerobnih sposobnosti, naročito laktatnog karaktera, Sporiš (2009) navodi da se količina enzima odgovornih za anaerobnu glikolizu za vrijeme puberteta povećava, ali i dalje ne preporučuje treninge razvoja maksimalnih anaerobnih kapaciteta zato što je, u vrijeme puberteta, srce posebno opterećeno zbog ubrzanog rasta i razvoja. Isti autor također naglašava da bi posebnu pažnju trebalo, baš kao i u svim drugim energetske vrstama treninga, posvetiti tome da aktivnosti ne budu preveliko opterećenje za koštani sistem (epifizne hrskavične zone rasta) kako im se ne bi onemogućio normalan razvoj. Bitno je naglasiti, a što je u prethodnim poglavljima dobro objašnjeno, da u pubertetu nastaju značajne razlike između dječaka i djevojčica, naročito u odnosu na biološku dob.

Biološko sazrijevanje utiče na promjene svih antropoloških dimenzija pa tako i funkcionalnih sposobnosti (primarno zbog hormonalnih promjena) zbog čega s posebnom pažnjom treba komparirati rezultate funkcionalnih parametara dječaka i djevojčica u pubertetu. Značajne razlike u ispoljavanju funkcionalnih sposobnosti se mogu javiti zbog toga što prelaz iz prepuberteta u pubertet kod djevojčica može da se desi između devete i četrnaeste godine, a kod dječaka između desete i šesnaeste godine. U svakom slučaju, zbog izrazitih promjena u organizmu tokom pubertetu, a koje nemaju jednaku dinamiku kod oba spola, potrebno je prilikom planiranja i realizacije trenažnog procesa namijenjenog transformaciji funkcionalnih sposobnosti posebnu pažnju obratiti na karakteristične pokazatelje sazrijevanja organizma i na osnovu toga određivati parametre trenažnog opterećenja.

Treći period koji ima značajan uticaj na razvoj i trening funkcionalnih sposobnosti je postpubertetski ili period punog sazrijevanja. Prema Sekuliću i Metikošu (2007) osnovna karakteristika ovog perioda (u koje se može uključiti i kasni pubertet) je u tome što sada prestaju ograničenja kakva su postojala u ranijim životnim fazama. Naime, organizam je relativno sazrio, a funkcija hormona (od kojih su neki izuzetno značajni za razvoj anaerobnih funkcionalnih sposobnosti) dostiže zadovoljavajući nivo (blizak onom u odraslih ljudi) za intenzifikaciju opterećenja. U ovom periodu života primjena pojedinih kinezioloških transformacijskih programa zavisi od cilja samog rada. Tačnije, razvijat će se onaj segment funkcionalnih sposobnosti koji je od primarne važnosti za pojedinu osobu.

Principi treninga u ovom periodu ne uključuju ograničenja usljed rasta, razvoja, spola ili drugih faktora nego se primjenjuju najefikasnije metode za razvoj pojedine sposobnosti. Razlike u ispoljavanju funkcionalnih sposobnosti su najčešće vezane za kardiorespiratorne kapacitete ili formu, nivo treniranosti, akumulirane energetske depoe i sposobnost tolerancije na promjene acidobaznog statusa. Generalno, u post-pubertetskom periodu veći nivo sposobnosti bilježi se kod aktivnih sportista, naročito kod sportova tipa izdržljivosti, a razlike između muškaraca i žena se mogu objasniti morfološko-funkcionalnim razlikama po spolu.

Aerobne funkcionalne sposobnosti

Aerobna funkcionalna sposobnost je esencijalna s aspekta normalnog funkcionisanja organizma i kao takva treba da zauzima primarno mjesto u razvoju sposobnosti i osobina ljudi,

pa, samim time, i redosljed u treniranju. Naime, čovjekov organizam je „oksidativna mašina“ koja je građena od ćelija kao osnovnih građivnih jedinica za čiji je život, pored energije, potreban kiseonik da bi normalno funkcionisale. Teorija razmjene materije i energije u ljudskom organizmu nameće razvoj i održavanje aerobnih sposobnosti kao temeljnu zadaću trenažnog procesa tokom svih razvojnih faza. Gledano s aspekta kvalitete života, aerobna sposobnost je ključna za poboljšanje zdravlja, prevenciju bolesti i unaprjeđenje opšte funkcionalnosti organizama. Svaka aktivnost koja se obavlja u aerobnoj zoni (uz dovoljno prisustvo kiseonika potrebnog za resintezu ATP-a) čiji intenziteta rada odgovara istoj i koja prvenstveno doprinosi povećanju funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sistema i efikasnosti aerobnog metabolizma, se smatra aerobnom aktivnošću ili aerobnim treningom. Aerobni trening se najčešće veže za funkcionalne sposobnosti organizma koje su odgovorne za transport i iskorištavanje energije u njemu samom. Ove sposobnosti se najčešće vežu za termine opšta forma, izdržljivost, kondicija i/ili fitness. U kontekstu izbora kinezioloških operatora optimalnih za razvoj aerobnih sposobnosti postoje opšte preporuke koje se odnose na karakter samih vježbi ali i opterećenja organizma. Prema Sekuliću i Metikošu (2007), zajedničke karakteristike vježbi usmjerenih prema razvoju aerobnog kapaciteta su sljedeće:

- U svakom trenutku rada aktivira se relativno mali postotak ukupne mišićne mase ili nešto veći postotak vrlo malim intenzitetom;
- Sve mišićne ćelije aktiviraju se u dinamičkom režimu rada i to na način da je vrijeme kontrakcije relativno kraće, a vrijeme relaksacije relativno duže;
- Kretna aktivnost se izvodi na račun rada velikog broja mišićnih grupa;
- Mišićna aktivnost različitih mišićnih grupa, tj. redosljed uključivanja i isključivanja različitih mišićnih grupa je takva da pomaže protoku krvi u kardiovaskularnom sistemu, tj. da radi kao pomoćna pumpa (glavna pumpa je srce).

U pogledu sadržaja tih kinezioloških operatora najčešće se primjenjuju ciklične monostrukturne kretne aktivnosti poput hodanja, trčanja, rolanja, klizanja, plivanja, vožnje bicikla i sl. Ove vrste aktivnosti izuzetno su pogodne za razvoj aerobnih sposobnosti i odgovaraju skoro svim uzrasnim kategorijama jer u osnovi imaju prirodne oblike kretanja, što ne traži posebna znanja niti vještine. Međutim, treba napomenuti da aktivnosti koje zahtijevaju određenu tehniku, kao što su plivanje, vožnja bicikla, skijaško trčanje i slično, mogu biti primijenjene samo kod ljudi koji imaju specifična znanja jer u suprotnom, te aktivnosti postaju preteške zbog tehnike kretanja. Od drugih oblika kretanja, u literaturi se mogu susresti različiti individualni ili grupni aerobik programi kao i vježbanje na trenažnim simulatorima. Treba naglasiti da se aerobne sposobnosti mogu razvijati i kroz druge oblike npr. acikličnih ili kompleksnih kretnih aktivnosti, ali u tom slučaju, trenažno opterećenje zavisi od mnogo većeg broja faktora te ga je značajno teže kontrolisati i prilagoditi zahtjevima aerobnog vježbanja.

Bez obzira na izbor kretne aktivnosti, ključni preduslovi moraju biti ispunjeni da bi ta aktivnost mogla biti korištena za razvoja aerobnih sposobnosti. Konkretno, to su aktivnosti koje dominantno zahtijevaju dinamički karakter mišićnih kontrakcija velikog broja mišića, čiji redosljed kontrakcija i relaksacija daje efekat mišićne pumpe (povećava protok krvi kroz mišiće u toku aktivnosti) i čime se olakšava rad srca (srčane pumpe). Na ovaj način se poboljšava cirkulacija, ubrzava razmjena kiseonika i hranjivih supstanci iz krvi u aktivnoj muskulaturi. Prema isključivo ovom kriteriju, plivanje je najpogodnija kretna aktivnost za razvoj aerobnih sposobnosti jer u vodoravnom položaju nema visinske razlike između srca i aktivne muskulature, što daje najbolji preduslov za razmjenu kiseonika i hranjivih tvari. Sve

trenažne forme koje su primarno namijenjene razvoju ove vrste sposobnosti u osnovi se nazivaju aerobni trening.

Kod planiranja i realizacije aerobnog treninga potrebno je znati donju zonu intenziteta koja se u stručnoj literaturi najčešće naziva aerobni prag. Aerobni trenažni prag predstavlja minimalni intenzitet aerobnog treninga ispod kojeg se ne mogu ostvariti trenažni efekti i predstavlja graničnu vrijednost fiziološkog opterećenja organizma koje izaziva akutne promjene u funkcionisanju najbitnijih organa i organskih sistema, a ispod koje su promjene zanemarive. Aerobni prag se najčešće predstavlja kao opterećenje izraženo kroz procentualnu potrošnju kiseonika u odnosu na maksimalnu vrijednost kiseoničke potrošnje ili preko procenta maksimalne srčane frekvencije. Smatra se da je za većinu osoba aerobni trenažni prag na ~60% maksimalne srčane frekvencije, odnosno, ~50% individualne maksimalne potrošnje kisika. Prema konsenzusu dosadašnje literature, aerobni trening je vježbanje niskog i umjerenog intenziteta i dužeg trajanja. Dakle, aerobni trening se odvija u zoni između aerobnog i anaerobnog (detaljno je objašnjen u dijelu anaerobno laktatnih sposobnosti) trenažnog praga pri čemu su kardiovaskularni i respiratorni sistem značajno opterećeni ali uspijevaju da zadrže ključne fiziološke parametre (srčana frekvencije, potrošnja kiseonika i količina laktata u krvi) u stabilnom stanju.

Unutar vježbanja „između dva praga“ postoji više mogućih trenažnih zona u kojima se postižu različiti trenažni ciljevi, od povećanja maksimalne potrošnje kiseonika do sagorijevanja masti, ali se, suštinski, radi o aerobnom režimu rada. Sa aspekta lokomotornog aparata, pri ovoj vrsti vježbanja posebno su angažovane velike mišićne grupe i pri tome se energija dobija iz tzv. aerobnih energetskih resursa, prije svega, ugljikohidrata i masti. Što je vježbanje nižeg intenziteta i dužeg trajanja, to je veća dominacija masnih kiselina kao energetskog goriva jer je to najekonomičnijim načinom obavljanja mišićnog rada. Aerobni trening se najčešće provodi u vidu kontinuiranog rada relativno dugog trajanja sa konstantnim ili varijabilnim intenzitetom.

Bez obzira na trenažnu metodu a samim time i karakter opterećenja aerobni trening bi prema Željaskovu (2004) trebao da postigne tri osnovna cilja a to su: što brže razvijanje disajnih kapaciteta (i procesa koji uz njih idu) do njihovih maksimalnih veličina, dostizanje maksimalne potrošnje kiseonika po kilogramu tjelesne mase u minuti i sposobnost što je moguće dužeg održavanja maksimalne potrošnje kisika u stabilnom stanju (dinamička ravnoteža).

Fiziološka adaptacija na redovni, dozirani, aerobni trening obuhvata veliki broj strukturnih, morfoloških i funkcionalnih fenomena. Ova adaptacija prvenstveno se odnosi na kardiovaskularni, respiratorni sistem, lokomotorni aparat i ubrzanje ukupnog tjelesnog metabolizma. Ključne promjene se odnose na smanjenje srčane frekvencije u mirovanju i pri naprezanju, povećanje plućnih kapaciteta, snižavanje nivoa holesterola (LDL) u krvi, smanjenje procenta tjelesne masnoće, poboljšanje mišićne izdržljivosti, naročito dominantno angažovanih mišićnih grupa, i poboljšanje anaerobnih kapaciteta. Također su utvrđeni i brojni pozitivni efekti aerobnog vježbanja na zdravstveni status, a primarno se ogledaju u prevenciji velikog broja oboljenja kao što su: bolesti srca i krvnih sudova, šećerna bolest, nastanak i razvoj pretilosti i osteoporoze, razna maligna oboljenja kao i anksioznost, depresija i mentalno zdravlje uopšte. O preporukama za razvoj ove vrste sposobnosti u različitim uzrasnim, odnosno, životnim fazama, već je ranije bilo govora, međutim, bitno je napomenuti da preporuke za zdravstveno usmjereni aerobni trening govore o redovnoj, skoro svakodnevnoj (minimalno 4-5 puta sedmično) aerobnoj aktivnosti u trajanju od minimalno 30 minuta.

U početnim fazama aerobnog treninga se preporučuje da vježbanje bude niskog do umjerenog intenziteta, a na osnovu dosadašnjih spoznaja se može zaključiti da je redovno provođenje aerobnog treninga niskog do umjerenog intenziteta i optimalnog trajanja zapravo najkorisnija trenažna forma svih starosnih kategorija, te bi se, s pravom mogao nazvati treningom za zdravlje. Također, aerobni trening bi, zbog svojih prednosti, trebao biti osnova svakog dugoročnog trenažnog programa, te bi se, stoga, trebao praktikovati minimalno jednom sedmično kao dopunski ili regeneracijski trening, pa čak i kod ljudi koji sistematski primjenjuju neku drugu trenažnu formu.

Anaerobne funkcionalne sposobnosti

Ova vrsta funkcionalnih sposobnosti posebno je važna sa aspekta kineziologije jer u direktno ili indirektno uslovljava uspješnost u velikom broju kretnih ili sportskih aktivnosti. Anaerobne funkcionalne sposobnosti su definisane kao sposobnosti organizma da iskoristi glikolitičke izvore u anaerobnoj proizvodnji energije za obavljanje mišićnog rada i da efikasno toleriše biohemijske promjene koji pri tom nastaju u mišićnoj stanici (Sekulić i Metikoš, 2007). Ove sposobnosti omogućavaju organizmu iskorištavanje anaerobnih izvora energije koji se razgrađuju bez prisustva kiseonika i zavise od akumulirane količine energijom bogatih fosfata i glikolitičkog energetskeg mehanizma. Anaerobne sposobnosti se ogledaju i u mogućnostima organizma da „toleriše“ biohemijske promjene usljed povećanja koncentracije nusprodukata anaerobnog metabolizma koji se zajedničkim imenom nazivaju laktatima.

Osnovne karakteristike anaerobnog rada su visoki intenzitet i relativno kratko trajanje, jer je količina akumuliranih izvora energije za ovu vrstu metaboličkih procesa veoma ograničena. Kako je već ranije objašnjeno, anaerobni metabolički put iz fosfagenih energetskih izvora obezbjeđuje veliku količinu energije koja je odmah dostupna ali je njeno trajanje, bez značajnog povećanja koncentracije laktata u krvi, ograničeno na približno deset sekundi rada maksimalnog intenziteta. Drugi način dobijanja energije u anaerobnim uslovima je vezan za metabolizam ugljikohidrata, posebno mišićnog glikogena (anaerobna glikoliza). Ovaj mehanizam nastupa nakon približno 20 sekundi rada visokog intenziteta i uz značajne individualne varijacije može da traje približno 3 minute.

Osnovna karakteristika anaerobno glikolitičkog rada je promjena biohemijskih parametara u mišićima i krvi usljed naglog povećanja laktata, zbog čega se ovaj rad naziva anaerobno laktatnim. U zavisnosti od trajanja same aktivnosti, javlja se kiseonički dug koji se najjednostavnije može definisati kao količina kisika koju organizam mora nadoknaditi po završetku rada, a koja zavisi od energetskih potreba u anaerobnim uslovima (Findak i Prskalo, 2004). Prema Jakovljevu (1979), kiseonički dug se sastoji od dvije komponente i to, brze - alaktatne i spore - laktatne. Prva nastaje kod alaktatnog rada i „likvidira“ se brže jer se povećana vrijednost potrošnje kiseonika koristi za reoksigenaciju mioglobina i obnavljanje nivoa kiseonika u biološkim tečnostima. Druga laktatna komponenta uslovljena je oksidacijom mliječne kiseline koja se stvara za vrijeme rada u procesu glikolize. Isti autor navodi da je kiseonički dug uvijek veći od kiseoničkog deficita zbog alaktne komponente u koju ne ulazi samo „dug“ koji se stvara anaerobnim radom nego i kiseonik čija je potrošnja povećana zbog obnavljanja normalne oksigenacije krvi i tkiva kao i povećanog rada organizma u periodu odmora.

Obzirom na složenost pozadinskih fizioloških mehanizama kod anaerobnog rada, potrebno je naglasiti da je razvoj anaerobnih sposobnosti veoma kompleksan i složen proces prilikom

kojega je važno obratiti pažnju na nekoliko ključnih faktora kao što su izbor kinezioloških sadržaja, intenzitet i trajanje aktivnosti kao i frekvencija koja dominantno zavisi od vremena potrebnog za oporavak.

Prema Sekuliću i Metikošu (2007), aktivnosti koje su pogodne za razvoj anaerobnog kapaciteta, a u zavisnosti od cilja i usmjerenosti, mogu se podijeliti u dvije grupe:

- Aktivnosti koje su pogodne za razvoj (povećanje kapaciteta) anaerobnih energetske depoa;
- Aktivnosti koje su pogodne za poboljšanje tolerancije na biohemijske promjene koje se događaju prilikom anaerobnih energetske reakcija.

Prva grupa aktivnosti karakteristična je po izuzetno kratkom trajanju i maksimalnom intenzitetu opterećenja, dakle velikoj energetskoj potrošnji u što kratkom vremenu. To su aktivnosti koje se baziraju na fosfagenom energetskom mehanizmu čije je trajanje do 3 sekunde. Aktivnosti tipične za ovu vrstu treninga su dizanje tegova, sprint, skokovi i bacanja, tj. svi sportovi eksplozivne snage. Ove aktivnosti potiču povećanje depoa energijom bogatih fosfata čime se poboljšava anaerobni fosfageni kapacitet. Ovaj proces vezan je za tzv. fosfageno obnavljanje (vraćanje homeostaze) koje u ovom slučaju traje vrlo kratko, konkretnije, u prvih 30 sekundi, dostiže 70%, a u periodu od 3 do 5 minuta 100% (Bompa, 2000; 2001). Nakon ovog vremena, organizam je sposoban izvoditi novu aktivnost istog ili čak većeg intenziteta od prethodnog (ako je bila riječ o zagrijavanju). Potrebno je naglasiti da ovo povećanje ima izrazito specifičan karakter, što znači da treningom jedne vrste aktivnosti ne izazivamo generalno povećanje anaerobnih kapaciteta nego samo onih koji su vezani za tu konkretnu aktivnost.

Druga grupa aktivnosti pogodna za razvoj anaerobnih sposobnosti bazira se na izazivanju i povećanju tolerancije na promjene u biohemijskim parametrima u mišićima i krvi usljed anaerobnih metaboličkih procesa vezanih za glikolizu. Iz tih razloga se ova vrsta aktivnosti naziva glikogensko anaerobnom jer se prilikom ovog rada energija dominantno dobija iz mišićnog glikogena. Kako je već ranije objašnjeno, posljedica ovih metaboličkih reakcija je izrazito povećanje nivoa laktata u krvi i pojava kiseoničkog duga. Aktivnosti pogodne za ovu vrstu treninga i adaptacije su visoko (submaksimalno) intenzivne sa trajanjem između 1 i 3 minute, a pri treningu usmjerenom na toleranciju laktata između 4 i 5 minuta. Za ovu vrstu treninga se koriste različite aktivnosti cikličnog i acikličnog karaktera sa maksimalnom frekvencijom pokreta ali bez opadanja energetske potrošnje u jedinici vremena. U literaturi se ova vrsta aktivnosti dosta često naziva trening maksimalne laktatne produkcije ili treningom tolerancije na laktate tj. na promjene acidobaznog statusa unutrašnje sredine (homeostaze).

Kako je već ranije naglašeno, zajednička karakteristika svih aktivnosti kojima je moguće povećati funkcionalne sposobnosti anaerobnog karaktera je mogućnost postizanja visokog intenziteta rada i opterećenja organizma. U kineziološkoj praksi se kao parametar intenziteta, koji se smatra graničnim za razvoj anaerobnih sposobnosti laktatnog karaktera, uzima anaerobni prag. Prema Vučetiću i Šentiji (2005) anaerobni prag definiše se kao intenzitet pri kojem sistem transporta kiseonika značajnije aktivira mehanizam anaerobne glikolize i pri kojem je akumulacija mliječne kiseline u krvi jednaka njenoj razgradnji. Prilikom mirovanja, nivo laktata u krvi iznosi oko 1mmol/l i on se povećava sa fizičkim opterećenjem organizma. Koncentracija laktata u krvi pri anaerobnom pragu varira od pojedinca do pojedinca, te od

sporta do sporta, ali ipak, kod većine se javlja pri koncentraciji laktata u krvi od oko 3-5mmol/l (Janssen, 2001).

Sasvim je jasno da dostizanje anaerobnog praga nije jednako za sve ljude, međutim, poznato je da netrenirane osobe u prosjeku prelaze prag već pri 50-60% maksimalnog opterećenja (npr. maksimalne frekvencije srca), dok vrhunski sportisti u aerobnim sportovima prelaze pri 85-95% maksimalnog opterećenja (Janssen, 2001; Vučetić i Šentija, 2005). Produkcija i tolerancija biokemijskih promjena u anaerobnom treningu je pod velikim individualnim i trenajnim uticajem, što podrazumijeva da sportiste koji se bave dominantno anaerobno laktatnim aktivnostima mogu da podnesu veće nivoe laktata u krvi duži vremenski period bez značajnog pada radne sposobnosti. O maksimalnim vrijednostima laktata u krvi, Marković i Bradić (2008) navode da aktivnosti maksimalnog intenziteta koje traju između 45 i 60 sekundi mogu dovesti do povećanja koncentracije laktata u krvi kod sportista na čak 20mmol/l. Obzirom na visoki intenzitet ove vrste opterećenja, on se ne preporučuje netreniranim osobama i početnicima te je kao takav „rezervisan“ za napredne vježbače i aktivne sportiste. Razlog tome je da se anaerobna trenajna zona, u kojoj je produkcija laktata izrazito velika, kod većine sportista kreće između 85% i 100% individualne maksimalne frekvencije srca.

Laktati stvoreni u mišićima tokom vježbanja prelaze u krv i njihova koncentracija zavisi od intenziteta, trajanja, karaktera aktivnosti kao i njene frekvencije. Količina laktata u krvi, u principu, nije direktni pokazatelj njene produkcije u aktivnoj muskulaturi nego je indikator razlike između količine nastalih i eliminisanih laktata (Klisuras, 2013). Prema tome, a kako je već navedeno, druga grupa kinezioloških operatora, koja je pogodna za razvoj funkcionalnih sposobnosti anaerobnog tipa, usmjerena je na maksimalnu produkciju laktata i produženje rada u takvim uslovima.

Adaptacija organizma na anaerobni trening veoma je složen proces zbog činjenice da se anaerobno alaktatni i laktatni metabolički putevi, u fiziološkom smislu, značajno razlikuju pa se, prema tome, razlikuje i karakter aktivnosti kojima se izaziva adaptacija ovih mehanizama, u najvažnijem smislu, njihov intenzitet, trajanje i oporavak. Kako navodi Željaskov (2004), adaptacija organizma na anaerobni rad je nestabilna i brzo se gubi pri prekidu specifičnog treninga, te, zbog velike energetske potrošnje, oporavak i nadoknada energije nakon ove vrste treninga može da traje i više od 24 sata zbog čega se ova vrsta aktivnosti može izvoditi najviše 2 do 3 puta sedmično. Generalno, anaerobno alaktatni mehanizmi se najbolje razvijaju brzinsko eksplozivnim aktivnostima (maksimalnog intenziteta i kratkog trajanja) koje u osnovi izazivaju hipertrofiju brzokontraktilnih mišićnih vlakana. U takvim uslovima zalihe se sistema ATP-CP mogu povećati za 60-80%, ali ,ono što je još važnije, ubrzava se proces oslobađanja energije iz ATP-CP sistema (razvoj i adaptacija enzima) te se i pojačava i ubrzava protok impulsa kroz živčano-mišićni sistem (živčana vlakna) (Sporiš i sar., 2009). Ovo suštinski znači da se povećava eksplozivna snaga i sposobnosti organizma da ponavlja intervale aktivnosti velikog intenziteta i kratkog trajanja.

S druge strane, anaerobno-laktatna komponenta zahtijeva trošenje zaliha mišićnog glikogena pri radu submaksimalnog karaktera i relativno dugog trajanja (dugog u odnosu na intenzitet), što prije svega mijenja adaptacijske kapacitete na promjenu biokemijskih uslova. Prema Živanić i Dikić (2008), redovnim anaerobnim treningom se povećava tolerancija na acidobazni disbalans i to, kroz: povećanje laktata u krvi pri maksimalnom naprezanju, promjene pH vrijednosti u tjelesnim tečnostima tokom fizičke aktivnosti visokog intenziteta, promjene enzimske aktivnosti (anaerobna glikoliza) i za rezultat ima poboljšanje sposobnosti oporavka

nakon anaerobnih aktivnosti. Kao posljedica aktivnosti visokog intenziteta i dugog trajanja dešava se iscrpljivanje depoa mišićnog glikogena što uzrokuje pojavu mikrotrauma u mišićima (koje prethode i razvoju hipertrofije mišićnog vlakna). Upravo je nastanak hipertrofije (povećanje mišićne mase) i povećanje snage, naročito njene repetitivne komponente, i to aktivne muskulature, jedan od mehanizama adaptacije na anaerobno-laktatne aktivnosti. Također, ovom vrstom treninga povećava se i otpornost zglobova, hrskavica i kostiju kao i efikasnost kretanja i oporavka, naročito nakon izvršenog anaerobnog rada.

Zamor i oporavak

Optimalno zdravstveno stanje sportiste je osnovni preduslova za sigurno i uspješno savladavanje trenažnih i takmičarskih napora, ali i za postizanje vrhunskih sportskih rezultata. Sportista kojem je narušeno zdravlje (na bilo koji način) ima umanjenu radnu sposobnost, nižu otpornost na umor, povećan nivo umora, treba mu više vremena za oporavak nakon opterećenja i imat će poteškoća sa savladavanjem opterećenja i „praćenjem tempa“ kojem je svakodnevno izložen. To naročito treba imati u vidu prilikom povratka sportiste (ili nekog drugog pojedinca) u trening nakon svake pojedinačne trenažne jedinice. Od krucijalnog značaja, u planiranju opterećenja (i treninga općenito), je uzimanje u obzir potrebnih perioda pauze u treningu, naročito onih zbog zdravstvenih problema.

Rezultat bilo koje intenzivne tjelesne aktivnosti je trenutni pad radne sposobnosti zbog pojave zamora (umora). Iako je riječ o sinonimima, dalje u tekstu će biti korišten termin zamor. Riječ je o akutnoj adaptaciji neuromišićnog sistema na tjelesnu aktivnost određenog intenziteta i trajanja (Enoka i Stewart, 1992). Kako navodi Marković (2005), brojni autori nude različite definicije zamora od kojih je za sportske radnike možda najprihvatljivija ona koju je još 1971.godine postavio Simonson a glasi „Zamor predstavlja trenutni gubitak radne sposobnosti uzrokovan prethodnim napornim radom“.

Postoji, međutim, više definicija zamora. Škof i Strojnik (2005) ga definišu kao nesposobnost održavanja potrebnog nivoa ili količine sile ili snage. Marković (2005) govori kako je zamor jedna od primarnih biološka reakcija na produženi rad te da on umanjuje sposobnost lokomotornog aparata ali i svih ostalih organskih sistema uključenih u realizaciju motoričkih aktivnosti. Jednu od definicija su nedavno predstavili Enoka i Duchateau (2016) koji navode da se zamor definiše kao skup ograničavajućih simptoma prilikom čijeg postojanja su, usljed interakcije između objektivnog i subjektivnog umora, prisutne limitacije fizičkih i kognitivnih svojstava, ali joj je potrebno više istraživanja i njene praktične primjene da bi bila prihvaćena (Andrić, 2019).

Andrijašević (2010) zamor definiše kao prirodni regulator organizma koji signalizira potrebu za odmorom. Isti autor navodi podjelu prema intenzitetu (slabi, srednji, jaki), prema ekstenzitetu (difuzni, lokalni), prema kvalitetu (pretežno tjelesni, pretežno umni) i prema trajanju (akutni, hronični).

Kao što je navedeno u prethodnom tekstu, zamor se može definisati na razne načine. Pored prethodnih definicija, vrijedi spomenuti i definicije koje u obzir uzimaju mehanizme koji su u njegovoj pozadini. U fiziologiji sporta, zamor je definisan kao akutna nesposobnost realizacije vježbe ili kretanja koja dovodi do nemogućnosti generisanja maksimalne sile, a direktna je posljedica akumulacije metabolita ili iscrpljivanja energetske zaliha (Gibson i sar., 2003). U neurofiziologiji, zamor se definiše kao smanjenje eferentnih motoričkih naredbi aktivnim mišićima što za rezultat ima smanjenje sile ili mišićnog tonusa kao dijela centralno kontrolisanog procesa (Gibson i sar., 2003).

Najjednostavnija podjela govori da zamor može biti akutni i hronični. Akutni zamor se javlja odmah nakon maksimalnih i/ili submaksimalnih opterećenja i rezultat je izrazito velikih akutnih promjena u organizmu i karakterišu ga relativno brzi pad radne sposobnosti i relativno brz oporavak. Hronični (ili nakupljeni) zamor je rezultat višestrukih ciklusa tjelesne aktivnosti bez odgovarajuće količine (kvalitete) odmora, može biti nezavisan od intenziteta (može se javiti i nakon serija visokointenzivnog i niskointenzivnog rada/aktivnosti) i karakterišu ga akumulacija različitih oblika (mehanizama - detaljnije predstavljeni u nastavku) zamora i postepeni pad radne sposobnosti.

U zavisnosti od broja mišića koji su uključeni u rad, zamor se, prema autorima koji su se bavili ovom tematikom, može podijeliti na lokalni, regionalni i opšti. Lokalni podrazumijeva zamor pojedinih mišića i ne izaziva veće promjene na ostatku muskulature (niti ostatka organizma). Najčešći kriterij koji razlikuje lokalni od regionalnog je količina uključene muskulature. Tako, dok lokalni podrazumijeva upotrebu 1/3 tjelesne muskulature, regionalni zamor podrazumijeva zamor pojedinih mišićnih regija i podrazumijeva zamor nakon aktivnosti u kojima učestvuje između 1/3 i 2/3 ukupne skeletne muskulature. Opšti karakteriše zamor cijelog organizma (ne samo lokomotornog aparata) i nastaje nakon ili dugotrajnih ili visokointenzivnih aktivnosti koje uključuju više od 2/3 ukupne muskulature.

Unutar globalne podjele zamora na periferni i centralni, prethodno navedena podjela se može posmatrati kao podjela perifernog zamora. Karakteristični mehanizmi nastanka ovog tipa zamora se mogu podijeliti. U dosadašnjoj literaturi se mogu pronaći tri (temeljne) teorije/mehanizma i to: teorija trovanja, ugušenja i iscrpljena. Teoriju trovanja karakteriše nakupljanje nusprodukata (primarno u vidu mliječne kiseline i azota) u mišićima (primarno), teoriju ugušenja karakteriše izrazito velika količina kiseoničkog duga zbog kojeg se aktivnosti, nerijetko, moraju i odmah prekinuti kako bi se isti „namirio“, a teoriju iscrpljenja karakteriše iscrpljivanje energetskih rezervi u organizmu.

Centralni zamor koji je definisan kao zamor centralnog nervnog sistema, povezan je sa smanjenom sposobnosti neurotransmitera te na taj način utiče na radnu sposobnost (kroz umanjenu funkciju/sposobnost mišića). Centralni zamor je najčešće rezultat dugotrajnih aktivnosti i povezan je sa neurohemijskim procesima i promjenama. Najjednostavnije rečeno, centralni zamor se manifestuje smanjenjem sposobnosti generisanja mišićne sile usljed smanjenja količine i/ili intenziteta signala koji dolaze iz CNS i kičmene moždine. On nastaje sekundarno, nakon perifernog umora. Vrijedi napomenuti da se ovaj tip umora može javiti i zbog nedostatka motivacije.

Da bi se zamor mogao mjeriti, potrebno ga je bilo pravilno definirati. S obzirom na to da se isti obično ocjenjuje kroz rad, mehaničke definicije umora su najčešće. Tako se umor definiše kao nesposobnost održavanja zadanog nivoa sile ili snage. Vrijedi napomenuti da se u svakodnevnoj konverzaciji opšti zamor, koji podrazumijeva i centralni i periferni, naziva umorom jer podrazumijeva cijelo tijelo, ne samo mišiće.

Najilustrativnije se razlika između centralnog i perifernog zamora može prikazati jednostavnom metodom za kvantifikaciju centralnog. Metoda za ovo se temelji na poređenju maksimalne voljne i elektro-stimulirane kontrakcije mišića. Ako voljno kontrolisana mišićna sila opada brže od elektro-stimulirane mišićne sile, to je znak centralnog zamora. Može se reći da nivo mišićne aktivacije opada te živčani sistem više ne može adekvatno aktivirati mišić. Veličina pada elektro-stimulirane mišićna sila povezana je s perifernim zamorom.

Zamor, kako se može vidjeti u prethodnom tekstu, negativno utiče na kontraktilne parametre pa, u skladu sa tim, može se zaključiti da zamor utiče na sve motoričke sposobnosti. U daljem tekstu će biti predstavljeni neki od osnovnih negativnih efekata zamora. Vrijedi napomenuti da su negativni efekti zamora veći kod kvalitativnih nego kvantitativnih motoričkih sposobnosti. O tome će detaljnije biti pisano kroz ostatak publikacije.

U istraživanjima koje su proveli Lyons i saradnici (2006) ustanovljeno je da lokalni zamor mišića ima štetan uticaj na sposobnost realizacije šuta i njegovu preciznosti u nogometu. Istraživanje pokazuje da visok lokalni zamor ima štetan uticaj na sposobnost preciznosti tačnog dodavanja tokom utakmice. Također, ovo istraživanje je pokazalo da vježbanje intenzitetom 70% od maksimalnih mogućnosti nema veliki, dok vježbanje maksimalnim intenzitetom ima puno veći uticaj na preciznost dodavanja. Istraživanje Zemkove i Hamara (2009) ukazuje da je zamor odgovoran za nizak nivo neuro-mišićne sposobnosti nakon utakmice, što je razlog i pada u izvedbi preciznosti jer nizak nivo neuro-mišićnih sposobnosti direktno utiče na preciznost.

Istraživanje uticaja fizioloških faktora na donošenje odluka tokom vježbanja se uglavnom provodilo posmatranjem efekata tjelesne aktivnosti na mjere kognitivne izvedbe odlučivanja. Na primjer, Tomporowski (2003) je u svom preglednom radu analizirao akutne efekte vježbanja na kognitivnu izvedbu odraslih i zaključio da submaksimalno aerobno vježbanje, sa trajanjem do 60 minuta, poboljšava određene aspekte kognitivne izvedbe, dok dugotrajno vježbanje dovodi do smanjenja istog. Nedavno su McMorris i saradnici (2018) u svojoj meta analizi prezentovali akutne efekte umjerenog intenziteta vježbanja na brzinu i tačnost izvedbe zadataka radne memorije. Utvrđeno je da vježbanje ima mali, ali značajan efekat na kogniciju (razmišljanje), posebno tokom umjerenog intenziteta vježbanja. Uobičajeno je da se brzina donošenja odluka poboljšava, dok tačnost odluka ostaje nepromijenjena nakon vježbanja. Jasno je da zamor može uticati na kognitivnu izvedbu i to zbog činjenice da viši intenziteti primarnog zadatka zahtijevaju jaču supraspinalnu stimulaciju da bi se kompenzirao prisutni periferni zamor. To negativno utiče na kognitivnu izvedbu u drugom kognitivnom dualnom zadatku, što postaje izraženije s umorom.

Sánchez-Medina i González-Badillo (2011) navode da je praćenjem brzine izvođenja vježbi u treningu sa vanjskim opeterećenjem moguće procijeniti nastali metabolički stres i neuromišićni zamor. Naime, kako navode ovi autori, postepeno smanjenje brzine izvedbe pojedinog ponavljanja je rezultat smanjene neuromišićne funkcije te je ovaj odnos direktno proporcionalan i može se koristiti kao jedna od najjednostavnijih metoda procjene količine akutnog (najčešće lokalnog) mišićnog zamora. Primijećeno je da brzina ponavljanja najviše opada u serijama sa 8-12 (RM) ponavljanja (najčešće u svrhu hipertrofije) te je, u skladu sa tim nalazima, pri ovakvim treninzima poželjno praviti veće pauze između serija.

Pojava zamora, u praksi se pokazalo, jako puno zavisi od načina vježbanja. Već je opisana osnovna razlika između maksimalnog i submaksimalnog intenziteta rada. Kontinuirane i intervalne kontrakcije razlikuju se u opskrbi krvlju. Intramuskularni (unutarmišićni) pritisak je tokom kontrakcije povišen te onemogućuje normalan protok krvi. Kada su sile veće od 50% MVC-a, protok krvi kroz mišić je potpuno zaustavljen. Zbog nedovoljnog cirkulisanja (i dopremanja i eliminacije) tvari iz mišića, zamor nastupa brže u kontinuiranom, nego u intervalnom tipu kontrakcija. Tokom intervalnih kontrakcija, unutarmišićni pritisak se mijenja. Tako se, tokom vremena relaksacije mišića, opet uspostavlja protok krvi kroz mišić, što dovodi dodatnu energiju i eliminiše nakupljene nusprodukte. Zbog navedenog je u intervalnim kontrakcijama nastup zamora odgođen.

Klasični mehanizmi zamora povezani su s manjkom izvora energije. ATP (adenozin-trifosfat) je molekula koja je direktno uključena u stvaranje mehaničke energije. Svim drugim izvorima energije cilj je osigurati obnavljanje ATP-a. Ako ne uspiju obnoviti zalihe ATP-a, nastupa zamor. Ovo je prilično pojednostavljen, iako vrlo realan opis. Kada je intenzitet prilično nizak, izvori energije vezani uz kisik omogućuju potpuno obnavljanje ATP-a. Nusproizvodi, CO₂ i H₂O, lako se odstranjuju iz tijela. Mjerenjem omjera udahnutog VO₂ i izdahnutog VCO₂ (respiratorni koeficijent), može se čak procijeniti količina iskorištenih ugljikohidrata i masnih kiselina. To može pružiti dobre podatke za određivanje koliki je nivo intenziteta potreban za gubitak tjelesne mase korištenjem masnog tkiva kao izvora energije. Pri radnim intenzitetima iznad nivoa koji u potpunosti mogu pokriti aerobni energetske mehanizmi, glukoza se razgrađuje bez prisutnosti kisika. U tom slučaju, pH vrijednost opada, a koncentracija H⁺ iona raste. Posljedica je usporenje enzimske aktivnosti i, konačno, sprječavanje mišićne kontrakcije. Ako je intenzitet rada i dalje povišen, početak će razgradnja CP-a (kreatin fosfat) te će porasti koncentracija anorganskih fosfatnih iona. Slično se, pri maksimalnom intenzitetu rada, događa s ATP hidrolizom, kad nastupa porast ADP-a, anorganskih P i H iona, AMP-a i IMP-a, što sve usporava ili čak i zaustavlja kontrakcije.

U dugotrajnim aktivnostima mogu se potrošiti zalihe glikogena. Kao što je ranije navedeno, to također uzrokuje zamor. Zamor se često viđa i u treninzima kraćeg trajanja, jer sportiste nerijetko ovakve treninge počinju sa već smanjenim depoima glikogena. U takvim slučajevima, važnu ulogu igra prehrana. Mnogo sportista, posebno srednjoškolci, loše se hrane. To je možda još naglašenije kod djevojaka. Manjak energije ne uzrokuje samo zamor nego dovodi i do porasta broja povreda. Mišićna vlakna u kojima su potrošene glikogenske rezerve, vrlo su osjetljiva na mehanička oštećenja. Stoga sprint, skokovi, bacanja, pa čak i istezanja mogu predstavljati rizik za nastanak povreda.

Na kraju svega navedenog, jasno je da je mišićni zamor kompleksan fenomen koji zavisi od više faktora čiji je nastanak još uvijek kontroverzan i o čemu i danas postoje neslaganja. Mnogo je teorija vezanih za zamor i njegov nastanak, a koje niti su odbačene niti potvrđene. Ono u čemu su svi saglasni je da je zamor stanje inducirano tjelesnom aktivnošću sa neprimjerenom količinom oporavka. To je, u suštini, odbrambenu reakciju koja štiti organizam od pretjeranog fizičkog opterećenja koje može ugroziti život. Istovremeno on utiče na fiziološke i biohemijske kompenzacijske mehanizme, stvarajući preduslove za proces obnavljanja i dalje povećanje funkcionalnih mogućnosti i radne sposobnosti organizma. U svrhu postizanja što većih kapaciteta kojim se direktno odgađa nastanak umora, ključno je u svaki planirani sistem vježbanja uključiti i oporavak.

Oporavak

Fiziološki stres izazvan intenzivnom tjelesnom aktivnošću povezan je sa iscrpljivanjem zaliha energije, hipertermijom, mehaničkim oštećenjem mišića, oksidativnim stresom te upalama i umorom mišićnog i nervnog sistema (Lederer i sar., 2012). Navedeni simptomi za rezultat imaju pad sposobnosti, a u konačnici, i pad izvedbe na treningu i takmičenju. To se vjerojatno događa zbog povećanja boli i osjetljivosti mišića i smanjene mišićne funkcije, poremećenog osjećaja za položaj mišića, povećanog vremena reakcije, kao i povećane krutosti i oticanja mišića koje može trajati do nekoliko dana (McHugh i sar., 1997; Paschalis i sar., 2008; Armstrong, 1984).

Oporavak podrazumijeva primjenu različitih dopuštenih mjera i postupaka tokom odmora koji će omogućiti brzu regeneraciju organizma sportiste, odnosno, obnavljanje potrošenih energetskih, hormonalnih i neuromišićnih rezervi i uspostavu homeostaze, odnosno radne

sposobnosti koja je bila narušena pod uticajem opterećenja provedenog treninga, a naročito takmičenja (Milanović, 2013).

Glavni ciljevi odmora i oporavka su normalizacija bioloških funkcija, uspostavljanje homeostatske ravnoteže, obnavljanje energetske rezervi, a sve sa ciljem postizanja stanja privremene superkompenzacije i postizanje rekonstrukcijskih efekata potrebnih zbog nastalih mikrotrauma osjetljivih struktura. U skladu s tim, oporavak nakon trenažne aktivnosti je važan faktor u održavanju visokog nivoa izvedbe tokom ponavljanih trenažnih epizoda ili takmičenja. U turnirskom sistemu takmičenja pri kojem se sportaši mogu takmičiti i nekoliko puta tokom dana, poboljšanje oporavka može omogućiti veliku prednost u odnosu na protivnike (Willcock i sar., 2006).

U literaturi postoji mnogo podjela i mnogo metoda oporavka a u ovoj publikaciji će, s obzirom na potrebe, biti predstavljena jedna od osnovnih klasifikacija metoda za oporavak (prema Milanović, 2013). Generalno se metode oporavka mogu podijeliti na primarne, biomedicinske i metode psihološke pripreme. Primarne podrazumijevaju stil (režim) života, socijalni status i prehranu, biomedicinske podrazumijevaju primjenu fizikalnih, tehničkih i farmakoloških sredstava dok psihološko-pripreme metode podrazumijevaju razne oblike motivacije i relaksacije i autogeni trening.

Poznata je činjenica da postoje spolne i uzrasne razlike u brojnim motoričkim i funkcionalnim karakteristikama, pri čemu, na primjer, punoljetni muškarci najčešće (nije pravilo) postižu bolje rezultate od žena. Međutim, kada se govori o otpornosti na umor i o oporavku nakon napornog rada, dosadašnja naučna i stručna literatura jasno ukazuje na prednost ženskog spola u odnosu na muški (Hicks i sar., 2001). U skladu s tim, spolne i uzrasne razlike u otpornosti na zamor te i u brzini oporavka moguće je (i potrebno) primijeniti i u sportskoj praksi, prvenstveno u vidu optimalizacije odmora između serija (kraće trajanje pauza kod žena nego kod muškaraca), kao i vremena odmora između treninga. O ovoj i sličnim manipulacijama će biti govora u narednim poglavljima i potpoglavljima, a za svaku od motoričkih sposobnosti pojedinačno.

Literatura:

Andrić, L. (2019). Varijabilnost srčane frekvencije tokom oporavka od testova za procenu energetske kapaciteta u aerobnim i anaerobnim sportovima (Doctoral dissertation, University of Novi Sad (Serbia)).

Andrijašević, M. (2010). Kineziološka rekreacija. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Armstrong, R. B. (1984). Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(6), 529-538.

Babski, E. B., Zubkov, A. A., Kosickij, G. I., Hodorkov, B. I. (1971). Fiziologija čovjeka - prevod sa ruskog. Prosveta. Niš

Bompa, T. (2000). Cjelokupan treninga za mlade pobjednike. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez - Udruga hrvatskih košarkaških trenera.

Bompa, T. (2001). *Periodizacija: teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez - Udruga hrvatskih košarkaških trenera.

Cene, I. (2020). *Fiziologija sporta - diplomski rad*. Univerzitet u Zagrebu.

Drabik, J. (1996). *Children and sport training*. Stadion Publishing Company.

Enoka, R. M., Duchateau, J. (2016). Translating fatigue to human performance. *Med Sci Sports Exerc*, 48(11), 2228-2238.

Enoka, R. M., Stuart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of applied physiology*, 72(5), 1631-1648.

Findak, V., Prskalo I. (2004). *Kineziološki leksikon za učitelje*. Visoka učiteljska škola u Petrinji. Petrinja

Gibson, A. S. C., Baden, D. A., Lambert, M. I., Lambert, E. V., Harley, Y. X., Hampson, D., ... Noakes, T. D. (2003). The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine*, 33, 167-176.

González-Badillo, J., Marques, M., Sánchez-Medina, L. (2011). The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. *Journal of human kinetics*, 29(Special-Issue), 15-19.

Hall, J. E. (2016) *Sports Physiology*. U: HALL, J. E., A. C. GUYTON (ur.), Guyton and Hall: *Textbook of Medical Physiology*. 13th edition, Elsevier, Philadelphia, 1085-1096.

Heimer, S., Jaklinović-Fressl, Ž. (2006). *Pojmovnik (terminology glossary)// medicina sporta/ S. Heimer. (ur.)*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Hicks, A. L., Kent-Braun, J., & Ditor, D. S. (2001). Sex differences in human skeletal muscle fatigue. *Exercise and sport sciences reviews*, 29(3), 109-112.

Hoff, J., Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations: a review. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180.

Jakovljević, N., N. (1979). *Biohemija sporta - prijevod s ruskog*. Partizan. Beograd

Janssen, P. (2001). *Lactate Threshold Training*. Human Kinetics. USA.

Jurko, D., Čular, D., Badrić, M., Sporiš, G. (2015). *Osnove Kineziologije*. Sveučilište u Splitu.

Klisuras, V. (2013). *Osnove sportske fiziologije*. Institut za sport. Beograd.

Leeder, J., Gissane, C., Van Someren, K., Gregson, W., Howatson, G. (2012). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 46(4), 233-240.

Lekić, M. D. (2001). *Fiziologija sporta sa osnovama biohemije i anatomije*. Sportska akademija. Beograd

Lyons, M., Al-Nakeeb, Y., Nevill, A. (2006). The impact of moderate and high intensity total body fatigue on passing accuracy in expert and novice basketball players. *Journal of sports science & medicine*, 5(2), 215.

Marković, G. (2005). Faktori koji utječu na umor i oporavak tijekom i nakon vježbanja. Jukić, U I., Milanović, D., Šimek, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša*, 27-42.

Marković, G., Bradić, A. (2008). *Nogomet: Integralni kondicijski trening*. Zagreb: Udruga "Tjelesno vježbanje i zdravlje".

Matković, B., Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta i Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., Gleim, G. W. (1999). Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports medicine*, 27, 157-170.

McMorris, T., Barwood, M., Hale, B. J., Dicks, M., Corbett, J. (2018). Cognitive fatigue effects on physical performance: A systematic review and meta-analysis. *Physiology & Behavior*, 188, 103-107.

Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.

Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, J. P., Hewett, T. E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower extremity biomechanics in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(1), 51-60.

Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Giakas, G., Jamurtas, A. Z., Owolabi, E. O., Koutedakis, Y. (2008). Position sense and reaction angle after eccentric exercise: the repeated bout effect. *European journal of applied physiology*, 103, 9-18.

Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji*. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije

Simonson, E., (1971): *Physiology of work capacity and fatigue*. Charles C. Thomas, Publisher, Springfield. Illinois.

Sporiš, G., Zanki, I., Hlebić, D. (2009). *Ergogeneza u sportu za vrijeme rada i oporavka*. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu. Zagreb

Škof, B., Strojnik, V. (2005). Neuro-muscular fatigue and recovery dynamics following anaerobic interval workload. *International journal of sports medicine*, 220-225.

Tomporowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta psychologica*, 112(3), 297-324.

Vučetić, V., Šentija, D. (2005). Dijagnostika funkcionalnih sposobnosti—zašto, kada i kako testirati sportaše. *Kondicijski trening*, 2(2), 8-14.

Wilcock, I. M., Cronin, J. B., Hing, W. A. (2006). Physiological response to water immersion: a method for sport recovery?. *Sports medicine*, 36, 747-765.

Zemková, E., Hamar, D. (2009). The effect of soccer match induced fatigue on neuromuscular performance. *Kinesiology*, 41(2.), 195-202.

Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista*. Beograd: D.T.A. Trade. Sportska akademija Beograd.

Živanić, S., Dikić, N. (2008). *Sportska medicina*. Visoka škola za sport strukovni sudija, Beograd.

Snaga

Pojam snaga je terminološka odrednica koja ima izrazito široku upotrebu. U svakodnevnoj komunikaciji, ovaj termin se koristi za opisivanje dobrog, najčešće fizičkog ali i društvenog stanja tj. spremnosti da se neki rad obavi. Također, u neformalnoj komunikaciji, kada se odnosi na pojedinca, snaga se poistovjećuje sa dobrim zdravlje, tjelesnom ali i mentalnom formom tj. kondicijom te kao otpornost na umor. U društvenom kontekstu, termin snaga se koristi kada se želi opisati spremnost i mogućnost države ili neke njene institucije da obave određeni zadatak ili funkciju. U tom smislu se koriste termini poput: oružane snage, radna snaga, finansijska snaga i sl. S druge strane, u naučnoj literaturi se snaga definiše kao fizikalna veličina ali se koristi za objašnjenje različitih fenomena u drugim naukama. Jedan od takvih primjera je kineziologija, u kojoj se snaga posmatra dvojako tj. kao fizikalna veličina u npr. biomehaničkim istraživanjima koja proučavaju kinetičke parametre kretanja, i kao motorička sposobnost čovjeka. Obzirom da su za kineziologiju bitna oba aspekta tj. načina definisanja snage, ovo poglavlje će nastojati odgovoriti na najvažnija pitanja koja se tiču snage kao fizikalne veličine i snage kao sposobnosti. Prije svega, potrebno je znati da sposobnost čovjeka da savlada određeni otpor zavisi od mehaničke sile i snage koju njegova muskulatura može da generiše, što samo po sebi ukazuje na jasnu međusobnu povezanost ove dvije sposobnosti.

Prema fizikalnoj definiciji, snaga (oznaka P) je fizikalna veličina koja opisuje brzinu obavljanja mehaničkog rada. Determinisana je omjerom rada (W) i za to utrošenoga vremena (t). Mjerna jedinica za snagu je vat W , a osim vata, u literaturi se pojavljuju i druge izvedene mjerne jedinice među kojima se najčešće koristi izraz konjska snaga (KS) kao „stara“ mjerna jedinica za snagu. Međutim, pored termina snage, pažnju potrebno je usmjeriti na termin sile koja, također, predstavlja fizikalnu veličinu a potrebna je za shvatanje kompleksnosti prostora snage, kako u fizikalnom, tako o u kineziološkom smislu. Mišićna sila čovjeka, kao i svaka druga sila predstavlja vektorsku veličinu koja ima određenu količinu i usmjerenje djelovanja. Obzirom da se sila prema Njutnovim zakonima definiše kao proizvod mase nekog tijela (m) i njegovog ubrzanja (a), mjerna jedinica za silu je Njutn (Newton) (N) koji se definiše kao sila potrebna da se masi od 1 kg saopšti ubrzanje od 1 metra u sekundi na kvadrat (m/s^2).

Ove dvije jedinice (sila i snaga) su u međusobnoj povezanosti, a također, utiču na ljudsku sposobnost za savladavanje ili odupiranje određenom otporu, te, tako, na neki način determinišu i shvatanje snage kao motoričke sposobnosti. Obzirom da je ova publikacija primarno namijenjena studentima Fakulteta sporta i tjelesnog odgoja ali i svim ljudima koji se na bili koji način bave kineziologijom, akcenat u ovom poglavlju bit će na snazi kao bazično-motoričkoj sposobnosti.

Kada je u pitanju snaga kao sposobnost čovjeka, tu je, za razliku od fizikalnog shvatanja i definisanja snage, situacija mnogo kompleksnija jer je potrebno sagledati sve faktore koji određuju ljudsku snagu kao i različite manifestne oblike ispoljavanja ove sposobnosti. Ako se gleda unazad, onda je sigurno da kroz historiju postoji jedan vid fascinacije, pa možda čak i opsjednutosti, tjelesnom snagom. Poznato je da su u program prvih olimpijskih igara bili uključeni sportovi snage jer su ljudi oduvijek željeli odmjeriti snage tj. međusobno se takmičiti u ispoljavanju ove sposobnosti. Popović i Čustonja (2008) navode da se ideja snage kroz historiju drastično mijenjala u skladu sa duhom vremena pojedinog perioda. Posebna fascinacija tjelesnom snagom bila je prisutna u doba Rimljana, ali je, i period savremenog doba obilježen polaganim vraćanjem tjelesnosti u centar interesa. Kao posljedica takvog stanja su nastali brojni mitovi o ljudima sa enormnom nadljudskom tjelesnom snagom poput Herakla ili

Herkuleska (zavisno da li je riječ o mitologiji Antičke Grčke ili Antičkog Rima) u periodu prije nove ere ili brojnih super junaka poput Spidermena ili osvjetnika (engl. Avengers) u doba moderne tehnologije. Također, brojni su sportisti ali i treneri veliki zagovornici snage kao dominantne motoričke sposobnosti pa, samim time, i treninga snage i to zbog činjenice da upravo snaga ima značajno veliki uticaj na rezultatsku efikasnost u velikom broju sportova.

S toga ne čudi da je snaga, kao motorička sposobnost koja se najčešće definiše kao sposobnost savladavanja različitih opterećenja, bila predmet interesovanja brojnih autora. Posmatrajući uopšteno ili pojedinačno po njenim dimenzijama (ili oblicima manifestovanja), snaga je, suštinski gledano, nezaobilazna u najvećem broju kinezioloških istraživanja. Razlog za to nije sama činjenica da je čovjek od svog nastanka opčinjen snagom u svakom njenom obliku očitovanja i pripadnosti, već i činjenica da u temelju svakog pokreta leži, prije svega, mogućnost da se taj pokret uopšte i napravi, mogućnost mišića za generisanjem sile. Snaga, kao takva, to omogućuje i u kvalitativnom i u kvantitativnom smislu (Idrizović i Pašalić, 2006). Mogući razlog za tako veliko interesovanje stručne i naučne javnosti za snagu je to što se pojam snage koristi kao jedna od kvalitativnih karakteristika slobodnih pokreta čovjeka koji rješavaju konkretan motorički zadatak (Nićin, 2000).

U čisto teoretskom smislu tjelesna snaga predstavlja jednu od osnovnih - bazičnih motoričkih sposobnosti čovjeka koja je pod direktnim uticajem mehanizma za energetske regulacije koji se naziva i generalnim faktorom snage. Ovaj mehanizam (mehanizam za energetske regulacije), u stvari, kontroliše energetske izlaze iz organizma, a pod kontrolom ima dva faktora nižeg reda i to: mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije i mehanizam za regulaciju trajanja ekscitacije. Upravo pod regulativnim i integrativnim djelovanjem ovog/ovih mehanizama nalaze se sve manifestacije sile i snage. To u stvari znači da su sve dimenzije snage međusobno dosta visoko povezane (korelirane). Konkretnije, većim brojem eksperimenata je potvrđeno kako osobe dominantne u jednoj vrsti snage vrlo često dominiraju i u drugim vrstama snage ili sile (Sekulić i Metikoš, 2007). Iako je veliki broj autora pokušao definisati snagu kao motoričku sposobnost čovjeka, prema izboru autora navedena je samo temeljna definicija koju možemo naći u literaturi, a koja je primjerena ovoj temi - Prema Zaciorskom (1965) „Snaga je sposobnost čovjeka da savlada vanjski otpor ili da djeluje protiv otpora mišićnim naprezanjem“.

Da bi se područje snage bolje razumjelo, potrebno je, prije svega, objasniti mišićno naprezanje (kontrakciju) koje predstavlja osnovu funkcionisanja skeletne muskulature. Dakle, temeljna funkcija skeletne muskulature je generisanje sile, te se to može shvatiti kao osnovna aktivnost ili uloga nervno-mišićnog ili živčano-mišićnog aparata. Drugim riječima, bez mišićne kontrakcije, koja proizvodi - generiše silu, nije moguće izvesti niti jedan aktivni voljni pokret ljudskog tijela. Na osnovu ove činjenice se može reći da je sila preduslov kretne, odnosno motoričke aktivnosti ljudskih bića. Snaga, kao sposobnost čovjeka da savlada vanjsko opterećenje, u direktnoj je zavisnosti od mišićne sile. S fizikalnog (mehaničkog) aspekta, jasno je da snaga i sila nisu iste veličine te ih je u kineziološkoj literaturi potrebno dodatno definisati i napraviti distinkciju između ove dvije sposobnosti, ali, pri tome, ne zanemariti njihovu međusobnu zavisnost. U tom kontekstu se u stručnoj literaturi sa Hrvatskog govornog područja najčešće spominju termini jakost i snaga dok se u literaturi koja se oslanja na Ruske izvore najčešće spominju termini sila i snaga ali se dešava da se ove dvije sposobnosti poistovjećuju. U engleskoj terminologiji koriste se termini *strength* i *power*. Prema Markoviću (2008), vršna sila koja se proizvede tokom maksimalne voljne kontrakcije u definisanim uslovima na engleskom jeziku se naziva „*strength*“ a na hrvatskom to je „jakost“. S druge strane sposobnost

svladavanja otpora velikom brzinom kontrakcije je sposobnost koja se na engleskom jeziku naziva „power“ a na hrvatskom to je snaga. Kako bi se izbjegla jezička neusaglašenost koja se često javlja u stručnoj literaturi te, samim time uzrokuje određene nejasnoće u definisanju ove motoričke sposobnosti i njenih dimenzija tj. manifestnih oblika ispoljavanja, u ovoj publikaciji će biti korišteni upravo ovi termini.

Faktori mišićne snage

Za bolje razumijevanje mišićne snage bitno je naglasiti da različiti faktori utiču na silu i snagu izolovanog mišića u laboratorijskim uslovima, u odnosu trenažne i/ili takmičarske uslove. U tom kontekstu, u ovoj publikaciji prvo će biti izloženi faktori koji određuju sposobnost generisanja sile i snage izolovanog mišića i tek nakon toga faktori koji utiču na ispoljavanje različitih manifestnih oblika snage kao bazično motoričke sposobnosti.

Kada se govori o faktorima koji određuju mišićnu snagu, u literaturi se najčešće, kao prvi i dominantan faktor, navodi sposobnost mišića da generiše silu pri različitim tipovima mišićne kontrakcije. Željaskov (2004) navodi da je sila u najvećoj mjeri rezultat visokoorganizovanog rada nervno-mišićnog aparata. Obzirom da se sila generiše putem mišićne kontrakcije, za potpuno shvatanje ove pojave je potrebno objasniti način tj. tip(ove) mišićne kontrakcije. Većina autora je saglasna da, prema ovom kriteriju, postoji izometrijska kontrakcija koja se ogleda u obavljanju statičkog rada i izotonična kontrakcija koja se ogleda u dinamičkom radu. Karakteristika izometrijskih kontrakcija je povećanje napetosti mišića bez značajne promjene u njegovoj dužini što se dešava usljed činjenice da su mišićna i vanjska sila u ravnoteži a kao rezultat takvog odnosa sila nastaje zadržavanjem statične pozicije bez izvođenja pokreta. Izotonična mišićna kontrakcija podrazumijeva promjenu dužine mišića, a obzirom na veličinu vanjskog otpora može biti koncentrična, pri skraćivanju mišića uslijed savladavanja sile vanjskog otpora i ekscentrična pri produžavanju mišića uslijed popuštanja sili vanjskog otpora (Verkoshansky, 1996). U koncentričnoj kontrakciji se krajevi mišića približavaju (mišić se skraćuje) i dolazi do tzv. pozitivnog pokreta, a mišić izvodi pozitivan rad. Ta vrsta kontrakcije javlja se kada je mišićna sila veća od vanjske sile koju pokušava savladati.

Mišić najveću silu može proizvesti u ekscentričnim uslovima, manju u izometrijskim, a najmanju u koncentričnim uslovima. Najveću silu u najkraćoj jedinici vremena (tj. najveću eksplozivnu snagu) mišić može proizvesti u tzv. ekscentrično-koncentričnom ciklusu, odnosno, režimu rada mišića kod kojeg eksplozivnoj koncentričnoj kontrakciji prethodi kratko i brzo predistezanje aktivnog mišića (ekscentrična kontrakcija). Pojedini autori (Nićin, 2000) navode da u realnim uslovima praktično ne postoji mogućnost za potpuno izolovanu (čistu) izometrijsku ili izotoničnu kontrakcija, već se uvijek radi o njihovoj kombinaciji tj. mješovitom režimu kontrahovanja. Zbog toga se u literaturi može pronaći termin auksotonična kontrakcija koja predstavlja formu „mješovitog“ mišićnog rada pri kojem se mijenjaju i dužina i napetost mišića.

Pojedini autori (Željaskov, 2004) navode da pored pomenutih tipova kontrakcije postoji izokinetičko ili tzv. Ravnomjerna kontrakcija. Pojam izokinetike je dosta dugo u fokusu naučnika, te su tako, Hinson i saradnici (1979) naveli da se termin izokinetika može koristiti za označavanje vrste mišićne kontrakcije koja prati konstantnu brzinu kretanja ekstremiteta pod uglom (ugaona brzina) prije nego konstantnu linearnu brzinu skraćivanja mišića. Izokinetičke kontrakcije mogu biti koncentričnog (izvršavanje pokreta) i ekscentričnog (pružanje otpora pokretu) tipa, te mogu biti u kombinaciji, zavisno od mišićnih grupa koje

učestvuju u pokretu, dok su amplituda i brzina prilagodljivi (Feiring i sar., 1990; Drouin i sar., 2004). Sposobnost mišića za stvaranje koncentrične sile je najveća pri malim izokinetičkim brzinama i linearno se smanjuje kako se brzina povećava. Krivulja sila-brzina stvorena za vrijeme ekscentričnog vježbanja je različita od krivulje koncentrične mišićne kontrakcije. Konkretnije, dok se koncentrična sila smanjuje s porastom brzine kontrakcije, ekscentrična ostaje ista, te, ponekad i raste (Kovač i sar., 2013).

Pored samog tipa mišićne kontrakcije, određeni broj (Nićin, 2000) autora kao kriterij navode karakter mišićnog naprezanja koji podrazumijeva brzinu izmjene i trajanje pojedinih faza kontrakcije tj. napetosti i relaksacije. Prema ovom kriteriju mišićno naprezanje može biti tonusnog, faznog, fazno-tonusnog i eksplozivnog karaktera. Tonusni tip mišićnog rada podrazumijeva relativno duge kontrakcije, čija brzina nije presudna, sa relativno kratkim relaksacijama. Fazni tip mišićnog rada podrazumijeva dinamički karakter aktivnosti kod kojih su kontrakcije brze i relativno kratke a relaksacije znatno dužeg trajanja. Ovaj tip mišićnog rada se dešava prilikom cikličnih kretanja. Fazno-tonusni tip mišićnog rada podrazumijeva smjenjivanje faznog i tonusnog mišićnog rada što podrazumijeva intervale dinamičkog i statičkog mišićnog naprezanja. Eksplozivni tip mišićnog rada, za razliku od prethodnih, podrazumijeva savladavanje različitih opterećenja maksimalnom brzinom mišićne kontrakcije koja podrazumijeva prirast sile u jedinici vremena, što se u literaturi najčešće naziva gradijentom sile. Iz navedenih činjenica sasvim je jasno da veličina generisane sile primarno zavisi od vrste i brzine mišićne kontrakcije, te da to, u konačnici, određuje snagu kao motoričku sposobnost.

Obzirom da je za svaku mišićnu kontrakciju potreban određeni impuls (inervacija), kao pokretač te kontrakcije, snaga kao motorička sposobnost zavisi od sinhronizacije rada nervnog i mišićnog sistema. U tom smislu, Željaskov (2004) navodi da je moguće izdvojiti dvije osnovne grupe faktora mišićne sile i snage i to: periferne i centralne faktorima.

Željaskov (2004) periferne faktor objašnjava kao maksimalni kapacitet individue za produkciju sile. Ovaj sistem uključuje specijalizovane strukture skeletnih mišića i u njima deponovanu energiju te se uslovno može tretirati kao mišićno-nervni aparat. Marković (2008) detaljnije objašnjava ove faktore te navodi da je periferne faktore najjednostavnije predstaviti strukturom tj. građom samog mišića. Međutim za njegovu funkciju potrebna je inervacija koja pokreće i koordinira samu mišićnu kontrakciju, a samim time i izlaz sile i snage. Dakle, usklađenost i funkcionalnost rada perifernih faktora zavisi od CNS-a, te se živčani ili nervni faktori ubrajaju u faktore prvog reda koji zapravo upravljaju perifernim odnosno faktorima drugog reda.

Pod centralnim faktorima Željaskov (2004) podrazumijeva unutarmišićnu i međumišićnu koordinaciju koje zapravo podrazumijevaju usklađenost rada perifernih faktora pod uticajem centralnog nervnog sistema. Marković (2008) objašnjava da centralni ili živčani faktori predstavljaju sposobnost centralnog nervnog sistema da aktivira mišiće. Riječ je o svojevrsnoj koordinaciji rada mišićima koju provodi centralni nervni sistem, a koja se odnosi na unutarmišićnu (intermišićnu) koordinaciju i međumišićnu (intramišićnu) koordinaciju. Unutarmišićna koordinacija predstavlja voljnu kontrolu proizvodnje sile i snage unutar jednog mišića, a to se postiže putem: broja aktiviranih motoričkih jedinica, učestalosti aktiviranja motoričkih jedinica i sinhronizacije aktiviranja motoričkih jedinica. Međumišićna koordinacija predstavlja voljnu koordinaciju rada agonista sa sinergistima i antagonistima (Marković, 2008).

Kada su u pitanju nervno mišićni faktori sile i snage, generalno se može reći da su za ispoljavanje mišićne snage od presudnog značaja broj i veličina aktiviranih motornih jedinica i frekvencija impulsa koji daju podražaj motornoj jedinici. Što je veći broj aktiviranih motornih jedinica, naročito višeg praga podražaja, veća je i snaga mišića. Također sa većom frekvencijom impulsa se postiže veća snaga.

Unutrašnji i vanjski faktori ispoljavanja sile i snage

Faktore koji značajno mogu uticati na sposobnost ispoljavanja mišićne sile i snage, kako u laboratorijskim, tako i u terenskim (realnim) uslovima moguće je podijeliti prema više različitih kriterija. Međutim, za potrebe ove publikacije će biti predstavljen najjednostavnij kriterij podjele koji podrazumijeva postojanje unutrašnjih faktora koji se odnose na različite dimenzije antropološkog statusa i vanjskih tj. faktora sredine koji su dominantno određeni karakterom i vrstom opterećenja.

Unutrašnji faktori

U unutrašnje faktore uticaja na ispoljavanje snage kao motoričke sposobnosti u literature se najčešće navode morfološki faktori koji se odnose na 1) veličinu i građu mišića, 2) zamor i tjelesnu temperaturu, 3) spol, 4) hormonalni status i 5) biološka dob.

Morfološki faktori - odnos tjelesne mase i snage

Kada se govori o uticaju morfoloških karakteristika na sposobnost ispoljavanja jakosti i snage, prije svega se navode periferni ili mišićni faktori koji određuju sposobnost mišića da proizvede silu i/ili snagu. U ove faktore se prvenstveno ubrajaju: površina poprečnog presjeka mišića (te samim time i veličina i masa), vrsta mišićnih vlakana, arhitektura mišića i struktura presjeka mišića tj. udio različitih vrsta mišićnih vlakana u samom mišiću. O svim ovim faktorima će biti govora u kasnijem tekstu kada se budu objašnjavali pozadinski mehanizmi ispoljavanja sile i snage te adaptaciji mišića na trening različitih dimenzija snage.

Za ispoljavanje snage kao motoričke sposobnosti, dakle, pri izvođenju različitih kretnih struktura, dominantnu ulogu igra ukupna mišićna masa. Poznato je da mišićna masa čini značajan udio u ukupnoj tjelesnoj masi, te da je taj procenat različit u odnosu na vrstu aktivnosti (kojom se pojedinac bavi), dob, spol i druge faktore. U literaturi (Zatsiorsky i Kraemer, 2009) se navodi da je, na primjer, kod vrhunskih dizača tegova procenat mišićne mase u ukupnoj tjelesnoj masi približno 50%. Isti autori navode da, zbog ove činjenice, sportisti sa većom tjelesnom masom (pod uslovom da imaju visok procenat mišićne mase) imaju sposobnost ispoljavanja većih vrijednosti sile i snage. Ova zavisnost je istraživana kod različitih sportista i tjelesno neaktivnih ljudi te je utvrđeno da postoji jaka korelacija ($r=0,93$; skoro direktno proporcionalno) između tjelesne mase i sportskog rezultata u dizanju tegova. Važno je napomenuti da je kod drugih sportova ta veza nešto niža i iznosi približno ($r=0,80$), te da, kod tjelesno neaktivnih ljudi, ovaj koeficijent može biti značajno niži u teoretskom smislu (pa čak i ne postojati).

Kada se govori o maksimalnoj i eksplozivnoj snazi, jasno je da sama veličina tijela, a naročito mišićna masa, ima uticaj na oba akciona oblika ispoljavanja. Tako Zatsiorsky i Kremer (Zatsiorsky i Kraemer, 2009) navode da su svjetski rekordi u dizanju tegova i tjelesna masa veoma povezani. Zavisnost snage, kao motoričke sposobnosti, i tjelesne mase, prvenstveno se ogleda kod ljudi sa podjednako visokim nivoom sportskih dostignuća i treniranosti, te, u ovom

slučaju veća tjelesna masa sa sobom nosi i veću mišićnu masu što u konačnici rezultira većom produkcijom sile i snage. Prema ovom shvatanju, da bi se snaga različitih osoba uporedila ona se mora izračunati po kilogramu tjelesne mase (relativizirati), čime se uvodi jedna dodatna dimenzija koja se naziva relativna snaga. Konkretno, relativna snaga se dobije kada rezultat u apsolutnoj tj. maksimalnoj snazi podijelimo sa tjelesnom masom. Dakle, relativna snaga direktno zavisi od sposobnosti mišića da produkuju silu i snagu ali, i o veličini tijela. Iz prakse je poznato da sportisti sa velikim koeficijentima relativne snage imaju manje tjelesne dimenzije (u kontekstu tjelesne mase ali često i visine tijela), te se, generalno, može reći da svi faktori tj. manifestacije jakosti i snage mogu da se izraze u apsolutnom i relativnom obliku.

Arhitektura mišića predstavlja raspored tj. zastupljenost i frekvenciju različitih tipova mišićnih vlakana po jedinici poprečnog presjeka mišića, a koja direktno utiče na mehaničku funkciju tj. sposobnost generisanja sile samog mišića. Iako nema direktnih mjerenja i pouzdanih podataka o sposobnosti ljudskog mišića da generiše silu po centimetru kvadratnog presjeka na osnovu indirektnih izračuna, na osnovu rezultata do sada objavljenih studija se može smatrati da ljudski mišić može da ostvari maksimalnu silu od 30 do 50N/cm² (Perić, 2003). Iako sve tri vrste mišićnih vlakana (koje će biti pojedinačno predstavljene ispod), generalno, proizvode jednaku izometrijsku silu po jedinici poprečnog presjeka, brojne su studije utvrdile razlike u sposobnosti produkcije sile i otpornosti na umor između brzih glikolitičkih i sporih oksidativnih mišićnih vlakana.

Karakteristika brzokontraktilnih (glikolitičkih) vlakna su velika brzina kontrakcije i relaksacije, vrlo aktivan sarkoplazmatski retikulum i miofibrilarna ATP-aza, te su, stoga, pogodna za kratkotrajno, eksplozivno generisanje mišićne sile. S obzirom da ova vlakna imaju malu količinu mitohondrijalnih enzima, ista se vrlo brzo umaraju. Nasuprot njima, sporokontraktilna (oksidativna) vlakna obilježava mala brzina kontrakcije i relaksacije ali su ona bogata mitohondrijalnim enzimima, te im je, stoga, otpornost na umor znatno razvijenija i pogodna su za dugotrajno generisanje mišićne sile (Marković, 2005). Pored ovog faktora (ukupne mišićne mase i strukture samih mišića), na ispoljavanje mišićne sile i snage utiču i karakteristike tetiva. U literature se navodi da na ispoljavanje snage mišića utiče i interakcija između fascije mišića i tetiva. Od unutrašnje popustljivosti tetiva zavise i karakteristike promjena dužine fascije mišića, a kako je sposobnost mišića da razvije silu definisana relacijama sila-brzina i sila-dužina, onda, u skladu sa tim, i nivo popustljivosti tetiva utiče na ispoljavanje maksimalne snage mišića (Cormie i sar., 2011).

Uticaoj umora na sposobnost ispoljavanja sile i snage

Sva velika mišićna naprezanja praćena su pojavom zamora koji je direktna posljedica nagomilavanja metabolita i iscrpljivanja energetske rezervi. Ako je opterećenje relativno malo, energija dostupna iz mišićnih ćelija koristi se za kontrakciju mišića, ali u isto vrijeme i za anabolizam mišićnih proteina. Na taj način, snabdijevanje energijom zadovoljava oba zahtjeva. S druge strane, kada se savladavaju velika opterećenja, veća količina energije obezbjeđuje se za kontraktilne mišićne elemente i troši se na rad mišića. Prema tome, manje energije ostaje za sintezu proteina te se, stoga, stopa razgradnje proteina se povećava i direktno je proporcionalna savladanom opterećenju.

Metabolički faktori umora koji mogu uticati na ispoljavanje snage su energetske depoi, tolerancija na promjene biohemijskih parametara i sinteza proteina. Generalno, nagomilavanje nusprodukata anaerobnog metabolizma koji se zajedničkim imenom nazivaju laktatima može

usporiti ili potpuno zaustaviti mišićnu kontrakciju što u konačnici dovodi do ograničenog ispoljavanja različitih dimenzija snage i to sa najvećim negativnim efektima na mišićnu izdržljivost i to u izotoničnim i u izometrijskim uslovima kontrakcije. S obzirom na to da se umor obično ocjenjuje kroz rad, mehaničke definicije umora su najčešće u dosadašnjoj literaturi. Tako se, umor, definiše kao nesposobnost održavanja zadanog nivoa sile ili snage.

Poznato je da mišićnu kontrakciju kontroliše živčani-nervni sistem pa se, tako, i umor može podijeliti na centralni i periferni. Visokointenzivne aktivnosti, koje se povezuju sa eksplozivnom snagom, dominantno izazivaju umor centralnog nervnog sistema koji se još naziva umor upravljačkih mehanizama (centralni umoru), dok aktivnosti koje podrazumijevaju relativno dugo, višekratno ispoljavanje mišićne sile, koje se povezuje sa manifestacijama repetitivne snage, izazivaju umor aktivne muskulature koji se još naziva periferni umor. Granica između ta dva tipa umora je živčano-mišićna spojnica, a jednostavnim poređenjem maksimalne voljne kontrakcije i kontrakcije inducirane električnom stimulacijom mišića se može ustanoviti o kojoj se vrsti umora radi. Ako voljno kontrolisana mišićna sila opada brže od električno inducirane mišićne sile, to je znak centralnog tj. živčanog umora. To znači da opada nivo mišićne aktivacije i da živčani sistem više ne može adekvatno aktivirati mišić. S druge strane, kada dođe do snižavanja inducirane mišićne sile može se govoriti o perifernom tj. mišićnom umorom (Strojnik, 2005). Dakle, različiti oblici ispoljavanja snage, pa tako i trenажne metode, izazivaju umor na različitim nivoima koji dovode do mišićne kontrakcije i ispoljavanja sile i snage.

Uticaj tjelesne temperature na ispoljavanja mišićne sile i snage može da se posmatra kao unutrašnji ali i vanjski faktor. Naime, poznato je da se određena količina energije prilikom mišićnog rada, naročito aktivne muskulature, pretvara u toplotnu čime se podiže temperatura cijelog tijela. Zagrijavanjem se postiže niz akutnih promjena u mišićima koje dovode do brže mišićne kontrakcije i u konačnici utiču na bolji izlaz-generisanje sile i snage, naročito pri eksplozivnom savladavanju opterećenja. Obzirom da zagrijavanje pozitivno utiče na prenos živčanih impulsa i metabolizam mišića, smatra se da povoljno utiče i na sve dimenzije jakosti i snage.

Spolno uzrokovane razlike ispoljavanja sile i snage

Kada se govori o razlikama u jakosti i snazi između muškaraca i žena, na osnovu velikog broja provedenih istraživanja koja su uključivala različite vrste mišićnih kontrakcija i modalitete mjerenja, utvrđeno je da žene imaju manju sposobnost generisanja sile i snage. U dosadašnjim istraživanjima je utvrđeno da su žene 40-60% slabije u jakosti i snazi gornjeg dijela tijela u odnosu na muškarce, te 25-30% u jakosti i snazi donjeg dijela tijela (Wilmore i Costill, 1997; Fleck i Kraemer, 1997). Ovi rezultati navode na zaključak da postoje veće razlike među spolovima u apsolutnoj jakosti i snazi gornjih u odnosu na donje ekstremitete i to u korist muškaraca. Dakle, apsolutno i relativno slabija muskulatura gornjeg dijela tijela kod žena predstavlja ograničavajući faktor za savladavanje otpora i izvedbu u sportovima u kojim je snaga gornjeg dijela tijela jedna od primarnih determinanti uspjeha. Generalno, spolne razlike nisu jednake za sve manifestacije snage. Razlika je veća kod motoričkih aktivnosti koje podrazumijevaju generisanje maksimalne sile i snage. Bitno je naglasiti da su razlike između spolova, iako i dalje prisutne, značajno manje kada se snaga ili njene manifestacije izražavaju u relativnom obliku tj. normalizovani spram tjelesne mase.

Uticaj hormonalnog statusa na ispoljavanje sile i snage

Hormonalni sistem ima uticaj na sve organe i organske sisteme u ljudskom organizmu. Sa aspekta mišićne kontrakcije, koja je osnov za ispoljavanje sile i snage, može se reći da hormoni utiču na sve aspekte metabolizma mišićnih ćelija. Generalno gledajući, hormoni utiču na funkciju i živčanog i mišićnog sistema kontrolišući brzinu biohemijskih reakcija u ćelijama ali i metaboličke procese razmjene materije i energije te anabolizam mišića. Prema tome, za optimalno funkcionisanje mišićnog sistema je potreban odgovarajući nivo odgovarajućih hormona. Generalno se, prema funkciji, hormoni dijele na anaboličke ili kataboličke.

Anabolički hormoni su važni za rast tkiva, dok katabolički utiču na razgradnju tkiva. Također je bitno naglasiti da postoje određene spolne i dobne razlike u hormonalnom statusu koje mogu uticati na sposobnost ispoljavanja sile i snage. Uticaji hormonskog statusa na adaptacione mehanizme mišića, naročito povećanje njegove mase ili hipertrofiju koja za posljedicu ima unapređenje sile i snage mišića, su prilično dobro dokumentovani u literaturi (Hakkinen, 1989). Međutim, pokazalo se da i akutne promjene u hormonskom statusu mogu da utiču na trenutnu sposobnost ispoljavanja maksimalne sile mišića (Cormie i sar., 2011). Za potrebe ove publikacije neće se navoditi uloga pojedinih hormona u procesu treninga i njihov uticaj na različite dimenzije snage.

Uticaj biološke dobi na ispoljavanje sile i snage

Dobro je poznato da su mišićna sila i snaga vezane za procese biološkog sazrijevanja i starenja mišićnog tkiva i ostalih organa/organskih sistema koji utiču na ispoljavanje ove motoričke sposobnosti. Poznato je da sve dimenzije snage nemaju niti istu brzinu niti senzibilne faze razvoja, što ukazuje na relativnu nezavisnost, prije svega, neurofizioloških mehanizama različitih manifestnih oblika jakosti i snage. Isto tako, ni proces opadanja ovih dimenzija nema jednaku dinamiku i zavisi od većeg broja faktora.

Starenje je jedan od mehanizama povezanih sa postepenim gubljenjem neuromišićnih funkcija i sposobnosti kod svih oblika ispoljavanja sile i snage. Pored toga, smatra se da je opadanje mišićne sile i snage uzrokovano gubljenjem mase mišićnog tkiva (sarkopenija), ali i odgovarajućim promjenama u arhitekturi mišića (Raj i sar., 2010). Sarkopenija se pripisuje različitim faktorima koji uključuju (Doherty, 2003): perifernu atrofiju mišićnih vlakana (tipa II) koja rezultira odumiranjem većih α -motoneurona, smanjenje fizičke aktivnosti, promjenu hormonskog statusa, smanjenje kalorijskog i proteinskog unosa i promjene u sintezi proteina. Kao posljedica ovih fizioloških i strukturalnih promjena, relacija sila-brzina se mijenja sa starenjem i mišićna sila i snaga opadaju. Generalno, prvo opada sposobnost eksplozivne snage koju naknadno prate pad repetitivne i mišićne izdržljivosti u izometrijskim uslovima. Perić (2003), pozivajući se na ranija istraživanja, navodi da jakost (jačina kako je autori nazivaju) osjetnije opada tek poslije 40-te godine života, dok snaga opada značajno ranije, i to već nakon 26-te godine života kod žena i 36-te godine kod muškaraca.

Vanjski faktori

Na osnovu fizikalnih ali i trenažnih principa, u literaturi je moguće pronaći kako i na koji način karakteristike vanjskog opterećenja utiču na ispoljavanje sile i snage. Općenito su istraživači saglasni da nivo ispoljene snage i opterećenje pri kome se ona ispoljava zavise od karakteristika vanjskog opterećenja. U karakteristike vanjskog opterećenja se najčešće ubraja njegova

veličina tj. intenzitet, vrsta ili tip motoričkog zadatka, temperature okoline i nivo treniranosti, kao relativno nezavisan faktor.

Veličina - intenzitet opterećenja

Kada je u pitanju uticaj veličine vanjskog opterećenja na ispoljavanje mišićne sile i snage u literaturi se prvenstveno govori o sposobnosti mišića da generišu ove dvije veličine u laboratorijskim i realnim uslovima. Već ranije je objašnjena i naglašena međusobna zavisnost mišićne sile i snage koja u laboratorijskim uslovima pored sile, zavisi i od brzine kontrakcije, a u realnim, od brzine izvođenja složenih pokreta kojima se savladava otpor.

Laboratorijskim istraživanjem izolovanog mišića dobijena je kriva koja pokazuje relaciju sile i brzine. Ta zavisnost sile mišića od brzine njegovog skraćanja se naziva relacija sila-brzina ili Hilova kriva. Ona pokazuje da sposobnost mišića da djeluje velikom silom opada sa brzinom njegove kontrakcije, tj. da postoji obrnuta proporcionalnost ova dva mehanička parametra. Hilova kriva pokazuje da se s povećanjem vanjskog otpora smanjuje brzina pokreta, odnosno, da se sa smanjenjem opterećenja povećava brzina pokreta. Iz nje je izvedena i osnovna jednačina mišićne mehanike koja pokazuje da veličina maksimalne izometrijske sile značajno utiče na ispoljenu (izmjerenu) silu mišića prilikom izvođenja konkretnog pokreta određenom brzinom. Pošto je snaga jednaka proizvodu sile i brzine, ova relacija pokazuje da sa povećanjem brzine skraćanja mišića njegova snaga raste sve dok ne dostigne maksimum, pri oko 1/3 maksimalne brzine. Iako Hilova kriva (hipotetski) ima oblik hiperbole, utvrđeno je da sam izgled krive kod pojedinog sportiste zavisi od vrste sportske aktivnosti i nivoa treniranosti (Jarić i Kukolj, 1996). Manja opterećenja koja se savladavaju omogućavaju izvođenje bržih pokreta dok veća omogućavaju izvođenje sporijih pokreta, čime se direktno gubi na snazi. Ovu zavisnost brzine izvođenja pokreta i sile koja se generiše prilikom tok pokreta Zaciorski i Kramer (2009) objašnjavaju parametrijskim odnosom i naglašavaju da su parametri motoričkog zadatka promjenjivi tj. obrnuto proporcionalni. U tom kontekstu, istraživanjima je utvrđeno da se, na primjer, maksimalna snaga fleksora u zglobu lakta ispoljava pri savladavanju opterećenja koje je 50% od maksimalnog (značajno više u odnosu na niža 25% ili visa 75% opterećenja u odnosu na maksimum). Odnos sile i brzine izvođenja pokreta u realnim uslovima pokazuje da npr. sila mišića prednje strane natkoljenice (*m. quadriceps femoris*) opada sa povećanjem brzine izvođenja pokreta ekstenzije, dok njegova snaga rase i svoj maksimum dostiže između 300-400 stepeni u sekundi (Perić, 2003). Dakle, maksimalna mišićna sila se generiše prilikom savladavanja velikih vanjskih opterećenja i to relativno malim brzinama kontrakcije i izvođenja pokreta dok se maksimalna snaga ispoljava u optimalnom odnosu veličine vanjskog opterećenja i brzine mišićne kontrakcije tj. izvođenja pokreta.

Vrsta motoričkog zadatka

Kretne aktivnosti je, sa aspekta snage kao motoričke sposobnosti, moguće podijeliti prema veličini i karakteru opterećenja koje se savladava što suštinski određuje koja od dimenzija tj. manifestnih oblika ispoljavanja ove motoričke sposobnosti primarno utiče na rješavanje tog zadatka. Ako se krene od veličine vanjskog opterećenja i brzine kojom se to opterećenje savladava, što je prethodno detaljno objašnjeno, onda kretne zadatke možemo klasificirati na one čija je realizacija pod direktnim uticajem jakosti tj. generisanja sile, što ih dominantno s aspekta brzine svrstava u spore aktivnosti, i one čija je realizacija pod direktnim uticajem snage, tj. primarno aktivnosti relativno brzog karaktera izvođenja. Tipičan primjer za ovu podjelu predstavlja razlika u izvođenju tehnika olimpijskog dizanja npr. trzaj, pri kojem se

razvija velika snaga na račun brzine pokreta, i neke od disciplina snage u „powerliftingu“ npr. čučanj, prilikom kojeg se razvija velika sila uz relativno malu brzinu izvođenja pokreta. S druge strane, kompleksni motorički obrasci koji se odvijaju velikom ili maksimalnom brzinom, poput atletskog sprinta, karakterišu se velikim izlazom snage. Tako Perić (2003), na osnovu ranijih istraživanja, navodi da prosječna snaga mišića prilikom maksimalnog sprinterskog trčanja iznosi približno 30W/kg (vati po kilogramu), što, na primjer, za prosječnog sprintera od oko 80kg iznosi približno 2 400W. Još veće vrijednosti zabilježene su prilikom maksimalnog sunožnog skoka (oko 3 000W). Kao objašnjenja za ove vrijednosti se navode režim mišićnog rada pri kojem se savladava umjereno opterećenje velikim brzinama kontrakcije i simultano dejstvo velikog broja mišića u dinamičkom radu.

Prema Zaciorskom i Krameru (2009), sve vrste opterećenja (vježbi) se mogu podijeliti na osnovu mehaničkog odgovora. Obzirom da svi pokreti u sportu uključuju mehanički odgovor, da bi se savladao veći otpor potrebno je povećati mišićnu silu. Mehanički odgovor izostaje jedino u slučajevima izometrijskog režima mišićnih kontrakcija i u radu sa izokinetičkim spravama. Isti autori navode da se različite vrste opterećenja i kretnih zadataka (prema karakteru) koriste za rješavanje specifičnih zahtjeva treninga snage. Tako navode da, kod elastičnih opterećenja, vrijednost sile zavisi od obima pomjeranja tj. stepena elongacije. Konkretno, što je veći obim pomjeranja (rastezljivost gume, opruge i sl.) mišićna sila će biti veća, što znači da se najveća vrijednost sile postiže na kraju pokreta. Druga vrsta opterećenja zasniva se na inerciji i analogno tome, naziva se inerciono opterećenje. Kod ove vrste opterećenja, mišićna sila je proporcionalna ubrzanju i masi opterećenja. Treća vrsta otpora preovladava u sportovima na i u vodi, kao što su plivanje ili veslanje, a naziva se hidrodinamički otpor. Ova vrsta otpora je veoma specifična jer zavisi od kvadrata brzine i koeficijenta hidrodinamičkog otpora, te je zbog toga, takvu vrstu opterećenja veoma teško ostvariti na suhom. Kao četvrta vrsta opterećenja u treningu navodi se kompleksni otpor koji najčešće predstavlja kombinaciju elastičnog i inercionog otpora. Kao primjer se navodi savladavanje težine tega koji je elastičnom trakom pričvršćen za fiksnu tačku.

Bitno je napomenuti da, u realnim uslovima, različiti motorički zadaci zavise od položaja vanjskog opterećenja tj. od ugla djelovanja mišićne sile na opterećenje i od kraka sile. Zbog toga često dolazi do pojave da se pravac ubrzanja rekvizita (npr. u bacanju kugle) poklapa sa rezultantom mišićne i gravitacione sile koje istovremeno djeluju na rekvizit. Kada je u pitanju pozicija opterećenja, trenutno postoje naznake da to može biti jedan od faktora koji, ne samo da utiče na nivo, nego i na opterećenje pri kojem se ispoljava maksimalna snaga mišića (Jarić i Marković, 2009).

Nivo utreniranosti

Pored svih pomenutih faktora, smatra se da i utreniranost može da utiče na nivo ispoljene snage, ali i na opterećenje pri kom se ispoljava maksimalna snaga mišića. Pojam utreniranost može se posmatrati u odnosu na tip i nivo. Tip utreniranosti može da podrazumijeva usmjerenost treninga na razvoj jedne od dvije važne sposobnosti za ispoljavanje maksimalne snage mišića (jačine mišića, odnosno brzine skraćenja mišića). Sa druge strane, kada je u pitanju nivo utreniranosti, to može da podrazumijeva visok ili nizak nivo fizičke aktivnosti, pri čemu ta fizička aktivnost ne mora da uključuje trening usmjeren na razvoj neke od dvije pomenute sposobnosti. Naravno, svaka od navedenih varijanti može da ima pozitivan uticaj na ispoljavanje maksimalne snage mišića, ali i ukazuje na to da je uticaj ovog faktora od suštinske važnosti za razumijevanje adaptacija koje su posljedica treninga (Pažin, 2013).

Temperatura okoline

Temperatura, kao vanjski ili okolinski faktor u kojem se odvija neka mišićna ili kretna aktivnost, također može da utiče na manifestacije mišićne jakosti i snage ali i sumarno ispoljavanje ovih sposobnosti pri savladavanju otpora motoričkim aktivnostima. Akutne fiziološke promjene koje se javljaju tokom intenzivne tjelesne aktivnosti znatno zavise od temperature okoline (Wilmore i Costill, 1999) Poznato je da hlađenje mišića dovodi do akutnog pada sposobnosti generisanja mišićne sile, pada brzine mišićne kontrakcije, a samim time, i do pada sposobnosti generisanja mehaničke snage (Wilmore i Costill, 1999). No, pored spomenutog, mišić se znatno brže umara, te i sporije oporavlja na niskim temperaturama. S druge strane, povišenje temperature mišića može imati pozitivan uticaj na brzinu i snagu mišićne kontrakcije (Sargeant, 1987). Stoga je, za aktivnosti u kojima je potrebno kratkotrajno generisati veliku silu i/ili mehaničku snagu, prilikom treninga i takmičenja potrebno voditi računa o temperaturi okoline. Naravno, ukoliko je te brzinsko-snažne aktivnosti potrebno ponavljati kroz duži period, u tim aktivnostima će doći do većeg i bržeg pada radne sposobnosti pri nižoj temperaturi okoline (Marković, 2005).

Struktura snage kao motoričke sposobnosti

Više je istraživanja provedeno s ciljem utvrđivanja latentne strukture snage kao i njenih manifestnih oblika ispoljavanja. Zbog toga postoje različiti kriteriji na osnovu kojih je vršena podjela ove sposobnosti. Većina autora je saglasna da je snaga višedimenzionalna motorička sposobnost koja se može klasificirati prema nekoliko kriterija kao što su (akcioni, topološki, tonusni i drugi).

Prema tonusnom kriteriju, snaga kao motorička (psihomotorička prema terminologiji autora) sposobnost, se može podjeliti na: tonusno statički oblik ispoljavanja sile i dinamički oblik ispoljavanja snage (Mikić, 2000). Iz ovog kriterija sasvim je jasno da proizilaze dvije relativno nezavisne „pod-sposobnosti“ koje se odnose na način kontrakcije i ispoljavanje sile odnosno snage. Dakle, obzirom na način generisanja mišićne sile, moguće je napraviti osnovnu podjelu sposobnosti koje će se u ovoj publikaciji definisati kao jakosti i snaga. Jakost se definiše kao sposobnost generiranja sile (Siff, 2001; Stone, 1993), koja može biti izometrijskog ili dinamičkog karaktera te ima određenu brzinu generisanja (Stone i sar., 2006). S druge strane produkcija snage je umnožak sile i brzine, te je vjerovatno najbitniji faktor uspjeha u većini sportova. Prema tome, sposobnost generisanja sile (jakost), je integralni dio produkcije snage i može biti ključna komponenta u određivanju uspjeha u sportu (Stone i sur., 2002). Snaga je kompleksnija motorička sposobnost okarakterizisana savladavanjem otpora velikom brzinom kontrakcije. Iz navedenog je sasvim jasno da sposobnost produkcije sile (jakost) i djelovanje te sile na određenom putu u nekoj jedinici vremena (snaga) nisu iste sposobnosti ili motoričke kvalitete, ali da su usko povezane i da je jakost zapravo jedan od preduslova ispoljavanja snage. U tom smislu, Marković (2008) navodi da jakost predstavlja jedan od faktora koji utiču na mišićnu snagu te da taj utjecaj raste s porastom opterećenja koje se mora savladati (maksimalna snaga). Sa smanjivanjem opterećenja koje se eksplozivno savladava, druga komponenta jakosti utječe na sposobnost proizvodnje mišićne snage (eksplozivna snaga).

Drugi kriterij prema kojem se u literaturi najčešće vrši klasifikacija snage je tzv. akcion kriterij koji podrazumijeva ispoljavanje dimenzija snage u odnosu na način funkcionisanja mišića. Prema ovom funkcionalnom shvatanju, snaga kao sposobnost čovjeka određena je sposobnošću mišića da generiše silu. Posmatrajući s tog (akcionog ili funkcionalnog) aspekta,

svaki skeletni mišić posjeduje tri temeljne sposobnosti: sposobnost maksimalne produkcije sile (bez obzira na brzinu kontrakcije), sposobnost brze produkcije sile (od koje dominantno zavisi dinamička ili eksplozivna snaga) i sposobnost produkcije sile u dužem vremenskom periodu (što je „sumarna“ sposobnost i naziva se „izdržljivost u snazi“ ili „repetitivna snaga“). Dakle, obzirom na akcioni oblik ispoljavanja snage, možemo razlikovati maksimalnu ili apsolutnu snagu, eksplozivnu snagu i repetitivnu snagu ili snažnu izdržljivost. U zavisnosti od vrste motoričke aktivnosti, veličine vanjskog opterećenja i brzine savladavanja tog opterećenja, nastala je ova podjela koja podrazumijeva različite dimenzije tj. vrste snage kao motoričke sposobnosti.

Maksimalna snaga se definiše kao najveća sila koju neuro-mišićni sistem može generisati u jednoj maksimalnoj voljnoj kontrakciji (Dick, 1997) bez obzira na brzinu kontrakcije ili pokreta koji je pri tome izveden. U literaturi se često maksimalna snaga mišića ili maksimalna snaga koju čovjek može ispoljiti prilikom izvođenja nekog motoričkog zadatka naziva apsolutnom snagom. U prvom slučaju govori se o apsolutnoj snazi izolovanog mišića dok se u drugom slučaju misli na apsolutnu tjelesnu snagu. Bitno je znati da se termin snaga (prema fizikalnim zakonima) vezuje isključivo za dinamički režim rada, odnosno, za savladavanje određenog opterećenja na nekom putu u jedinici vremena. Dakle, u zavisnosti od brzine izvođenja pokreta, kada se radi o dinamičkom radu, može se koristiti termin maksimalna snaga, a kada se radi o izometrijskim uslovima, u kojim se mišićna kontrakcija suprotstavlja i na neki način poništava djelovanje spoljne sile, može se koristiti termin maksimalna jakost. Ovu, drugu sposobnost, pojedini autori nazivaju i statička snaga ali, zbog činjenice da u izometrijskim (statičkim) uslovima nema kretanja, onda se mora govoriti o sposobnosti maksimalne produkcije sile ili maksimalnoj jakosti u izometrijskim uslovima. Na osnovu analize odnosa sile i brzine kontrakcije mišića (Hilove krive) poznato je da je snaga u izometrijskim uslovima jednaka nuli, da sa povećanjem brzine kontrakcije raste snaga mišića iako se njegova sila smanjuje i da postoji optimalna brzina skraćivanja mišića pri kojoj on razvija maksimalnu snagu (Zaciorski i Kraemer, 2009).

Ova sposobnost je naročito važna u onim aktivnostima ili sportovima u kojim je bitno kontrolisanje promjena položaja uz veliko vanjsko opterećenje, a da, pri tome, brzina pomijeranja tog opterećenja nije od primarnog značaja. Odnos veličine vanjskog opterećenja i brzine izvođenja pokreta kojim se to opterećenje savladava je obrnuto proporcionalan. Prema ovoj zavisnosti je jasno da se veća opterećenja savladavaju manjom brzinom pokreta i obrnuto. Međutim, optimalan odnos opterećenja i brzine izvođenja pokreta kojim se to opterećenje savladava determiniše sposobnost koja se naziva eksplozivna snaga. Zbog toga, pojedini autori eksplozivnu snagu svrstavaju u poseban oblik maksimalne ili dinamičke snage.

Eksplozivna snaga se definiše kao mogućnost neuro-mišićnog sistema da se pri velikim brzinama kontrakcije suprotstavlja relativno velikom vanjskom opterećenju (Dick, 1997). U teoretskom smislu, eksplozivna snaga predstavlja jednu od dimenzija snage, kao bazično motoričke sposobnosti, a karakteriše se ispoljavanjem velike mišićne sile u što kraćoj jedinici vremena (Metikoš i sar., 1989; Newton i Kreamer, 1994). Pojednostavljeno rečeno, to je sposobnost da se u kratkom vremenu ispolji veoma velika sila tj. maksimalno moguća u datim uslovima, odnosno, u trajanju samog pokreta. Zbog izrazito velike energetske potrošnje po jedinici vremena, određeni autori (Mikić, 2000) navode da je to sposobnost maksimalnog ulaganja energije u jedan „eksplozivan pokret“.

Ova sposobnost predstavlja jednu od determinanti uspjeha u tzv. eksplozivnim aktivnostima, kao što su skokovi, sprinterska trčanja, bacanja i udarci, koje se u literaturi najčešće nazivaju manifestnim oblicima ispoljavanja eksplozivne snage.

Eksplozivna snaga, drugim riječima, predstavlja važan faktor u onim aktivnostima u kojima je potrebno dati veliko ubrzanje masi tijela, masi pojedinih dijelova tijela ili vanjskom objektu, dakle u tzv. balističkim pokretima. To se prvenstveno odnosi na aktivnosti tipa: skokova (npr. skokovi u košarci, rukometu i odbojci, skakačke discipline u atletici i sl.), sprinteva (npr. sprinterske discipline u atletici, ubrzanja u nogometu, rukometu, košarci i sl.), bacanja (npr. bacanja u atletici, bacanje loptice/lopte u bejzbolu, rukometu i sl.) i udaraca (npr. udarci rukom u boksu, nožni udarci u taekwondou, udarci lopte u nogometu i odbojci, tenisu i sl.) (Marković, 2004).

Eksplozivna snaga je višedimenzionalna sposobnost koja leži u osnovi svih kretnih struktura kod kojih je potrebno brzo ispoljavanje velike sile. Veći broj autora se još šezdesetih i sedamdesetih godina XX vijeka bavio parametrima tj. faktorima eksplozivne snage (Verkoshansky, 1996; Zaciorski i Kraemer, 2009 i dr.) te ustanovio da se sve manifestacije eksplozivne snage baziraju na fenomenu koji se naziva stopa prirasta (gradijent) sile (RFD - engl. *rate of force development*). Dalje se ovaj fizikalni parametar, a u odnosu na način i brzinu razvoja sile, može podijeliti na impuls i gradijent sile. Impuls sile pokazuje stopu prirasta sile u početku naprezanja ili izvođenja pokreta iz stanja mirovanja. Ova sposobnost se naziva i startna snaga i predstavlja sposobnost mišića za postizanje startnog ubrzanja tj. impulsa sile u početnim fazama mišićnog naprezanja. S druge strane, stepen razvoja sile u drugoj (završnoj) fazi eksplozivnih pokreta se naziva gradijent ubrzanja, a sposobnost koja iz njega proizilazi je ubrzavajuća snaga. Ona predstavlja sposobnost mišića za brzo povećanje naprezanja i produkcije sile u uslovima započete mišićne kontrakcije ili izvođenja pokreta. Ključan parametar za ovu sposobnost je vrijeme potrebno za postizanje maksimalne sile u datim uslovima kontrakcije ili izvođenja pokreta. Zanimljivo je da postoji relativno mala povezanost između impulsa i gradijent sile, jer startna snaga ne zavisi od vanjskog opterećenja dok gradijent ubrzanja ili ubrzavajuća snaga direktno zavisi od vanjskog opterećenja. Također, zanimljivo je da maksimalna jakost i stopa prirasta sile nisu međusobno povezani iako je poznato da su manifestacije sile i snage u značajnoj vezi. To ukazuje na činjenicu da je eksplozivna snaga zasebna motorička kvaliteta koja je determinisana većim brojem ranije pomenutih faktora.

Pojedini autori navode da postoji još jedan tip (dimenzija) snage koji se najčešće naziva **elastična ili polimetrijska snaga** a predstavlja silu nastalu usljed sinhronizacije ekscentrične i koncentrične kontrakcije tj. motoričke aktivnosti kao kod, na primjer, skoka u dubinu (Prskalo, 2004). Ova sposobnost omogućava sportisti efikasno djelovanje kada se, nakon amortizacije, pri doskoku, treba odmah odraziti, odnosno, kada je potrebno djelotvorno sinhronizirati ekscentrični i koncentrični dio mišićne aktivnosti (Milanović, 2013).

Naredna dimenzija ili vrsta snage kao motoričke sposobnosti ima potpuno suprotan karakter, manifestne oblike ispoljavanja i pozadinske mehanizme, a u literature se naziva: **repetitivna snaga**, snažna izdržljivost, jakosna izdržljivost ili ponavljajuća snaga. Ova sposobnost, kao treći funkcionalno manifestni oblik ispoljavanja snage, predstavlja kapacitet cijelog tijela (ukupne muskulature) ili pojedinog dijela tijela (mišića ili mišićne grupe) da održava relativno visoku produkciju sile tokom savladavanja relativno velikog opterećenja.

Harasin (2003) navodi da je pojam snažna izdržljivost, odnosno repetitivna snaga, najbolji ekvivalent pojmu jakosna izdržljivost, osim što bi, možda, pojam repetitivna snaga uključivao određene repeticije (ponavljanja), dok bi se jakosna izdržljivost mogla očitovati i u izometrijskom tipu mišićne kontrakcije (Harasin, 2003). Dakle, u odnosu na režim rada mišića, (statički-izometrijska ili dinamički-izotonična) postoje statička i dinamička mišićnu izdržljivost. U izometrijskim uslovima, kada je vanjska sila jednaka mišićnoj, moguće je utvrditi dvije dodatne dimenzije ili manifestacije snažne izdržljivosti. To su aktivna i pasivna sila pokušanih pokreta, pri čemu, kod aktivne, mišićna sila pokušava savladati vanjsku tj. izvesti pozitivan pokret dok, kod pasivne, mišić nastoji održati kontrakciju duži period, suprotstavljajući se vanjskoj sili bez izazivanja kretanja.

Ako se u obzir uzme ranije objašnjena veza sile i brzine kretanja, onda se može govoriti o repetitivnoj snazi u dinamičkim uslovima i jakosnoj izdržljivosti u izometrijskim uslovima kontrakcije. Prema ovom shvatanju pojam mišićne izdržljivosti je nadređen u odnosu na pojmove repetitivne snage ili jakosne izdržljivosti jer uključuje sve tipove mišićne kontrakcije i sposobnost odupiranja mišićnom zamoru. Pojedini autori su pokušali definisati razliku između repetitivne snage i mišićne izdržljivosti uvodeći kriterij veličine vanjskog opterećenja koje se savladava. Prema tom kriteriju, Mikić (2000) navodi da, ako se savladava opterećenje veće od 30% u odnosu na maksimum (1RM), radi se o sposobnosti repetitivne snage dok se, kod savladavanja manjih opterećenja, radi o mišićnoj izdržljivosti. Međutim, ovaj kriterij je u obzir uzeo samo dinamičke aktivnosti a već je objašnjeno da se izdržljivost može ispoljavati i u izometrijskom režimu kontrakcija.

Repetitivna snaga predstavlja sposobnost neuro-mišićnog sistema za sumarno ispoljavanje sile savladavanjem submaksimalnih opterećenja u dinamičkim uslovima i najčešće se ispoljava u aktivnostima cikličnog karaktera a predstavlja determininantu uspjeh u onim aktivnostima ili sportovima u kojima se pojavljuje relativno veliko vanjsko opterećenje koje treba savladavati u dužem vremenskom periodu. Značajnu ulogu igra u aktivnostima koje traju između 60 sekundi i 8 minuta, dakle, u sportovima kao sto su plivanje, veslanje, skijanje, u atletskim trčanjima, kao i drugim sportovima sličnog karaktera.

S druge strane jakosna izdržljivost, kao sposobnost zadržavanja mišićnog tonusa i generisanja sile u dužem vremenskom periodu se ogleda u zadržavanju veće izometrijske kontrakcije mišića kojom se tijelo održava u određenom položaju a određeni autori je nazivaju statičkom snagom (Nićin, 2000; Mikić, 2000). Ova sposobnost zavisi od stepena naprezana tj. veličine vanjske sile kojoj se suprotstavlja ali i od njenog trajanja te je važna u aktivnostima i sportovima kao što su gimnastika, hrvanje, judo i sl., u kojim je potrebno zauzimanje i zadržavanje određenih pozicija pri kojim je potrebno savladati vanjske sile kao što su gravitacija, mišićna sila protivnika i sl.

Prema topološkom kriteriju utvrđena je relativna nezavisnost sposobnosti ispoljavanja različitih dimenzija snage različitih tjelesnih regija. Ova klasifikacija je nastala prema kriteriju topološki uslovljenog ispoljavanja ove sposobnosti te je utvrđeno da postoji snaga ruku i ramenog pojasa, snaga trupa i snaga nogu. Također, treba naglasiti da svaka topološka regija ima sposobnost i mogućnost relativno izolovanog ispoljavanja različitih dimenzija snage. Tako na primjer, može da se govori o eksplozivnoj snazi nogu, repetitivnoj snazi ruku ili izometrijskoj jakosti trupa. Jasno je da snaga prema topološkim regijama dominantno utiče na efikasnost izvršavanja onih kretnih zadataka koji se izvode dominantno samo nekim dijelom tijela. Tako, na primjer, rezultat u čučnju dominantno zavisi od maksimalne snage nogu.

Međutim, složeni kretni obrasci koji uključuju aktiviranje većeg broja mišića u kinetičkom lancu zavise od snage svih tjelesnih segmenata. Tako, visina skoka ne zavisi samo od eksplozivne snage nogu nego su tu izrazito važni i faktori stabilizacije trupa i snage ruku. U tom kontekstu, Idrizović i saradnici (2001) navode da je snaga trupa, kao topološki faktor snage, najvažnija jer skoro svi složeni pokreti započinju od velikih mišića trupa, te da ona direktno utiče na ukupnu snagu koju čovjek može da proizvede. Isti autori navode da su svi topološki faktori snage u značajnoj pozitivnoj korelaciji što ukazuje da su pod uticajem generalnog faktora snage.

Senzibilne faze i mogućnost kineziološke transformacije

Snaga je kvantitativna motorička sposobnost koja, u zavisnosti od režima mišićnog rada i manifestnih oblika ispoljavanja, ima različit koeficijent genetske determinacije te i mogućnost kineziološke transformacije. Tako, na primjer, eksplozivna snaga ima značajno veću genetsku uslovljenost od svih oblika mišićne izdržljivosti, u širem, ili repetitivne snage, u užem smislu. Prema Mikiću (2000), najmanji koeficijent genetske uslovljenosti (urođenosti kako je autor naziva) ima repetitivna snaga, zatim statička sila ili sila pokušanih pokreta, a najveći ima eksplozivna snaga. Također, isti autor navodi da ove dimenzije snage dostižu svoj maksimum u različitim životnim periodima. Konkretno, repetitivna snaga svoj maksimum dostiže između 20-te 25-te godine života a počinje opadati nakon 40-te, sposobnost generisanja sile u izometrijskim uslovima svoj maksimum dostiže oko 30-te godine a dostignuti nivo može se zadržati dosta dugo. S druge strane, eksplozivna snaga svoj maksimum dostiže početkom 20-tih i relativno brzo opada već poslije 30-te godine života. Ove razlike, u dostizanju maksimuma i mogućnosti održavanja visokog nivoa ispoljavanja snage različitih dimenzija, ukazuju da one zavise od različitih faktora te da se moraju različito razvijati u smislu senzibilnih faza ali i primjene kinezioloških operatora i trenajnih metoda.

Kada se govori o senzibilnim fazama razvoje snage i njenih pojedinačnih dimenzija, u literaturi je moguće pronaći različite podatke. U literaturi starijeg datuma se mogu pronaći podaci da se snage treba razvijati tek nakon puberteta jer postoji povećan rizik od nastanka povreda kod djece prilikom treninga snage. Međutim, novija istraživanja su pokazala da, uz pravilan izbor operatora i primjenu optimalnih opterećenja, trening snage ima puno veće benefite od rizika po dječji organizam. Sada većina autora smatra da se snaga može razvijati već od ranog školskog doba pa sve do pune zrelosti, ali i dalje, najveći potencijal za njen razvoj ostaje u pubertetskom i post pubertetskom periodu. Senzibilne faze razvoja za pojedine dimenzije snage je objedinio Nićin (2000) pozivajući se na veći broj drugih autora. Ovaj autor navodi da se repetitivna snaga kod dječaka najviše razvija u periodu uzrasta 11-13 i 15-16 godina života dok je kod djevojčica taj period od 9 do 13. Kada je u pitanju izometrijska jakost (statička snaga kako je autor naziva) isti autor navodi da se kod dječaka najviše razvija u periodu uzrasta 13-17 godina života dok je kod djevojčica taj period od 8 do 14 godina. Kao senzibilni period za razvoj eksplozivne snage, ovaj autor navodi da je to kod dječaka period 10-11 i 13-15 godina života, dok je kod djevojčica taj period od 8 do 12 i 14-15 godina života.

Karakteristike treninga snage djece i mladih

Većina autora navodi da se prilikom treninga snage kod djece moraju poštovati osnovni metodički principi kojima se obezbjeđuje siguran i efikasan način vježbanja i razvoja snage. Metodičko organizacijske smjernice treninga snage kod djece preporučuju postepeni pristup intenzifikaciji treninga snage koji, u prvim fazama treninga (kroz različite oblike igara),

podrazumijeva upotrebu prirodnih oblika kretanja (dizanja, nošenja, vučenja), vježbe s vlastitom masom i vježbe u parovima. Dalja intenzifikacija podrazumijeva primjenu vježbi s vanjskim opterećenje kroz upotrebu različitih sprava i rekvizita (elastične trake, medicinke, bugarske vreće, girje, trenažeri i slobodni tegovi). U svakom slučaju, naglasak je stavljen na dinamičke vježbe malih do srednjih opterećenja koje se provode s ciljem razvoja različitih dimenzija snage.

Zaciorski i Kraemer (2009) navode osnovne smjernice za postepeno povećanje opterećenja u treningu snage za djecu. Ovi autori navode 5 perioda u kojima je potrebno postepeno uvoditi različite kineziološke operatore i podizati ukupno trenažno opterećenje. Za djecu mlađu od 7 godina se preporučuje upoznavanje sa osnovnim vježbama sa malim opterećenjem ili bez njega, učenje različitih tehnika vježbanja npr. sa partnerom, vježbe istezanja i sl., uz održavanje obima vježbanja na nižem nivou. U periodu 8-10 godina se preporučuje postepeno povećanje broja vježbi s naglaskom na učenje tehnika izvođenja vježbi. Postepeno početi sa primjenom jednostavnih vježbi s vanjskim opterećenjem i polako povećavati obim treninga. U periodu 11-13 godina naglasak se stavlja na pravilnu tehniku izvođenja jednostavnih i učenje kompleksnih vježbi s postepenim povećanjem opterećenja. U periodu 14-15 godina je potrebno preći na kompleksne vježbe s uvođenjem sportsko-specifičnih vježbi uz insistiranje na tehnici izvođenja i povećavanju obima treninga. Nakon navršenih 16 godina života se preporučuje postepeni prelazak na program treninga za odrasle, ali samo pod uslovom da je već stečeno iskustvo u radu sa vanjskim opterećenjem.

Generalno se može zaključiti da mlade sportiste, prije prelaska na trening snage koji je koncipiran na principima treninga odraslih, moraju steći potrebno iskustvo tj. proći dugogodišnji razvojni put koji uključuje sve aspekte višestranе i bazične fizičke–kondicijske pripreme.

Prema Flecku i Kraemeru (1997), kvalitetno programirani i kontrolisani trening snage djece omogućuje: povećanje snage i lokalne snažne izdržljivosti (sposobnost višestrukog savladavanja otpora), smanjenje broja i težine povreda tokom sportskih aktivnosti i poboljšanje kvalitete izvedbe raznih sportskih aktivnosti.

Osnove treninga snage

Trening jakosti i snage jedan je od najrasprostranjenijih i najproučavanijih oblika tjelesnog vježbanja čovjeka. Ovaj tip treninga podrazumijeva sistematizovanu primjenu submaksimalnih i maksimalnih kontrakcija usmjerenih ka savladavanju različitih vrsta otpora. Bez obzira na metodički pristup, režim rada mišića i treniranu regiju tijela, poznato je da takav sistem vježbanja povećava mišićnu jakost i snagu te unapređuje funkcionalnu motoričku izvedbu, te se, stoga, značajno primjenjuje u brojnim područjima primijenjene kineziologije (Marković, 2004). Veliki je dijapazon metoda treninga snage, ali je evidentno da neke kretne ili sportske aktivnosti imaju bolji uticaj na razvoj snage. Takve sportove najčešće nazivamo „sportovima snage“ (dizanje tegova, atletika, gimnastika i sl.) i njihove kretne strukture se prvenstveno koriste u treningu namijenjenom razvoju ove motoričke sposobnosti.

Većina autora (Verkoshansky i Siff, 1988; Željaskov, 2004; Zatsiorsky i Kraemer, 2009) je saglasna da metodski postupci za razvoj snage koreliraju sa načinom generisanja sile u dinamičkim uslovima kontrakcija. Stoga, preporuke za ovaj tip treninga idu o tri osnovna smjera, i to: savladavanje submaksimalnih opterećenja do pojave izraženog zamora, savladavanje maksimalnih opterećenja i savladavanje submaksimalnih opterećenja

maksimalnom brzinom izvođenja pokreta. Analogno načinu savladavanja opterećenja, autori izdvajaju metodu ponavljajućih naprezanja, metodu maksimalnih naprezanja i metodu dinamičkih (eksplozivnih ili balističkih) naprezanja. Ove metode su usmjerene na razvoj osnovnih dimenzija snage i to: mišićne tj. izdržljivosti u snazi, maksimalne i eksplozivne snage.

Osnovni problem u treningu snage je izbor adekvatnog trenažnog opterećenja koje će izazvati željenu adaptaciju i poboljšati izlaz sile i snage trenirane miškulature. Najčešće se za određivanje opterećenja uzimaju parametri maksimalnog mogućeg opterećenja koje se može savladati (1 RM) ili maksimalan broj ponavljanja u jednoj seriji. Na osnovu ovih parametara se određuje procentualna razlika od maksimuma ili razlika u odnosu na maksimalno opterećenje ili broj ponavljanja kako i utvrđuje se optimalno trenažno opterećenja koje je prilagođeno razvoju pojedine dimenzije snage.

U praktičnom smislu, kad se govori o metodskom pristupu razvoju snage, prvenstveno se može napraviti razlika u treningu s vlastitom masom i treningu s vanjskim opterećenjem.

Prilikom treninga s vlastitom masom (engl. *body weight*) se savladava gravitaciona sila koja djeluje na tijelo. Ovo je ujedno i osnovna forma treninga snage koja se preporučuje početnicima, a neke varijacije se često susreću i u treningu naprednih vježbača. Osnovna prednost ove metode leži u činjenici da za izvođenje treninga nisu potrebni specijalizirani prostori, sprave i pomagala te da se može izvesti bez pomoći partnera.

S druge strane, trening s otporom podrazumijeva primjenu različitih vrste vanjskog opterećenja i trenutno je najbolji način poboljšanja mišićne jakosti i snage. Trening s vanjskim opterećenjem je u osnovi namijenjen razvoju jakosti, a od mišićnog sistema sportiste zahtjeva proizvodnju sile koja se suprotstavlja sili vanjskog opterećenja (Verkoshansky i Siff, 1988). Neuro-mišićna funkcija, determinisana kroz mjere mišićne jakosti i snage, je važna za uspješnu izvedbu sportskih aktivnosti te i očuvanje i poboljšanje funkcionalnih aspekata svakodnevnih aktivnosti. Pod vanjskim opterećenjem se smatraju sve sprave i rekviziti koji predstavljaju određeni „otpor“, odnosno, koji otežavaju izvođenje nekog pokreta. Ovo u suštini znači da je za izvođenje nekog pokreta u treningu s vanjskim opterećenjem potrebna veća mišićna sila u odnosu na izvođenje istog tog pokreta bez vanjskog opterećenja. Ova sila je uvijek proporcionalna veličini vanjskog opterećenja koje se koristi, bez obzira da li se radi o težini tega, medicinke, opterećenja na trenažeru ili otporu elastične trake i sl.

Bez obzira na karakter/vrstu primijenjene vježbe i veličinu opterećenja koja se savladavaju, trening snage (sa i bez vanjskog opterećenja) izaziva adaptaciju (prilagođavanje trenažnim opterećenjima) aktivne miškulature. U odnosu na različite metodičko-trenažne forme treninga snage, adaptacija organizma može biti periferna ili strukturalna i centralna ili funkcionalna. Prema ovom kriteriju, metode treninga jakosti i snage, na osnovu adaptacijskih promjena koje primarno izazivaju, se dijele na strukturalne i funkcionalne (Vrcić i sar., 2016).

Strukturalne metode baziraju se na primjeni onih trenažnih opterećenja koja dovode do povećanja snage (prvenstveno maksimalne i repetitivne) na osnovu strukturalnih promjena na treniranom mišiću, primarno u vidu hipertrofije mišićnih vlakana. Pojednostavljeno rečeno, u vidu povećanja mase treniranog mišića na osnovu zadebljanja mišićnih vlakana u samom mišiću čime dolazi do sposobnosti za generiranje veće sile samog mišića. Ova vrsta adaptacije najuočljivija je kod tzv. „bodybuilding“ metoda prilikom kojih se sistemskim treningom nastoji maksimalno uvećati mišićna masa.

Funkcionalne metode se, s druge strane, baziraju na primjenu maksimalnih trenažnih opterećenja koja dovode do povećanja snage (prvenstveno eksplozivne i maksimalne) i to na osnovu neuro-mišićne adaptacije koja se ogleda u poboljšanju intra- i inter- muskularne koordinacije. Funkcionalna adaptacija na trening snage dešava se na neuro-mišićnom nivou pri kojem se povećava izlaz sile i snage mišića bez značajnog povećana same mišićne mase.

Fiziološka osnova ispoljavanja snage

Sa fiziološkog ili preciznije rečeno neuro-fiziološkog aspekta, mišićna sila i snaga zavise od živčanih faktora koji dovode do inervacije samog mišića, bioenergetskim faktorima koji omogućavaju pretvaranje hemijske energije u mehaničku i vrsti, broju i sposobnosti kontraktilnih elemenata (filamenata) u mišiću da se kontrahuju. Prema većini autora (Željaskov, 2004; Marković, 2008; Zaciorski i Kraemer, 2009) ispoljavanje mišićne sile zavisi od centralnih i perifernih faktora. U periferne (morfološko-fiziološke) se ubrajaju veličina poprečnog presjeka mišića, broj aktinskih i miozinskih vlakana i broj miozinskih glava koje uspostavljaju vezu sa aktinom. Sposobnost generisanja sile mišića prvenstveno zavisi od njegove veličine, odnosno, o površini njegovog fiziološkog poprečnog presjeka koju određuje broj aktinskih i miozinskih vlakana. Također, bitnu ulogu u generisanju sile ima i broj miozinskih glava koje mogu „učestvovati“ sa aktinskim vlaknima. Međusobni odnos površine filamenata i površine mišićnih vlakana naziva se zbijenost ili gustina filamenata (engl. *filament area density*) (Željaskov, 2004).

Jedna od osnovnih promjena na mišiću koja se dešava kao posljedica primjene sistemskog treninga snage, naročito s vanjskim opterećenjem, vezuje se za povećanje površine poprečnog presjeka treniranog mišića. Ova pojava se u literaturi naziva mišićna hipertrofija. Prema Zaciorskom i Kraemeru (2009) hipertrofija ili povećanje površine poprečnog presjeka mišića može biti uzrokovana povećanjem presjeka-debljine svakog mišićnog vlakna, što se naziva miofibrilnom hipertrofijom, ili povećanjem broja aktinskih i miozinskih vlakana što se naziva miofibrilnom hiperplazijom. Proces mišićne hipertrofije se veže za povećanje debljine mišićnih vlakana dok se mišićna hiperplazija veže za povećanje broja mišićnih vlakana. Pojednostavljeno rečeno, mišić može postati veći usljed povećanja debljine mišićnih vlakana (hipertrofija) ili usljed povećanja broj mišićnih vlakana (hiperplazija). Generalno važi pravilo da se adaptacija mišića u većoj mjeri dešava na nivou hipertrofije i samo u manjem dijelu na nivou hiperplazije.

Pored veličine, bitan faktor u sposobnosti generisanja sile je i struktura samog mišića koja je, u suštini, određena dominantnim tipom mišićnih vlakana u samom mišiću. Postoje tri tipa mišićnih vlakna i to: spora ili oksidativna, koja se nazivaju tip I, brza glikolitička koja se nazivaju tip IIA i brza fosfagena tip IIB. Sve tri vrste mišićnih vlakana generalno proizvode jednaku izometrijsku silu po jedinici poprečnog presjeka, međutim, brza vlakna proizvode značajno veću silu pri većim brzinama kontrakcije, što je slučaj u brojnim brzim pokretima u sportu. Također, brza vlakna (posebno tip IIB) imaju veću eksplozivnu snagu od sporih vlakana jer brže proizvode silu i snagu (Marković, 2008). Ovo je razlog znatno veće genetske determinacije eksplozivne u odnosu na druge dimenzije snage. Ipak, postoje određeni uslovi u kojima može doći do izvjesne promjene tipa mišićnih vlakana iz jednog u drugu. Međutim, naučna istraživanja su pokazala kako nijedan oblik tjelesne aktivnosti, uključujući i trening jakosti i snage, ne može proizvesti transformaciju sporih mišićna vlakna u brza. Jedini oblik transformacije mišićnih vlakana, koji se treningom može proizvesti, je transformacija brzih u sporija mišićna vlakna (Marković, 2008).

Kao idući adaptacijski mehanizam na trening jakosti i snage u literaturi se navodi promjena arhitekture mišića. Istraživanjima je utvrđeno da trening jakosti s velikim opterećenjima povećava ugao hvatanja mišićnih vlakana za tetivu te se, na taj se način, bez hipertrofije mišićnih vlakana, povećava fiziološki poprečni presjek cijelog mišića. Drugim riječima, povećanjem ugla hvatanja mišićnih vlakana za tetivu, mišić postaje jači. U smislu proizvodnje snage, mišić pomiče svoj maksimum snage prema većim opterećenjima, odnosno prema manjim brzinama pokreta. S druge strane, trening eksplozivnoga karaktera, u kojem se maksimalnom brzinom savladavaju relativno mala opterećenja (npr. sprint i skok), smanjuje ugao hvatanja mišićnih vlakana za tetivu i povećava njihovu dužinu. Rezultat toga je porast brzine i snage, bez značajnijih promjena u jakosti (Marković i sar., 2007).

Za shvatanje neuro-fizioloških mehanizama koji određuju mišićnu silu i snagu potrebno je objasniti ulogu nervnog sistema preko kojeg se vrši inervacija (podražaj) mišićnih vlakana.

Motorne jedinice predstavljaju osnovne elemente neuromišićnog sistema i sastoje se od motoneurona (iz kičmene moždine) i mišićnih vlakana koje taj motoneuron inervira. Motorne jedinice se aktiviraju po principu „sve ili ništa“ što znači da, u bilo kom trenutku, motorna jedinica može biti aktivna ili neaktivna. Prema ovom principu, na nivou stimulacije ne postoji gradacija moto-neurona. Gradacija sile za jednu motornu jedinicu se postiže promjenom frekvencije njenog okidanja tj. frekvencije pražnjenja. Aktivacija mišićnih vlakana, pri voljnim kontrakcijama, zavisi od veličine moto-neurona i njihovog regrutovanja po redu veličine. U pravilu, prvo se aktiviraju mali moto-neuroni tj. oni koji imaju najniži prag okidanja a sa povećanjem zahtjeva za ispoljavanjem sile aktiviraju se veće motorne jedinice. Prema ovom principu, najveće i najsnažnije motorne jedinice imaju najveću brzinu kontrakcije i najveći prag podražaja što znači da se posljednje regrutuju. Zbog ovih razloga je veoma teško postići punu aktivaciju motornih jedinica brzog trzaja tj. brzokontraktilnih mišićnih vlakana (Zatsiorsky i Kraemer, 2009).

Kada su u pitanju mehanizmi inervacije i promjene na nervno-mišićnom nivou usljed primjene treninga jakosti i snage, Marković (2008) navodi da su brojna istraživanja pokazala da ovaj tip treninga izaziva promjene u radu živčanog sistema. Kao prvo, navodi se da nakon treninga jakosti i snage dolazi do povećanja aktivacije agonističke grupe mišića, tj. do poboljšanja unutarmišićne koordinacije. Dalji zaključci istraživanja su pokazali da trening eksplozivnog karaktera povećava frekvenciju rada motoričkih jedinica, posebno na samom početku kontrakcije. Na temelju tih rezultata, autori su zaključili da povećanje frekvencije aktiviranja motoričkih jedinica na samom početku kontrakcije i povećanje dvostrukog „ispaljivanja“ motoričkih jedinica unutar vrlo kratkih vremenskih intervala ($\leq 5\text{ms}$) predstavljaju najvažnije živčane mehanizme adaptacije koji su odgovorni za povećanje eksplozivne snage pod uticajem balističkog treninga. Kao sljedeći mehanizam se navodi povećanje sinhronizacije rada motoričkih jedinica. Pretpostavlja se da bi sinhronizirani početak rada većeg broja motoričkih jedinica na početku mišićne kontrakcije mogao povećati gradijent sile, tj. eksplozivnu snagu.

Povećanje jakosti i snage u voljnom pokretu, također, može biti rezultat i povećanja aktivacije mišića koji direktno pomažu agonistu (sinergistima). U ovom slučaju, riječ je o poboljšanju međumišićne koordinacije. Kao drugi element međumišićne koordinacije, koji može utjecati na treningom izazvane promjene u jakosti i snazi mišića, je smanjenje aktivacije antagonista (Marković, 2008).

U kontekstu metaboličkih procesa koji se dešavaju u mišićima, a mogu imati određen uticaj na snagu kao motoričku sposobnost, treba navesti nekoliko faktora. Prije svega, to su energetske depoi, tolerancija na promjene biokemijskih parametara i sinteze proteina. Prema Željaskovu (2004), sila i snaga zavise od složenog sistema morfofunkcionalnih i bioenergetskih faktora koji pretvaraju hemijsku energiju u mehanički rad. Sa fiziološkog aspekta, trening snage je dominantno kretna aktivnost koju karakteriše anaerobni metabolički put resinteze energije. Za anaerobno vježbanje su karakteristični visok intenzitet i kratko trajanje aktivnosti pri čemu je, uz fosfokreatinski, dominantan energetske izvor anaerobni metabolizam ugljikohidrata, posebno mišićnog glikogena (anaerobna glikoliza). Pražnjenje glikogenskih mišićnih depoa predstavlja preduslov za njegovu adaptaciju u hipertrofijskom kontekstu. Tu hipotezu podupiru brojni studiji iz područja biokemije sporta i treninga snage a Zaciorski i Kraemer (2009), između ostalog, navode da je nedostatak energije u mišićnoj ćeliji prvi preduslov proteinskog katabolizma. Glukoza se razgrađuje bez prisustva kisika i pri tome se pH vrijednost snižava a koncentracija H^+ iona raste. Ako je intenzitet rada i dalje povišen, počet će razgradnja CP-a (kreatin fosfat) te će, kao rezultat toga, porasti koncentracija anorganskih fosfatnih iona. Ove promjene dovode do usporenja enzimatske aktivnosti i, konačno, sprječavanja mišićne kontrakcije. Slično se pri maksimalnom intenzitetu rada događa s ATP hidrolizom. Naime, kad nastupi porast količine ADP-a, anorganskih P i H iona, AMP-a i IMP-a, mišićna kontrakcija se usporava ili čak i zaustavlja. Zaciorski i Kraemer (2009) navode da se treningom snage aktivira katabolizam (razgradnja mišićnih proteina) zbog kojeg se stvaraju uslovi da se, u vrijeme odmora, poveća sinteza kontraktilnih proteina. Pri tome, hipertrofija mišićnih vlakana nastaje kao superkompensacija mišićnih proteina u periodu obnavljanja tj. anabolizma.

Prema Željaskovu (2004), za povećanje efekta mišićne kontrakcije je potrebno aktivirati sintezu proteina na ćelijskom nivou. Ovaj proces zavisi od zaliha aminokiselina u ćeliji i koncentracije anaboličkih hormona, slobodnog kreatina i jona vodonika. Bez obzira na fiziološki mehanizam koji dominantno izaziva adaptaciju mišića, na rezultate treninga jakosti i snage ključni uticaj imaju intenzitet (izvršena mišićna sila) i obim vježbanja (ukupno obavljen mehanički rad koji zavisi od broja ponavljanja i broja serija).

Literatura:

Cormie, P., McGuigan, M. R., Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1-Biological basis of maximal power production. *Sports medicine*, 41, 17-38.

Dick, F. (1997). *Sports Training Principles*. A&C Black Press.

Doherty, T. J. (2003). Invited review: aging and sarcopenia. *Journal of applied physiology*.

Drouin, J. M., Valovich-McLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., Perrin D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol*, 91:22-9

Feiring, D. C., Ellenbecker, T. S., Derscheid, G. L. (1990). Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*. 11:293-300

Fleck, S. J., Kraemer, W. J. (1997). *Designing resistance training programs*. Champaign, Human Kinetics.

Fleck, W., Kraemer, S. (1997). Designing resistance training programs. Champaign, IL: Human Kinetics.

Häkkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 29(1), 9-26.

Harasin, D. (2003). Sila, jakost, snaga. *Kondicijsla priprema sportša*, Zagreb

Hinson, M. N., Smith, W. C., Funk, S. (1979). Isokinetics: A clarification. *Res Q* 50:30-35.

Idrizović, K., Pašalić, E. (2006). Kombinirani trening eksplozivne snage - forsirana metoda rada. *Kondicijski trening*, 4(1), 40-43.

Jarić, S. M., Kukolj, M. S. (1996). Sila (jačina) i snaga u pokretima čoveka. *Fizička kultura*, 50(1-2): 15-28

Marković, G. (2004). Utjecaj skakačkog i sprinterskog treninga na kvantitativne i kvalitativne promjene u nekim motoričkim i morfološkim obilježjima (Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Marković, G., Gregov, C. (2005). Primjena vibracijskog treninga u kondicijskoj pripremi sportša. *Kondicijski trening*, 1(3), 39-42.

Marković, G., Jarić, S. (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power. *Journal of Sports Science*, 25(12):

Marković, G., Jukić, I., Milanović, D., Metikoš, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2):

Marković, G. (2008). Jakost i snaga u sportu: Definicija, determinante, mehanizmi prilagodbe i trening, *Kondicijska priprema sportša*, Zagreb

Mikić, B. (2000). *Psihomotorika* (2. izdanje). Filozofski fakultet univerzitet u Tuzli.

Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Muratović, A., Bjelica, D., Vujović, D. Popović, S. (2015). Kemizam kontrakcije i opuštanja mišića, krebsov ciklus i adaptacija u sportskom treningu. *Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*

Pažin, N. (2013). Ispoljavanje i procena maksimalne snage mišića u odnosu na karakteristike spoljašnjeg opterećenja i utreniranost - doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

Nićin, Đ. (2000). *Antropomotorika - teorija*. Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.

Perić, D. (2003). *Antropomotorika - osnove sportske lokomocije*. Sportska akademija Beograd.

Prskalo, I. (2004). *Osnove kineziologije*. Visoka učiteljska škola. Udžbenik za studente učiteljskih škola.

Raj, I. S., Bird, S. R., Shield, A. J. (2010). Aging and the force–velocity relationship of muscles. *Experimental gerontology*, 45(2), 81-90.

Verhoshansky, J.J., Siff, M.C. (1998). *Supertraining*. University of Witwatersrand

Wilmore. J., Costill, D. (1997). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista*. Beograd: D.T.A. Trade, Sportska akademija Beograd.

URL:

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Snaga>

Brzina i njene manifestacije

U kineziološkoj literaturi pojam brzine se najčešće razmatra sa dva aspekta. Prvi, koji se veže za biomehaniku koja brzinu opisuje na osnovu njene fizikalne definicije. U tom smislu, brzina se posmatra u kontekstu mehaničkog kretanje tijela u prostoru i vremenu. Prema općeprihvaćenoj definiciji, brzina je vektorska fizikalna veličina koja opisuje koliko se brzo i u kojem smjeru neka točka (ili tijelo) kreće, tj. mijenja položaj. Prema tome, najjednostavnija definicija kaže da je „brzina = pređeni put u jedinici vremena“. U fizici i svim naukama koje se oslanjaju na fiziku, poput biomehanike, brzina kretanja tačke u nekom referentnom sistemu se koristi kao polazište za razumijevanje pojma brzine. Iz tog pojma se neposredno izvodi pojam brzine kretanja tijela koji najčešće označava brzinu tačke koja se zove centar mase tijela (ili ponekad brzinu njegovog geometrijskog središta - opšti centar težišta tijela). Za istraživanja u biomehanici se najčešće koristi izračunavanje brzine u slučaju translacijskog kretanje tijela koje podrazumijeva da sve tačke tijela imaju istu brzinu koja se u SI sistemu izražava metrom u sekundi (m/s). Primjeri za ovakvo izražavanje brzine u kineziologiji su maksimalna brzina sprinta, prosječna brzina trkača na 1Km i sl. Međutim, za potpuni opis brzine tijela, potrebno je razmotriti i brzine njegovih drugih tačaka. Ovo se u biomehaničkim istraživanjima svodi na opis ugaone brzine. Ugaona brzina je brzina kružnog kretanja tijela oko neke fiksne tačke ili ose (rotacije), a izražava se u stepenima u sekundi (°/s). U kineziologiji se brzina rotacionih kretanja najčešće izražava kod brzine kretanja tjelesnih segmenata u nekom zglobu, npr. ugaona brzina rotacije u zglobu koljena i sl.

Sa drugog aspekta, u kineziologiji, a naročito u antropomotorici, brzina se najčešće posmatra i definiše kao primarna motorička sposobnost. Obzirom da brzina ima svoju fizikalnu osnovu, većina teoretičara u kineziologiji definiše brzinu upravo na osnovu tog kriterija. Tako, Zaciorski (1975) navodi da je brzina sposobnost čovjeka da izvrši pokrete za najkraće vrijeme u datim uslovima. Brojni drugi teoretičari su dali slične definicije brzine kao motoričke sposobnosti. Tako, na primjer, Idrizović (2010) navodi da, ako se u obzir uzmu sve dosadašnje definicije brzine, može se izvesti jedna generalna konstatacija koja glasi „brzina u motoričkom smislu predstavlja sposobnost da se određeni definisani ili nedefinisani motorički zadatak jednostavne strukture realizira u što kraćem vremenskom intervalu“. Iz ovih definicija je sasvim jasno da brzina kao motorička sposobnosti zavisi od karaktera i složenosti motoričkog zadatka, s jedne strane, i veoma kompleksnim unutrašnjim (fiziološkim) faktorima, s druge strane. Ako se krene od hijerarhijske strukture motoričkog prostora, brzina kao motorička sposobnost je pod kontrolom mehanizam za regulaciju kretanja (kao faktora-mehanizma višeg reda). Međutim, samo ispoljavanje brzine nije jednostavno te ni njena latentna struktura, isto tako, nije jednostavna. Prema tome, dva osnovna faktora u latentnom prostoru brzine su brzina pojedinačnog pokreta, koja je podređena mehanizmu za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa, i frekvencija pokreta, koja je podređena mehanizmu za strukturiranje kretanja. Prema većini autora ovo su dva osnova oblika ispoljavanja brzine kao motoričke sposobnosti. Međutim, na brzinu kao sposobnost, odnosno na kretne strukture koje dominantno zavise od brzine (naročito u različitim vrstama utrka), značajan uticaj ima i vrijeme reakcije. Zbog toga se u većini udžbenika antropomotorike, kao osnovni oblici ispoljavanja brzine, navode: latentno vrijeme motorne (motoričke) reakcije, brzina pojedinačnog pokreta pri malom otporu i frekvencija pokreta pri maloj amplitudi. Ovu strukturu latentnog prostora brzine navodi Željaskov (2004) a na osnovu Zimkina (1956) i Farfelja (1959). Obzirom na egzistiranje svakog od navedenih faktora brzine, u ovoj publikaciji će biti govora o svakoj od njih pojedinačno.

Latentno vrijeme motorne reakcije (ili samo vrijeme reakcije) je jedan od faktora brzine oko kojega se teoretičari razmimoilaze u određenoj mjeri, jer ga neki istraživači ne smatraju motoričkim faktorom. Međutim, logika i kineziološka praksa pokazuju da je vrijeme reakcije jedna od bitnih komponenti za ispoljavanje brzine tj. za kretne zadatke koji počinju na određeni znak tj. signal. Prema definiciji, vrijeme reakcije mjera je izvedbe i predstavlja vremenski interval koji prođe između prezentacije podražaja i pojedinačnih odgovora na taj podražaj (Schmidt i Wrisberg, 2000). Istraživanja koja su proučavala vrijeme reakcije uglavnom su vezana za psihologiju kao nauku, koja se, zapravo, bavila razlikama u vremenu reakcije na različite signale pod različitim uslovima, odnosno, kognitivnom komponentom ove sposobnosti. Kako navode Jeromen i saradnici (2010), ova istraživanja (Luce, 1986; Welford, 1980; Kosinski, 2009) su utvrđivala vrijeme-brzinu reakcije u eksperimentalnim uslovima i ustanovila su da se vrijeme reakcije može podijeliti na: jednostavno vrijeme reakcije i vrijeme reakcije prepoznatog podražaja.

Jednostavno vrijeme reakcije se utvrđuje u eksperimentalnim uslovima u kojim postoji jedan mogući poznati podražaj i jedan mogući poznati odgovor (npr. reakcija na zvuk, pritisak tipke na vizualni signal). Ovakvo ispoljavanje vremena reakcije u sportu je vezano za sve sprinterske trke kada su poznati i signal za start i planirani odgovor tj. početak kretanja na startu (trčanje, plivanje, skijanje i sl.). Drugi slučaj, prepoznato (rekognicijsko) vrijeme reakcije, je okarakterisano postojanjem niza podražaja na koje treba odgovoriti, s tim da je zadatak osobe koja opaža da odabere između ponuđenih i reaguje samo na određene podražaj („upamćeni set“), a na druge podražaje ne („distraktorski set“). Kod ovakvih istraživanja osoba mora na određeni podražaj reagovati određenim odgovorom, kao na primjer, pritiskom tipke na pojavu određenog slova na ekranu, odnosno, pritiskom druge tipke na pojavu drugog znaka.

U kineziološkoj praksi postoji veliki broj situacija kada na određeni signal treba odreagovati tačno određenim kretanjem. U praksi se pokazalo da signali mogu da budu veoma različiti, te se najčešće govori o zvučnim signalima npr. kod različitih startova, vizuelnim signalima, kad se starta na osnovu svjetla na semaforu ili na osnovu nekog drugog vizuelno prepoznatog podražaja kao što je kretanje lopte i sl. Treći, u sportu dosta čest signal za početak određene kretne aktivnosti, je kinestetički i/ili taktilni. Sportiste „prepoznaju“ situaciju u kojoj treba da počnu sa izvođenjem određenog kretanja na osnovu položaja tijela u prostoru ili pozicije tijela drugog učesnika. Primjer za ovu vrstu reakcija se susreću u boričkim sportovima, konkretnije, u trenutku u kojem se reakcija za izvođenje neke tehnike (npr. bacanja u hrvanju ili judou) zasniva na kinestetičkom i taktilnom prepoznavanju pogodne situacije za to. U suštini se može reći da u kompleksnim sportovima postoji širok dijapazon podražaja na koje treba odreagovati adekvatnom kretanjom, i to, u uslovima takmičenja, što svakako prevazilazi eksperimentalne uslove u kojima su istraživanja vremena reakcije provođena. U svakom slučaju, ustanovljeno je da je vrijeme reakcije brže ako postoji samo jedan mogući odgovor (jednostavno vrijeme reakcije), a usporava proporcionalno porastu mogućih opcija (Schmidt i Wrisberg, 2000). Neki autori (Perić, 2003) govore i o složenoj motornoj reakciji kao vremenu koje prođe između prezentacije nepoznatog podražaja-signala i motoričkog odgovora izabranim pokretom. Isti autori, pozivajući se na Zaciorskog (1975) koji navodi da postoje značajne razlike u vremenu složene reakcije između vrhunskih sportista i početnika, objašnjavajući to razlikom u nivou utreniranosti, boljim kinestetičkim osjećajem, nivoom pažnje, iskustava i anticipacijom.

Utvrđeno je da prosječno jednostavno vrijeme reakcije na vizualni signal iznosi od 180-200ms, a na zvučni oko 140-160ms (Schmidt i Wrisberg, 2000). Mjerenja su pokazala da je u svim sprinterskim disciplinama vrijeme reakcije najboljih sportista manje je od 200ms. Jeromen i

saradnici (2010) navode da je vrijeme reakcije bitna komponenta uspješnoga djelovanja u različitim sportovima, ali, u sportovima koji uključuju reakciju na startni signal, vrijeme reakcije se smatra vrlo bitnom (pa čak i jednom od ključnih) varijablom uspjeha. Detaljna analiza reagovanja na signal pokazuje da vrijeme reakcije može da se podijeli na premotorno, koje se definiše kao vremenski interval između detekcije signala (npr. startni pucanj) i početka registracije EMG signala u skeletnim mišićima, i motorno, koje predstavlja interval vremena između početka električne aktivnosti mjerene EMG-om i sile proizvedene u mišiću tj. kontrakcije. Schmidt i Wrisberg (2000), na osnovu rezultata studije od Payne i Blader (1971), navode da prosječno vrijeme reakcije od momenta pucnja do pojave sile u mišiću iznosi oko 0,09 sekundi što odgovara premotornom vremenu reakcije.

Kada je u pitanju vrijeme reakcije, pokazalo se da postoje određene razlike između muškaraca i žena tj. da u istoj sportskoj disciplini vrijeme reakcije kod sportistkinja duže u odnosu na sportiste. Isto tako, pokazalo se da se vrijeme reakcije na startni signal i aktivnost koja slijedi može unaprijediti (naročito povećanjem pažnje i fokusa). Međutim, većina istraživača se slaže da je značajno više moguće poboljšati brzinu reakcije i izvedbe. Brzina reakcije je produkt udruženog vremena reakcije i brzine kretanja. Generalno se brzina reakcije, odnosno reakcijska brzina ili „reaktibilnost“, može opisati kao sposobnost brzog reagovanja na različite podražaje (Milanović, 1997; Željaskov, 2004; Dick, 2007), odnosno, predstavlja vrijeme između trenutka izloženosti podražaju i prve mišićne reakcije ili prvog izvedenog pokreta (Bompa, 2001). Jeromen i saradnici (2010) navode da je vrijeme izvedbe povezano s brzinom reakcije i ukupnim vremenom izvođenja, tj. predstavlja vrijeme od početka izvedbe do završnog pokreta. Vrijeme izvedbe pokreta pozitivno je povezano s ukupnim vremenom izvođenja nekog kretanja i sumarna je kategorija vremena reakcije, brzine reakcije i brzine izvođenja pokreta, te se kao takva, može trenirati i unaprjeđivati.

Brzina pojedinačnog pokreta pri malom otporu predstavlja sposobnost da se jedan jednostavan pokret izvede maksimalno brzo u uslovima u kojima ne postoji značajno dodatno opterećenje na tjelesni segment kojim se taj pokret izvodi. Definiše se vremenom koje protekne od početka do kraja izvođenja datog pokreta (npr. fleksija u zglobu lakta). U fizikalnom smislu, ona zavisi od amplitude pokreta koja predstavlja ukupan pomak tjelesnog segmenta-ekstremiteta, izražen u stepenima u sekundi ($^{\circ}/s$) ako se posmatra centar rotacije zgloba ili u metrima (m) ako se posmatra put između krajnjih tačaka pokreta. Najjednostavnije rečeno, brzina pojedinačnog pokreta se može izraziti vremenom za koje jedan dio tijela pređe određeni put. U eksperimentalnim uslovima, brzina pojedinačnog pokreta se mjeri pomoću foto ćelija, a pri tome se izvodi jednostavan pokret u jednoj ravni sa punom ili djelimičnom amplitudom, pri čemu, početak pokreta nije dirigovan signalom nego je autonoman. U praktičnom smislu, u realnim sportskim uslovima, brzina izvođenja određenih specifičnih pokreta se dosta često mjeri prilikom konkretne sportske discipline u kojoj taj pokret predstavlja određenu determinantu uspjeha. Ovakva sposobnost je važna u velikom broju sportova poput borilačkih sportova, mačevanja, bacačkim disciplinama, skokovima, sportovima s reketom i sl. Sekulić i Metikoš (2007) navode da je, bi se jedan brzi pokret izveo, potrebno isključiti apsolutno sve antagoniste, ali isto tako, maksimalno efikasno, određenim redoslijedom i u najkraćem mogućem vremenskom intervalu, uključiti sve moguće agoniste. Isti autori navode da je za brzinu jednostavnog pokreta, odnosno, kako bi on mogao biti maksimalno eksplozivan i brz, suštinski bitna maksimalna ekscitacija i uključivanje svih agonističkih mišićnih grupa u što kraćem vremenu. Prema ovoj teoriji on dominantno zavisi od intermišićne koordinacije koja omogućava sinhronizovan rad agonističkih i antagonističkih mišića.

Na brzinu pojedinačnog pokreta pri malom opterećenju utiče i sastav mišića, u kontekstu količine brzokontraktilnih mišićnih vlakana. Dakle, osoba koja ima veći udio brzokontraktilnih mišićnih vlakana će vrlo vjerovatno brže izvoditi jednostavne pojedinačne pokrete. Isto vrijedi i za različite mišićne grupe kod jedne osobe, što hoće reći da, veći potencijal za izvođenje brzih jednostavnih pokreta postoji u zglobovima za koji su vezani mišići sa većom količinom brzokontraktilnih mišićnih vlakana. Ova pojava ima svoju fiziološku osnovu jer brzokontraktilna mišićna vlakna, zbog činjenice da ih inervišu najveći motoneuroni koji mogu da prenesu najveću brzinu i količinu nervnog impulsa, imaju apsolutnu prednost prilikom ispoljavanja brzine. Pomenuti faktori utiču na mogućnost brze produkcije sile koja je u osnovi eksplozivne snage koja se u literaturi navodi kao jedan od faktora koji determinišu brzinu jednostavnih pokreta.

Brzina pojedinačnog pokreta pri malom otporu se razlikuje između žena i muškaraca. U ovom smislu, fiziološki i biohemijski faktori su jedan od razloga postojanja razlika u ispoljavanju brzine pojedinačnog pokreta između muškaraca i žena. Idrizović i saradnici (2001) navode da je brzina pojedinačnog pokreta kod muškaraca u prosjeku 17% veća nego kod žena. Međutim, obzirom da se brzina pojedinačnog pokreta najčešće posmatra kao specifična brzina u nekoj sportskoj disciplini, ne čudi da u odnosu na nivo treniranosti i usvojenosti tehnike postoje značajne razlike u ispoljavanju ove sposobnosti u realnim takmičarskim uslovima. Ovu tvrdnju podupiru Sekulić i Metikoš (2007) koji navode da je jedan od preduslova za trening i razvoj brzine jednostavnog pokreta u sportu zapravo savršeno dobra tehnika izvođenja nekog sporta. Dakle, tehnika izvođenja kretanja mora biti usvojena do perfekcije kako bi se trening mogao uopšte aplicirati. Ovo dalje potvrđuju i navodi iz literature prema kojima brzina pojedinačnog pokreta zavisi od koordinacije ispoljene kroz tehniku, kinestetičkog osjećaja i koncentraciji pažnje na pokret kao rezultat kretanja.

Frekvencija pokreta pri maloj amplitudi je prema većini autora treća manifestna forma ispoljavanja brzine kao motoričke sposobnosti. Međutim, prema nekim autorima, koji se pozivaju na latentnu strukturu motoričkog prostora, ova sposobnost ne spada u prostor brzine. Konkretno Sekulić i Metikoš (2007) navode da je „brzina frekvencije pokreta“ pod direktnim uticajem mehanizma za strukturiranje kretanja i da je, kao takva, bliža prostoru koordinacije nego brzine. Oni dalje navode da su istraživanja dokazala da postoji bolja povezanost između frekvencije pokreta i ostalih koordinacijskih sposobnosti nego frekvencije pokreta i motoričkih dimenzija koje su pod uticajem mehanizma za energetska regulaciju kretanja. Obzirom na veoma složenu strukturu koordinacije kao sposobnosti i njenog uticaja na mogućnost manifestacije drugih motoričkih sposobnosti i kvaliteta, frekvencija pokreta se u praktično metodičkom smislu posmatra i trenira kao komponenta brzine jer, u praktičnom smislu, sve manifestacije brzine, naročito cikličnog karaktera, dominantno zavise od frekvencije pokreta.

Sam pokušaj definisanja frekvencije pokreta u svojoj osnovi mora imati termin brzine jer se ona definiše kao fizikalna veličina koja iskazuje broj ponavljanja neke periodične pojave u jedinici vremena (periodično gibanje). Jednaka je obrnutoj (recipročnoj) vrijednosti trajanja jednog od ponavljajućih događaja i izražava se u hercima (Hz). Na osnovu ove definicije, frekvencija ili učestalost pokreta se može definisati kao sposobnost brzog izvođenja više povezanih jednostavnih pokreta u određenim uslovima. Brojni autori (Nićin, 2000; Idrizović i sar., 2001; Željaskov, 2004) su saglasni da sposobnost frekvencije pokreta podrazumijeva izvođenje maksimalno brzog ponavljanja cikličnih kretanja kakva susrećemo u sprinterskom trčanju, veslanju ili vožnji bicikla koja traju 10-20 sec. U svakom slučaju, frekvencija pokreta je značajna determinanta uspjeha u svim cikličnim sportovima u kojima se maksimalno brzo

vrši izmjena pokreta jednog za drugim, a pri čemu se mobilise velika količina energije, što dovodi do značajnih promjena unutrašnje sredine (energetskih) bez narušavanja efikasnosti kretanja. U literaturi postoji veliki broj ograničavajućih faktora za frekvenciju pokreta, međutim, amplituda je vjerovatno najznačajniji manifestni faktor ograničenja. Zbog toga Mikić (2000) navodi da se sposobnost frekvencije pokreta uslovno može podijeliti na izvođenje pokreta istih amplituda i pokreta različitih amplituda.

Frekvencija pokreta istih amplituda se ogleda u sposobnosti održavanja tempa izvođenja ciklusa pokreta koji imaju određenu - ograničenu amplitudu, kao što je slučaj kod okretanja pedala na biciklu. S druge strane, češće se pojavljuje ispoljavanje frekvencije pokreta različitih amplituda kao što je slučaj sa sprintom, plivanjem, veslanjem i dr. U direktnu vezu sa amplitudom pokreta dovode se morfološke dimenzije (primarno longitudinalna dimenzionalnost) jer je većina autora, zbog toga što ljudi sa većim longitudinalnim dimenzijama imaju veće amplitude pokreta, a što negativno utiče na frekvenciju pokreta, došla do zaključka da ona ima obrnuto proporcionalan odnos sa frekvencijom pokreta. Pored morfoloških faktora, na sposobnosti frekvencije pokreta utiču i neuro-mišićni, metabolički, kognitivni i tehničko-taktički faktori. Nadalje, u fiziološkom smislu, frekvencija pokreta zavisi od reaktivnosti nervnog sistema, odnosno, od sposobnosti za smjenjivanje ekscitacije i inhibicije, brzine mišićne kontrakcije i relaksacije, energetskim procesima u mišićima kao i zamaranju nervnog sistema. Obzirom na složene pozadinske mehanizme odgovorne za frekvenciju pokreta, smatra se da je ona pod najvećim genetskim uticajem od svih manifestnih oblika ispoljavanja brzine.

Iako su navedene elementarne forme brzine relativno nezavisne, u praktičnom smislu se najčešće ne posmatraju odvojeno nego se brzina posmatra kao sposobnost izvođenja kompletnih kretnih struktura. Željaskov (2004) navodi da se u praksi ove forme najčešće ispoljavaju kompleksno, i to, uz izvjesnu dominaciju neke od njih, a njihovo sumarno ispoljavanje naziva „brzinski potencijal individue“ u odgovarajućoj motoričkoj aktivnosti. U tom smislu, Jurko i saradnici (2015) navode da brzina spada u grupu motoričkih sposobnosti i da ona omogućava izvedbu pojedinačnih ili kompletnih struktura kretanja u što kraćem vremenu. Dakle, većina autora stavlja akcenat na manifestne oblike ispoljavanja, naročito složenih kretanja.

Ispoljavanje brzine se najčešće manifestuje kroz brzinu lokomocije ili kretanja tijela u prostoru pa se tako i naziva maksimalna lokomotorna brzina. Prema tom kriteriju, brzina može biti cikličnog i acikličnog tipa. Ciklična brzina predstavlja sposobnost brze promjene položaja tijela u prostoru kroz ciklične oblike kretanja kao što je sprint. S druge strane, aciklična brzina je sposobnosti brzog izvođenja složenih kretnih struktura u kojima se tijelo različitom brzinom i u nepravilnim vremenskim razmacima kreće u prostoru. Aciklična brzina se često poistovjećuje s drugim motoričkim sposobnostima poput eksplozivne snage, agilnosti ili brzinske izdržljivosti. Maksimalna lokomotorna brzina se najčešće posmatra iz ugla sprinterskog trčanja jer je za većinu opšte javnosti brzina sprinta osnovni i dominantni oblik ispoljavanja brzine. Prema tom shvatanju, najbrži je onaj ko može postići najveću brzinu prilikom sprinterskog trčanja. U ovom momentu, najveća do sada izmjerena brzina ljudskoga kretanja bila je 44,72 km/h koju je postigao Usain Bolt (Babić i Čoh, 2010). Isti autori navode da je sprint, tj. sprintersko trčanje, oblik najbržega prirodnog kretanja čovjeka jer se, kao ciklički motorički stereotip ljudskoga kretanja, sastoji od ponavljajućih trkaćih koraka. Maksimalna ciklična brzina, samim time, direktno zavisi od dužine i frekvencije koraka, odnosno, njihovom optimalnom odnosu što, u fiziološkom smislu, znači visok nivo inter i intramuskularne

koordinacije. Također zavisi i od morfoloških karakteristika, prije svega optimalnoj longitudinalnoj dimenzionalnosti, te i od biomehaničkih faktora koji određuju tehnički kvalitet (Idrizović, 2010).

Bez obzira što se sprint smatra najdominantnijim oblikom ispoljavanja lokomotorne brzine, u samoj strukturi sprinterskog trčanja (naročito na 100m) postoje različite faze koje u većoj ili manjoj mjeri zavise od različitih manifestnih oblika ispoljavanja brzine kao sposobnosti. Sprintersko trčanje se, konkretno, može podijeliti u tri osnovne faze. Prvi dio sprinterske trke karakteriše faza startnog ubrzanja ili akceleracije nakon koje slijedi faza dostizanja i održavanja maksimalne brzine i, na kraju, faza smanjenja brzine ili deceleracije u kojoj se brzina između maksimuma i kraja trke smanjuje. Kako navode Čoh i saradnici (2001), faza startnog ubrzanja se dešava u prvih 25 do 30m, pri kojoj vrhunski sprinteri u prvih 10m razviju 50% do 55% svoje maksimalne brzine, u drugih 10 (do 20m) 70% do 80% i u trećih deset (do 30m) 85% do 95%. Između 50-og i 80-og metra, u principu, sprinteri postižu svoju maksimalnu brzinu, pri čemu je većina sprintera uspijeva održati najviše 10 do 20 metara. Nakon 80 do 90 metara brzina počinje padati uz značajne individualne razlike. Dinamika sprinterskog trčanja mijenja se u različitim dijelovima dionica, a postignuto vrijeme trčanja rezultat je povezanosti svih faza sprinterskog trčanja. Svaka faza je specifična s obzirom na motoričke i fiziološke zahtjeve. U tom smislu, Ros i saradnici (2001) navode da je brzina sprinterskog trčanja funkcija vremena reakcije, akceleracijskog potencijala, maksimalne brzine trčanja i sposobnosti održavanja brzine dok se umor povećava. Ipak, većina autora (Babić, 2005; Babić i sar., 2006; Letzelter, 2006; Bračić i sar., 2007) smatra da najveći uticaj na rezultat u brzini trčanja, bez obzira na to o kojoj je kvaliteti i dobnoj grupi takmičara riječ, ima faza postizanja i održavanja, maksimalne brzine.

Sa biomehaničkog aspekta brzina trčanja zavisi od dužine i frekvencije koraka koji se mijenjaju tokom pojedinih faza sprinta pri čemu se dužina koraka progresivno povećava tokom trke a frekvencija dostiže svoje maksimalne vrijednosti tokom faze maksimalne brzine trčanja, nakon čega dolazi do njenog opadanja. Osim dužine i frekvencije koraka, ovdje je vrlo važan parametar dužina trajanja kontakta stopala s podlogom jer je sa kraćim kontaktom s podlogom moguće iskoristiti elastičnu silu mišića i na taj način ostvariti veću brzinu. U raznim istraživanjima je dokazano da je trajanje kontakta s podlogom kraće kod sportista više kvalitete (Jurko, 2015).

Fiziološki mehanizmi regulacije i manifestacije brzine

Stručna literatura uglavnom navodi da su za ispoljavanje različitih manifestnih oblika brzine odgovorni različiti faktori koji se mogu nazvati pozadinskim mehanizmima regulacije. Ove mehanizme možemo klasificirati kao morfološke, neuro-fiziološke i energetske-metaboličke.

Prvi i najvažniji faktor za ispoljavanje brzine se odnosi na građu i strukturu mišića. Kako je već ranije naglašeno, svaki mišić u tijelu sadrži sve tipove vlakana (u različitom omjeru). Za ispoljavanje brzine od ključnog je značaja broj brzokontračilnih mišićnih vlakana jer se ova mišićna vlakna aktiviraju pri izvođenju kratkotrajnih aktivnosti visokog intenziteta i velike brzine kontrakcije. Sposobna su da generišu veću snagu (u odnosu na sporokontračilna) u kratkom vremenu jer su većih dimenzija i inervisana su od strane moto-neurona visokog praga frekvencije pražnjenja koji imaju sposobnosti bržeg prenosa nervnog impulsa. Najveća brzina skraćivanja brzokontračilnih mišićnih vlakana veća je četiri puta od brzine skraćivanja sporokontračilnih mišićnih vlakana (Zatsiorsky i Kraemer, 2009) Sastav mišića zavisi od

njegove funkcije i u tom smislu, Šentija (2010) navodi da, mišići koji se dominantno koriste za brze, eksplozivne kontrakcije (npr. triceps, mišići zadnje lože natkoljenice i sl.) imaju veći udio brzih vlakana. Isti autor navodi da, osim interindividualnih razlika (između istih mišića kod različitih osoba) postoje i intraindividualne razlike (između različitih mišića kod iste osobe). Krstić (2018) navodi da je odnos između brzih i sporih mišićnih vlakna u jednom skeletnom mišiću individualna karakteristika koja je genetski determinisana. Tako, na primjer, kvadriceps (*m. quadriceps*) je kod sprintera sastavljen većinom od brzih vlakana (oko 63%), dok je kod maratonaca zastupljenost brzih mišićnih vlakana oko 18%. Isti autor navodi da je u općoj populaciji uobičajena zastupljenost različitih tipova mišićnih vlakana od: ~55% sporokontračilnih i ~45% brzokontračilnih.

U dosadašnjoj literaturi se mogu pronaći saznanje da, usljed specifičnog trenažnog procesa, postoji mogućnost transformacije mišićnih vlakana iz jednog tipa u drugi. Utvrđeno je da odgovarajući dugotrajni i specifični trenažni proces zaista može dovesti do transformacije tipa vlakana u mišićima, ali je taj proces vrlo ograničen, posebno pri prelazu sporih u brza vlakna (što značajno uvjetuje genetska određenost brzinskih sposobnosti), dok je prelazak brzih vlakana u spora, nešto lakše (Šentija, 2010). Sama struktura mišića, u smislu zastupljenosti brzokontračilnih mišićnih vlakana, također utiče na neuromišićne i energetske-metaboličke aspekte funkcionisanja. Sa aspekta inervacije (neuromišićni faktori), ključna razlika je u veličini motoneurona. Kako je već naglašeno, brzokontračilna mišićna vlakna inervisana su većim i motoneuronima sposobnim da bolje prenose nervne impulse, što ih čini dominantnim u sposobnosti za brzo generisanje sile. Drugi važan neuro-mišićni faktor se odnosi na redosljed aktivacije mišićnih vlakana, koji se u literaturi naziva „princip veličine“. Suština je u tome da aktivacija mišićnih vlakana, prilikom voljnih kontrakcija, zavisi od veličine moto-neurona, pri čemu se prvo aktiviraju mali, a nakon toga, pri većim zahtjevima za razvoj sile, i veći motoneuroni koji generišu najveće brzine kontrakcije. Iz ovih razloga, sposobnost brzog generisanja sile, što je preduslov za ispoljavanje brzine kao motoričke sposobnosti, dominantno zavisi od broja brzokontračilnih mišićnih vlakana u pojedinom mišiću.

postoje značajne razlike u energetske-metaboličkim procesima brzih u odnosu na spora mišićna vlakna. Brzokontračilna mišićna vlakna imaju razvijeniji sarkoplazmatski retikulum, brže oslobađaju ione kalcijuma potrebne za nastanak mišićne kontrakcije i posjeduju bolje mehanizme iskorištavanja fosfagenih i glikolitičkih izvora energije. Na osnovu navedenih činjenica je jasno da, obzirom na različitost mišićnih vlakana, postoji i razlika u karakteristikama mišićne kontrakcije mišića različitih udjela brzih i sporih mišićnih vlakana. Prema tome, sumarno, brzina kao specifična sposobnost čovjeka dominantno zavisi od dva osnovna faktora i to, vremena kontrakcije/relaksacije i frekvenciji mišićnih kontrakcija (Željaskov, 2004). Isti autor navodi da brzinu mišićne kontrakcije determinišu visoka ATP-aktivnost miozina u brzokontračilnim mišićnim vlaknima, dok relaksacija zavisi od brzine „oslobađanja“ kalcija tj. njegovog prelaska iz sarkoplazme u sarkoplazmatski retikulum i međućelijski prostor.

Mogućnost kineziološkog uticaja na razvoj brzine

Kada se govori o brzini kao motoričkoj sposobnosti većina istraživača (Čoh, 2003; Bompa, 2006; Malacko, 2010; Jurko i sar., 2015) se slaže sa činjenicom da je to kompleksna, genetski visoko-uslovljena sposobnost čovjeka. Genetski potencijali čovjeka najčešće se izražavaju pomoću koeficijenta urođenosti koji predstavlja veličinu varijanse svake antropološke osobine koja je pod uticajem genetskih komponenti, dakle, dijelova varijanse koji se ne mogu mijenjati

(Malacko, 2010). O procentualnoj determinaciji brzine kao sposobnosti u ovoj publikaciji neće biti govora zbog toga što ne postoji jasno i sigurno utvrđen procenat genetske predodređenosti, a samim time i mogućnost kineziološkog uticaja. Međutim, o značaju genetske predodređenosti za sportove tipa brzine najbolje govore podaci o razvoju rezultata u atletskom sprintu. U tom smislu, Čustonja i Škegro (2010) navode da je u posljednjih 110 godina najbolje vrijeme svijeta u utrci na 100 metara popravljeno je s 10,8 na 9,58 sekundi, tj. za 11,3%, što je daleko najmanji napredak u odnosu na sve ostale sportske discipline.

Obzirom da je brzina važna, a u značajnom broju sportova i dominantna sposobnost, veliki je interes naučne i stručne javnosti da iznađe optimalne načine i utvrdi senzibilne faze njenog razvoja. U tom smislu, Bompa (2000; 2006) navodi da je brzina najvećim dijelom genski određena ali da genetika nije faktor ograničenja jer se brzina može osjetno unaprijediti odgovarajućim treningom. Većina autora se slaže da trening brzine treba potencirati tokom ranog djetinstva tj. u pred-pubertetskom i pubertetskom periodu. Prema Malini i saradnicima (2004), maksimalna brzina trčanja se jako naglo razvija (i bez uticaja treninga) kod djece starosti 5-8 godina života, te je, nakon toga, napredak malo slabiji. Spolne razlike su male, a značajnije se ističu nakon adolescencije. Većina autora izdvaja period od 6 do 9 godina života kao optimalan za početak planiranog treninga brzine. Jukić (2003) navodi da je faza senzibilnog razvoja brzine od 7 do 11 godina, te da se brzina kod djece sportista razvija sve do njihove 14-te godine života nakon čega dolazi do stagnacije, naročito ako se više ne bave sportskim aktivnostima. Dinamika razvijanja brzine kod oba spola je poprilično jednaka sve do dobi od 14 godina. Prije konkretnih senzibilnih faza vrijedi navesti da dječaci imaju tzv. najintenzivniju fazu između 7 i 9 godina, te na taj način prate razvoj brzine kod djevojčica (koji se dešava ranije), a nakon 14-te godine života oni nastavljaju s razvijanjem svoje brzine sve do punoljetnosti.

U literaturi se može pronaći da je kod dječaka prvi „prozor“ ili faza u kojoj se najbolje utiče na brzinu između 7 i 9 godina, a drugi 13 i 16 godina. Kod djevojčica se to dešava između 6 i 8 te i između 11 i 13 godina života. U početnim fazama razvoja brzine treba da dominiraju igre koje potiču razvoj brzine, eksplozivnosti i koordinacije. Povećanje brzine tokom pred-puberteta nije rezultat mišićnih kontrakcija, nego neuro-mišićne prilagodbe (Bompa, 2000). Tu prilagodbu živčanog sistema djeca postižu različitim igrama i međusobnim učestvovanjem u igri (zajedničko igranje). Važno je da igre, odnosno vježbe, budu različite kako bi potencirale različito motoričko iskustvo djeteta (Lorger i Prskalo, 2010). U kasnijim fazama, kada trening brzine postaje specifičnijeg karaktera, odnosno vezan za brzinu izvođenja kretnih struktura u određenom sportu, naglasak se stavlja na pravilnost izvođenja tehnike kretanja. U tom smislu, Sekulić i Metikoš (2007) navode da je osnovni preduslov za manifestovanje brzine savršeno usvojen motorički program kretnje (ili kretnji) koja se izvodi(e). Preciznije, niti jedna motorička manifestacija se ne može izvesti velikom brzinom ako nije naučena na nivou preciznog motoričkog stereotipa kretanja. Zbog važnosti tehnike izvođenja vježbi, ovi autori preporučuju princip progresije u treningu brzine. Oni navode da trening na 80% ili 90% intenziteta (u svrhu razvoja brzine) ima smisla iz razloga što se na taj način pokušava kontrolisati izvođenje kretnje, tj. paziti da se ne pokvari tehnika izvođenja kretnji jer bi tada trening mogao proizvesti više štete nego koristi. Autori se, općenito, slažu da, što je veća brzina kretanja, to je teže održavati optimalnu kontrolu kretanja, te da su neuro-mišićni faktori poput inter- i intra-mišićne koordinacije limitirajući za razvoj brzine.

U praksi postoje različiti pristupi treningu i razvoju brzine, a za potrebe ove publikacije bit će predstavljeni oni za koje autori smatraju da na najobuhvatniji način objašnjavaju veoma

složenu problematiku treninga brzine. Prema Dintimanu i saradnicima (1997), opšti pristup treningu brzine se može sagledati kroz sedam koraka ili faktora koji mogu značajno unaprijediti ovu motoričku sposobnost. Ovih sedam koraka u razvoju brzine podrazumijeva:

1. Bazični trening; Razvijaju se sve sposobnosti, karakteristike i znanja na temelju kojih se može unaprijediti brzina u daljim fazama (snaga, izdržljivost i voljne karakteristike),
2. Funkcionalna snaga i eksplozivni pokreti s srednjim i visokim opterećenjima; Takve vježbe uključuju opterećenja u rasponu 55%-85% 1RM (*repetition maximum*),
3. Balistika; Naglašena je velika brzina pojedinačnih pokreta,
4. Pliometrija; Tehnologija koja se bazira na brzom izmjeni ekscentrične i koncentrične kontrakcije u pojedinačnim i ponavljajućim pokretima,
5. Specifična opterećenja; Naglašava se velika brzina u rasponu od 85%-100%, koja je odgovarajuća određenom sportu,
6. Sprinterska izvedba i brzinska izdržljivost; Usavršavaju se tehnika sprinta i zadržavanje maksimalne brzine tokom dužeg vremena,
7. Trening iznad maksimalne brzine; Uključuje različite tehnike za razbijanje brzinske barijere i stabilizaciju brzine.

S druge strane, postoji pristup koji naglašava specifičnosti u treningu brzine za pojedini sport ili sportsku disciplinu. U tom smislu, Marković (2010) navodi da specifična brzina u sportu predstavlja sposobnost brzog pokretanja cijelog tijela ili njegovih dijelova u prostoru, a s ciljem uspješne izvedbe specifičnih takmičarskih pokreta i zadaća maksimalnim intenzitetom. Isti autor navodi smjernice za razvoj specifične brzine u sportu sa naglaskom na kompleksne aciklične kretne strukture kakve se susreću u timskim sportovima. Prema tim smjernicama, specifična brzinu u sportu se može poboljšati na nekoliko različitih načina:

1. Poboljšavanjem tehnike izvođenja sportsko-specifičnih kretnji koje se izvode maksimalnom brzinom,
2. Poboljšavanjem razumijevanja igre i na taj način unapređivanjem anticipacije i brzine donošenja odluka sportiste,
3. Unapređenjem specifične jakosti i snage donjih ekstremiteta, kao i jakosti i stabilnosti trupa,
4. Unapređenjem obima pokreta u nedovoljno fleksibilnim regijama tijela,
5. Unapređenjem međumišićne koordinacije pri izvedbi alternativnih brzih pokreta (trening frekvencije pokreta), itd.

Generalno se može reći da je brzina izrazito genetski uslovljena sposobnost čije se manifestacije, uprkos tome, mogu poboljšavati adekvatnim treningom, naročito u periodu kada za to postoje najbolji preduslovi tj. u senzibilnim fazama razvoja. Praksa je pokazala da se poboljšanje brzine uglavnom dešava na osnovu poboljšanja, snage, koordinacije, fleksibilnosti i tehnike, uz promjene mjerljivih fizioloških parametara. Savremeni pristup treningu brzine okrenut je specifičnom treningu tj. poboljšanju brzinske izvedbe u određenom sportu a ne razvoju brzine kao bazične motoričke sposobnosti. U tom smislu, kineziolozi i stručnjaci iz prakse u najranijem periodu trebaju početi sa stvaranjem baze za razvoj brzinskih potencijala pojedinca a manifestne oblike brzine, u konkretnom sportu, trenirati i razvijati u specifičnim tehničko-taktičkim odnosno trenažno-takmičarskim uslovima.

Kao što je navedeno ranije, genetsko naslijeđe igra značajnu ulogu ukupnog brzinskog potencijala kod djece i taj genetski diverzitet čini da su neka djeca brža od druge. Međutim,

genetika sama po sebi ne može definisati konačni razvoj i ispunjavanje potpunog potencijala u razvoju brzine. Najvažnija komponenta za razvoj brzine kod djece je pravilno vježbanje. Važno je napomenuti da trening treba da bude prilagođen uzrastu, zasnovan na fizičkim i fiziološkim ograničenjima uzrasnih kategorija. Tako, trening brzine se može kreirati upotrebom sadržaja igre i treba biti koncipiran tako da motivirajuće djeluje na djecu. Zbog stvaranja prekomjerne količine laktata, izvođenje vježbi ne bi trebalo trajati više od 7 do 10 sekundi. Posebno treba razvijati reakciju u raznim oblicima, na vizualni ili zvučni signal.

Kod djece uzrasta 6-8 godina, trening brzine treba biti usmjeren na razvijanje osnovnih motoričkih vještina kao što su trčanje, skakanje i preskakanje. Obuka bi trebala biti zabavna i zanimljiva i trebala bi uključivati aktivnosti koje u svom sadržaju imaju vježbe sa elementima koordinacije i agilnosti. Za djecu uzrasta 6-8 godina najpogodniji sadržaji za razvoj brzine su igre sa sadržajima štafetnog trčanja za razvoj osnovnih motoričkih vještina i kardiovaskularne izdržljivosti, aktivnosti skakanja u poligonima spretnosti za razvoj koordinacije i eksplozivne moći, različite staze s preprekama, kao što je puzanje ispod ili preskakanje objekata uz vježbe ravnoteže i agilnosti cijelog tijela i igre s loptom, kao što su fudbal ili košarka, za razvoj brzine i spretnosti s loptom.

Sadržaj treninga djece uzrasta 9-11 godina treba biti usmjeren na razvoj lokomotone brzine i brzine pojedinačnih pokreta. Aktivnosti kao što su sprintevi i vježbe skakanja trebale bi biti uključene u trening u adekvatnoj mjeri. Važno je napomenuti da se u ovom periodu dječji organizam još uvijek razvija, a pretjerani trening može dovesti do povreda. Najpogodniji sadržaji za razvoj brzine (u ovom periodu) su sprinterske vježbe tehnike trčanja i maksimalni sprintovi kratke udaljenosti, vježbe agilnosti, kao što je cik-cak sprint, za razvoj brzih promjena smjera i vremena reakcije, vježbe skakanja, kao što su sunožni skokovi ili preskakanje malih prepreka za razvoj eksplozivne snage i koordinacije i trening snage sa vlastitim tijelom kao opterećenjem.

U uzrastu 12-15 godina trening brzine treba biti usmjeren ka razvoju maksimalne brzine trčanja uz postepeno uvođenje specifičnih vježbi usmjerenih ka sportskoj aktivnosti. Aktivnosti kao što su intervalni trening i pliometrijske vježbe mogu se uključiti u trening kako bi se poboljšala brzina i snaga. U ovom uzrastu djeca su sposobna podnijeti intenzivniji trening ali je još uvijek važno uskladiti trening sa odmorom i oporavkom kako bi se izbjegle povrede. U ovom uzrastu, najpogodniji sadržaji su intervalni trening visokog intenziteta kratkog rada sa periodima potpunog odmora, za razvoj brzine brzinske izdržljivosti, pliometrijske vježbe, kao što su skokovi na sanduk za razvoj eksplozivne snage i brzine, vježbe za agilnost na ljestvama sa brzim obrascima rada nogu i trening snage i vježbe otpora u trčanju koristeći elastične trake ili druga sredstva koja stvaraju otpor.

Važno je zapamtiti da su ovi primjeri samo početna tačka i da obuku treba individualizirati na osnovu sposobnosti, ciljeva i interesa svakog djeteta. Uz to, uvijek treba naglasiti pravilnu tehniku i sigurnost kako bi se spriječile povrede. Redovni periodi odmora i oporavka također bi trebali biti uključeni u program treninga kako bi se omogućilo tijelu da se oporavi i spriječi sagorijevanje.

Praktična aplikativnost - testiranje i procjena brzine

Procjena s ciljem poboljšanja ubrzanja i brzine u uskoj je vezi sa jakim i slabim stranama individue i faktora koji određuju njegovu uspješnost i faktor brzine. S ciljem detekcije motoričkih potencijala u segmentu ispoljavanja brzine najčešće se koriste testovi

pravolinijskog sprinta. Trčanje maksimalnim intenzitetom - sprint na različitim distancama detektuje 3 osnovna kapaciteta lokomotorne brzine:

1. Ubrzanje (moć sto ranijeg dostizanja maksimalne brzine tijela ili segmenta tijela);
2. Maksimalnu brzinu (maksimalnu brzinu trčanja, pojedinačnog pokreta i slično);
3. Brzinsku izdržljivost (moć da se maksimalna brzina izvršavanja zadatka zadrži što duže bez pojave zamora).

Praktični testovi koji se koriste u procjeni segmentarne i lokomotorne brzine kod djece mogu biti sljedeći.

Taping rukom

Instrumenti: Jedna ravna daska tamne boje, dužine 1m, širine 25cm. Na dasci su fiksirane dvije svjetlije okrugle ploče promjera 20cm, a debljine 2-5mm, koje se nalaze 61cm udaljene jedna od druge, mjereći od unutrašnjih ivica samih pločica. Potrebni su još jedan sto (minimalno 120×50), stolica standardne dimenzije i štoperica sa 1/10 sekundi.

Daska za testiranje je fiksirana na sto i ne smije se pomjerati, postavljena je ivicom s dužom stranom daske uz dužu stranu stola, centrirano prema sredini stola. Stolica je centrirana prema sredini daske za testiranje. Početni položaj ispitanika je sjedeći nasuprot daske za taping, noge su naslonjene na podlogu i dodiruju pod u širem stabilnom raskoraku. Ispitanik postavlja dlan slabije ruke na sredinu daske. bolja ruka je prekrštena preko druge i dlan je pozicioniran na fiksiranu ploču na daski. Ispitivač se nalazi za stolom nasuprot ispitanika.

Na znak ispitivača ispitanik u roku od 15 sekundi mora dodirnuti prstima bolje ruke naizmjenično jednu pa drugu stranu ploče dok se zadata ne prekine akustičnim znakom „stop“. Nakon 15 sekundi uzima se broj dodirivanja prstiju naizmjenično jednog i drugog kruga.

Taping nogom

Rekviziti: Za realizaciju je potrebna konstrukcija dimenzija 30×60×2cm, s pregradom dimenzija 15×60×2cm, koja je postavljena sredinom između dužnih stranica. Također je potrebna štoperica sa 1/10 sekundi i stolica. Početni položaj ispitanika je sjedeći na prednjem dijelu stolice, u sportskim patikama, pri čemu mu nije dozvoljeno naslanjanje na naslon a ruke se nalaze na struku. Daska je postavljena ispred stolice i desnom, užom stranom daske dodiruje desnu nogu stolice. Ispitanik lijevu nogu postavlja kraj konstrukcije (ako je ljevak u pitanju, sve je obrnuto), svoju desnu nogu postavlja u lijevu stranu pored ograde, dok ispitivač s druge strane daske fiksira dasku. Način izvođenja: Na znak „start“ ispitanik najbrže moguće pokušava, u roku od 15 sekundi, da svoju nogu prebaci s jedne na drugu stranu ploče preko pregrade dok ispitivač na znak „stop“ ne prekine pokušaj. Evidentira se broj naizmjeničnih pokreta nogom dodirujući jednu i drugu stranu u vremenskom trajanju od 15 sekundi. Uspješnim realizovanim bodom se smatra kada noga s jedne strane dodirne drugu stranu prelazeći preko pregrade. Upisuju se sva četiri rezultata.

Trčanje 20m

Štoperica 1/10 sekundi, čunjevi ili dva stalka za markaciju cilja, kreda ili traka za markaciju starta, tačan metar za određivanje dužine od 20 metara su potrebni za realizaciju ovog testa. Početni stav ispitanika je uspravan, nalazi se iza startne linije u svojoj traci, koja je prethodno

definisana za svakog ispitanika. Ispitivač započinje uputom „pozor“, nakon čega proizvoljno daje signal za start. Ispitanik tada smije krenuti najbrže moguće prema cilju. Evidentira se najbolje vrijeme u desetinkama sekundi od trenutka hitca, sve dok ispitanik grudima ne pređe preko imaginarne vertikalne linije iznad cilja.

Test procjene brzinske izdržljivosti 6×40m

Za mjerenje sposobnosti ponavljanja maksimalnih ili skoro maksimalnih sprintova kratkog trajanja sa kratkim periodima oporavka se koristi RSA test (engl. *repeated sprint ability*) koji se sastoji od šest 40m (20+20m) povratnih sprintova sa 20 sekundi pasivnog oporavka između. Ispitanik kreće sa linije i sprinta 20m, dodirne liniju nogom i vrati se na startnu liniju što je brže moguće. Nakon 20 sekundi pasivnog oporavka ponavlja postupak. Trčanje se izvodi maksimalnom brzinom. Za potrebe izračuna se uzima najbolje vrijeme sprinta na 40-m (jedno od 6), izračunava se srednje vrijeme sprinta (prosjek) na šest sprinteva, dok se pad izvedbe računa kroz index zamora: najbolje vrijeme/prosječno vrijeme u procentima (Baldi, 2017). Ukoliko je indeks zamora značajno veći od 4% tada smatramo da ispitanik nema dobro razvijenu brzinsku izdržljivost.

Primjer:

Najbolje vrijeme: 6,32

Prosječno vrijeme 6 × 40m sprint: 6,38

Index zamora: $100 - (6,32/6,38) \times 100\% = 0,95\%$

Literatura:

Babić, V. (2005). Utjecaj motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja na sprintersko trčanje. Doktorska disertacija. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Babić, V., Čoh, M. (2010). Karakteristike razvoja brzine i sprinterskog trčanja. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.

Babić, V., Dizdar, D. Saratlija, P. (2006). Analysis of 100 m sprint running in subjects of different sprint quality. In: World Congress of Performance Analysis of Sport 7 (ed. by H. Dancs, M. Huges and P. O'Donoghue). Daniel Berzsenyi College, Szombathely, Hungary, str. 93.

Bompa, T. (2006). Periodizacija - teorija i metodologija treninga. Zagreb: Gopal.

Bompa, T. O. (2000). Total training for young champions: Human Kinetics.

Bompa, T. O. (2001). Periodizacija: teorija i metodologija treninga. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez; Udruga hrvatskih košarkaških trenera.

Bračić, M., Tomažin, K. Čoh, M. (2007). Trendovi razvoja maksimalne brzine trčanja kod mladih atletičarki od 6 do 15 godine starosti. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.

Čoh, M. (2003). Razvoj brzine u kondicijskoj pripremi sportaša. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu

Čoh, M., Mihajlovič, S. Praprotnik, U. (2001). Morfološke in kinematične značilnosti vrhunskih šprinterjev. Biomehanika atletike. Fakulteta za šport.Ljubljana.

Čustonja, Z., Škegro, D. (2010). Razvoj metoda treninga brzine i pliometrije. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu

Dick, F. W. (2007). Sports Training Principles. London: A&C Black Ltd.

Dintiman, G., Ward, R., Tellez, T. (1997). Sports Speed (2nd Edition). Champaign IL: Human Kinetics.

Idrizović, Dž., Idrizović, K. (2001). Osnovi antropomotorike teorija. Univerzitet Crne Gore.

Idrizović, K. (2010). Revolucija u treningu atletskog sprinta. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.

Jeromen, T., Barić, R., Kajtna, T. (2010) Što je vrijeme reakcije i kako ga iskoristiti u sportu? Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Jukić, I., Nakić, J., Milanović, L., Marković, G. (2003). Metodika treninga agilnosti. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Jurko, D., Čular, D., Badrić, M., Sporiš, G. (2015). Osnove Kineziologije. Sveučilište u Splitu

Letzelter, S. (2006). The development of velocity and acceleration in sprints - a comparison of elite and juvenile female sprinters. *New Studies in Athletics*, 21 (3): 15-22.

Lorger, M., Prskalo, I. (2010). Igra kao početni oblik treninga brzine u predškolskoj dobi. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.

Malacko., J. (2010). Utjecaj genotipa i fenotipa u treningu brzine, agilnosti i eksplozivnosti. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu

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

Marković, G. (2010). Testiranje i treniranje brzine i agilnosti, drukčija perspektiva. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu

Mikić, B. (2000). Psihomotorika. Filozofski fakultet Univerzitet u Tuzli.

Milanović, D. (1997). Osnove teorije treninga. Priručnik za sportske trenere. Zagreb: Kustoš.

- Nićin, Đ. (2000). Antropomotorika - teorija. Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.
- Perić, D. (2003). Antropomotorika - osnove sportske lokomocije. Sportska akademija Beograd.
- Ross, A., Leveritt, M., Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. *Sport Medicine*, 31, str. 409 - 425.
- Schmidt, R. A., Wrisberg, C. A., (2000). Motor learning and control. USA: Human Kinetics.
- Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
- Zaciorski, V. M. (1975) Fizička svojstva sportiste. Partizan. Beograd.
- Zaciorsky, V., Kremer, V. (2009). Nauka i praksa u treningu snage - drugo izdanje. Data Status, Subcom, Beograd.
- Željaskov, C. (2004). Kondicioni trening vrhunskih sportista. Beograd: D.T.A. Trade, Sportska akademija Beograd.

URL:

<https://iceps.edu.rs/wp-content/uploads/2018/02/Anatomija-i-fiziologija-mi%C5%A1i%C4%87a-dr-Krstic-Vladimir.pdf>

<https://hns-cff.hr/files/documents/4367/Fiziologija%20%20UEFA%20B.pdf>

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Brzina>

Izdržljivost

Pregledom literature vrlo brzo se može doći do zaključka da pojam izdržljivost ima veoma široku upotrebu u kineziološkoj teoriji i praksi, ali i svakodnevnom životu, pri čemu se uvijek misli na određenu antropološku sposobnost ili efikasnost obavljanja rada u određenom vremenu. Prilikom pokušaja da se definiše jedan takav, višeznačan, pojam pojavljuje se određena nekonzistentnost kod definisanja same sposobnosti jer je svaki autor iz svog ugla gledanja i sfere interesovanja pokušavao da objasni termin izdržljivosti. Generalno, definisanje motoričkih sposobnosti koje u osnovi nemaju fizikalnu veličinu kao jedinicu mjere (baziranu na SI međunarodnom sistemu mjernih jedinica) ostavlja prostor da se ta sposobnost definiše na veliki broj načina. Jedna od takvih sposobnosti je izdržljivost i zbog prethodno navedene činjenice se u literaturi susreće dosta različitih definicija pri čemu svaka od njih daje akcenat na neki faktor koji suštinski determiniše samu sposobnost. U nastavku su predstavljene neke.

Iveković (2015) u svom radu pod nazivom „Pojam i definicija izdržljivosti te njena klasifikacija“ navodi da postoji veliki broj različitih definicija izdržljivosti, pri čemu ih je autor pronašao 40, međutim, pretpostavka je da ih ima još i više. Vjerovatan razlog ovako velikog broja definicija leži u činjenici da je izdržljivost multifaktorska sposobnost koja zavisi od vrlo kompleksnih fizioloških pozadinskih mehanizama i čije ispoljavanje ima veoma veliki uticaj na značajan broj kretnih manifestacija čija dužina i intenzitet opterećenja mogu da variraju. U najširem smislu, izdržljivost se može shvatiti kao sposobnost obavljanja rada bez značajnog opadanja radne efikasnosti. Tako, Željaskov (2004) objašnjava da se pojam izdržljivosti može definisati kao radna sposobnost, pri čemu je radna sposobnost zapravo još širi pojam od same izdržljivosti jer određuje mogućnost čovjeka za bilo kakav rad, s posebnim naglaskom na maksimalni obim tj. trajanje tog rada. Prema tom shvatanju, izdržljivost je poseban oblik radne sposobnosti koja stvara mogućnost za obavljanje dugotrajnog rada.

Ako se o izdržljivosti govori u kontekstu radne sposobnosti onda se mora definisati i sam karakter rada. Konkretno, pored obima (trajanja) same aktivnosti, potrebno je odrediti i njen intenzitet kao stepen fiziološkog opterećenja. U kineziološkoj praksi je dobro poznato da su ova dva parametra opterećenja, u pravilu, obrnuto proporcionalni tj. što je obim aktivnosti veći to je njen intenzitet manji i obrnuto. Upravo Željaskov (2004) navodi da bez oba parametra nije moguće objasniti prirodu izdržljivosti kao specifične motoričke sposobnosti čovjeka. Jasno je da ovakvo shvatanje i definisanje izdržljivosti ima ergometrijsko uporište prema kojem se nastoji odrediti-kvantifikovati radna efikasnost. Prema ovom shvatanju, izdržljivost je zapravo opšta, kvantitativna sposobnost organizma za obavljanje dugotrajnog rada. Međutim, kretna aktivnost, a naročito ona takmičarskog karaktera, se zbog svoje kompleksnosti ne može posmatrati samo iz ugla obavljanja rada, jer je uslovljena različitim motoričkim, fiziološkim, psihološkim i drugim faktorima. S tim u vezi, specifična izdržljivost u nekoj konkretnoj (sportskoj) aktivnosti zavisi od sposobnosti sportiste da u takmičarskim uslovima zadrži visok nivo ispoljavanja tehničko taktičkih osobina pri velikom fiziološkom opterećenju organizma. Iz tih razloga, Starosta i Petryński (2007) zaključuju da se pojam izdržljivosti i njegova definicija najbolje mogu razumjeti ako se posmatraju zajedno sa tri druga, različita, ali međusobno povezana pojma, a to su: tjelesna motorička efikasnost, otpornost na vježbanje (otpornost na nastanak i odgađanje umora pri fizičkom opterećenju) i otpornost na umor nakon vježbanja tj. sposobnost oporavka organizma.

Tjelesna (motorička) efikasnost je uslovljena fiziološkim procesima tj. efikasnosti transformacije energije u živom organizmu. Ovaj faktor izdržljivosti vezuje se za bioenergetske

sisteme koji su prethodno detaljno obrazloženi (pogledati poglavlje Bioenergetski sistemi i funkcionalne sposobnosti). Sa aspekta iskorištavanja energije može se reći da je izdržljivost vodeći faktor totalnog funkcionalnog kapaciteta čovjeka. Prema kriteriju fizioloških mehanizama resinteze energije, izdržljivost se može podijeliti na aerobnu i anaerobnu, s tim da se anaerobna dalje dijeli na alaktatnu-fosfagenu i laktatnu-glikolitičku. Također, dobro je objašnjeno da pri različitim aktivnostima postoji interakcija metaboličkih puteva na osnovu koje organizam maksimalno iskorištava potencijale svakog metaboličkog procesa. Na osnovu principa međusobne interakcije različitih metaboličkih puteva izdržljivost se može podijeliti na dominantno aerobnu, dominantno anaerobnu (alaktatnu-fosfagenu i laktatnu-glikolitičku), mješovitu anaerobno-aerobnu i aerobno-anaerobnu izdržljivosti. Ove klasifikacija bazirana ja na tipičnim metaboličkim putevima resinteze energije koji se koriste u fiziologiji sporta i u direktnoj je korelaciji sa zonama fiziološkog i trenažnog intenziteta. Iz samih naziva ovih trenažnih zona jasno je da se vezuju uz dominantne energetske izvoru prilikom obavljanja neke aktivnosti. Bitno je razumjeti da se, zbog interakcije metaboličkih puteva, u praksi uglavnom radi o nekom „mješovitim“ anaerobno-aerobnom ili aerobno-anaerobnom tipu aktivnosti. Tako npr. u sprinterskoj trci na 100m anaerobni metabolički put učestvuje sa 95% a aerobni sa 5%, dok u maratonskoj trci taj uzajamni odnos ide u korist aerobnog metabolizma sa 98% naspram anaerobnog sa 2% (Željaskov, 2004).

Za kineziološku ili trenažnu praksu u fokusu nisu primarno fiziološki procesi resinteze ATP-a, nego faktori trenažnog opterećenja koji se mogu kontrolisati i čija manipulacija utiče na zone trenažnog opterećenja. Prema tome, izdržljivost se može shvatiti kao sposobnost obavljanja ili ponavljanja aktivnosti u nekoj od trenažnih zona. Prema Željaskovu (2004), a na osnovu analize većeg broja naučnih radova, moguće je u odnosu na maksimalno vrijeme trajanja cikličnih aktivnosti odrediti četiri zone relativnog intenziteta. Prema ovoj klasifikaciji zona maksimalnog intenziteta karakteristična je po radu maksimalnog trajanja do 20sec. Druga zona, submaksimalnog intenziteta, podrazumijeva obavljanje rada u trajanju između 20sec i 5 minuta. Treća zona velikog intenziteta karakteristična je po radu u trajanju između 5 i 30 minuta. I posljednja zona umjerenog intenziteta podrazumijeva obavljanje rada u trajanju dužem od 30 minuta. U literaturi međutim, postoje i drugi objektivni kriteriji prema kojima se određuju trenažne zone, koje u osnovi imaju identične fiziološke mehanizme. Kao najčešći indikator unutrašnjeg fiziološkog opterećenja organizma uzima se srčana frekvencija i to zbog relativno lakog praćenja, određivanja samog stepena opterećenja tj. trenažne zone i kontrolisanja opterećenja. Također se pokazalo da srčana frekvencija (F_s) ima dobru korelaciju sa parametrima poput maksimalne potrošnje kisika (VO_{2max}) ali i drugim unutrašnjim (tj. fiziološkim) i vanjskim (tj. Fizikalnim - npr. brzina trčanja, količina obavljenog rada i sl.) faktorima trenažnog opterećenja kako objektivnim (biohemijski parametri) tako i subjektivnim (skala subjektivne procjene opterećenja).

U sportskoj i dijagnostičkoj praksi se često koriste modeli od pet zona trenažnih intenziteta, koji kao parametar intenziteta koriste procenat maksimalne frekvencije srca (% F_{smax}) i procenat maksimalne potrošnje kisika (% VO_{2max}). Prema ovom kriteriju, prva zona trenažnog intenziteta se naziva regeneracijska trenažna zona koja je definisana parametrima fiziološkog opterećenja koje podrazumijevaju vrijednosti $F_{smax} < 60\%$ i $VO_{2max} < 50\%$. Druga zona ili zona ekstenzivnog aerobnog treninga podrazumijeva vrijednost $F_{smax} 60-75\%$ i $VO_{2max} 50-65\%$. Treća zona ili zona aerobno intenzivnog treninga podrazumijeva vrijednost $F_{smax} 75-85\%$ i $VO_{2max} 65-80\%$. Četvrta zona se naziva zonom anaerobnog praga i podrazumijeva vrijednosti $85-90\%$ F_{smax} i $80-87\%$ VO_{2max} i peta zona maksimalnog primitka kisika koja podrazumijevaju vrijednosti $>90\%$ F_{smax} i $87-100\%$ VO_{2max} (Reinholz i sar., 2013). U

prethodnom tekstu je naglašeno da, s energetskeg aspekta, izdržljivost ima svoju podjelu i zone trenajnog intenziteta koje koreliraju i koje se baziraju na fiziološkim parametrima opterećenja organizma. Obzirom na ovu podjelu izdržljivosti prema energetskeom-metaboličkom kriteriju, može se reći da postoje i trenajne metode koje se baziraju upravo na istim parametrima koji se u kineziološkoj praksi najčešće nazivaju metaboličkim treningom. Prema Mareshu (2012), metabolički trening je vježbanje s ciljem povećanja zaliha energije u tijelu i iskorištavanja istih. Isti autor navodi da je, da bi razumjeli metabolički trening, važno znati kako tijelo proizvodi i iskorištava energiju te da je optimalna adaptacija pojedinačnog energetskeg sistema moguća jedino ako se trening fokusira na željeni metabolički put. Dakle, fokus treninga određuje fiziološka adaptacija te bi se pojedinci, u skladu s time, kako bi ubrzali rad metabolizma i poboljšali izvedbu, trebali fokusirati na sistem koji najviše odgovara njihovim potrebama.

Iako se izdržljivost u najvećem broju slučajeva definiše upravo preko metaboličkih puteva resinteze energije i trenajnih zona koje odgovaraju ovim fiziološkim mehanizmima, praksa je pokazala da funkcionalne sposobnosti ne moraju biti presudne za uspješnost u sportskim aktivnostima dugog trajanja tj. da ne moraju biti jedini preduslov za ostvarenje visokih sportskih rezultata. Razlog za to leži u činjenici da, pored funkcionalnih kapaciteta, postoji veliki niz faktora koji mogu biti od izrazite važnosti pri motoričkoj efikasnosti. Zbog toga se kao drugi izrazito važan faktor u definisanju izdržljivosti kao sposobnosti uzima otpornost na vježbanje odnosno nastanak i odgađanje umora pri fizičkom opterećenju.

O umoru i sposobnost odupiranja istom, kao primarnom faktoru u definisanju izdržljivosti, postoji veći broj definicija. Jednu od najopštijih su dali Heimer i Matković (1995) koji navode da je izdržljivost identična sposobnosti odupiranja umoru, iz čega proizlazi, da je zapravo, umor primarni faktor koji ograničava izdržljivost i utiče na izvedbu. Kod ovakvog shvatanja izdržljivosti je važno odrediti raspon motoričke efikasnosti za pojedinu kretnu aktivnost. Ovaj raspon predstavlja razliku između maksimalne vrijednosti (efikasnosti) u nekom motoričkom zadatku na početku obavljanja tog rada i minimalne vrijednosti koja se dešava opadanjem radne sposobnosti kroz vrijeme, a koja nastaje kao rezultat umora u tom istom zadatku. Kao primjer se može uzeti tempo trčanja (vrijeme potrebno da bi se pretrčao 1km - npr. 5min/km) pri kojem se otpornost na nastanak umora ogleda u sposobnosti održavanja istog tempa kroz vrijeme tj. što duži broj kilometara. Jasno je da, što je otpornost organizma na umor veća, to će duže vrijeme biti moguće održavanje relativno konstantnog tempa i da će, sa pojavom umora, tempo početi da opada u većem ili manjem procentu, što opet zavisi od velikog broja faktora. Isti princip važi i za motoričke zadatke acikličnog pri kojim se otpornost na umor ogleda u sposobnosti ponavljanja motoričkog zadatka bez značajnog smanjenja performanse. Konkretni primjeri za navedeno su sposobnost ponavljanja skokova ili savladavanja vanjskog opterećenja u većem broju serija.

Praksa je pokazala da opadanje motoričke efikasnosti zavisi od velikog broja faktora, kako funkcionalnih, tako i motoričkih, biomehaničkih ali i psiholoških. Sa energetskeg aspekta, sposobnost za odgađanje pojave umora zavisi od načina trošenja energije, te, u skladu s tim, ona je veća što je potrošnja energije bliža optimalnoj (optimalnom trošenju energetskeg depoa). Željaskov (2004) navodi da se princip energetskeg optimuma svodi na pronalaženje maksimalno izbalansiranog (adekvatnog) režima rada za određenog sportistu u svakom konkretnom slučaju. U shvatanju sposobnosti održavanja visokog nivoa radne efikasnosti u nekom konkretnom motoričkom zadatku, presudnu ulogu ima koeficijent korisnog dejstva. Prema Željaskovu (2004), ovaj koeficijent je zasnovan na optimalnom iskorištavanju energetskeg potencijala sportiste pri neuro-mišićnom naprezanju u konkretnim uslovima

motoričke aktivnosti. Isti autor navodi da relativni značaj ovog koeficijenta raste sa nivoom treniranosti i sportske forme, te da, pri tome, dalji porasta sportskih dostignuća treba tražiti u savršenoj regulaciji motoričke aktivnosti što podrazumijeva brzo, tačno i ekonomično izvođenje kretnih struktura. Konkretno, sa porastom koeficijenta korisnog dejstva raste i specifična izdržljivost, a što je rezultat bolje efikasnosti mehaničkog mišićnog rada. U tom smislu, izdržljivost se može definisati kao sposobnost za obavljanje fizičkog rada određenog intenziteta bez remećenja mehaničke efikasnosti nezavisno od akumuliranja umora (Kuterovac i Zoretić, 2009).

Akumuliranje umora tj. smanjena radna sposobnost nakon prestanka aktivnosti je treći bitan faktor prilikom shvatanja i definisanja izdržljivosti. U literaturi se ovaj faktor naziva otpornost na umor nakon vježbanja i predstavlja sposobnost oporavka organizma nakon maksimalnog iscrpljivanja. Ovaj faktor izdržljivosti predstavlja raspon motoričke efikasnosti od minimalne vrijednosti, nastale iscrpljivanjem tj. umorom, do vraćanja u stabilno stanje nakon potpunog oporavka tj. regeneracije. Od sposobnosti regeneracije organizma zavisi i brzina oporavka tj. brzina vraćanja na nivo motoričke efikasnosti jednak onom prije početka aktivnosti. Najčešće se oporavak dijeli na neposredni (odmah nakon prestanka aktivnosti) i prolongirani (odgođeni oporavak prilikom kojeg se najčešće dešava faza superkompensacije). Ovaj princip adaptacije-kompensacije i superkompensacije predstavlja osnovni adaptacijski mehanizam na ponovljena trenažna opterećenja. Zaciorski i Kraemer (2009) navode da se, po jednofaktorskoj teoriji, neposredni efekat treninga posmatra kao posljedica iscrpljivanja određenih biohemijskih supstanci koje se troše prilikom napornih trenažnih epizoda, te, da je najpoznatiji primjer iscrpljivanje rezervi mišićnog glikogena nakon anaerobnog vježbanja. Ova teorija objašnjava umor nakon vježbanja iscrpljivanjem energetske depoa, a oporavak kao vrijeme potrebno za njihovo popunjavanje. U tom kontekstu, isti autori navode da se biohemijske materije nakon odmora obnavljaju u količini većoj od one prije treninga, što se naziva superkompensacija. Nadalje, prema ovoj teoriji izdržljivost je sposobnost organizma da savlada umor i njegove posljedice aktiviranjem adekvatnih adaptacijskih procesa za obezbjeđenje energije unutar depoa organizma.

Proces oporavka je veoma kompleksan, ali, opšta načela ukazuju da brzina oporavka zavisi od karaktera (obima i intenziteta) same aktivnosti, tjelesne forme (prije svega funkcionalnih sposobnosti), nivoa treniranosti i specifične izdržljivosti. Na osnovu poznatih činjenica se može tvrditi da će proces oporavka biti brži sa porastom nivoa utreniranosti sportiste, naročito kod aktivnosti koje su specifične ili veoma bliske kretnim strukturama sporta kojim se bavi.

Izdržljivost se, sa sportsko-metodičkog aspekta, može podijeliti prema nekoliko različitih kriterija. U tom smislu, izdržljivost je direktno povezana sa ostalim motoričkim i funkcionalnim sposobnostima od kojih zavisi uspjehnost u nekoj sportskoj disciplini. Međutim, u literaturi (naročito starijeg datuma) se često, kao prvi kriterij podjele izdržljivosti, navodi specifičnost koja podrazumijeva da u praksi postoje opšta i specifična izdržljivost. Opšta bi se mogla shvatiti kao sposobnost obavljanja mehaničkog rada velikog obima koji angažuje veliki procenat tjelesne muskulature i najvažnije fiziološke sisteme (kardiovaskularni, respiratorni, lokomotorni) i najčešće se dovodi u vezu sa visokim nivoom ispoljavanja aerobnih sposobnosti. Tu hipotezu podupire Bompa (2009) koji navodi da sportiste koje se bave sportovima u kojim dominira izdržljivost, naročito aerobna, imaju visok nivo opšte izdržljivosti. Osnovni parametri koji karakterišu opštu izdržljivost su vezani za aerobnu energetske sposobnost koja zavisi od fizioloških parametara opterećenja (srčana frekvencije ispod 150 otkucaja po minuti, koncentracija laktata u krvi ispod 2mmol/l) i pri kojoj se, kao energetske izvori dominantno

koriste masnoće (iznad 50%) i ugljikohidrati (Suslov, 1997). Iz ovoga je jasno da se ona može shvatiti kao opšta funkcionalnost organizma koja je temelj za sve tjelesne napore. Prema definiciji Željaskova (2004), opšta izdržljivost predstavlja sposobnost obavljanja fizičkog rada uz opterećivanje osnovnih funkcionalnih sistema duži vremenski period i ima pozitivan uticaj na sportsku specijalizaciju. Međutim, vrijedi napomenuti da isti autor navodi da nema takve vrste izdržljivosti koja bi obezbjedila podjednaku radnu sposobnost sportiste u različitim oblicima motoričke aktivnosti što znači da izdržljivost uvijek ima određen specifičan karakter. U svakom slučaju u kineziološkoj praksi opšta izdržljivost podrazumijeva dobar radni kapacitet organizma za širok dijapazon kretnih aktivnosti velikog spektra trenažnih opterećenja i kao takva predstavlja bazu izdržljivosti jer ima dobar transfer na veliki broj aktivnosti specifičnog karaktera koje u osnovi imaju izdržljivost kao sposobnost.

Specifična izdržljivost, s druge strane, predstavlja visokoeffikasnu specifičnu radnu sposobnost za obavljanje konkretne motoričke aktivnosti. Ona se ogleda u mogućnosti savladavanja specifičnog opterećenja karakterističnog za konkretnu sportsku disciplinu. Ova sposobnost može da bude primarna determinantna uspjeha u sportovima tipa izdržljivosti i razvija se u specifično-situacijskim uslovima tj. ponavljanjima motoričkih zadataka karakterističnim za konkretan sport. Iako je specifična izdržljivost utisnuta u karakteristike određenih sportova, na nju može utjecati uzbuđenje na takmičenju, izvođenje teških motoričkih zadataka ili tip treninga koji se izvodi (Bompa, 2009). Pojednostavljeno rečeno, specifična izdržljivost se manifestuje i razvija prilikom savladavanja specifičnih trenažnih opterećenja i njen transfer na druge kretne aktivnosti je relativno mali. Prema različitim autorima, specifična izdržljivost se može dalje raščlanjivati na osnovu nekih dodatnih kriterija. Tako se, s aspekta primarnih motoričkih sposobnosti, može govoriti o izdržljivosti u ispoljavanju neke od njih. U praksi se najčešće spominju izdržljivost u snazi, brzini i kretnim strukturama koje zavise od obje ove motoričke sposobnosti, tj. brzinsko-snažnoj izdržljivosti.

Kada je u pitanju izdržljivost u snazi, jasno je da ona zapravo predstavlja sposobnost ispoljavanja snage, kao motoričke sposobnostima, ili neke njene pojedine dimenzije u dužem vremenskom periodu, pri čemu se najčešće obavlja značajan mehanički rad. Željaskov (2004) navodi da se snažna izdržljivost definiše kao specifičan oblik radne sposobnosti koji karakteriše savladavanje značajnog otpora (vlastita masa ili vanjsko opterećenje). Kada je u pitanju ova sposobnost, u literaturi postoje različita stajališta, definicije, pa čak i terminološke odrednice. Određeni autori je nazivaju mišićnom izdržljivosti dok je drugi izjednačavaju sa repetitivnom snagom (Dick, 2007; Issurin, 2008). U svakom slučaju, ovo je kompleksna sposobnost određena snagom mišića (ili tjelesnom snagom) i izdržljivošću kao motričko-funkcionalnom sposobnošću. U tom je kontekstu Milanović (2013) dao definiciju koja u obzir uzima sve navedene faktore, a prema kojoj, mišićna izdržljivost se može definisati kao sposobnost sportiste da trenažne ili takmičarske aktivnosti određenog intenziteta (pri kojim se svladava zadano vanjsko opterećenje ili težina vlastitog tijela) izvodi što duže, bez značajnijih znakova umora (mišićna izdržljivost je kao motorička sposobnost nešto više pod uticajem neuro-mišićne regulacije nego energetske procesa).

U zavisnosti od veličine opterećenja i karaktera same kretne strukture izdržljivost zavisi i od fizioloških parametara opterećenja, odnosno metaboličkih energetske puteva. Obzirom na širok dijapazon opterećenja, može se reći da su za izdržljivost u snazi jednako važni aerobna sposobnost, anaerobni kapaciteti i neuro-mišićna aktivnost koji, u sinergiji, omogućavaju produženu radnu aktivnost pri savladavanju umjerenih opterećenja. Karakter samog opterećenja se kreće u zoni intenziteta između 30-60% umjerenim tempom. Odabir intenziteta

trenažnog opterećenja (30-60%) prvenstveno zavisi od toga da li se radi o snažnoj izdržljivosti srednjeg ili dugog trajanja (Milanović, 2013). Za razvoj snažne izdržljivosti koriste se vježbe sa relativno velikim brojem ponavljanja i manjim težinama. Marković i Peruško (2003) navode da se osnovni parametri obima ovako usmjerenog treninga kreću u rasponu 15-50 ponavljanja po seriji sa 2 do 5 serija po treningu. U praksi se susreću varijante treninga snažne izdržljivosti u kojim je obim određen trajanjem izvođenja vježbi, obično u intervalu 30-60sec.

Obzirom na značaj ove sposobnosti u velikom broju kretnih aktivnosti, postoji više klasifikacija i podjela na osnovu raznih kriterija. Tako je Zaciorski (1975) napravio klasifikaciju izdržljivosti u snazi u odnosu na veličinu aktivirane muskulature i to na: lokalnu - ako je radom obuhvaćeno do 1/3 ukupne skeletne muskulature, regionalnu - ako je radom obuhvaćeno između 1/3 i 2/3 ukupne skeletne muskulature i globalnu - ako je radom obuhvaćeno više od 2/3 ukupne skeletne muskulature. Neka kasnija istraživanja su, uključujući dodatne kriterije u ovu podjelu, dala svoju klasifikaciju snažne izdržljivosti. Hollmann i Hettinger (2000) su, uzimajući u obzir obim radne muskulature i biohemijske mehanizme, izdržljivost podijeli na: lokalnu (koja uključuje rad jedne ili više mišićnih grupa), koja zavisi od snage određene mišićne grupe i zaliha energije (ATP-a i glikogena) i globalnu ili opštu (koja izražava izdržljivost organizma u cjelini), koja zavisi od generalnog faktora snage muskulature i zalihama energije (ATP-a i glikogena). Prema ovim kriterijima, lokalna izdržljivost u snazi predstavljala sposobnost obavljanja rada sa relativno malim procentom aktivne muskulature (jedan mišićna grupa ili tjelesna regija) dok bi opšta ili globalna izdržljivost predstavlja sposobnost odupiranja umoru pri višestranim sportskim aktivnostima koje uključuju većinu ukupne skeletne muskulature.

Kao dodatni kriterij za klasifikaciju izdržljivosti u snazi se koristi i režim mišićne kontrakcije. U odnosu na ovaj kriterij, izdržljivost se najčešće dijeli na: statičku - u uslovima izometrijskog režima mišićne kontrakcije i dinamičku - u uslovima izotoničnih mišićnih kontrakcija ili dinamičkog režima rada. Pored ove podjele, Željaskov (2004) navodi i izdržljivost u izokinetičkim uslovima izvođenja rada, s tim da, ovaj tip izdržljivosti ne podrazumijeva konstantnu brzinu mišićne kontrakcije nego konstantnu brzinu izvođenja pokreta. Generalno se može reći da izdržljivost u snazi karakteriše visok nivo ispoljavanja različitih dimenzija snage sa posebno dobro razvijenom otpornošću na umor.

Brzinska izdržljivost, kao dio specifične izdržljivosti, zavisi s jedne strane od brzine kao motoričke sposobnosti i s druge strane od izdržljivosti koja se može definisati kao motoričko funkcionalna sposobnost čovjeka. U tom kontekstu, veći broj autora (Vučetić i sar., 2003; Jerković, i sar., 2003; Smuda i Vučetić, 2009; Iveković, 2012; Iveković, 2019) navode da brzinska izdržljivost predstavlja specifičnu kombinaciju ili mješavinu dviju bazičnih sposobnosti (brzine i izdržljivosti) te da je to kvantitativna biomotorička sposobnost čovjeka. Dakle, manifestuje se u uslovima u kojim je potrebno ispoljavanje različitih komponenti brzine u dužem vremenu ili ponavljanju motoričkih aktivnosti povezanih sa maksimalnom brzinom. U prvom slučaju, Iveković (2012) navodi da je brzinska izdržljivost sposobnost postizanja što manjeg smanjenja dostignute maksimalne brzine ili „sposobnost sportiste da održi maksimalnu brzinu kretanja u konkretnim uslovima motoričke aktivnosti“. Ova sposobnost je naročito važna komponenta lokomotorne brzine i povezuje sa specifičnom takmičarskom izdržljivošću u sprinterskim trkama. U drugom slučaju, Bok i Jukić (2013) navode da sposobnost ponavljanja motoričkih aktivnosti povezanih sa maksimalnom brzinom (npr. sprintova) predstavlja kombinaciju brzine i izdržljivosti koja podrazumijeva mogućnost izvedbe većeg broja kratkih maksimalno brzih aktivnosti (u trajanju manjem od 10 sekundi) sa kratkom pauzom (ne većom

od 60 sekundi) između ponavljanja. Istraživanja su pokazala da je ova sposobnost izrazito važan kondicijski parametar za sportiste iz sportskih igra.

Sa aspekta trenažnog opterećenja, brzinska izdržljivost je sposobnost organizma koja ima dominantnu ulogu u dugotrajnom izvršavanju rada submaksimalnim ili maksimalnim intenzitetom - približno 85-100% maksimalnog intenziteta (Dick, 2007). Iako u dosadašnjim istraživanjima postoje određena neslaganja kada je u pitanju trajanje samih aktivnosti, može se reći da se brzinska izdržljivost odnosi na motoričke aktivnosti dinamičnih opterećenja u kojima su velike mišićne grupe anaerobno opterećene u trajanju 10-120 sekundi (Iveković, 2019). Nadalje, sa fiziološkog aspekta, ova izdržljivost je određena sposobnošću najvažnijih organa i organskih sistema, a prije svega centralnog nervnog, kardiovaskularnog i respiratornog (Vučetić i sar., 2003). Najviše dolazi do izražaja kod aktivnosti kratkog trajanja, i direktno zavisi od aerobno-anaerobnih (kardio-mišićnim) kapaciteta organizma (količini anaerobnih izvora energije) i sposobnosti tolerancije biohemijских promjena koje nastaju kao posljedica anaerobnih hemijskih reakcija (Sekulić i Metikoš, 2007).

Treći oblik specifične izdržljivosti, sa aspekta primarnih motoričkih sposobnosti, najčešće se naziva brzinsko-snažna izdržljivost. Iako se u literaturi može naći da se o brzinsko-snažnoj izdržljivosti govori sa aspekta brzinske ili snažne izdržljivosti, može se konstatovati da ona u praksi egzistira kao nezavisna i da predstavlja specifičnu kombinaciju dvije prethodno pomenute sposobnosti. Uobičajeno se definiše kao sposobnost neuromišićnog sistema da u uslovima generisanja velikog impulsa sile održi zadani intenzitet rada što duže vrijeme. Kao takva je karakteristična za kretne aktivnosti acikličnog intervalnog (promjenjivog) karaktera poput skokova, startnih ubrzanja i sl. Željaskov (2004) navodi da je posebna (pod)vrsta brzinsko-snažne izdržljivosti tzv. skočna izdržljivost. Isti autor navodi da je to sposobnost tipična za sportove kao što su odbojka, košarka i drugi sportovi u kojima se takmičarska aktivnost karakteriše brojnim poskocima i skokovima. Ova sposobnost karakteriše se što manjim padom visine uzastopno ponovljenih skokova u odnosu na maksimalnu vrijednost.

Testiranje i procjena aerobne izdržljivosti

Aerobni kapacitet (aerobna izdržljivost, kardiorespiratorna izdržljivost ili aerobni fitness) se definiše kao sposobnost obavljanja rada kroz duži vremenski period u uslovima aerobnog metabolizma i po svojoj definiciji je mjera energetske tempa, odnosno intenziteta oslobađanja energije u jedinici vremena. Aerobni kapacitet bi mogli bolje objasniti pojmom aerobna snaga, ali s obzirom da se u praksi češće koristi pojam aerobni kapacitet ili aerobna izdržljivost, u daljem tekstu ćemo se zadržati na tim pojmovima. Općeprihvaćeni parametri za procjenu aerobnoga kapaciteta, tj. dugotrajne izdržljivosti, su: maksimalni primitak kisika (VO_{2max}), aerobni (AeP) i anaerobni prag (AnP), odnosno maksimalni intenzitet radnog opterećenja pri kojem su akumulacija mliječne kiseline i njena razgradnja u ravnoteži. Važan faktor koji utiče na rezultat je i ekonomičnost funkcionalnih sistema koji se izražava u parametru energetske potrošnje (npr. VO_2) po pređenom metru (Vučetić, 2009).

Procjena optimalnog intenziteta vježbi aerobnog karaktera usmjerenog na razvoj izdržljivosti, kao i procjena maksimalne aerobne sposobnosti, najčešće se vrši direktnim testiranjem (u laboratorijskim uslovima) ili indirektnom procjenom/mjerenjem (upotrebom terenskih testova). Najznačajniji fiziološki parametri koji se koriste za kontrolu nivoa izdržljivosti su maksimalna srčana frekvencija (FS_{max}) i maksimalni primitak kisika (VO_{2max}). Laboratorijski uslovi i testovi zahtijevaju upotrebu sofisticirane opreme koja u realnom vremenu daje

parametre fiziološkog opterećenja uz precizan prikaz srčane frekvence i kiseoničkih sposobnosti. U tabeli ispod su prikazani parametri aerobnih sposobnosti koji služe za procjenu aerobnih kapaciteta.

ID testa	Naziv testa	Mj jedinica
FVO _{2 max}	Maksimalni primitak kisika	l/min
FVO _{2 max} /kg	Rel. max. primitak kisika	ml/kg/min
FS _{max}	Max. frekvencija srca	bit/min
FVO ₂ /HR	Max. puls kisika	ml/bmp
FVE _{max}	Max. min. ventilacija	l/min
FVT _{max}	Max. dišni volumen	l
FRf _{max}	Max. frekvencija disanja	min ⁻¹
FBRZ _{max}	Max. brzina pokretne trake	km/h *10
FPVO ₂	Primitak kisika pri anaerobnom ventilacijskom pragu (VT)	l/min
FPVO ₂ /kg	Relativni primitak kisika pri VT	ml/kg/min
FPFS	Frekvencija srca pri VT	bit/min
FPBRZ	Brzina pokretne trake pri VT	km/h *10
F%BRZVT	% brzina pokretne trake pri VT od maks. brzine pokretne trake	%
F%VO ₂ VT	% VO ₂ pri VT od VO _{2max}	%
FVeEq	Dišni ekvivalent	

Tabela 1. Parametri laboratorijskih testova za procjenu aerobnih sposobnosti

Mnogo jednostavniji i praktičniji načini za procjenu izdržljivosti su terenski testovi. Ovi testovi najčešće podrazumijevaju testova intermitentnog ili kontinuiranog trčanja. Indirektnim preračunima izmjerene srčane frekvence, pretrčane distance ili vremena koje je ostvareno se može dobiti adekvatan uvid u nivo izdržljivosti. Neki od terenskih testova koji se primjenjuju za procjenu izdržljivosti su:

- Cooper test trčanja na 12 minuta
- Pacer BEEP test trčanja 20 metara
- 30-15 IFT test
- VAMEVAL test

Testiraj svoje sposobnosti - BEEP test

BEEP test ili 20m multistage fitness test (MSFT) se često koristi kao pokazatelj maksimalne aerobne sposobnosti. Ovaj test je terenski test maksimalne aerobne izdržljivosti koji uključuje neprekidno trčanje između dvije linije udaljene 20m u vremenu između snimljenih zvučnih signala.

Procedura: Za realizaciju testa potreban vam je audio uređaj sa zvučnikom ili mobilni uređaj sa kojeg čujete zvuk ukoliko radite individualno. Sa jedne od dvije linije koje su na međusobnoj udaljenosti od 20m, iz visokog stava, na prvi zvučni signal krenete trčati ka drugoj liniji. Brzina trčanja na samom početku je dosta spora. Nastavite trčati između dvije linije, okrećući se na zvučnu signalizaciju. Ukoliko ste došli do druge linije (pretrčali 20m) prije zvučnog signala, sačekajte signalizaciju i nastavite test. Nakon otprilike jedne minute brzina trčanja se povećava, a vrijeme između zvučnih signala traje kraće. Ovo se nastavlja svake minute (nivo). Svaki pojedinačni nivo se sastoji od 8-14 trčanja istog tempa.

Ukoliko do linije dođete prije nego što se oglasi zvučni signal potrebno je pričekati dok se zvučni signal ne oglasi i nastaviti trčanje. Ako do linije ne dođete prije nego što se oglasi zvučni

signal, imate jedno upozorenje i nastavljate trčati do linije, a zatim se okrećete i pokušavate sustići tempo u roku od još dva zvučna signala. Nakon 2 neuspješna trčanja (onemogućenosti da stignete dva puta zaredom), smatra se da je to vaš maksimum. Ukoliko ste ostvarili nivo 9-1 to znači da ste na devetom nivou uspješno kompletirali jedno trčanje!

Kriterij aerobne izdržljivosti	Muškarci (Nivo)	Žene (Nivo)
Odličan	>13	>12
Vrlo dobar	11-13	10-12
Dobar	9-11	8-10
Prosječan	7-9	6-8
Slab	5-7	4-6
Veoma slab	<5	<4

Tabela 2. Normativne vrijednosti kvalitete aerobne izdržljivosti na osnovu istrčanog nivoa BEEP testa kod odraslih osoba

Izračun maksimalnog primitka kiseonika ($VO_2\max$) na osnovu rezultata BEEP testa vrši se indirektno putem formule i ostvarene brzine na testu (Ahmaidi i sar., 1992):

$$VO_2\max = 31,025 + (3,238 \times \text{ostvarena brzina}) - (3,248 \times \text{godine}) + (0,1536 \times \text{godine} \times \text{ostvarena brzina})$$

Uzrasne specifičnosti i povezanost izdržljivosti sa zdravstvenim aspektom

Odnos razvijenosti aerobne sposobnosti i zdravlja je definisan kombinacijom genetskih predispozicija i nivoa utreniranosti pojedinca. Visok nivo aerobnih funkcionalnih sposobnosti, sposobnost srca i pluća da efikasno dovode kiseonik do ćelija kod mlađih uzrasta je jedan od osnovnih preduslova aktivnog mladalačkog života i postizanja visoke kvalitete života u starijoj dobi.

1600m/ 20m BEEP test/ Test hodanja; $VO_2\max$ izražen u ml/kg/min						
	Žene			Muškarci		
Starost	Povećan zdravstveni rizik	Normalni raspon	Zdrava zona	Povećan zdravstveni rizik	Normalan raspon	Zdrava zona
10	≤37,3	37,4-40,1	≥40,2	≤37,3	37,4-40,1	≥40,2
11	≤37,3	37,4-40,1	≥40,2	≤37,3	37,4-40,1	≥40,2
12	≤37,0	37,1-40,0	≥40,1	≤37,6	37,7-40,2	≥40,3
13	≤36,6	36,7-39,6	≥39,7	≤38,6	38,7-41,0	≥41,1
14	≤36,3	36,4-39,3	≥39,4	≤39,6	39,7-42,4	≥42,5
15	≤36,0	36,1-39,0	≥39,1	≤40,6	40,7-43,5	≥43,6
16	≤35,8	35,9-38,8	≥38,9	≤41,0	41,1-44,0	≥44,1
17	≤35,7	35,8-38,7	≥38,8	≤41,2	41,3-44,1	≥44,2
17	≤35,3	35,4-38,5	≥38,6	≤41,2	41,3-44,2	≥44,3

Modificirano prema i preuzeto sa: <https://pftdata.org/files/hfz-standards.pdf>

Tabela 3. Normativni pokazatelji zdravstvenog statusa djece utvrđenih indirektnim mjerenjem upotrebom BEEP testa (Pacer test 20m).

Normativi ranije predstavljene Fitnessgram baterije testova Kalifornijskog Instituta za zdravlje su modificirani 2019.godine prema zonama nivoa motoričkih sposobnosti usmjerenim na zdravstvene aspekte djece predškolskog i školskog uzrasta. Aerobna izdržljivost, izražena kroz parametar maksimalnog primitka kiseonika ($VO_2\max$), predstavlja osnovni zdravstveni

pokazatelj aerobnih sposobnosti i funkcije respiratornog sistema (tabela ispod). Uslovni normativi i dobri pokazatelji zdravstvenog statusa djece uzrasta od 10-17 godina se kreću od 35,4 do 40,1ml/kg/min za djevojčice i od 37,4 do 44,2ml/kg/min za dječake.

Razvoj sposobnosti prema uzrasnim karakteristikama

Razvoj izdržljivosti kod djece različitih uzrasnih kategorija treba u potpunosti biti usmjeren ka postizanju maksimalne efikasnosti aerobnih kapaciteta. Stoga, odabir vrste fizičke aktivnosti u radu sa djecom treba biti takav da kretna aktivnost ima nizak do umjeren nivo intenziteta, uz dominantan faktor trajanja aktivnosti. Ove dugotrajne kretne aktivnosti kod djece permanentno razvijaju aerobni kapacitet izdržljivosti te postepeno adaptiraju funkcije srca i pluća s ciljem povećanja njihove energetske efikasnosti.

Predškolska djeca i djeca mlađeg školskog uzrasta (5-11 godina) u mirovanju koriste maksimalne kapacitete srčanog mišića uz veliku srčanu frekvenciju. Razlozi za ovakav rad kardiorespiratornog sistema su smanjeni plućni volumen i kapaciteti i uvećana energetska potreba opskrbe bubrega i jetre usljed neravnomjerne razvijenosti u odnosu na druge organe. Zbog ovoga je veoma važno da djeca u ovom uzrastu dosta vremena provode u aktivnostima niskog aerobnog intenziteta. Drugi važan razlog je nerazvijenost i nemogućnost puferskih sistema da otklanjaju štetne nusprodukte koji nastaju kao posljedica visoko-intenzivnih aktivnosti.

Karakteristike razvoja djece uzrasta 11-15 godina su burne promjene i nagla ekspanzija rasta i anatomskog razvoja. Samim time, i karakteristike izdržljivosti postaju specifično vezane za kvalitet aktivnosti koju djeca provode. U ovom periodu srce raste mnogo brže od sistema krvnih sudova pa vrlo često dolazi do pojave povećanja krvnog pritiska koji može dovesti do određenih smetnji u radu srca i pojave akutnih tegoba poput općeg zamora, lupanja srca, bolova i prolaznih psihomotornih neuroza. Frekvencija disanja se postepeno smanjuje na 19 udisaja u minuti za djecu od 11 godina do 17 udisaja za uzrast djece od 14 do 15 godina. Plućni kapacitet i promet materija se povećavaju zbog ubrzanog rada endokrinog sistema te i potreba za kretanjem postaje mnogo veća.

Specifičnosti djece uzrasta 15-18 godina se odlikuje smanjenim intenzitetom rasta i razvoja i polno sazrijevanje. Polna maturacija je posebno važna jer direktno utiče na transportne sisteme i kapacitet krvi u prenosu kiseonika koji je potreban za energiju do ćelija. U ovom uzrastu dolazi do najveće diferencijacije između dječaka i djevojčica kada je u pitanju izdržljivost. U ovom periodu se srčani mišić intenzivno razvija, a srčana frekvencija se stabilizira na oko 80 otkucaja u minutu u mirovanju. U ovom uzrastu srčani mišić postaje duplo veći nego što je bio u uzrastu 9-11 godina. Odlike rasta srčanog mišića mogu dovesti do pojave povećanog krvnog pritiska i prolazne mišićne hipertrofije koja je posljedica smanjenog obima krvnih sudova u odnosu na masu srčanog mišića.

Uzrast od 5-11 godina

Aktivnosti koje povoljno utiču na razvoj izdržljivosti kod djece ovog uzrasta za cilj treba da imaju svestrani karakter kako bi se omogućio razvoj kardiorespiratornog sistema. Doziranje opterećenja je od ključnog značaja, a naročito je povoljno korištenje vježbi dinamičkog karaktera sa kvalitetnim izmjenama intervala rada i odmora. Najbolje aktivnosti su igre zabavnog karaktera koje uključuju različite oblike trčanja, skakanja, penjanja, puzanja i hodanja. Povoljne su i različite hvatalice i takmičarski poligoni za koje je potrebna određena

količina vještine. Ipak, u ovom periodu, na razvoj izdržljivosti kod djece najbolji transfer prave aktivnosti plivanja, skijanja i trčanja niskog intenziteta.

Uzrast djece 11-15 godina

Osnovni zadatak primijenjenih aktivnosti za razvoj izdržljivosti u ovom uzrastu treba biti usmjeren na njegovanje i dalji razvoj kardiorespiratornih funkcija. Idealne aktivnosti u ovom uzrastu čine lakša trčanja, sportske igre i dugoročne aktivnosti poput aktivnosti u prirodi. Upravo ovakve aktivnosti dovode do jačanja srčanog mišića i povećavaju respiratornu funkciju organizma.

Uzrast 15-18 godina

U ovom uzrastu redoslijed, intenzitet i trajanje aktivnosti značajno utiču na pojavu fenomena „mišićne pumpe“, kada rad srca i njegovu efikasnost povećava aktivnost mišića prilikom cirkulacije krvi kroz kardiovaskularni sistem i na taj način pomaže respiratornom sistemu da optimalno funkcionira kod povećanih radnih napora. Visoka aktivnost lokalnih mišićnih grupa i regija dovode do nepovoljnih uslova za dugotrajno odvijanje aerobnih metaboličkih procesa. Ovo je veoma važno zato što tada dolazi do nakupljanja štetnih metabolita poput mliječne kiseline i dolazi do aktivacije puferskih sistema. Aktivnosti koje se mogu koristiti za razvoj izdržljivosti u ovom periodu mogu biti usmjerene i na razvoj anaerobne izdržljivosti, bez straha da nastane oštećenje ili „mitohondrijsko sagorijevanje“ (Brenner i saradnici, 2007) koje može dugoročno inhibirati procese proizvodnje aerobne energije. Pravilan razvoj izdržljivosti ili prevencija neželjenog stanja energetske sagorijevanja vrši se odabirom višestраниh aktivnosti u razvoju izdržljivosti, a ne uskom specijalizacijom.

Smjernice kojima se treba voditi u kreiranju aktivnosti za razvoj izdržljivosti u ovom uzrastu uključuju: a) kreiranje aktivnosti kako bi vježbanje bilo zabavno, b) odmarati se 2 dana sedmično od organizovanog ili strukturiranog bavljenja sportom ili ustaljene aktivnosti kako bi dopustili tijelu djece da se odmori ili ga uključiti u druge aktivnosti, c) izbjegavanje upotreba visoko intenzivnih metoda za razvoj izdržljivosti i d) postupnost u povećanju volumena aktivnosti.

Uska sportska specijalizacija odraslih

Uska sportska specijalizacija djece u sportovima izdržljivosti može se vršiti tek nakon navršenih 18 godina kada počinje upotreba sportskih metoda za razvoj izdržljivosti poput:

- a) Intenzivne kontinuirane metode
- b) Intenzivne diskontinuirane metode (Fartlek i slično)
- c) Intervalne metode bez potpunog oporavka (HIIT metode)
- d) Metode ponavljanja sa potpunim oporavkom

Literatura:

Ahmaidi, S., Collomp, K., Caillaud, C., Prefaut, C. (1992). Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 13(3):243-248.

Bok, D., Jukić, I. (2013) Sposobnost ponavljanja sprintova: Ograničavajući čimbenici i trenajne strategije. Kondicijska priprema sportaša godišnja međunarodna konferencija Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Bompa, O. T. (2009). Periodizacija: Teorija i metodologija treninga. Zagreb: Gopal

Brenner, J. S., Council on Sports Medicine and Fitness. (2007). Overuse injuries, overtraining, and burnout in child and adolescent athletes. *Pediatrics*, 119(6), 1242-1245.

Maresh, C. M. (2012). Metabolički trening- pozvano predavanje. Kondicijska priprema sportaša-međunarodna konferencija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Dick, F. (2007). *Sports Training Principles*. London: A. & C. Black.

Heimer, S., Matković, R. B. (1995). Izdržljivost. Športska medicina. Zagreb.

Hollmann, W., Hettinger, T. (2000). *Sport-medizin*. Publisher: Schattauer, F.K. Verlag.

Issurin, V. (2009). Blok periodizacija - prekretnica u sportskom treningu [Block periodization - a turning point in sports training]. Belgrade, RS: Datastatus

Iveković, I. (2012). Različite vrste/podvrste specifične izdržljivosti. Kondicijska priprema sportaša godišnja međunarodna konferencija. str.127-131. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Iveković, I. (2019). Brzinska izdržljivost - teoretski koncept. Kondicijska priprema sportaša-međunarodna konferencija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Iveković, I. (2019). Pojam i definicija izdržljivosti te njena klasifikacija. Kondicijska priprema sportaša- međunarodna konferencija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Jerković, M., Jerković, S., Mejovšek, M. (2003). Brzinska izdržljivost u kondicijskoj pripremi nogometaša. Kondicijska priprema sportaša godišnja međunarodna konferencija, Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa, str. 439-441. Kineziološki fakultet; Zagrebački športski savez

Reinholz, K., Sukrešk, M., Vučetić, V. (2013). Razlike u zonama opterećenja analiziranim različitim algoritmima. Kondicijska priprema sportaša- međunarodna konferencija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Kuterovac P., Zoretić D. (2009). Energetska metabolička aktivnost tijekom plivanja. Kondicijska priprema sportaša- međunarodna konferencija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Marković, G., Peruško, M. (2003). Metodčke osnove razvoja snage. U Milanović, D. i Jukić, I. (ur.), Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova. (str. 187–194). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- Milanović, D. (2013). Teorija treninga. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije
- Smuda, A., Vučetić, V. (2009). Analiza brzine oporavka nakon testa 300 jarda temeljem frekvencije srca za vrijeme 10 minuta odmora., Kondicijska priprema sportaša godišnja međunarodna konferencija str. 155- 158. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske
- Starosta, W., Petryński, W. (2007). Selected problems of terminology Kinesiology 39- 1:5-14.
- Vučetić, V. (2009). Dijagnostički postupci za procjenu energetske kapaciteta sportaša. U Jukić, I., Milanović, D., Šalaj, S., Gregov, C. (ur.). Zbornik radova, 7, 20-31.
- Vučetić, V., Ivanjko, A., Šentija, D., Sedar, M. (2003). Brzinska izdržljivost nogometaša. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa, str. 422-425. Zagreb: Kineziološki fakultet; Zagrebački športski savez.
- Zaciorski, V. M. (1975). Fizička svojstva sportiste. Beograd: Partizan
- Zatsiorsky, V., Kremer, V. (2009). Nauka i praksa u treningu snage - drugo izdanje. Data Status, Subcom, Beograd.
- Željaskov, C. (2004). Kondicioni trening vrhunskih sportista. D.T.A. Trade, Beograd, Sportska akademija Beograd.

Koordinacija

Termin koordinacija ili koordiniranje se često susreće u literaturi koja se bavi različitim aspektima ljudske djelatnosti kao što su ekonomija, tehnologija, sigurnost, transport, medicina, sport ali i mnogi drugi. Sam termin koordinacija je latinskog porijekla (lat. *coordinatio*) i u osnovi znači usklađivanje, prilagođavanje ili međusobna usklađenost više faktora u jednu uređenu tj. organizovanu cjelinu. Dakle, sam termin se prvenstveno odnosi na funkcionalno djelovanje različitih faktora koji međusobno sarađuju (koordinišu) s ciljem obavljanja nekog zadatka. S aspekta kineziologije, koordinacija se najčešće definiše kao bazična motorička sposobnost i, na žalost, izaziva najveće neslaganje među istraživačima.

Različita shvatanja i definisanja koordinacije su nastala zbog njene izrazito složene strukture (koja nikada nije do kraja usaglašena), manifestnih oblika ispoljavanja, veoma kompleksnih pozadinskih neurofizioloških mehanizama ali i zbog jezičke neusaglašenosti autora s različitim govornih područja. Ako se krene od samog termina, dosta često se u starijoj literaturi (naročito onoj iz Ruskog govornog područja) umjesto koordinacija koristi termin okretnost ili spretnost a nešto rjeđe umješnost, snalažljivost ili vještost. Kada je u pitanju definisanje i struktura koordinacije, u stručnoj literaturi je moguće pronaći zaista veliki broj sličnih (ali različitih) definicija i pristupa u shvatanju i određivanju strukture ove sposobnosti. Prema Idrizoviću i saradnicima (2001), koordinaciju je prvi identifikovao McCloy (1934) godine i definisao je kao koordinaciju velikih mišićnih grupa, te je, dvije godine kasnije, izdvojio i faktor „motoričke edukabilnosti“. Isti autor, između ostalog, navodi da su istraživanja, nakon ovih temeljnih, izolovala koordinaciju prema topološkim regijama i različitim kriterijima te tako razlikujemo opštu i specifičnu koordinaciju ili koordinacijski faktor koji se odnosi na brzinu izvođenja kompleksnih i/ili ritmičnih motoričkih radnji. Ako se u obzir uzmu medicinski ili neurofiziološki faktori i definicije koordinacije, onda ne čudi da je još 1975. godine Zaciorski zaključio da je, od svih fizičkih karakteristika, pojam okretnosti (termin koji on koristi umjesto koordinacije) najmanje tačno određen i izaziva najveće nesuglasice. Istog mišljenja je i Mikić (2000) koji navodi da, pri razmatranju motoričkih sposobnosti, najviše razlika u mišljenju i definisanju je vezano za koordinaciju.

U teorijskom smislu, koordinacija je pod direktnom kontrolom mehanizam za strukturiranje kretanja, koji određeni autori poistovjećuju sa koordinacijom, pa tako, Sekulić i Metikoš (2007) ovaj mehanizam nazivaju generalnim faktorom koordinacije. Obzirom da ovaj mehanizam dominantno određuje efikasnost i brzinu usvajanja novih kretnih struktura tj. formiranje vlastitih motoričkih programa, većina autora se slaže da je koordinacija kompleksna motorička dimenzija koja predstavlja jedan oblik motoričke inteligencije (Fleishman, 1972). Poznato je da ovaj mehanizam, a samim time i koordinacija, utiče na realizaciju praktično svih kretnih struktura, od najjednostavnijih do najsloženijih oblika kretanja. Zbog toga, važnost ove sposobnosti raste sa složenošću motoričkih aktivnosti, a najviše dolazi do izražaja u situacijama u kojim se javlja potreba brzog rješavanja problema na motoričkom nivou. Ako se u obzir uzme samo kriterij hijerarhijske strukture i organizovanja motoričkih sposobnosti, onda se može reći da je koordinacija najvažnija sposobnost u pogledu sveukupne efikasnosti motoričkog ponašanja ljudskih bića. Iz tih razloga, Mikić (2000) o koordinaciji govori kao o posebnom psihomotornom svojstvu koje usklađuje (koordinira) svim ostalim fizičkim potencijalima i organizuje ih u precizne, optimalnom brzinom i snagom izvedene motorne cjeline.

Faktori koordinacije

Obzirom na multidimenzionalnost koordinacije kao sposobnosti, u literaturi ne postoji slaganje istraživača ni u vezi faktora koji utiču na ispoljavanje sposobnosti. Ipak, kako navodi Nićin (2000), sve dimenzije koordinacije zavise od nekoliko faktora, i to: kognitivne sposobnosti, uzrasta, prethodnog motoričkog iskustva, emocionalnog stanja, koncentracije i motivacije. Isti autor navodi da se, kada su u pitanju kognitivni faktori, prvenstveno spominje inteligencija koja dominantno utiče na sposobnost učenja, naročito kompleksnih kretnih struktura. Međutim, inteligencija ima izrazito veliki uticaj u takmičarskima aktivnostima kada je potrebno naći optimalno rješenje u uslovima vremenskog deficita. Uzrast je faktor koji se u kontekstu koordinacije spominje kroz senzibilne faze razvoja u kojima nervni sistem intenzivno sazrijeva, što, u konačnici, rezultira značajnim povećanje ove sposobnosti. Prethodno motoričko iskustvo je faktor o kojem je ranije bilo govora i odnosi se na činjenicu da veća motorička baza daje bolje predispozicije za učenje novih, naročito kompleksnih, kretanja. Emotivni stres je jedan od faktora koji može negativno uticati na koordinacijske sposobnosti jer može imati inhibicioni efekat na izvođenje kompleksnih kretanja. Također, sposobnost pažnje, koja direktno zavisi od koncentracije utiče na uočavanje ključnih elemenata kretanja („usresređivanje“ kako ga autor naziva), a samim time i na izvođenje određenih kretanja. Kao posljednji faktor, Perić navodi motivaciju, objašnjavajući to na način da upravo motivacija može da podstakne vježbača da izvede neko koordinativno zahtjevno kretanje koje nikad do tada nije izveo ili se nije usudio pokušati.

Od ostalih teorija koje podrazumijevaju druge faktore uticaja na koordinaciju vrijedi spomenuti teoriju generalnog faktora razvoja koju je, prema Željaskovu (2004), prvi definisao Balasević (1975). Prema ovoj teoriji, koordinacija je uslovljena sa tri faktora, i to: genetski - koji određuju motorički i morfološki razvoj, prvenstveno lokomotornog aparata, faktor opšteg uticaja okoline - koji utiče na formiranje baze (arsenala kako ga autor naziva) svakodnevnih pokreta i faktor sportskog usavršavanja - koji podrazumijeva ciljani, kineziološki potaknut, uticaj na razvoj ove sposobnosti.

Na nivou motoričkog zadatka koordinacija zavisi od više faktora, a u prvi plan se izdvajaju: tačnost u odnosu na koordinacijsku složenost zadatka, tačnost u odnosu na prostor, tačnost u odnosu na vrijeme i tačnost u odnosu na doziranje ispoljene sile i snage (Perić, 2003). Isti autor, između ostalog, navodi da ovi faktori određuju zahtjevnost motoričkog zadatka i da se moraju uzeti u obzir prilikom procjene i razmatranja koordinacije kao bazično-motoričke sposobnosti, ali i njene uzajamne povezanosti sa ostalim dimenzijama antropološkog prostora. U tom smislu, Bompá (2006) navodi da nivo razvijenosti drugih biomotoričkih sposobnosti, kao što su brzina, jakost, izdržljivost i fleksibilnost, utiče na koordinaciju jer postoji takva bliska povezanost između njih. Loša sposobnost u jednom području predstavlja faktor ograničenja za usavršavanje koordinacije i obrnuto.

Evidentan je i uticaj morfoloških karakteristika, vanjskih tj. uslova sredine, kao i metaboličkih kapaciteta u procesu izvođenja testova koordinacije ili njenog ispoljavanja u realnim trenajno-takmičarskim uslovima. Generalno, motorička aktivnost se odvija u realnim trenajnim ili takmičarskim uslovima i uvijek je usmjerena ka izvođenju konkretnih kretnih tj. motoričkih zadataka. S obzirom na izuzetnu složenost prostora koordinacije, nameće se pitanje da li je koordinacija uopšte zasebna motorička sposobnost ili ona ustvari predstavlja sposobnost integrativnog ispoljavanja ostalih motoričkih sposobnosti kroz njihovu sublimaciju? Odgovor na ovo pitanje nije jednostavan jer koordinacija zavisi od velikog broja, kako motoričkih, tako i drugih faktora, ali isto tako, utiče i na efikasnost i svrsishodnost skoro svih pokreta koji u

osnovi mogu imati potpuno druge motoričke sposobnosti (Kovačević i Babajić, 2011). Generalno, te veze imaju dvosmjernan karakter jer ostale antropološke dimenzije utiču na koordinaciju u istoj mjeri u kojoj ona određuje njihovo ispoljavanje u realnim uslovima. Upravo zbog ovakve međusobne zavisnosti koordinacije i ostalih antropoloških dimenzija, primarno motoričkih sposobnosti, ona je proučavana u velikom broju studija koje su za cilj imale utvrditi njenu latentnu strukturu ali i manifestne oblike ispoljavanja.

Struktura prostora koordinacije

Definisanje strukture koordinacije počelo je 30-ih godina prošlog vijeka, a na ovim prostorima, istraživanjem na jugoslavenskoj omladini 70-ih godina. Kako je već ranije navedeno, autori u tim istraživanjima navode da u prostoru koordinacije egzistira jedan masivni faktor širokog spektra utjecaja koji su, nakon niza provedenih faktorskih analiza motoričkog prostora, nazvali mehanizmom za strukturiranje kretanja. Istraživači koji se isključivo pozivaju na strukturu nadređenog mehanizma u prostoru koordinacije izdvajaju šest vrsta tj. manifestnih oblika ispoljavanja koje neki, čak, smatraju i zasebnim koordinacijskim sposobnostima. Prema tom kriteriju, u prostor koordinacije se ubrajaju: koordinacija čitavog tijela, faktor učenja kompleksnih motoričkih radnji, koordinacija ruku, faktor reorganizacije motornih stereotipa, koordinacija u ritmu i faktor brzog izvođenja kompleksnih motornih zadataka. Danas se, na našem govornom području, većina istraživača oslanja na ovu strukturu prostora koordinacije, ali uz određene modifikacije. Tako, Mikić (2000) i Sekulić i Metikoš (2007) navode da je koordinacija, kao motorička sposobnost, uglavnom određena slijedećim faktorima: koordinacijom cijelog tijela, ruku i nogu, brzinom izvođenja kompleksnih kretnih struktura, brzinom učenja kretnih struktura, reorganizacijom stereotipa kretanja i koordinacijom u ritmu.

Koordinacija (cijelog) tijela je faktor koordinacije koji objedinjuje tri relativno zasebna pod-faktora a to su: koordinacija ruku, koordinacija nogu, i koordinacija tijela. Ova klasifikacija je nastala prema kriteriju topološki uslovljenog ispoljavanja ove sposobnosti. Zanimljivo je da su ovi faktori, kao u cjelini nezavisni, definisani u samim počecima određivanja strukture koordinacije jer su, sa empirijskog stajališta, utvrđene razlike u stepenu spretnosti obavljanja različitih motoričkih aktivnosti pojedinim dijelovima tijela. Iako se ovaj faktor definiše integralno, utvrđena je značajna autonomija u stepenu ispoljavanja koordinacijskih sposobnosti pojedinih dijelova tijela. Konkretno, ne mora da znači da će, ako je koordinacija jedne tjelesne regije dobro razvijena, isto biti i sa drugim tjelesnim regijama. Također je utvrđeno da koordinacija ima značajnu specifičnost u odnosu na tip aktivnosti te da, u zavisnosti od karaktera same trenajne aktivnosti, zavisi i od toga koja od tjelesnih regija će biti dominantno korištena.

Brzina izvođenja složenih motoričkih struktura je jedan od manifestnih oblika koordinacije koji se najčešće poistovjećuje sa samom sposobnosti. Jedan od razloga je to što se koordinacija, prema jednom broju autora, definiše kao sposobnost izvođenja složenih tj. kompleksnih kretanja koja podrazumijevaju kretanje tijela čije referentne tačke opisuju relativno komplikovane trajektorije (putanje) kretanja. Također, kao razlog za ovu pojavu, Sekulić i Metikoš (2007) navode da su ljudi navikli da u procjeni koordinacije zadatak treba biti složen i da ga treba izvesti maksimalno brzo, te da, analogno tome, osoba koja brže riješi zadatak koji je motorički komplikovan, ima bolju koordinaciju. Međutim, ovo je relativno nezavisan koordinacijski faktor što znači da osobe koje imaju razvijenu ovu sposobnost ne moraju nužno biti dobre i u drugim manifestacijama koordinacije (npr. baratanje predmetima ili reorganizaciji stereotipa kretanja-gibanja).

Brzina učenja novih motoričkih zadataka je primarni koordinacijski faktor koji je, prema svojoj suštini, najbliži nadređenom faktoru tj. mehanizmu za strukturiranje kretanja. Ovaj faktor je među prvim definisanim u prostoru koordinacije i u literaturi se često naziva faktorom motoričke edukativnosti. Suštinski, razvijenost ovog faktora određuje sposobnost učenja i usvajanja novih, relativno kompleksnih, kretnih struktura i stvaranja motoričkih programa potrebnim za njihovo efikasno korištenje u budućnosti. Ova sposobnost je direktno zavisna od motoričkog iskustva, odnosno, od broja i kvalitete prethodno naučenih motoričkih programa, a zbog činjenice da, sa većom „motoričkom bazom ili motoričkom memorijom“ (kako je nazivaju neki autori) rastu i brzina i kvalitet učenja novih, naročito složenih, kretnih struktura.

Reorganizacija stereotipa kretanja (gibanja) je koordinacijski faktor odgovoran za izvođenje nestereotipnih kretnih obrazaca. U teoriji se stereotipna kretanja definišu kao naučene kretne strukture koje se izvode na visokom stepenu automatizacije, što podrazumijeva postojanje stabilnih motoričkih programa. S druge strane, nestereotipna kretanja podrazumijevaju izvođenje djelimično promijenjenih (reorganizovanih) ili dislociranih kretnih struktura koje su nastale iz naučenog tj. stereotipnog kretanja. Generalno se ovaj motorički faktor testira i trenira u uslovima u kojim se neki naučeni kretni obrasci izvode u suprotnom smjeru, na primjer, „slabijom“, nedominantnom stranom tijela ili se pak kombinuju različiti kretni zadaci. Perić (2003) navodi da je, sa aspekta koordinacije, sve sportove moguće podijeliti na stereotipne (ciklične) i nestereotipne (aciklične), te je, u skladu s tim, reorganizacija stereotipa kretanja dominantan faktor kod nestereotipnih kretanja pri kojim se, u samoj trenažnoj ili takmičarskoj praksi, stalno dešavaju nove, nepredviđene situacije u kojima je potrebno prilagoditi primarnu tehniku kretanja. Sposobnost reorganizacije dinamičkog stereotipa gibanja predstavlja posebnu motoričku kvalitetu od koje, u velikom broju situacija, zavisi i ukupna motorička efikasnost (Sekulić i Metikoš, 2007).

Koordinacija u ritmu je koordinacijski faktor odgovoran za izvođenje relativno složenih kretanja u određenom, najčešće unaprijed postavljenom-zadanom, ritmu pri čemu se pokreti moraju koordinisati u skladu sa ritmom u kojem se izvode. Ovakve kretne strukture su najčešće vezane za aktivnosti i sportove koji se izvode uz muziku koja određuje frekvenciju i brzinu izvođenja pokreta. Drugi slučaj koordinacije u ritmu se odnosi na izvođenja konkretnih zadanih kretnih struktura sa promjenama tj. prilagođavanjem ritma u zavisnosti od drugih faktora. Ove manifestacije su mnogo češće u sportovima sa loptom, skijanju i drugim aktivnostima u kojim se ritam izvođenja određenih tehničkih elemenata prilagođava promjenama situacije na samom terenu ili uslovima odvijanja kretanja tj. igre. Osjećaj za ritam je jedan od dominantnih faktora uspjeha u sportu jer se susreće i u cikličnim i acikličnim aktivnostima.

Pored ove strukture koordinacije, u literaturi se mogu pronaći i drugi modeli koji imaju veći ili manji broj faktora. Za potrebe ove publikacije će bit pobrojani oni koji, po mišljenju autora, dodatno pojašnjavaju strukturu koordinacije kao bazičnomotoričke sposobnosti. U tom smislu, prvo treba spomenuti strukturni model koji se bazira na istraživanjima ruskih autora, a koji je dao Zaciorski (1975). Prema ovom modelu, koordinacija (okretnost kako je on naziva) ima tri faktora, i to: sposobnost preciznog izvođenja brzih pokreta, sposobnost brzog učenja pokreta i sposobnost motornog transfera srodnih i nesrodnih pokreta. Obzirom da su prva dva faktora iz ovog modela već ranije objašnjena, jer se u suštini podudaraju sa faktorima koordinacije zasnovane na hijerarhijskoj strukturi mehanizma za strukturiranje kretanja, ovdje će biti govora samo o trećem faktoru - motoričkom transferu. Motorički transfer srodnih i nesrodnih pokreta se bazira na teoriji da prethodna iskustva i usvojena motorička znanja mogu imati uticaj na brzinu učenja i kvalitet novog kretanja te je, kao takav, interesantan za područje „motoričkog učenja“. U teoriji postoje tri vrste transfera znanja, i to: pozitivni, negativni i nulti. Pozitivni se

definiše kao poboljšanje sposobnosti za izvedbu nekog motoričkog zadatka koje je rezultat vježbanja ili iskustva iz nekog drugog motoričkog zadatka (Schmidt i Lee, 2005). Ukoliko prethodno stečena znanja koče proces usvajanja ili izvedbu novih, riječ je o negativnom transferu, dok, ako ne postoji evidentan uticaj na novo usvajanje ili izvedbu znanja, tada se radi o nultom transferu.

Kod objašnjavanja koordinacije potrebno je spomenuti Berštajnovu teoriju i hijerarhijskog model formiranja pokreta. Prema ovom modelu, sve manifestacije koordinacije je moguće razvrstati u dvije klase i to: tjelesna koordinacija i predmetna (rekvizitna) ili ručna koordinacija. Prema ovoj teoriji, koordinacija je objašnjena kao sposobnost koja se ispoljava kroz voljne pokrete i to kroz četiri nivoa (refleksni, sinergijski, nivo prostornog polja i nivo predmetnog dejstva). Obzirom da cilj ovog poglavlja nije objašnjavanje regulacije pokreta nego struktura koordinacije, bitno je naglasiti da ova teorija podrazumijeva četiri pomenuta nivoa kao nivoe složenosti, te da, svaki sljedeći nivo daje mogućnost koordinacije i izbora većeg broja motoričkih programa motoričkog ponašanja. Sličan model strukture i složenosti koordinacije je dao Farfelj (1970) prema kojem postoji pet nivoa složenosti koordinacije. Prvi nivo podrazumijeva najjednostavnije kretne strukture zasnovane na refleksima i simetrične bilateralne pokrete (ili istovremene pokrete ekstremiteta iste strane tijela). Drugi nivo čine koordinativno složeniji kretni obrasci koji podrazumijevaju unakrsne kretne strukture (npr. istovremeni pokreti jedne ruke naprijed a druge nazad). Treći nivo podrazumijeva naizmjenične pokrete u određenom ritmu, dok četvrti podrazumijeva strukturalno složene pokrete u više ravni i peti kompleksne asinhronne pokrete koji se odvijaju uz promjenu ritma.

Prema Idrizoviću (2011), autori su u nekim novijim istraživanjima, koja su se bavila strukturom koordinacijskih sposobnosti, došli do više ili manje sličnih faktora. Vrijedno je spomenuti da Roussev (1998) navodi 5 nivoa koordinacijskih sposobnosti. Ti nivoi su:

- sposobnost regulacije ponašanja mišićnih vlakana (omogućava promjenu mišićnog naprezanja i elastičnost mišićnog tkiva);
- sposobnost regulacije mišićnog naprezanja (omogućava regulisanja promjena u mišićnom naprezanju i održavanja konstantnog mišićnog naprezanja);
- sposobnost regulacije kretanja dijelova tijela (omogućava održavanja statičke pozicije dijelova tijela, kinestetičku i vremensku motornu regulaciju, regulaciju motoričke imitacije i sposobnost izvođenja ritmičkih pokreta);
- sposobnost kretanja cijelog tijela (omogućava održavanje ravnotežnog položaja tijela, regulaciju rotacijskih kretanja tijela i regulaciju lokomocije kroz sposobnost promjene pravca kretanja);
- sposobnost regulisanja pokretnih objekata (omogućava regulaciju manualne stabilizacije, taktilnu regulaciju manipulacije kretanja pokretnim objektima i vizuelnu regulaciju kretanja pokretnih objekata s jednog mjesta na drugo).

Na kraju, Idrizović (2011) navodi da se, komparirajući radove Gredelja i saradnika (1975), kao i svih ostalih istraživača koji su svoje strukturalne modele koordinacije temeljili na mehanizmu za regulaciju kretanja sa radovima koji su koristili druge kriterije za određivanje modela kao Rousseva (1998), nazire činjenica da ukupni kapacitet sposobnosti, kao što je koordinacija, čini zapravo sve one potencijale koji ujedno određuju i cjelokupnu čovjekovu motoriku. Na temelju toga se može hipotetski reći da je koordinacija jedina motorička sposobnost koja u sebi nosi sve ili skoro sve karakteristike cijelog motoričkog prostora.

Iz navedenog se jasno može zaključiti da, u zavisnosti od istraživačkog interesa i kriterija koji se koristi, postoje i različiti strukturalni modeli koordinacije koji, između ostalog, uključuju i

različite manifestne oblike ispoljavanja. U tom smislu, kod različitih autora se mogu pronaći i manifestni oblici poput brzinske koordinacije, ritmičke koordinacije, brzog učenja motoričkih zadataka, prostorno-vremenska orijentacija i pravovremenost ili „tajming“. Pored ovih manifestacija, neki autoru u prostor koordinacije ubrajaju i druge motoričke sposobnosti kao što su agilnost, ravnoteža ili preciznost, a koje su u ovoj publikaciji tretirane nezavisno, te se o njima, u ovom poglavlju, neće dalje diskutovati. Međutim, bez obzira na različite strukturalne modele, većina autora se slaže da je koordinacija multifunkcionalna sposobnost koja zavisi od velikog broja antropoloških dimenzija i čiji faktori se ne ispoljavaju izolovano. U tom smislu, Dautbašić i Bradić (2005) navode da jedna koordinativna sposobnost nikada ne djeluje izolovano kao samostalan preduslov ostvarenja cilja, već je uvijek prisutno više sposobnosti koje su u uzajamnoj međusobnoj vezi. Zbog toga se u praksi koordinacijske sposobnosti najčešće razvijaju integralno, kroz različite methodske postupke, uz poštovanje senzibilnih faza razvoja i bez apsolutne distinkcije ili razvoja samo pojedinog koordinacijskog faktora ili manifestnog oblika ispoljavanja.

Senzibilne faze i mogućnost kineziološkog uticaja na razvoja koordinacije

Obzirom da je koordinacija veoma složena motorička sposobnost s velikim brojem manifestnih oblika ispoljavanja, veoma je teško precizno odrediti period u kojem se ova sposobnost u cjelini ili njeni pojedinačni faktori najbolje razvijaju. Međutim, veliki broj istraživača se slaže da je koordinacijske sposobnosti važno razvijati u dobi od 6 do 12 godina tj. do početka puberteta. Fach (1998) navodi da je senzibilna faza za razvoj koordinacije u periodu 7-14 godina starosti, s najosjetljivijim periodom između desete i trinaeste godine života. Djevojčice dostižu najbolje rezultate u području koordinacije između sedme i devete godine života, najdalje do jedanaeste godine. Vidljivo je da je to kod dječaka nešto kasnije. Generalno se može reći da je jedan od najvažnijih perioda u motoričkom razvoju djece između devete i dvanaeste godine života. Ovo je period u kojem su djeca razvojno spremna da nauče i savladaju opšte sportske vještine koje predstavljaju kamen temeljac sportskog razvoja (Balyi 2001; Rushall, 1998; Viru i sar., 1998). Postoji konsenzus istraživača da se koordinacija najbolje razvija do puberteta početkom kojeg dolazi do zaustavljanja ili u nekim slučajevima čak i opadanja njenog razvoja. U tom smislu, Abazović i saradnici (2011) navode da tokom puberteta dolazi do stagnacije, dok u periodu završnog sazrijevanja postoji mogućnost blagog razvoja, a sa završetkom puberteta dolazi i kraj razvoju koordinacije.

Omjer razvoja koordinacije prije puberteta i u periodu završnog sazrijevanja je 3:1 i činjenica je da koordinacija jako puno zavisi od veličine tijela jer ova sposobnost značajno stagnira u periodu puberteta u kojem je najviše izražen rast i razvoj tijela (Dautbašić i Bradić, 2005). Kada je u pitanju genetska uslovljenost koordinacije, većina autora se slaže da je to genetski visoko uslovljena sposobnost ali, isto tako, različiti koordinacijski faktori mogu imati različitu genetsku determinantu. Tako, Milanović (2013) navodi da koordinacijski faktori mogu biti genetski uslovljeni između 35 i 90% što ipak ostavlja veliki prostor za kineziološki uticaj na određene koordinacijske faktore.

Kada su u pitanju sredstava za razvoj koordinacije i generalno mogućnost kineziološkog uticaja na ovu sposobnost, u praksi postoje različiti pristupi. Najjednostavnija podjela se odnosi na bazična i specifična sredstva (Mikić, 2000). Bazična ili opšta sredstva predstavljaju vježbe i igre koje nisu specifične (karakteristične) za određenu granu sporta ali su, po karakteru, dovoljno složena da razvijaju koordinaciju. S druge strane, specifična sredstva predstavljaju vježbe i kretne strukture koje su bliske strukturi kretanja izabranog sporta. Pored navedenih, pojedini autori podrazumijevaju i situacijska sredstva razvoja koordinacije koja predstavljaju

kompleksne tehničko-taktičke kretne strukture usmjerene ka unapređenju situacijske efikasnosti u konkretnim trenajno-takmičarskim uslovima. Svi operatori, opšti, specifični i situacijski, imaju svoju ulogu u pojedinim fazama učenja, periodima razvoja ili trenajnim ciklusima, s tim da se različiti operatori u većini slučajeva međusobno nadovezuju, prepliću ili preklapaju.

U procesu usavršavanja koordinacije, Mikić (2000) navodi dvije osnovne metode koje podrazumijevaju: sistematsko usavršavanje novih kretnih struktura i primjenu usvojenih kretanja u novim uslovima izvođenja. Usvajanje i usavršavanje novih kretnih struktura bi trebalo da povećaju motoričku bazu i time obezbijedi uslove za motoričku edukabilnost kao jedan od faktora koordinacije. Međutim, samo povećanje broja usvojenih kretnih struktura neće povećati koordinaciju ako te aktivnosti nisu usvojene do nivoa stabilizacije tehnike i njene efikasnosti u realnim uslovima. S druge strane, izvođenje poznatih kretanja u novim uslovima razvija faktor reorganizacije stereotipa kretanja i doprinosi rješavanju iznenadnih situacija u nepredviđenim uslovima. Zajedničko djelovanje ova dva faktora tj. metoda puta, bi trebalo unaprijediti sposobnost brzog izvođenja složenih kretnih struktura.

U pogledu metodike razvoja i usavršavanja koordinacije, Željaskov (2004) navodi tri osnovna metoda postupka. To su: usvajanje novih raznolikih pokreta sa postepenim povećanjem njihove koordinacijske složenosti, razvoj sposobnosti za brzu preorijentaciju (reorganizaciju) i racionalno usaglašavanje motoričkih radnji u skladu sa promijenjenom situacijom i povećanje preciznosti motoričkih radnji i percepcije za vrijeme, prostor i naprezanje. Generalno, ovaj autor koordinaciju definiše kao sposobnost organizma da adekvatno motoričkom zadatku usklađuje pojedine pokrete i radnje u odnosu na vrijeme, prostor i naprezanje i, uz to, navodi preporuke za njeno usavršavanje. Konkretnije, pri razvoju koordinacije bi se trebalo voditi opštim načelima koja podrazumijevaju sljedeći redoslijed:

- precizno izvođenje vježbi u odnosu na prostorne karakteristike - pravac i amplituda;
- povećanje koordinacijske složenosti uvođenjem izmjena u ritmičku strukturu vježbe;
- postepeno ubrzavanje izvođenja vježbi vodeći računa da ne dođe do poremećaja preciznosti izvođenja;
- usloznavanje situacija u prostoru i vremenu;
- traganje za ekonomizacijom motoričkih radnji.

Generalno se može reći da su koordinacijske sposobnosti i njihov razvoj osnova dugoročnog sportskog razvoja. Taj preduslov za sportski razvoj, o bilo kojoj disciplini da se radi, leži u razvoju i održavanju koordinacijskih sposobnosti, prvenstveno bazičnog, a potom i drugih oblika ispoljavanja. Visok nivo koordinacijskih sposobnosti, formiran u ranom periodu trenajnog procesa, vrši pozitivan efekt na dalje razvijanje specifične tehnike (Tataruch, 2008). Također, koordinacijske sposobnosti određuju i kvalitet učenja i razvijanja fizičkih kretanja, stabilizaciju tehnike i preduslov su za efektivno korištenje stečenih vještina u promjenjivim uslovima (Harre, 1985).

Fiziološka osnova koordinacije

Neuro-fiziološka baza većine motoričkih sposobnosti je veoma složenog karaktera, a obzirom da je koordinacija najsloženija motorička sposobnost, sigurno je da su njeni pozadinski mehanizmi regulacije daleko kompleksniji i složeniji u odnosu na druge motoričke sposobnosti. Iz tih razloga, ovaj dio teksta ima za cilj da predstavi osnovne mehanizme regulacije koordinacije i njihovo definisanje iz različitih istraživačkih uglova. Kako navode

Abazović i saradnici (2011), među prvim istraživačima koji su ispitivali mehanizme koordinacije motorike bio je Pavlov (1927). Po njegovoj koncepciji, kinestetički receptorski sistem motornog analizatora ima neobično veliku sposobnost asocijacije sa drugim receptorskim sistemima. On je među prvim istakao da se voljni karakter motorike provodi isključivo preko kortikalnih mehanizama te da je koordinacija uslovljena ispunjavanjem fizioloških preduslova. Ona se može podijeliti na nervnu, mišićnu i motornu.

Pod nervnom se podrazumijevaju svi procesi i aktivnosti nervnih centara preko kojih se donosi rješenje motornog zadatka. Mišićna se odnosi na usaglašenu kontrakciju i relaksaciju mišića i osnova je za kretanje. Motornu predstavlja usaglašena aktivnost dijelova tijela u prostoru i vremenu, odnosno, aktivnosti su usaglašene sa motornim zadatkom, njegovim rješenjem i tekućom situacijom u funkcionalnom stanju organizma. Treća je, u suštini, sposobnost CNS-a pomoću koje se vrši upravljanje različitim tipovima lokomocije i optimizira rad lokomotornog aparata. Spada u sposobnosti sa neurogenim izlazom, odnosno, određena je sposobnošću nervnog sistema da obrađuje podražaje i strukturira kretanje u situacijskim uvjetima (Perić, 2007).

Drugi autori, koji su koordinaciju posmatrali iz perspektive regulacije pokreta ili pozadinskih neuro-fizioloških mehanizama, navode da se fiziološka osnova koordinacije nalazi u zajedničkoj aktivnosti CNS-a i skeletne muskulature koja se ostvaruje sa ciljem postizanja kretnog razvoja i djelovanja (Bornemann, 2001). To se ostvaruje kroz sinhronizaciju neuroloških procesa na način da podražaj jednog motoričkog centra, koji upravlja kretanjem jednog dijela tijela, ne onemogućava drugim motoričkim centrima da upravljaju drugim dijelovima tijela (Drabik, 1996). Na kraju, treba naglasiti da pretraživanje naučne i stručne literature o neuro-fiziološkim osnovama koordinacije pokazuje da je to najmanje istražena sposobnost i da, od prvog čovjeka koji je dokazao da nivo koordinacije zavisi od centralnog nervnog sistema, jeste bilo napretka, ali ni približno u onolikoj mjeri kao što je to slučaj sa ostalim sposobnostima bliskim koordinaciji (Abazović i sar., 2011).

Praktična aplikativnost - testiranje i procjena koordinacije

Koordinacija ili motorička inteligencija je temeljna vještina koja je kritična za uspješno obavljanje različitih aktivnosti svakodnevnog života, uključujući sportske i akademske. Razvoj koordinacije kod djece uzrasta 6-12 godina bitan je za sticanje novih motoričkih vještina i usavršavanje postojećih. Procedure testiranja koordinacije u sportu i kod djece obično uključuju niz testova koji procjenjuju sposobnost da izvede određene pokrete i vještine sa tačnošću, preciznošću i potpunom kontrolom. Testovi su dizajnirani za mjerenje različitih funkcija sposobnosti koordinacije koja je složena motorička sposobnost i u mnogome zavisi od ravnoteže, vremenskog ograničenja, prostorne svijesti i propriocepcije. Procedure testiranja koordinacije kod djece osmišljene su tako da pruže validne informacije o kvaliteti izvođenja specifične vještine i pokrete. Identifikovanjem koordinativnih slabosti je iste moguće poboljšati pravilnim vježbanjem i razvojem. Specifični testovi koji se koriste za evaluaciju koordinacije u sportu mogu varirati u zavisnosti od vrste sporta, nivoa takmičenja i ciljeva procjene. Postoji veliki broj testova koji se mogu koristiti za procjenu koordinacije kod djece ali i sportaša. Neke od njih ćemo navesti i opisati.

Baterija za procjenu pokreta za djecu (MABC-2): Ovaj test se obično koristi za procjenu koordinacije kod djece, ali se može prilagoditi i za upotrebu kod sportista. MABC-2 je standardizirani alat za procjenu koji koristi za širu evaluaciju vještina kretanja i koordinacije primarno kod djece uzrasta od 3-16 godina. Testom se procjenjuju tri područja koordinacije: koordinacija rada ruku, ciljanje i hvatanje te ravnoteža. Procedura uključuje niz

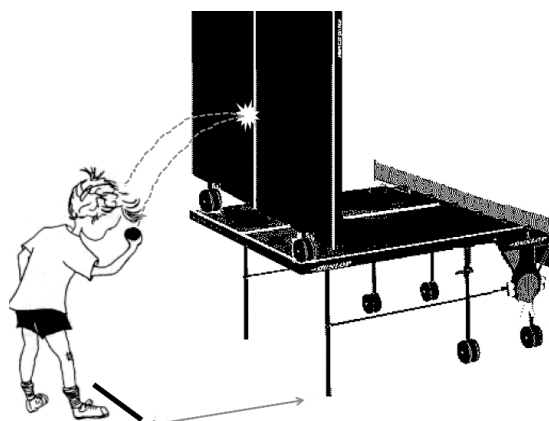
standardiziranih zadataka kao što je praćenje i hvatanje lopte u slobodnom odbijanju, hvatanje vreće ili drugog predmeta i hodanje po gredi. Pokazalo se da MABC-2 ima odlične metrijske karakteristike sa visokim nivoom pouzdanosti i valjanosti. Primjeri testova MABC-2 i zadataka sa opisom se mogu vidjeti u tabeli ispod

Segment	Naziv testa	Aktivnosti	Rezultat	Broj pok.
Spretnost i koordinacija ruku	Precizno postavljanje čunjeva ili novčića	Cilj je postaviti 12 čunjeva ili novčića na predviđena mjesta ili u kutiju sa rupom u što kraćem vremenskom periodu jednom pa drugom rukom	Vrijeme potrebno za realizaciju zadatka	2 za svaku ruku
	Uplitanje kanapa u pletenicu	Uplitanje 6 konopaca za djecu od 4 godine, 12 konopaca za starije	Vrijeme potrebno za realizaciju zadatka	2
	Crtanje linije	Crtanje linije olovkom između dvije zakrivljene linije međusobno udaljene 4mm	Broj prelazaka preko linija	2
Spretnost s loptom	Hvatanje vreće	Hvatanje male vreće sa dvije ruke bacane sa udaljenosti od 2 metra	Broj uspješnih hvatanja u 10 bacanja	10
	Pogađanje gola kotrljanjem	Kotrljanje teniske loptice po podu u gol širine 40 cm sa udaljenosti 2 m	Broj postignutih golova u 10 pokušaja	10
Statička i dinamička ravnoteža	Ravnateža na jednoj nozi	Stajanje na jednoj pa drugoj nozi u trajanju od najmanje 20 sekundi	Vrijeme stajanja (max 20sec)	2
	Preskakanje užeta	Cilj je sunožno iz mjesta preskočiti uže postavljeno na visinu koljena	Mogućnost da preskoči uže iz prvog, drugog ili trećeg pokušaja	3
	Hodanje na prstima	Hodanje na prstima po liniji dužine 4.5 m držeći se jednom rukom za petu (jednom pa drugom)	Broj ispravnih i preciznih koraka do maksimalnih 15	2

Tabela 4. MABC-2 testova za procjenu koordinacije modificirano prema Brown i sar. (2009)

Testovi za procjenu koordinacije oko-ruka procjenjuju sposobnost djece da usklade pokrete ruku i vizualnog signala (očiju) te da precizno i efikasno izvode pokrete bacanja, hvatanja ili udaranja lopte ili drugog predmeta. Realizacija ovih testova zahtijeva upotrebu različite opreme, kao što su lopte, reketi ili palice, a mogu uključivati i mete ili pokretne objekte. Najjednostavniji primjer testa je bacanje i hvatanje loptice za stolni tenis (Faber i sar., 2014).

Cilj ovog testa je procjena koordinacije tako što djeca jednom rukom bacaju lopticu na okomito postavljenu stenu za stoni tenis, a drugom rukom pravilno hvataju odbijenu lopticu. Broj ispravnih bacanja u 30 sekundi predstavlja rezultat.



Ilustracija 1. Test koordinacije oko-ruka (preuzeto sa: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0085657>)

Još jedna baterija testova koja se koristi za procjenu razvoja koordinacije kod djece je KTK (Körperkoordinationstest für Kinder). KTK je sveobuhvatni test motoričkih vještina koji procjenjuje različite aspekte motoričkih vještina koje su uskoj vezi sa koordinacijom. Dizajniran je za djecu uzrasta 5-14 godina. Primjer testova i rezultata u tabeli ispod. Ukupan rezultat se određuje tako što se rezultati standardiziraju kao percentili. U zavisnosti od vrijednosti percentila rezultati se vrednuju: <2 - izuzetno loša koordinacija, <16 - loša koordinacija, 17-84 - normalna koordinacija, >84 - dobra koordinacija i iznad 98 percentila - veoma visoka koordinacija.

Segment	Naziv testova	Aktivnost	Ocjenjivanje
Gruba motorna kontrola	Lokomotorna procjena	Bočno preskakanje užeta	Vrijeme za 20 skokova
		Kotrljanje lopti iz kutije u drugu	Vrijeme
		Probacivanje lopte kroz obruč	Broj uspješnih probacivanja za 30sec
		„Jumping jacks“	Broj ispravnih ponavljanja za 20sec
		Kotrljanje u stranu na tlu	Vrijeme 4 kotrljanja
	Manipulacija predmetima	Hvatanje štapa	Hvatanje štapa jednom rukom u 10 bacanja
		Gađanje loptom u metu	Precizno pogađanje mete u 10 pokušaja
		Hvatanje teniskog prstena	
	Stabilnost	Održavanje ravnoteže hodanjem naprijed po liniji	Pređena distanca
		Održavanje ravnoteže hodanjem unazad po liniji	Pređena distanca
Fina motorna kontrola		Hvatanje papirnih maramica prstima nogu	Mogućnost da se izvede zadatak
		Prebacivanje šibica	Vrijeme da se prebaci 10 šibica iz jedne u drugu kutiju
		Crtanje tački u kvadratiće	Broj precizno ucrtanih tački

Tabela 5. Tabela KTK testova za procjenu koordinacije modificirano prema Bardid i sar. (2016)

Bruininks-Oseretsky test motoričkog znanja poznatiji pod nazivom BOT-2 je još jedan široko korišten alat za procjenu motoričkih koordinativnih vještina kod djece uzrasta 4-21 godine. Procjenjuje različite aspekte motoričkih vještina, uključujući fine i grube motoričke vještine i pruža sveobuhvatnu procjenu motoričkih sposobnosti djeteta. Preciznije, ova baterija testova procjenjuje sljedeće segmente:

- Fine motorne kontrole ruku, koja uključuje motoričke vještine kontrole i koordinacije distalne muskulature šaka prstiju;
- Koordinacije ruku, koja uključuje motoričke vještine kontrole i koordinacije ruku i šaka u procesu manipulacije predmetima;
- Opšte koordinacija tijela, koja obuhvata kontrolu i koordinaciju velike muskulature koja se koristi za održavanje posture i ravnotežnog položaja;
- Snage i agilnosti, koja obuhvata aspekte motorike kretanja i koordinacije tijela u igri, takmičarskom sportu i drugim aktivnostima.

Literatura:

Abazović, E., Okanović, I., Zametica, E. (2011). Uvjetovanost koordinacije neuro-fiziološkim procesima. Godišnja međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu

Balyi, I. (2001). Stages in the development of athletes and players: the cradle to the podium. Presentation to 6th National Coaching Forum, National coaching and Training Centre.

- Bornemann, R., Gabler, H., Glasbrenner, G., Mair, J. (2001). Tennis – Lehrplan, Bd. 1, Technik und Taktik. BLV Verlagsgesellschaft mbH
- Dautbašić, S., Bradić, A. (2005). Antropomotorika – priručnik .Fakultet sporta i tjelesnog odgoja Univerziteta u Sarajevu.
- Drabik, J. (1996). Children & Sports Training, Stadion Publishing Co, Vermont.
- Fach, H. H. (1998). Trainingsbuch Bauchmuskulatur. Reinbek bei Hamburg.
- Farfelj, B. C., Koc, J. M. (1970). Fiziologija čoveka. Moskva: Fizkul'tura i sport / FIS
- Fleishman, A. E. (1972). Structure and measurement of psychomotor abilities. Philadelphia, the psychomotor domain movement behaviors, by Singer, n. r., Lea and Febiger
- Gredelj, M., Metikoš, D., Hošek, A., Momirović, K., (1975). Model hijerarhijske strukture sposobnosti i rezultati dobijeni primjenom jednog ne klasičnog postupka za procjenu latentih dimenzija. Kineziologija.
- Harre, D. (1985). Grundlage und Methodik der Ausbildung koordinativer Fähigkeiten. W: Trainingslehre. Sportverlag: Berlin
- Idrizović, K. (2011). Što je to koordinacija? Godišnja međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu
- Kovačević, E., Babajić, F. (2011). Složenost dijagnostike koordinacijskih sposobnosti (Kritički osvrt). Godišnja međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu
- Metikoš, D., Milanović, D., Prot, F., Jukić, I., Marković, G. (2003). Teorijske i metodičke osnove razvoja koordinacijeKondicijska priprema sportaša, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mikić, B. (2000). Psihomotorika (2. izdanje). (Filozofski fakultet univerzitet u Tuzli.
- Milanović, D. (2013). Teorija treninga, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Ničin, Đ. (2000). Antropomotorika - teorija. Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.
- Perić, D. (2003). Antropomotorika - osnove sportske lokomocije. Sportka akademija Beograd.
- Perić, D. (2007). Uvod u sportsku antropomotoriku. Beograd: Visoka škola za sport.
- Russhall, B. (1998). The growth of physical characteristics in male and female children. Sports Coach, 20 (4),
- Schmidt, R. A., Lee, T. D. (2005). Motor control and learning:a behavioral emphasis. Human Kinetics.
- Schreiner, P. (2005). Religious Education in Europe, ICCS ComeniusInstitut/Germany.
- Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
- Tataruch, R. (2008). Physical condition and coordination as determinants of motoric skills of students of physical education . Studia i Monografie \- Politechnika Opolska.

Viru, A., Loko, J., Volver, A., Laaneots, L., Karlesom, K., Viru, M. (1998). Age periods of accelerated improvements of muscle strength, power, speed and endurance in age interval 6-18 years. *Biology of Sport*

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Badalona (Barcelona): Paidotribo

Zaciorski, V. M. (1975). *Fizička svojstva sportiste*. NIP "Partizan", Beograd.

Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista*. Beograd: D.T.A. Trade, Sportska akademija Beograd.

Ravnoteža

Prilikom definisanja pojma ravnoteže potrebno je naglasiti da se taj termin, u različitim naukama, često upotrebljava kada se opisuje neko stanje ili odnos sila ili faktora koje djeluju na neko tijelo ili se opisuje međusobna zavisnost (ujednačenost snaga) u nekim društvenim fenomenima. Za ovu publikaciju je važno fizikalno-mehaničko shvatanje ravnoteže koje, u suštini, određuje kineziološko poimanje i definisanje ravnoteže kao motoričke sposobnosti. U tom smislu, mehanička ravnoteža se definiše kao stanje tj. odnos u kojem su sve sile, koje djeluju na neki predmet ili sistem, međusobno neutralizirane u potpunosti ili dovoljno da se posmatrani objekat ne pomiče unutar referentnog sistema. U mehanici je, nadalje, slično jer je materijalna tačka ili kruto tijelo u ravnoteži ako je vektorski zbir sila, koje djeluju na tu tačku/tijelo, jednak nuli. Obzirom da je ravnoteža stanje u kojem tijelo miruje usljed djelovanja vanjskih sila, te da u gravitacionom polju zemlje sila teže konstantno djeluje na sva tijela, onda se zakoni mehanike u kontekstu ravnoteže odnose na ljudsko tijelo u stanju mirovanja i/ili kretanja.

Ravnoteža i ravnotežni položaji u kineziologiji

Obzirom da potencijalna energija tijela zavisi od njegovog položaja u polju sile teže, a položaj tijela se najčešće definiše na osnovu informacija o opštem centru težišta - OCT, prema ova dva parametra je moguće razlikovati tri osnovna ravnotežna položaja. Kulišić (2005) navodi da u odnosu na kriterije potencijalne energije postoje: stabilna, labilna i indiferentna ravnoteža ili ravnotežni položaji.

Stabilan ravnotežni položaj je karakterističan po tome što tijelo u tom položaju ima minimalnu potencijalnu energiju jer je njegov OCT ispod površine oslonca pa tijelo za održavanje ovog položaj nema potrebu za unutrašnjim silama. Isto tako, prilikom djelovanja vanjske sile, tijelo ima tendenciju da se vraća u prvobitni-stabilni položaj. Kod ljudskog tijela se vrlo rijetko, kako u svakodnevnim situacijama, tako i u sportu, susreće stabilan ravnotežni položaj. Jedan od rijetkih primjera za to je kada prilikom vježbanja na vratilu tijelo „visi“ ispod šipke za koju se vježbač drži. Kod ovakvog položaja, za održavanje tijela u stabilnoj ravnoteži nije potrebno djelovanje mišićne sile (ako se zanemari držanje šipke-hvat), a za izvođenje OCT-a iz istog potreban je značajan angažman mišića ili djelovanje vanjske sile.

Labilan ravnotežni položaj je određen izuzetno nestabilnom ravnotežom tijela. Osnovna karakteristika ovog položaja je da je OCT iznad površine oslonca što mu daje maksimalnu potencijalnu energiju. Tijelo pomaknuto iz položaja labilne ravnoteže ima tendenciju da se nastavi kretati-udaljavati iz tog položaja ta je za održavanje ove vrste ravnoteže potrebna unutrašnja sila koja se suprotstavlja izvođenju tijela iz ravnoteže. Ljudsko tijelo se skoro sve vrijeme (tokom kretanja) nalazi u labilnom ravnotežnom položaju (sve vrste lokomocija), a za zadržavanje ovog stava zadužena je tzv. tonostatička-antigravitacijska muskulatura koja ima funkciju zadržavanja uspravnog stava, suprotstavljajući se sili zemljine teže.

Indiferentni ravnotežni položaj nekog tijela određen je činjenicom da su njegov OCT i površina oslonca u istoj tački. Ovo je specifičan položaj u kojem je potrebna vanjska sila da bi se tijelo izvelo iz ove vrste ravnoteže ali ne i za zadržavanje novog uravnoteženog položaja koji tijelo zauzme nakon prestanka djelovanja vanjske sile. Ljudsko tijelo, zbog svoje anatomske građe, ne može biti u potpuno indiferentnom ravnotežnom položaju, ali najbliže tome je prilikom izvedbe upora na vratilu ili dvovisinskom razboju, odnosno, u trenutku u kojem su OCT i tačka oslonca - хват najbliži tj. uz samu šipku.

Za potpuno shvatanje i objašnjavanje ravnotežnih položaja ljudskog tijela potrebno je, pored OCT-a, uzeti još neke mehaničke faktore koji značajno mogu uticati na ravnotežu. Težište tijela ili OCT se najjednostavnije definiše kao materijalna tačka u kojoj djeluje rezultanta sila koje djeluju na neko tijelo u polju sile teže. Međutim, obzirom da ljudsko tijelo ima mogućnost djelimične promjene oblika (podrazumijeva odnos ekstremiteta u odnosu na trup) prilikom kretanja, zbog čega OCT nije uvijek u istoj tački nego se pomjera, kretanje, samim time, utiče na stabilnost samog ravnotežnog položaja. Iz tih razloga se prilikom biomehaničkih analiza ravnoteže ljudskog tijela najčešće uzimaju tri osnovna faktora: visina i položaj OCT-a, veličina površine oslonca i ugao sigurnosti.

Prema zakonima fizike, tijelo je stabilnije što je njegovog OCT bliže površini oslonca. Ovo pravilo vrijedi i prilikom različitih kretanja ljudskog tijela jer visina njegovog težišta značajno utiče na samu ravnotežu.

Površina oslonca je ona horizontalna površina koja se dobije kada se spoje sve vanjske tačke oslonca tijela. Što je površina oslonca veća, to je tijelo stabilnije, tako da je sasvim logično da tijelo ima bolji oslonac u, na primjer, širokom raskoračnom stavu, od tijela u stavu „spetno“ ili na jednoj nozi. Veća površina oslonca i veći raspon između krajnjih tačaka oslonca daju veću mogućnost kretanja projekcije OCT-a unutar tih granica što je osnovni preduslov održavanja ravnotežnog položaja. Izuzetak ovome su neke specifične situacije (kretanje kroz zavoj u skijanju ili brzom klizanju) u kojima je projekcija OCT-a izvan površine oslonca ali tijelo zadžava ravnotežu usljed djelovanja centrifugalne sile. Krajnje tačke površine oslonca utiču i na treći element stabilnosti, tzv. „ugao sigurnosti“. Jarić (1997) navodi da se dinamički pokazatelj stabilnosti ravnotežnog položaja u nekom stavu izražava uglom sigurnosti koji formiraju projekcija OCT-a i vanjskog ruba površine oslonca. U ovom slučaju se ugao sigurnosti povećava sa povećanjem površine oslonca i smanjenjem (snižavanjem) visine OCT-a.

Sasvim je jasno da su, zbog same građe ljudskog tijela, ova tri faktora u međusobnoj povezanosti što navodi na zaključak da, što je OCT niži, obično je i površina oslonca veća (ako se izuzmu neki specifični položaji poput unilateralnog čučnja) i time se povećava i ugao stabilnosti. Generalno, ova tri faktora određuju stabilnost ravnotežnog položaja prilikom izvođenja različitih kretnih aktivnosti.

Ravnoteža kao motorička sposobnost

Ravnoteža (engl. *balance*), kao motorička sposobnost, je pod kontrolom mehanizma za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa. Prema Sekuliću i Metikošu (2007), ovaj mehanizam je odgovoran za pravovremeno zajedničko djelovanje većeg broja mišićnih grupa, odnosno, pravovremeno uključivanje i isključivanje mišićnih grupa koje su potrebne da bi se kretnja izvela i održala ravnoteža. Isti autori navode da možda ova sposobnost, bolje rečeno ovaj motorički faktor, najbolje objašnjava i znatan segment djelovanja nadređenog mehanizma jer pojam „faktor“ podrazumijeva istovremeno prepoznavanje nekoliko različitih motoričkih manifestacija koje se mogu objediniti pod istim imenom, u ovom slučaju ravnoteža. Treba napomenuti da je ravnoteža zapravo jedan od preduslova za motoričku aktivnost ljudi, počevši od svakodnevnih aktivnosti poput uspravnog stava i hodanja, pa sve do veoma specifičnih i kompleksnih kretnih aktivnosti u sportu kao što su gimnastički skokovi i preskoci, skijaške discipline, klizanja, rolanja i druge sportske aktivnosti. Obzirom na izrazito širok spektar

aktivnosti koje u značajnoj mjeri zavise od ravnoteže, istraživači su nastojali utvrditi latentnu strukturu, pozadinske fiziološke mehanizme i načine testiranja i treninga ravnoteže.

Zekić i Vučetić (2016) navode da je područje ravnoteže prvi definisao Bass (1939) koji je ustanovio da ova sposobnost zavisi od položaja tijela (statičkog ili dinamičkog), čime je uslovljeno i testiranje, te je ukazano na indikacije po kojima ravnoteža zavisi od toga da li su pri testiranju oči otvorene ili zatvorene. Ismail i Gruber (1967) su osim faktora statičke i dinamičke ravnoteže izolovali i opšti faktor ravnoteže, dok su Ismail i saradnici (1969) utvrdili statičku ravnotežu na objektima, statičku ravnotežu na tlu i faktor koji su objasnili kao uticaj mjera tijela na dinamičku ravnotežu. Sva kasnija istraživanja, koja su definisala ravnotežu kao motoričku sposobnost, uzimala su u obzir i uvažavala gore pomenute latentne dimenzije i/ili manifestne oblike ispoljavanja ravnoteže. Ako se u obzir uzme relativno veliki broj teoretičara (Shumway-Cook i sar., 1988; Mikić, 2000; Nićin, 2000; Idrizović i sar., 2001; Prskalo, 2004; Sekulić i Metikoš, 2007; Milanović, 2013; Neljak, 2013; Zekić i Vučetić 2016) koji su definisali ravnotežu, onda se detaljnom analizom može doći do zajedničkih faktora tj. dimenzija koje uključuju sva ta istraživanja. Većina autora je saglasna da je ravnoteža bazična motorička sposobnost koja se ogleda u uspostavljanju i zadržavanju relativno stabilnog ravnotežnog položaja u statičkim ili dinamičkim uslovima uz konstantno suprotstavljanje vanjskim silama koje narušavaju ravnotežni položaj, a sve preko vidnih i kinestetičkih receptora, vestibularnog aparata i centra za ravnotežu.

Iz navedenog je jasno da ravnoteža, kao sposobnost, zavisi od velikog broja faktora, kako unutrašnjih (neuro-fizioloških) tako i vanjskih (biomehaničkih). Latash (1998) navodi da je čovjekova postura prirodno nestabilna zbog visoko postavljenog težišta, puno zglobova uzduž longitudinalne osi tijela i male potporne površine. S tim u vezi, motorička kontrola posturalnog stava mora konstanto aktivirati tonostatičku muskulaturu i izvoditi kompenzatorne pokrete u različitim zglobovima kako bi se zadržao uspravan stav. Kao ograničavajući faktori ravnoteže se navode i neke morfološke mjere, prije svega longitudinalna dimenzionalnost skeleta i tjelesna masa. Nashner (2016) objašnjava negativnu povezanost tjelesne visine i ravnoteže činjenicom da, što je osoba viša, to je odstupanje projekcije OCT-a iznad površine oslonca veće i u antero-posteriornom i medio-lateralnom kretanju.

Povezanost morfoloških karakteristika, primarno tjelesne težine i visine s ravnotežom, je istraživana najčešće na uzorku osoba s povišenom tjelesnom težinom (Deforche i sar., 2009; Goulding i sar., 2003). Goulding i saradnici (2003) identificiraju negativnu korelaciju tjelesne težine, BMI i postotka tjelesne masti sa testovima za procjenu ravnoteže. Nadalje, kako navode Miletić i saradnici (2011), pozivajući se na Menegoni i saradnike (2009), povećana tjelesna težina mijenja tjelesnu geometriju tako što se „nova-balastna“ masa skladišti u različitim regijama i različito utiče na biomehaniku tijela, te, obzirom da se masno tkivo kod muškaraca i žena različito skladišti, realno je očekivati da će tjelesna masa na sposobnost ravnoteže uticati drugačije po spolu.

Pored morfoloških, u literaturi se navode i motorički faktori ograničenja kao što su koordinacija, snaga, agilnost, mišićna asimetrija i centralna stabilnosti trupa i sl. (Foran, 2012). tako, na primjer, pokazalo se da snaga ima naročito veliki uticaj na ravnotežu, jer deficit snage, dosta često, uzrokuje smanjenu dinamičku ravnotežu, naročito kod starijih osoba, a također, deficiti u snazi pojedinih tjelesnih regija, kao što je trup, negativno utiču na ravnotežu i kod tjelesno aktivne populacije.

Kada je u pitanju latentna struktura ravnoteže kao motoričke sposobnosti, više istraživanja je utvrdilo da ravnoteža nije jednodimenzionalna sposobnost jer se manifestuje kroz više faktora. Iz tih razloga postoje i određene neusaglašenosti između različitih autora kada je u pitanju definisanje strukture ravnoteže koja se ispoljava kao sposobnost zadržavanja ravnotežnog položaja u statičkim uslovima i održavanja ravnotežnog položaja u kretanju tj. u dinamičkim uslovima. Međutim, sva istraživanja su saglasna da je ravnoteža, primarno, razlog relativno stabilnog položaja kretanja.

U tom kontekstu, Milanović (2013) navodi da je ravnoteža sposobnost koja se očituje u uspostavljanju i zadržavanju ravnotežnog položaja uspješnim suprotstavljanjem silama koja ravnotežu narušavaju te se može definisati kao dinamička ravnoteža i statička ravnoteža. Prskalo (2004), također, navodi da je ravnoteža sposobnost održavanje tijela u ravnotežnom položaju i to statička u stajanju na mjestu i dinamička u kretanju. Razlike između statičke i dinamičke ravnoteže je moguće objasniti kroz činjenice da se statička ravnoteža ispoljava u uslovima u kojim tijelo miruje i kada je potrebno zadržati uspravan stav suprotstavljajući se silama koje narušavaju ravnotežni položaj, dok se, s druge strane, dinamička ravnoteža manifestuje kao sposobnost kontrole položaja tijela tokom izvođenja kretanja. Bitno je naglasiti da kod dinamičke ravnoteže poseban problem predstavljaju inercione sile, naročito kod promjena pravca kretanja kada je potrebno zadržati OCT unutar „sigurne zone“ koja osigurava zadržavanje uspravnog stava. Suština procesa održavanja dinamičke ravnoteže je kontrola centra mase tijela koji se nalazi između bipedalnog oslonca (nogu) onoga ko vrši kretanje (Čović, 2020).

Oba manifestna oblika ravnoteže imaju značajan uticaj na veći broj kretnih struktura, kako u svakodnevnom životu tako i u sportu. Statička ravnoteža ima značajan uticaj na rezultatsku efikasnost u sportovima kao što su streljaštvo i streličarstvo, dok s druge strane, dinamička ravnoteža dominantno utiče na rezultat u umjetničkom klizanju, skijanju, snowboardu, baletu, jedrenju na dasci i sl. Prema mišljenju autora ove publikacije, ovo je ključna podjela ravnoteže kao bazične motoričke sposobnosti čovjeka jer se sve kretne manifestacije, koje zavise od ravnoteže, mogu svrstati u jednu od ove dvije kategorije tj. dešavaju se u statičkim ili dinamičkim uslovima.

U svrhu sveobuhvatnog sagledavanja prostora ravnoteže potrebno je naglasiti i da se značajan broj autora slaže u tome da se ova sposobnost može podijeliti na ravnotežu sa otvorenim i zatvorenim očima. Ova podjela, međutim, ima svoje utemeljenje u uslovima testiranja u kojim se pokazalo da postoje značajne razlike u rezultatima testova koji se izvode sa zatvorenim, odnosno, otvorenim očima. S druge strane, u svakodnevnom životu, a u sportu naročito, skoro da ne postoji situacija (ili je njeno postojanje zanemarivo) u kojoj se neke kretne strukture izvode zatvorenim očima. Prema tome, podjelu ravnoteže prema kriteriju zatvorenih ili otvorenih očiju treba uzeti sa rezervom iako ona ima svoje utemeljenje u uslovima testiranja i nurofiziološkim pozadinskim mehanizmima održavanja ravnoteže, o čemu će biti govora nešto kasnije. Treba navesti da određen broj autora, prilikom objašnjavanja latentne strukture ravnoteže, navodi još neke faktore ili dimenzije, u zavisnosti koju terminologiju koriste. Tako, na primjer, Mikić (2000) i Nićin (2000) navode da postoje tri faktora ili vrste ravnoteže te, pored pomenutih (dinamičke i statičke), navode i balansiranje predmetima kao treći faktor. U objašnjenju, balansiranje predmetima definišu kao sposobnost što dužeg održavanja određenih predmeta u ravnoteži (ekvilibrijumu). U literaturi se susreće i podjela ravnoteže u odnosu na složenost motoričkog zadatka. Prema tom kriteriju, ravnoteža se dijeli na unilateralnu i bilateralnu, pri čemu se u unilateralne zadatke ubrajaju svi oni koji se izvode na jednoj nozi i

bilateralni oni na dvije noge. Sasvim je jasno da su unilateralni ravnotežni položaji i zadaci, zbog ranije objašnjenih faktora, mnogo kompleksniji i zahtijevaju bolju motoričku kontrolu i posturalnu stabilnost.

U praktičnom smislu, pojedini autori (Sekulić i Metikoš, 2007) navode da postoji bazična i specifična ravnoteža. Bazična ravnoteža predstavlja sposobnost održavanja ravnotežnog položaja u najrazličitijim uslovima prilikom izvođenja bilo kojeg motoričkog zadatka koji ne zavisi od usvojenosti specifične tehnike nekog sporta ili sportske discipline i najčešće se veže za prirodne oblike kretanja na koje se mogu nadograđivati svi ostali specifični motorički zadaci i vještine.

Specifična ravnoteža se ispoljava kao sposobnost održavanja ravnotežnog položaja prilikom realizacije kretnih struktura koje su specifične za određeni sport ili sportsku disciplinu tj. u uslovima treninga i takmičenja, odnosno, konkretne aktivnosti koje su određene tehničko-taktičkim zahtjevima samog sporta. Pokazalo se da je kontrola kretanja OCT-a važna prediktor specifične ravnoteže u mnogim sportovima. Tako, na primjer, Zekić i Vučetić (2016) navode da loša kontrola kretanja OCT-a može uticati na izvedbu u penjanju, umjetničkom klizanju, hokeju, dizanju tegova, golfu i bacačkim disciplinama, dok je specifična ravnoteža u sjedećem ili klečećem položaju važan prediktor uspjeha u kajaku, kanuu, veslanju i konjičkom sportu. Isti autori, između ostalog, navode da gubitak ravnoteže, u velikom broju sportova, može uticati i na pojavu povreda, naročito skočnog zgloba i koljena. Zbog toga, većina autora smatra da se, pored očiglednih razloga (sportskih rezultata), ravnoteža mora trenirati i kao bazična i kao specifična sposobnost i u svrhu prevencije povreda.

Metodika razvoja i mogućnost kineziološkog uticaja na ravnotežu

Kada je u pitanju razvoj ravnoteže i kineziološki uticaj na tu sposobnost, većina istraživača navodi visoku genetsku determinaciju kao ključni ograničavajući faktor u razvoju i treningu. Međutim, potrebno je napomenuti da je ravnoteža zapravo jedna od sposobnosti koja određuje čovjekov filogenetski i ontogenetski razvoj. U filogenetskom smislu, razvoj motoričkih sposobnosti, među kojima je i ravnoteža, uticao je na prelazak iz četvoronožnog u dvonožni hod. Kako navodi Nićin (2000), da bi se uspravio na dvije noge, čovjekov predak je morao da savlada problem ravnoteže, jer je, prvo, smanjio površinu oslonca podizanjem na dvije noge (sa četiri) i drugo, podigao svoje težište tijela na veću visinu i time otežao održavanje ravnoteže. S druge strane, razvoj svake jedinice (ontogenetski) je, između ostalog, određen postepenim razvojem ravnoteže koja dominantno utiče na sposobnost održavanja uspravnog stava i hodanja (bipedalnu lokomociju). Dakle, ravnoteža kao sposobnost (i kao motorički faktor) se postepeno razvija uporedo sa sazrijevanjem nervnog sistema i uspostavljanjem kontrole nad mišićnim tonusom.

Prirodan (kineziološki ne potaknut) razvoj ravnoteže počinje uspostavljanjem sposobnosti sjedenja (oko šestog mjeseca života), ide preko kontrole uspravnog stava i hodanja (oko navršenih godinu dana) pa sve do unilateralne ravnoteže koja se, kao stabilna sposobnost, uspostavlja u kasnijem predškolskom periodu. Za dalji proces usavršavanje ravnoteže, kod djece se uglavnom preporučuje primjena različitih igrica koje podrazumijevaju korištenje nestabilne podloge i uske hodne površine. Mikić (2000) navodi da se, za usavršavanje ravnoteže, preporučuje korištenje vježbi na ograničenoj i podignutoj podlozi, sa okretanjem tijela oko vertikalne i horizontalne ose, sa i bez rekvizita, na pokretnim spravama, sa promjenom pravca kretanja, sa izođenjem pokreta u fazi leta i onih koje zahtijevaju

koordinaciju a izvode se u uslovima smanjene vidljivosti ili zatvorenim očima. Pokazalo se da na razvoj ravnoteže dobro utiču programi učenja vještina kao što su rolanje, klizanje, skijanje, jedrenje i sl. Iako su ovo specifične vještine, one mogu poslužiti kao baza za razvoj ravnoteže u najrazličitijim situacijama te se mogu svrstati u red bazičnih kinezioloških operatora i programa za poboljšanje ravnoteže kao sposobnosti. Iako Sekulić i Metikoš (2007) navode da specifična ravnoteža nema pozitivan transfer na druge ravnotežno zahtjevne zadatke, osim, naravno, ako se ne radi o izuzetno sličnoj motoričkoj aktivnosti, objašnjavajući to da se razvijanjem specifične ravnoteže (npr. vožnja bicikla) ne poboljšava bazična ravnoteže ili su ta poboljšanja minimalna, sigurno je da se povećanjem broj stimulusa tj. učenja različitih vještina (rolanje, skijanje i sl.), u kojima se javlja potreba za održavanjem ravnoteže, može značajno poboljšati razvoj ravnoteže kao bazično motoričke sposobnosti. S druge strane, kao osnovne trenažne forme u treningu ravnoteže se navode vježbe dinamičke stabilizacije i brzog uspostavljanja i održavanja ravnotežnog položaja.

U razvoju ravnoteže su vrlo bitni podražaji dinamične stabilizacije u kojima je potrebno održavati ravnotežni položaj bez narušavanja i sa narušavanjem položaja nekom vanjskom silom (Milanović, 2013). Nadalje, bitni su podražaji koji traže brzo uspostavljanje i održavanje ravnotežnog položaja - uspostavljanje ravnoteže nakon prethodnoga kretanja, npr. doskok na jednu nogu nakon laganog trčanja i sl. Kao treća vrsta podražaja se navodi proprioceptivni trening ravnoteže. Ovaj trening podrazumijeva primjenu raznih platformi, koje mogu biti različitog oblika, koje sportiste dovode u uslove otežanog održavanja ravnoteže. Propriocepcija je sposobnost mišića da odgovore na specifične, a često i neobične, pozicije i situacije (Potach i Borden, 2000). Najčešće forme proprioceptivnog i balans treninga podrazumijevaju upotrebu rekvizita kao što su balans ploče, zračni jastuci, različite vrste loptu i polulopti, trampoline, mekane strunjače i specijalizovani trenažeri.

Kada su u pitanju temeljne preporuke za proprioceptivni trening, Jukić i saradnici (2003) navode da ovu vrstu treninga treba provoditi svakodnevno, na početku treninga, u uvodno pripremnom dijelu, u trajanju do ukupno 10 minuta sa pojedinačnim zadacima u trajanju od 30 sekundi do 2 minute. Sadržaji proprioceptivnog treninga treba da budu kompleksni tj. višezglobni, u više ravni kretanja, da angažuju što više osjetilnih sistema (vidni, slušni, taktilni...), da kombinuju elementarne i specifične oblike kretanja te da se pri tome vodi računa o principu progresije (od sporih ka brzim, od jednostavnih ka složenim, od poznatih ka nepoznatim, od statičkih do dinamičkih) i sigurnosti sportiste. Generalno se u literaturi navodi da efekti proprioceptivnog i balans treninga poboljšavaju kinestetički osjećaj o položaju tijela i dijelova tijela u prostoru te da se ovim tipom treninga unaprjeđuje stabilizacija zglobova kroz bržu mišićnu reakciju, povećava amplituda pokreta u zglobovima i da se smanjuju mišićni disbalansi između dominantne i nedominantne strane tijela. Ova vrsta treninga može unaprijediti agilnost, eksplozivnu snagu tipa skoka i sprinta ali i specifičnu snagu dinamičkih stabilizatora zglobova (najčešće koljena i skočnog zgloba). U tom smislu, trening ravnoteže se sve više koristi kao sredstvo poboljšanja živčanomišićne funkcije i eksplozivne snage (Gruber i Gollhofer, 2004; Gruber i sar., 2007). Generalno se može reći da su metodski pravci za razvoj ravnoteže uglavnom zasnovani na održavanju ravnotežnih položaja u različitim specifičnim i situacionim uslovima, a da se efekti proprioceptivnog i balans treninga manifestuju tek nakon dužeg trenažnog rada (2 do 3 mjeseca i duže).

Kada su u pitanju senzibilne faze razvoja ravnoteže, u literaturi se mogu pronaći različiti podaci ali, većina autora se slaže da postoji jasna progresija u razvoju ove sposobnosti od sedme do sedamnaeste godine, s tim da postoje određeni periodi kada se taj razvoj ubrzano dešava. Nićin

(2000) navodi da je progresija u razvoju ravnoteže kod dječaka izražena u periodima 9-10, 14-15 i 16-17 godina, dok su kod djevojčica ti periodi 9 i 11-12 godina života. U ovim periodima je potrebno forsirati aktivnosti koje mogu podstaći nervne procese u centralnom i perifernom nervnom sistemu ali i ostalim receptorima koji su od presudnog značaja za ravnotežu kao sposobnost.

Fiziološke osnove ravnoteže

Kada su u pitanju pozadinski mehanizmi ravnoteže, u literaturi se uglavnom, kao primarni, navode neuromišićni faktori. U tom smislu, Jukić i saradnici (2003) navode da je ravnoteža visoko-integrativni dinamički proces koordiniranja višestrukih neuroloških aktivnosti koji omogućuje pozicioniranje težišta tijela nad površinom oslonca. Fiziološki gledano, kvalitet ravnotežnih sposobnosti zavisi od senzorno-percepcijskog razvoja, čula vida, kinestetičkog razvoja i osjetljivosti detektovanja sinteze i analize podražajnih signala iz okoline (Čović, 2020). U neuro-fiziološkom smislu, ravnoteža zavisi od receptora preko kojih se prikupljaju informacije o položaju tijela i njegovom kretanju u prostoru i to, prije svega, vestibularnom aparatu, vizualnim receptorima tj. čulo vida i somatosenzornom dijelu perifernog nervnog sistema (proprioceptorima), sa jedne, i CNS-u, posebno malom mozgu koji integriše primljene informacije i usklađuju mišićnu aktivnost s ciljem održavanja ravnoteže, s druge strane.

Čulo vida ima svoju značajnu ulogu u prijemu informacija iz vanjske sredine. U literaturi (Ćorić i sar., 2014) se može pronaći da putem čula vida mozak prikuplja između 80% i 90% informacija iz vanjske sredine. U kontekstu ravnoteže, čulo vida igra veoma važnu ulogu jer ovim putem (primarno) CNS prikuplja informacije o položaju tijela u prostoru. Ove informacije se procesuiraju i zajedno sa informacijama iz vestibularnog aparata i proprioceptora koriste za održavanje ravnoteže, naročito u dinamičkim uslovima.

Vestibularni aparat je smješten u srednjem uhu i kao specifičan receptor registruje smjer djelovanja sile teže kao i sila koja nastaju linearnim i ugaonim ubrzanjem i usporavanjem usljed promjena brzine kretanja tijela (primarno glave) (Zekić i Vučetić, 2016). Vestibularni živac prosljeđuje impulse u vestibularne jezgre i dalje u dijelove malog mozga, koru mozga i primarni kortikalni centar za ravnotežu te, nakon toga, impulsi silaznim putem prenose kičmenoj moždini naredbe za aktivaciju ili inhibiciju antigravitacijskih mišića.

Proprioceptorima su specijalne osjetne strukture smještene u zglobovima, mišićima i tetivama (Harris i Dudley, 2000; Lepthart i Fu, 2000). Kako navode Jukić i saradnici (2003), ti receptori su osjetljivi na promjene vanjskih i unutrašnjih sila i šalju informacije o lokomotornoj dinamici prema svjesnim i podsvjesnim dijelovima CNS-a. Ove kinestetičke informacije se koriste za stvaranje slike o položaju i kretanju tijela i dijelova tijela u trodimenzionalnom prostoru. Većina ovih informacija se procesuiraju na podsvjesnom nivou i kao takve služe za brze refleksne odgovore na promjene uslova koji narušavaju ravnotežu i posturalnu stabilnost.

Mali mozak (cerebellum) je sličan građi velikog mozga, prima ulazne informacije iz većeg broja područja moždane kore (uključujući i motorički dio), vestibularnog sistema te iz kinestetičkih receptora. On je važan za kontrolu pokreta i igra veliku ulogu u održavanju ravnoteže i lokomocije. Kako navode Babaskij i saradnici (1971), različite regije maloga mozga igraju integrativnu ulogu u koordinaciji svih složenih motornih akata organizma, uključuju voljne pokrete ekstremiteta, pokrete oka, ravnoteže, lokomocije.

Obzirom na veoma složene mehanizme uspostavljanja i zadržavanja ravnoteže i posturalne stabilnosti u različitim uslovima, postoji određena hijerarhija aktivacije različitih faktora u procesu održavanja ravnoteže. Trunić i saradnici (2011) navode da u početnim fazama izvođenja pokreta prevladavaju vizualne informacije te da se propioceptivna senzibilnost javlja kao odlučujući faktor kod izvođenja složenih pokreta i preciznog izvođenja složenih motornih radnji. Isti autori dalje objašnjavaju ulogu i brzinu pojedinih sistema tj. mehanizama i njihovu ulogu u održavanju ravnoteže. Prema njima, vizuelni sistem tj. čulo vida je najprecizniji mehanizam, propioceptivni sistem je najbrži dok je vestibularni sistem najkompleksniji i zadnji se uključuje u izvođenje pokreta. Vestibularni sistem se zadnji aktivira prilikom izvođenja pokreta i izbora motoričkog odgovora zbog toga što ima najsavršeniji sistem aktivacije. Kasno uključenje vestibularnog sistema je pozitivna pojava jer on praktično dozvoljava vizuelnom i propioceptivnom sistemu izbor rješenja u posturalnom i dinamičkom segmentu pokreta. Prema tome, kvalitet izvođenja pokreta (jednostavnijih) najviše zavisi od efikasnosti vizuelnog i propioceptivnog sistema. U svakom slučaju, svi pomenuti mehanizmi djeluju sinergijski i zbog toga omogućavaju izvođenje veoma kompleksnih kretnih struktura u izrazito nepovoljnim uslovima za održavanje ravnoteže.

Literatura:

Babaskij, E. B., Zubkov, A. A., Kosickij, G. I., Hodorkov, B. I. (1971). Fiziologija čovjeka - prijevod sa ruskog. Prosveta. Niš

Čović, N. (2020). Uticaj programa vježbi motorne kontrole na tjelesnu kompoziciju, posturalni status i motoričke sposobnosti kod mladih sportaša -doktorska disertacija. Fakultet sporta i tjelesnog odgoja. Univerzitet u Sarajevu.

Ćosić, M., Kasum, G., Radovanović, S., Koprivica, V. (2014). Karakteristike ravnoteže osoba sa oštećenim čulom vida. Godišnjak Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja. Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Srbija

Deforche, B. I., Hills, A. P., Worringham, C. J., Davies, P. S., Murphy, A. J., Bouckaert, J. J., De Bourdeaudhuij, I. M. (2009). Balance and postural skills in normal-weight and overweight prepubertal boys. *International Journal of Pediatric Obesity*, 4(3), 175-182.

Foran, B. (2012). Vrhunski kondicijski trening. Zagreb: Gopal.

Goulding, A., Jones, I. E., Taylor, R. W., Piggot, J. M., Taylor, D. (2003). Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait & posture*, 17(2), 136-141.

Gruber, M., Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, 92: 98–105 doi: 10.1007/s00421-004-1080-y

Gruber, M., Gruber, S. B. H., Taube, W., Schubert, M., Beck, S. C., Gollhofer, A. (2007). Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 21, 274-282

Harris, R. T., Dudley, G. (2000). Neuromuscular Anatomy and Adaptations to Conditioning. In Essentials of strength training and conditioning. 2nd ed, Champaign, Ill., Human Kinetics, 2000, p.15-23

Lepthart, S. M., Fu, F. H. (2000). Proprioception and Neuromuscular Control and Joint Stability. Champaign, IL. Human Kinetics.

Idrizović, Dž., Idrizović, K. (2001). Osnovi antropomotorike teorija. Univerzitet Crne Gore.

Ismail, A. H., Gruber, J. J. (1967) Motor aptitude and intellectual performance. Ch. E. Merrill Books, Columbus, Ohio.

Ismail, A. H., Kane, J., Kirkendall, D. R. (1969). Relationships among intellectual and nonintellectual variables. Research quarterly, 1.

Jarić, S. (1997). Biomehanika humane lokomocije sa biomehanikom sporta. Beograd, RS: Dosije. PMCid:PMC1184399

Jukić, I., Komes, Z., Šimek, S., Milanović, L., Nakić, J., Trošt, T. (2003). Metodika proprioceptivnog treninga. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu

Kulišić, P. (2005). Mehanika i toplina. Školska knjiga. Zagreb

Latash, L. M. (1998). Neurophysiological Basis of Movement. Champaign. IL: Human Kinetics.

Mikić, B. (2000). Psihomotorika. Filozofski fakultet Univerzitet u Tuzli.

Milanović, D. (2013). Teorija treninga, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Nashner, L. M. (2016). Practical Biomechanics and Physiology of Balance. U G. P. Jacobson i N. T. Shepard (ur.), Balance function assessment and management (str. 431-446). San Diego, CA: Plural Publications.

Neljak, B. (2013) Opća kineziološka metodika. Zagreb, Gopal d.o.o.

Nićin, Đ. (2000). Antropomotorika - teorija. Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.

Potach, D. H., Borden, R. (2000). Rehabilitation and reconditioning. In Baechle, T. R., Earle, R. W.(Eds.)

Prskalo, I. (2004). Osnove kineziologije, udžbenik za studente učiteljskih škola. Petrinja: Visoka učiteljska škola

Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.

Shumway-Cook, A., Anson, D., Haller, S. (1988). Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. Archives of Physical Activity and Rehabilitation, 69, 395-400.

Trunić, N., Milosavljević, S., Matavulj, D. (2011). Ravnoteža, prostor i vrijeme kao segmenti kvalitetnog treninga koordinacijskih sposobnosti košarkaša. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Zekić, R., Vučetić, V. (2016). Dijagnostički postupci za procjenu razine ravnoteže. Kondicijski trening, vol 14, br. 2, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Agilnost

Termin agilnost ima dosta široku upotrebu u stručnim i naučnim krugovima ali i svakodnevnoj neformalnoj komunikaciji. Porijeklo riječi je iz latinskog jezika „agilitas“ što znači okretan, vrijedan, brz, žustar. U kineziologiji se agilnost posmatra, definiše i objašnjava iz različitih uglova ali se najčešće odnosi na sposobnost pojedinca da brzo mijenja pravac ili smjer kretanja. Agilnost svoje mjesto ima u prostoru antropomotorike unutar strukture motoričkih sposobnosti ali se teoretičari ne slažu u potpunosti oko njene autonomije (nezavisnosti) od drugih sposobnosti, primarno koordinacije. Obzirom da ovaj termin ima veći broj značenja i sinonima, njegova upotreba je široko rasprostranjena u opisivanju različitih sposobnosti te zbog toga postoji neusaglašenost u stručnoj literaturi. Primjera radi, u starijoj literaturi koja se oslanja na ruske izvore se često, umjesto agilnosti, koristi termin okretnost. Tako, Zaciorski (1970) okretnost objašnjava kao fizičku karakteristiku koja najviše zavisi od sposobnosti koordinacije složenih kretanja. Isti autor navodi (pozivajući se na istraživanja od Bernšteina, 1947; Novikova, 1949; Ozolina, 1949; Farfelja, 1959; Matveeva, 1959) da je, od svih fizičkih karakteristika, pojam okretnosti najmanje tačno određen te da to izaziva nesuglasice. Upravo iz tih razloga većina kasnijih autora koristi termin agilnost, bez obzira da li tu sposobnost posmatra kao nezavisnu ili u okviru koordinacije.

Veći broj autora sa prostora nekadašnje Jugoslavije (Martin, 1982; Mikić 2000; Idrizović i sar., 2001; Nićin, 2000; Perić, 2003) kao kriterij za definisanje i određivanje strukture motoričkih sposobnosti uzima hijerarhijski model motoričkih sposobnosti. Prema tom modelu, oni agilnost posmatraju i definišu kao jedan od faktora koordinacije jer je pod direktnim uticajem mehanizma za strukturiranje kretanja. Isti autori navode da je dokazano da postoji ista povezanost agilnost sa ostalim faktorima koordinacije kao i međusobna povezanost tih faktora nezavisno od agilnosti. U tom kontekstu, Mikić (2000) agilnost ubraja u jedan od faktora koordinacije i definiše je kao posebnu vrstu okretnosti koja se ispoljava u brzom savladavanju niza jednostavnih prepreka, odnosno, njihovim obilaženjem. Međutim, određeni broj autora (Čoh, 2003) agilnost posmatra i definiše kao jedan od tipova brzine jer se ona ne može ispoljavati bez brzine. Neki autori, čak, iako agilnost ne klasifikuju u prostor brzine, definišu je isključivo sa aspekta ispoljavanja brzine, najčešće ubrzavanja i usporavanja. Tako, na primjer, Milanović (2009) navodi da je agilnost sposobnost brze promjene smjera kretanja, što je povezano sa sposobnošću ubrzavanja tijela (postizanja najveće moguće akceleracije) i zaustavljanja kretanja, tj. postizanja najveće moguće deceleracije. Kod ponavljanja promjena smjera kretanja je potrebno konstantno postizati maksimalno ubrzanje i zaustavljanje kretanja na što kraćem putu.

Navedena objašnjenja i definicije ukazuju da, u terminološkom ali i praktičnom smislu, ne postoji temeljna usaglašenost autora kada je opisivanje i definisanje agilnosti u pitanju. Također, sveobuhvatnom analizom pomenutih činjenica i zaključaka stručnih i naučnih radova prethodno pobrojanih autora, nedvojbeno se može utvrditi da, u teorijskom smislu, agilnost ima visoku povezanost sa koordinacijom ali da, u praktičnom smislu, ona ima svoje jasno određene karakteristike u različitim kretnim strukturama. Zbog toga će ova publikacija agilnost posmatrati kao odvojenu tj. nezavisnu motoričku sposobnost i pokušati obrazložiti njenu ulogu i značaj u različitim sportovima, njene načine manifestacije, pozadinske mehanizme ispoljavanja i mogućnosti za unapređivanje kroz trenažne postupke.

Iz trenažne i takmičarske prakse nastala je potreba da se agilnost, kao motorička sposobnost koja određuje efikasnost i kvalitetu brzog najčešće acikličnog premještanja tijela u prostoru,

posebno istražuje i trenira/unapređuje. Ova intencija ima svoje utemeljenje u činjenici da agilnost značajno utiče na uspješnost u velikom broju sportova, naročito u timskim i borilačkim sportovima (Bompa, 2006; Graham, 2000). Značaj agilnosti za timske sportove posebno ističu Trninić i saradnici (2001) koji smatraju da je, konkretno košarka, prvenstveno sport agilnosti, dok se ostale sposobnosti i osobine i različita tehničko-taktička znanja vrednuju sa mnogo nižim vrijednosnim koeficijentima. Dakle, jasno je da agilnost ima velik uticaj na uspješnost u sportovima koji zahtijevaju brzu promjenu pravca ili smjera kretanja. Međutim, kompleksnost različitih kretnih struktura u različitim sportovima daje gotovo neograničen broj nezavisnih kretanja koje u svojoj osnovi mogu imati agilnost kao motoričku sposobnost. Iz tog razloga, brojni autori su isticali faktore koji određuju agilnost kao sposobnost. Sa aspekta kretnih manifestacija, Gredelj i saradnici (1975) su bili među prvim istraživačima koji su agilnost definisali na osnovu efikasnosti premještanja tijela u prostoru, pri čemu navode da je agilnost, u osnovi, sposobnost brze promjene pravca kretanja. Ovo je vjerovatno najopštija i najjednostavnija definicija agilnosti koja se bazira samo na prostorno-vremenskim parametrima kretanja. Međutim, sveobuhvatnije sagledavanje i analiza ove sposobnosti ukazale su na činjenicu da agilnost, u praktičnom smislu, ne podrazumijeva samo promjenu pravca kretanja, jer su u obzir uzeti drugi faktori. Tako, veći broj autora (Brittenham, 1996; Drabik, 1996; Graham, 2000; Pearson, 2001) navodi da agilnost, pored željene promjene pravca i smjera kretanja, podrazumijeva sposobnost ubrzavanja, usporavanja i naglog zaustavljanja uz potpunu kontrolu kretanja što podrazumijeva zadržavanje ravnoteže, brzine, koordinacije i snage.

Iz navedenih definicija je jasno da agilnost, u većoj ili manjoj mjeri, zavisi od drugih motoričkih sposobnosti. Tako, Bompa (2000) navodi da je agilnost kombinovana sposobnost zasnovana na brzini i koordinaciji. Uzimajući u obzir veći broj definicija, čini se da brzina i eksplozivna snaga, kao jedan faktor, određuju kapacitet tj. mogućnost da se tijelo kreće brzo i da mijenja položaj u prostoru dok ravnoteža i koordinacija, kao drugi faktor, određuju kontrolu i svrsishodnost tog kretanja. Oba navedena faktora, i „brzinsko eksplozivni“ i „ravnotežno-koordinacijski“, određuju efikasnost brze promjene pravca i smjera kretanja. Ovo shvatanje podrazumijeva da su brzina i eksplozivna snaga, kao zasebne sposobnosti, preduslov da bi se kretanje tijela u prostoru moglo brzo realizovati a ravnoteža i koordinacija utiču tj. određuju tačnost i svrsishodnost tog kretanja. Pored ovih faktora, Jukić i saradnici (2003) navode da u praktičnom smislu, na agilnost utiču mobilnost zglobova, elastičnost, razvijenost odgovarajućih energetskih resursa, stabilnost lokomotornog sistema i optimalne biomehaničke strukture kretanja. Većina teoretičara koja je posmatrala agilnost, istu je definisala kao sposobnost koja se manifestuje u poznatim uslovima izvođenja kretanja. Zbog ovakvog pristupa se u literaturi ova sposobnosti najčešće opisuje, testira-mjeri i trenira upravo u poznatim tj. unaprijed određenim uslovima izvođenja kretnog zadatka. Međutim, jedan broj teoretičara, ali i stručnjaka iz prakse, primjetio je da se agilnost u realnim tj. trenažno-takmičarskim uslovima najčešće ne ispoljava u poznatim uslovima (prostorno vremenskim parametrima kretanja) nego se dešava kao reakcija na neki podražaj ili promjenu situacije na samom sportskom trenu.

Razlike u pristupu su dovele do zaključka da unutar agilnosti postoji određeni broj „pod sposobnosti“ koje se vezuju za vrstu kretanja (Sekulić i Metikoš, 2007). Ovo je dovelo do praktične podjele agilnosti kao motoričke sposobnosti kakva se danas najčešće susreće u literaturi. Prema ovom stajalištu, u praktičnom smislu postoji planirana i nasumična agilnost pri čemu se nasumična može smatrati određenom motoričkom subkomponentom. Objašnjavajući pojavne oblike ispoljavanja agilnosti, Sekulić i Spasić (2015) navode da su

razlike u manifestacijama agilnosti ponukale istraživače i stručnjake na precizniju podjelu agilnosti koja podrazumijeva: „pred-planiranu agilnost“ i „neplaniranu agilnost“. Ova prva se često naziva i brzom promjenom pravca kretanja (engl. *Change Of Direction Speed* - CODS) dok se druga često označava kao reaktivna agilnost. I drugi autori su prihvatili ovakav model te se u literaturi najčešće koriste termini „reaktivna/nasumična agilnost“ i „planirana agilnost“ (Oliver i Meyers, 2009). Osnovna razlika između planirane i reaktivne agilnosti leži u uslovima pod kojima se dešava brza promjena pravca ili smjera kretanja. Naime, kod planirane agilnosti sportista unaprijed zna kada, gdje i pod koji uglom treba da izvede promjenu u kretanju čime mu je omogućeno „planiranje“ samog kretanja. Dakle, njegovo kretanje se dešava u potpuno poznatim uslovima. S druge strane, reaktivna agilnost podrazumijeva da postoji određeni signal (najčešće vizualni) koji će izazvati „reakciju“ u smislu promjene pravca ili smjera kretanja. U ovakvim uslovima se pred sportistu postavlja značajno kompleksniji zadatak koji podrazumijeva detekciju i prepoznavanje samog „signala“ (što u takmičarskim uslovima može biti teško), donošenje odluke i tek onda motoričku akciju koja se odnosi na promjenu kretanja.

Sredinom 70-ih godina prošlog stoljeća je uspostavljen model prema kojem agilnost zavisi od dvije komponente i to kognitivne i motoričke. Ovim modelom se najlakše objašnjava razlika između planirane i reaktivne agilnosti. Naime, kognitivna komponenta je odgovorna za donošenje odluka prije promjene smjera, pravca ili brzine kretanja vlastitog tijela dok je motorička komponenta odgovorna za što kvalitetniju izvedbu samog kretanja. Prema ovom modelu, planirana agilnost je pod značajno većim uticajem motoričke komponente dok je reaktivna pod većim uticajem kognitivne koja, na neki način, ograničava ispoljavanje motoričke komponente u nepoznatim uslovima. Ovu tezu podupiru brojna istraživanja koja navode da se vrhunske sportiste značajno razlikuju od onih manje uspješnih u kognitivnoj, ali ne i motoričkoj komponenti agilnosti (Marković, 2010). Nadalje, biomehanička istraživanja su pokazala da su momenti sila u zglobov koljena statistički značajno veći prilikom nasumične (nepoznate) promjene smjera kretanja nego kod planirane promjene smjera kretanja (Besier i sar., 2001). Pored toga, postoje statistički značajne razlike u strategiji aktivacije mišića koji okružuju koljeno između ove dvije vrste promjena smjera kretanja (Besier i sar., 2003). Ovi, ali i brojni drugi eksperimentalni podaci, ukazuju na veći rizik za nastajanje povreda koljena (posebno prednjih križnih ligamenata) kod nasumičnih promjena smjera kretanja, što samo po sebi, podcrtava razlike između planirane i nasumične agilnosti i važnosti implementacije istih u trenažni proces.

Pored osnove strukture agilnosti (koja je prethodno navedena), istraživači su na osnovu trenažno-takmičarskih struktura kretanja došli do moguće tipologije i podjele agilnosti prema nekoliko kriterija. Jukić i saradnici (2003) navode da se, prema kriteriju osnovnog načina kretanja, agilnost može podijeliti na frontalnu i horizontalno-vertikalnu agilnost. Prema kriteriju medija u kojem ili na kojem se izvodi kretanje, agilnost je moguće podijeliti na: agilnost na podu - čvrsta podloga, agilnost u zraku i agilnost u vodi. Isti autori navode da se, prema načinu promjena smjera kretanja, agilnost može izvoditi kružnim promjenama smjera, ugaonim promjenama smjera i promjenama smjera okretima. Kao zadnji kriterij, ova grupa autora navodi svrhu agilnih kretanja i prema njemu je moguće razlikovati dva temeljna tipa agilnosti: agilnost u uslovima premještanja tijela sa svrhom ostvarivanja što veće frekvencije pokreta (najčešće vezan uz trenažne uslove) i agilnost u uslovima premještanja tijela sa svrhom brzog jednokratnog savladavanja prostora (ovaj tip agilnosti manifestuje se i u trenažnim i takmičarskim uslovima).

U praktičnom smislu, agilnost se može podijeliti na bazičnu i specifičnu, a temeljnu razliku čine same kretne strukture koje se upotrebljavaju. Suštinski, tu razliku određuje da li je efikasnost neke promjene smjera ili pravca kretanja uslovljena tehničko-taktičkim znanjima ili ne. Na primjer, u specifično-situacionim uslovima, naročito u sporskim igrama, agilnosti se može posmatrati kroz sposobnost promjene pravca ili smjera kretanja sa i bez manipulacije sportskim rekvizitima, najčešće loptom. Prema ovom kriteriju, isto kretanje npr. slalom kroz poligon čunjeva, može da bude sposobnost bazične ali i specifične agilnosti ako se taj zadatak izvodi sa loptom, kroz „dribling“. Jasno je da će vrijeme izvođenja ovakvog zadatka u specifičnim uslovima, uz manipulaciju loptom, biti duže. Ovo se u literaturi najčešće naziva „dribling deficitom“. Također, naročito bitan element u procjeni i treningu specifične agilnosti vezan je uz uočavanje mogućih asimetrija ili razlika u funkciji dominantne i nedominantne strane tijela. I ove razlike mogu biti značajan ograničavajući faktor pri specifično situacijskim kretanjima tipa agilnosti.

Mogućnost kineziološke transformacije

Obzirom na složenu strukturu same sposobnosti, kao i veliki broj vanjskih faktora koji utiču na samu sposobnost, ona se treba trenirati i razvija u svim pobrojanim uslovima pod uslovom da se poštuju osnovni metodički principi. Smjernice za razvoj agilnosti ukazuju da se ova sposobnost u ranoj dobi najčešće razvija putem primjene elementarnih igara i prirodnih oblika kretanja u predviđenim i/ili nepredviđenim situacijama. U literaturi je moguće pronaći osnovne methodske preporuke i korake za trening agilnosti. Gambetta (2001) navodi četiri koraka za unapređenje agilnosti koji podrazumijevaju: unapređenje elementarnih tehnika kretanja s promjenama smjera, razvoj elementarnih tehnika kretanja izvoditi u varijabilnim uslovima, uvrštavanje reaktivnih zahtjeva i izvedba zadataka obogaćena manipulacijom objektima ili sa protivnikom. Preporuke za razvoj agilnosti ukazuju da je osnovni preduslova za razvoj agilnosti učenje i unapređenje mehanike kretanja. U tom smislu, Dempsey i saradnici (2009) navode da trening agilnosti, usmjeren ka unapređenju tehnike promjene smjera, može značajno smanjiti momente sila u zglobo koljena prilikom rizičnih promjena smjera kretanja, što u konačnici prevenira nastanak povreda.

U metodici treninga agilnosti, brojni autori naglašavaju potrebu za usvajanjem tehnike početnih kretanja te postepeno prelazjenje na složenija i kompleksnija kretanja. Šango i Milanović (2010) navode osnovne smjernice u kreiranju proaktivnih vježbi agilnosti u timskim sportovima koje uključuju: osnovni stav, vježbe starta i zaustavljanja, lateralna kretanja, kretanja s promjenom smjera za 180°, zig-zag kretanja u stavu, promjene smjera iz lateralne kretnje u sprint naprijed, natrag i obratno, promjene smjera u sprintu (postavljene oznake, razni uglovi promjene smjera) i promjene smjera kretanja sa loptom. Određeni autori (Gambetta, 2001) dodatno proširuju smjernice za razvoj agilnosti u timskim sportovima ali se one mogu primjenjivati sa većinom sportista i sportova. Ove smjernice ukazuju na važnost: reakcije i prepoznavanje situacija, startne pozicije, startnog ubrzanja, važnosti prvog koraka u kretanju, ubrzanju, kontroli tijela pri velikoj brzini, sustizanju i prestizanju protivnika, radu nogu, promjeni pravca, izvedbi varki i izbjegavanju protivnika, prostornom reagovanju i zaustavljanju. Prema Flisku (2000) postoji nekoliko temeljnih pravila za trening agilnost. Kao prvo, ekstremni neuro-mišićni zahtjevi u treningu agilnosti uslovljavaju primjenu vježbi agilnosti na samom početku treninga (nakon uvodno pripremnog dijela) kada je organizam sportiste još uvijek odmoran. Drugo pravilo se odnosi na izbor metoda za trening agilnosti i u njemu stoji da je ponavljajuća metoda idealna za razvoj agilnosti, s tim da se, ukoliko se želi unaprijediti agilna (brzinska) izdržljivost, preporučuje intervalna metoda.

U svakom slučaju, može se zaključiti da se agilnost razvija prvo kao bazična sposobnost, koja treba da unaprijedi brze promjene pravca, smjera i intenziteta kretanja pa se tek naknadno razvijaju specifične kretne strukture. Kada se govori o planiranoj i reaktivnoj agilnosti, u literaturi je moguće pronaći određene preporuke i smjernice. Smjernice za trening planirane agilnosti govore da se ova sposobnost najviše razvija unapređenjem mehanike kretanja, eksplozivne snage, brzine i koordinacije. S druge strane, reaktivna agilnost zavisi od percepcije i prepoznavanju situacija u kojim je potrebno izvesti brzu promjenu pravca i smjera kretanja. Sekulić i Spasić (2015) navode da je u izvedbi pred-planirane agilnosti prisutan značajan uticaj brzine i eksplozivne snage, a da je kod izvedbe reaktivne agilnosti važnija ravnoteža i reaktivna snaga. Dodatno, izgleda da velika brzina sprinta može čak i narušiti izvedbu u testovima reaktivne agilnosti kao što je to slučaj kod reaktivne agilnosti oblika „stani-kreni“. Naime, velika brzina produžuje put zaustavljanja, a otežavajući je faktor i u (kognitivnoj) obradi informacije o potrebnoj promjeni pravca/smjera kretanja. Uzimajući u obzir ove činjenice Abernethy i saradnici (2012) navode da postoje naznake da bi se reaktivna agilnost mogla razvijati trenirajući neke sposobnosti i kapacitete koji nisu tipični i uobičajeni u prostoru kondicijskog treninga. Na primjer, sasvim je izgledno da se reaktivna agilnost razvija trenirajući perceptivno reaktivne kapacitete sportista, fokusiranost i/ili koncentraciju.

Trening agilnosti se kod vrhunskih sportista provodi u okviru pripremnog dijela treninga i u takvom obliku, između ostalog, ima značajnu ulogu u prevenciji nastanka povreda. U tom smislu, Gambetta (2001) i Graham (2001) navode da se o agilnosti govori u kontekstu prevencije sportskih povreda jer se smatra da sportiste s izraženijom agilnosti lakše kontrolišu svoje tijelo u ključnim trenažnim i takmičarskim situacijama. Preventivna komponenta agilnosti se ogleda u činjenici da trening agilnosti, usmjeren ka unapređenju tehnike promjene smjera, može značajno smanjiti momente sila u zglobu koljena prilikom rizičnih promjena smjera kretanja (Dempsey i sar., 2009; Dempsey i sar., 2007) čime se smanjuje mogućnost povrede ovog zglobno-mišićnog aparata. Ovaj vid treninga se, pored prevencije povreda, često izvodi sa ciljem pripreme za predstojeća trenažno-takmičarska opterećenja visokog intenziteta i to u okviru SAQ (engl. *speed, agility & quickness*) metoda treninga.

Kada su u pitanju senzibilne faze razvoja agilnosti, u literaturi se mogu pronaći opšte smjernice o periodu u kojem bi bilo najbolje razvijati pojedine segmente ove sposobnosti. Obzirom da agilnost zavisi od drugih motoričkih sposobnosti, ponajviše brzine i koordinacije, senzibilne faze ovih sposobnosti bi se mogle uzeti kao relevantne i za razvoj agilnosti. Međutim, Šango i Milanović (2010) navode da agilnost treba razvijati najviše u mlađim dobnim kategorijama. Uzrast od 10 do 13 godina idealan je za provođenje osnovnih proaktivnih vježbi za razvoj agilnosti s naglaskom na tehniku izvođenja, koordinaciju i ravnotežu. Nadalje, u periodu od 14 do 18 godina starosti je potrebno progresivno prilagođavati primjenu reaktivnih vježbi agilnosti. Isti autori navode da u kasnijem periodu, naročito kod vrhunskih sportista, agilnost treba razvijati kroz specifično-situacijske metode razvoja.

Pozadinski - fiziološki mehanizmi ispoljavanja

Fiziološka osnova agilnosti veoma je složena, naročito ako se u obzir uzme njena veza i ovisnost o drugim sposobnostima kao što su brzina, eksplozivna snaga, koordinacija i ravnoteža. S tim u vezi, jasno je da agilnost zavisi od istih neuromišićnih i energetskih faktora kao i sposobnosti s kojima je u direktnoj vezi. Međutim, ono što nije sasvim jasno se odnosi na pozadinske mehanizme različitih komponenti unutar same agilnosti. S tim u vezi, istraživanja koja su se bavila ovom problematikom su utvrdila da u smislu pozadinskih

fizioloških mehanizama postoje izvjesne razlike između planirane i reaktivne agilnosti. Sekulić i Spasić (2015) navode da bi, u teoretskom smislu, pred-planirana i reaktivna agilnost trebale biti zasnovane na sličnoj fiziološkoj osnovi jer je za obje potreban brz i intenzivan podražaj mišića. Međutim, kada se ova veza pokušala utvrditi, povezanosti su male do umjerene, te se radi o maksimalno 30% zajedničkog varijabiliteta.

Motorička i kognitivna komponenta agilnosti nemaju puno zajedničkih pozadinskih mehanizama te, zbog toga, ove dvije sposobnosti nisu visoko povezane. U tom smislu, Sekulić i Spasić (2015) navode da reaktivna agilnost nema istu fiziološku osnovu kao pred-planirana, te joj niti brzina niti eksplozivna snaga ne doprinose značajno, barem ne pozitivno. Vjerovatno je da planirana agilnost ima slične pozadinske mehanizme kao brzina i eksplozivna snaga dok je reaktivna agilnost bliža koordinaciji i ravnoteži i ima izraženu kognitivnu komponentu koja se, između ostalog, povezuje sa latentnim vremenom motorne reakcije.

U skladu sa navedenim u ovom potpoglavlju je jasno da agilnost, kao složena motorička sposobnost ima svoje neuro-fiziološke osnove koje se treningom mogu parcijalno ili integralno transformisati te, kroz to, unapređivati manifestne oblike same sposobnosti što i jeste osnovna zadaća kineziologije kao nauke.

Praktična aplikativnost - testiranje i procjena agilnosti

Mjerenje i testiranje agilnosti predstavlja važnu komponentu sportske izvedbe, motoričkog razvoja djeteta a dodatno može poboljšati opšte zdravstveno stanje i fizičku spremu pojedinaca. Postoji veliki broj specifičnih testova agilnosti sa specifičnim protokolima provođenja, segmentima motoričke procjene i načinima evaluacije ostvarenih rezultata. Nadalje, široka upotreba rezultatskih kriterija za procjenu agilnosti pojedinca je nastala višegodišnjom evaluacijom rezultata testova agilnosti. Neki od najčešće korištenih testova za procjenu agilnosti su navedeni u daljem tekstu.

Testiranje agilnosti je važna komponenta evaluacije sportske izvedbe, a dostupni su različiti testovi agilnosti, svaki sa svojim specifičnim protokolom i sistemom vrednovanja. Specifični kriteriji za rezultate testova agilnosti mogu se koristiti za procjenu agilnosti pojedinca. Uključivanje testiranja agilnosti u procjeni sportske izvedbe može identificirati područja za poboljšanje i razviti ciljne programe treninga za poboljšanje agilnosti.

Kada je u pitanju procjena agilnost upotrebom terenskih testova, postoje različiti faktori koje treba uzeti u obzir. Ti faktori su starost, spol i specifičnosti sporta. Na primjer, prema rezultatima istraživanja Lloyda i saradnika (2014) je utvrđeno da kod djece uzrasta od 7 do 11 godina, a koja su postigla rezultat bolji od 13,0 sekundi na testu agilnosti 505, postoji povećan rizik od nastanka povreda, za razliku od djece koji su imali lošije rezultate od 13,5 sekundi. Studija Harta i saradnika (2013) je otkrila da su košarkašice koje su postigle rezultate bolje od 10,9 sekundi u Illinois testu agilnosti imale značajno bolje rezultate u specifično motoričkim testovima spretnosti u košarkaškoj igri.

Pored rezultatskih kriterija specifičnih za dob, kriterij spola se također mora koristiti kao bitan faktor. Muškarci uglavnom postižu bolje rezultate od žena kod izvođenja testova agilnosti. Na primjer, studija Chaouachi i saradnika (2014) pokazuje da nogometaši koji postižu rezultate lošije od 10,9 sekundi u testu agilnosti 505 imaju veći rizik od nastanka povreda. Isti kriterij, u istom testu, za nogometašice, iznosi 11,6 sekundi.

Test 505

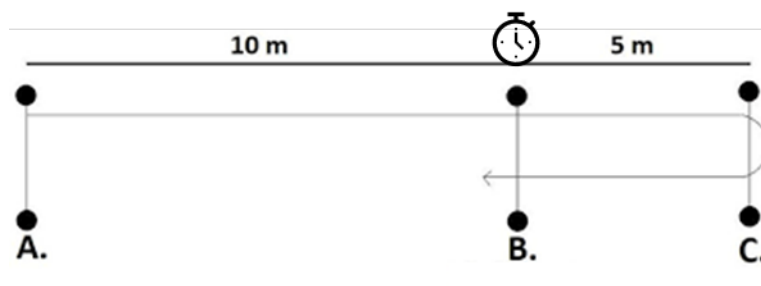
Test 505 je test agilnosti koji se sastoji od sprinta 5 metara naprijed, okreta od 180 stepeni i povratnog sprinta (5 metara) nazad do startne linije. Test je tempiran i bilježi se najbolje vrijeme iz dva pokušaja. Pokazalo se da je test agilnosti 505 pouzdana mjera agilnosti u različitim starosnim kategorijama, uključujući i adolescente i odrasle (Sassi i sar., 2009).

Procedura za realizaciju 505 testa agilnosti:

Označiti stazu dužine 10 metara i širine 3 metra čunjevima. Dva čunja su postavljena na startu paralelno, treći 10 metara od startne linije na jednoj strani staze. Četvrti čunj se postavlja 5 metara od trećeg čunja na suprotnoj strani staze.

Učesnici bi trebali izvršiti temeljno zagrijavanje, uključujući kardiovaskularne vježbe i dinamičko istezanje. Potom učesnici počinju test na startnoj liniji i maksimalno brzo trče do četvrtog čunja. Kod četvrtog čunja vrše okret i nastavljaju sa sprintom do trećeg čunja (povratni sprint 5m). Rezultat testa je vrijeme koje pojedinac ostvari, mjereno sa početkom na prolazu kod trećeg čunja i nakon povratka kod trećeg čunja, u sekundama do najbliže stote.

Ponovljeno testiranje: Učesnici mogu izvršiti test više puta pri čemu se najbrže vrijeme bilježi kao njihov službeni rezultat. Test se može izvesti sa okretom u lijevu i desnu stranu.



Ilustracija 2. 505 test agilnosti (modificirano prema: Sinclair i sar. 2021)

Illinois test

Drugi često korišteni test agilnosti je Illinois test agilnosti koji uključuje sprint kroz niz čunjeva i izvođenje različitih promjena smjera. Test je tempiran i bilježi se najbolje vrijeme iz dva pokušaja. Illinois test agilnosti se pokazao kao validna i pouzdana mjera agilnosti u različitim starosnim kategorijama, uključujući i djecu i adolescente (Faigenbaum i sar., 2013).

Procedura za realizaciju Illinois testa agilnosti:

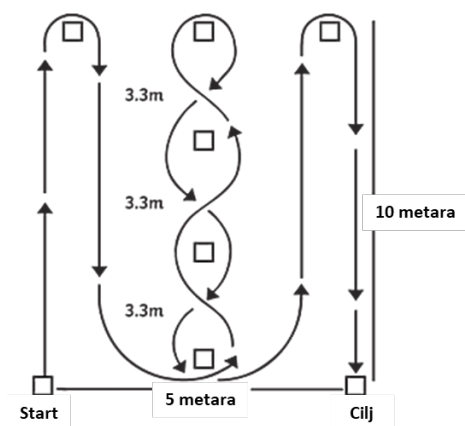
Staza je duga 10 metara i široka 5 metara. Četiri čunja su postavljena na uglovima staze. Peti čunj se postavlja u sredinu između startne i ciljne linije. Ostali čunjevi se postavljaju u pravcu sa srednjim čunjem na međusobnoj udaljenosti od 3,3 metra.

Priprema: Dozvolite učesnicima da probaju test laganim trčanjem i prolaskom kroz poligon.

Izvođenje testa: Učesnici počinju test sa startne linije i trče ravno 10 metara te prave okret od 180 stepeni oko čunja i trče dijagonalno ka srednjem (petom) čunju koji obilaze s vanjske strane. Nakon toga trče u slalom trčanju između srednjih čunjeva povratno do petog čunja.

Nakon toga trče dijagonalno ka trećem čunju na kojem prave okret od 180 stepeni i trče nazad ka cilju. Test treba mjeriti pomoću štoperice ili ćelija za mjerenje vremena, a najbolje vrijeme se bilježi u sekundama do najbliže stotinke.

Učesnici mogu raditi test više puta, pri čemu se najbrže vrijeme bilježi kao njihov službeni rezultat.



Ilustracija 3. Illinois test agilnosti (preuzeto i modificirano sa: <https://www.twinkl.com.sg/illustration/illinois-agility-test-health-fitness-exercise-pe-secondary-bw-rgb>)

Literatura:

Abernethy, B., Schorer, J., Jackson, R. C., Hagemann, N. (2012). Perceptual training methods compared: the relative efficacy of different approaches to enhancing sport-specific anticipation. *J Exp Psychol Appl*, 18(2), 143-153.

Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R., Cochrane, J. L. (2001). Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1176-81.

Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R. (2003). Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 119-27.

Bompa, T. (2006). *Periodizacija - teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Gopal.

Bompa, T. O. (2001). *Periodizacija: teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez; Udruga hrvatskih košarkaških trenera.

Brittenham, G. (1996). *Complete conditioning for basketball*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Čoh, M. (2003). Razvoj brzine u kondicijskoj pripremi sportaša. Međunarodna znanstveno-stručna konferencija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

- Dempsey, A. R., Lloyd, D. G., Elliott, B. C., Steele, J. R., Munro, B. J. (2009). Changing sidestep cutting technique reduces knee valgus loading. *American Journal of Sports Medicine*, 37, 2194-200.
- Dempsey, A. R., Lloyd, D. G., Elliott, B. C., Steele, J. R., Munro, B. J., Russo, K. A. (2007). The effect of technique change on knee loads during sidestep cutting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 1765-73.
- Drabik, J. (1996). *Children & Sports Training*. Stadion Publishing Company, Inc. Island Pond, Vt.
- Flisk, S. S. (2000). Speed, Agility, and Speed Endurance Development. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning* (2nd ed.). T.R. Beachle and R.W. Earle, Eds., Champaign, IL: Human Kinetics, 2000, pp. 471-491.
- Gambetta, V., Winckler, G. (2001). *Sport Specific Speed*. Gambetta Sports Training Systems, Sarasota.
- Graham, J. F. (2000). Agility training. In: Brown, L. E., Ferrigno, V. A., Santana J. C., (Eds.), *Training for speed, agility, and quickness*. (pp. 79-144). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gredelj, M., Metikoš, D., Hošek, A., Momirović, K. (1975). Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti (rezultati dobiveni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija). *Kineziologija*, 5(1-2), 7-82.
- Idrizović, Dž., Idrizović, K. (2001). *Osnovi antropomotorike teorija*. Univerzitet Crne Gore.
- Jeffreys, I. (2008). Movement Training for Field Sports: Soccer Strength & Conditioning Journal. 30(4), str. 19-27, August 2008.
- Jukić, I., Nakić, J., Milanović, L., Marković, G. (2003). Metodika treninga agilnosti. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
- Marković, G. (2010). Testiranje i treniranje brzine i agilnosti, drukčija perspektiva. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu
- Martin, D. (1982). *Grundlegen der Traingslehze (I und II)*. Verlag K. Hofmann, Scorndorf.
- Mikić, B. (2000). *Psihomotorika*, Filozofski fakultet Univerzitet u Tuzli.
- Milanović, D. (2009). *Teorija i metodika treninga*. Zagreb: Odjel za izobrazbu trenera Društvenog veleučilišta u Zagrebu, Kineziološki Fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Nićin, Đ. (2000). *Antropomotorika – teorija*. Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.
- Oliver, J. L., Meyers, R. W. (2009). Reliability and generality of measures of acceleration, planned agility, and reactive agility. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 345-54.

- Pearson, A. (2001). Speed, agility and quickness for soccer. London: A & C Black.
- Perić, D. (2003). Antropomotorika – osnove sportske lokomocije. Sportka akademija Beograd.
- Sekulić, D., Krolo, A., Spasić, M., Uljević, O., Perić, M. (2014). The development of a new stop'n'go reactive-agility test. *J Strength Cond Res*, 28(11), 3306-3312.
- Sekulić, D., Spasić, M. (2015). Reaktivna agilnost; ideja, razvoj testova, mogućnosti primjene i ograničenja. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
- Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
- Sheppard, J. M., Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24, 919-32.
- Šango, J., Milanović, L. (2010). Tehnika kretanja kao preduvjet visoke razine agilnosti u momčadskim sportovima. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
- Trninić, S., Marković, G., Heimer, S. (2001). Effects of developmental training of basketball cadets realised in the competitive period. *Collegium Antropologicum*, 25(2), 591-604.
- Zaciorski, V. M. (1970). Fizička svojstva sportiste. Savez za fizičku kulturu Jugoslavije. Beograd

Preciznost

Preciznost kao pojam ima svoju široku upotrebu u naučnim i stručnim publikacijama, ali različite nauke imaju sebi svojstveno shvatanje i definisanje preciznosti. Najčešće se ovaj termin veže za dijagnostiku, koja preciznost definiše kao mjeru pouzdanosti mjernog instrumenta - uređaja ali u širem smislu i bilo kojeg drugog testa. U kineziologiji se preciznost definiše kao motorička sposobnost ali njena struktura, a naročito pozicija u hijerarhijskom modelu motoričkih sposobnosti, nije do kraja usaglašena te to izaziva određenu neusaglašenost među teoretičarima. Važnost ove sposobnosti je naročito velika, ne samo u sportu nego u značajnom broju profesionalnih, ali i svakodnevnih aktivnosti. Tako se dosta često koristi termin „hirurška preciznost“ kojim se naglašava važnost ove sposobnosti u medicini tj. hirurgiji. Pored medicine, u tehničkim naukama i nekim zanatima (precizna mehanika, filigranski zanat i sl.) preciznost je od krucijalnog značaja. Međutim, obzirom da je to veoma nestabilna sposobnost, za poslove ovog tipa se sve više, umjesto ljudi, koriste mašine i roboti.

U kineziologiji se preciznost posmatra i definiše kao sposobnost čovjeka da tačno i svrshodno izvodi određene pokrete, odnosno, manipuliše različitim predmetima i rekvizitima s ciljem izvršavanja određenih kretnih zadataka. U teoretskom smislu, preciznost je sposobnost pod kontrolom mehanizma za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa. To je svrstava u red kvalitativnih motoričkih sposobnosti. Upravo njena podređenost ovom mehanizmu je uzrokovala da određeni broj autora ovu sposobnost posmatra u okviru koordinacije, ili kako to navodi Mikić (2000), na samu granicu sa koordinacijom. Ipak, isti autor, ali i mnogi drugi (Nićin, 2000), navode da je preciznost bazična motorička sposobnost koju karakteriše izvođenje tačno usmjerenih i doziranih pokreta. Dalje se naglašava da za preciznost, pored sposobnosti za tačno i usmjereni doziranje pokreta, važnu ulogu igra procjena prostora i vremena. Prostorno-vremenski faktori su naročito bitni kod preciznosti baratanja predmetima te se, stoga, ova sposobnost može podijeliti na preciznost izvođenja pokreta tijela (lokomocije) i preciznost baratanja predmetima (manipulacije). Kada je u pitanju struktura same preciznosti ni tu ne postoji neki jasan kriterij na osnovu kojeg se može izvršiti klasifikacija.

Klasifikacija i manifestni oblici ispoljavanja preciznosti

Prva istraživanja vezana uz faktorsku strukturu motoričkog prostora su dala određenu latentnu strukturu preciznosti koja se i danas najčešće navodi u literaturi. U tom smislu, Mikić (2000) navodi da je latentna struktura preciznosti nedovoljno istražena te da se pretpostavlja kako se radi o dvodimenzionalnoj sposobnosti. Isti autor se poziva na istraživanje od McCloy (1946) prema kojem su izdvojena dva faktora unutar preciznosti a to su: preciznost gađanjem (bacanjem) i preciznost ciljanjem (vođenim predmeta u cilj). Ovu strukturu preciznosti prihvataju i navode i drugi autori (Sekulić i Metikoš, 2007) koji navode da postoje dva faktora, odnosno, dvije manifestacije preciznosti. Pri tome, prvi faktor preciznosti se manifestuje na način da se objekt kojim se cilja vodi (nosi) od početka pokreta do kraja, dakle do trenutka kontakta sa „ciljnim objektom“. Glavna karakteristika ove vrste preciznosti je zapravo kontrola nad cjelokupnom trajektorijom kretanja vođenog projektila (koji može biti dio tijela - ruka ili noga u borilačkim sportovima) ili rekvizit npr. mač u mačevanju. Prema Milanoviću (2010), ova vrsta preciznosti se očituje u neposrednom usmjeravanju, vođenju nekog predmeta ili ekstremiteta prema statičnom ili pokretnom cilju. Iz tih razloga se ova sposobnost u literaturi često naziva „preciznost vođenim projektilom“. Prema istim autorima, drugi faktor preciznosti je i drugi manifestni oblik ispoljavanja i odnosi se na preciznost gađanjem ili preciznost izbačenim projektilom. Kod ove vrste preciznosti predmet - rekvizit kojim se izvodi gađanje je

pod kontrolom samo tokom jednog dijela svoje trajektorije - dok je u kontaktu sa tijelom. Nakon što taj rekvizit napusti tijelo i pređe u fazu leta ne postoji mogućnost korekcije njegove putanje. Ovo je ujedno i jedan od dodatnih kriterija za podjelu preciznosti koji podrazumijeva mogućnost korigovanja putanje. Ovu vrstu preciznosti susrećemo u svim sportovima s loptom, pikadu, streličarstvu i sl. Milanović (2010) navodi da se preciznost gađanjem očituje u pravilno izvedenom i doziranom bacanju lopte ili nekog drugog predmeta u željeni cilj, uz stalnu kontrolu početnog ubrzanja i ugla izbačaja. Kada je u pitanju preciznost gađanjem, u literaturi je moguće pronaći još jedan dodatni kriterij koji podrazumijeva poziciju samog cilja te se, prema tom kriteriju, preciznost može podijeliti na gađanje horizontalnih i gađanje vertikalnih ciljeva. Također, u odnosu na položaj cilja, preciznost može da se posmatra kao sposobnost gađanja pokretnih i statičnih ciljeva.

Idrizović (2001) navodi da pored dva pomenuta u praksi egzistira i treći tj. kombinovani faktor koji se može nazvati preciznost ciljanja-gađanja. Kao primjer navodi udarac lopte u nogometu prilikom kojeg prvo nogom ciljamo loptu (udarac stopala po lopti) a nakon tog tom loptom gađamo određeni cilj. Slične primjere susrećemo i u odbojci, sportovima s reketom ili u bilijaru, gdje je situacija još kompleksnija jer se prvo cilja udarac štapa (ke ili tak) i kugle a zatim tom kuglom gađa druga koju treba uputiti u rupu. Ovdje se radi o izvjesnoj indirektnoj preciznosti koja se u literaturi ne spominje ali u praksi je evidentno da postoji. Kada se govori o daljim kriterijima za podjelu preciznosti, u literaturi je moguće pronaći više različitih osnova prema kojima se vrši klasifikacija. Nićin (2000) navodi da, prema akcionom modelu, pored već pomenutog kriterija koji podrazumijeva mogućnost korekcije pokreta, postoji kriterij brzine izvođenja preciznih pokreta i kriterij dužine trajanja aktivnosti koja podrazumijeva preciznost. Isti autor preciznost dalje dijeli prema kriteriju topoloških regija i kriteriju specifičnosti.

Kada se govori o brzini izvođenja preciznih pokreta, preciznost se može posmatrati kao sposobnost izvođenja preciznih brzih pokreta poput udaraca u sportovima s reketom i preciznost sporih pokreta poput gađanja u pikadu ili streličarstvu. Kriterij dužine trajanja aktivnosti podrazumijeva da postoje aktivnosti dugog trajanja koje značajno zavise od preciznosti kao što su teniski ili mečevi u sportskim igrama i aktivnosti kratkog trajanja kao što je borba u mačevanju. Prema topološkim regijama, preciznost se može podijeliti na preciznost gađanja i ciljanja rukama i preciznost gađanja i ciljanja nogama, međutim, kao dodatni kriterij specifičnosti unutar topoloških regija se uvodi i preciznost gađanja glavom. Ovaj oblik preciznosti specifičan je za npr. fudbal u kojem se preciznost ispoljava i u smislu upućivanja lopte glavom u određeni prostor.

Iako se u literaturi može pronaći da postoji bazična (osnovna-temeljna) i specifična preciznost, praktična iskustva pokazuju da je preciznost zapravo veoma specifična sposobnost. Iskustva pokazuju da postoji velika korelacija između različitih aspekata preciznosti ako u osnovi imaju slične obrasce pokreta. Precizno izvođenje pokreta, naročito gađanje cilja nekim rekvizitom, zavisi od usvojenosti tehnike i stereotipu izvođenja pokreta. Konkretno, osoba koja ima dobru tehniku šutiranja na koš će vjerovatno biti precizna u toj aktivnosti, međutim, ne mora značiti da će ona biti precizna u nekim drugim testovima preciznosti rukama koji imaju potpuno drugu mehaniku izvođenja pokreta npr. servis u odbojci ili teniski udarac. Još je manje vjerovatno da će ta ista osoba imati dobru preciznost u testovima koji se izvode nogama - poput udaraca u borilačkim sportovima ili šutiranja u nogometu. Generalno, transfer preciznosti iz jednog u drugi nezavisan manifestni oblik je veoma mali, što znači da u praktičnom smislu egzistira specifično-situacioni oblik preciznosti koji se, kao takav, mora trenirati i razvijati. Zbog toga se specifično-situacijska preciznost vezuje za konkretnu sportsku disciplinu.

U posebnu vrstu se ubrajaju aktivnosti koje zavise od specifične preciznosti koja podrazumijeva korištenje specijalizovane opreme i rekvizita, koja je karakteristična za streljačke sportove. U ovu grupu sportova se ubrajaju sportske discipline u okviru streljaštva i streličarstva. Streljaštvo je standardni sport u programu modernih Olimpijskih igara koji podrazumijeva pogađanje pokretnih i nepokretnih meta korištenjem različitih vrsta oružja, i to, specifično različitih tipova pušaka i pištolja. Iako se u najširem kontekstu svi sportovi ovog tipa ubrajaju u streljaštvo, u tehničkom smislu postoje značajne razlike. Ključna razlika između streljaštva i streličarstva je u činjenici da se u streličarstvu koristi oprema (oružje) koja uključuje luk i strijelu i samostrijel. Također, od 2021.godine, u grupu streljačkih sportova je zvanično uvrštena Međunarodna Konfederacija Praktičnog Streljaštva (IPSC) čime je postala punopravni član Globalne Asocijacije Međunarodnih Sportskih Federacija (GAISF). Ovaj sport, kao izuzetno specifičan u odnosu na ostale, srodne sportove, podrazumijeva različite discipline-divizije i kombinuje tri važna faktora a to su: sigurno rukovanje vatrenim oružjem, brzinu kretanja i pucanja i preciznost pogađanja različitih vrsta meta.

Unutrašnji i vanjski faktori preciznosti

Kada se analiziraju faktori koji utiču na preciznost u situacionim tj. trenažno-takmičarskim uslovima, onda se prije svega misli na: tehnička znanja, taktičku pripremljenost i donošenje adekvatnih odluka, specifično kondicijsku pripremljenost, toleranciju na umor, psihološku pripremljenost, koncentraciju pažnje i kontrolu emocija odnosno stresa. U uslovima takmičenja na preciznost u značajnoj mjeri mogu uticati i remeteći faktori od kojih se izdvajaju okolinski uslovi takmičenja i rezultatski pritisak usljed preuzimanja odgovornosti koja može rezultirati konačnim ishodom utakmice ili meča (pozitivnim ili negativnim). Poseban problem u praksi je činjenica da većina pobrojanih faktora nije lako mjerljiva niti je moguće na njih uticati (treningom) jer su veoma subjektivnog karaktera, a njihov uticaj je različit kod različitih sportista te se čak, u različitim situacijama ili takmičarskim danima, kod istog sportiste ne ispoljavaju uvijek jednako. Sve pobrojano je rezultiralo da je preciznost jedna od najnestabilnijih motoričkih sposobnosti čovjeka. S druge strane, postoje i vanjski-fizikalni, mnogo manje individualno varijabilni, faktori koji također utiču na preciznost.

Najveći uticaj na ovaj faktor imaju tzv. prostorno-vremenski parametri u koje se ubraja: udaljenost i veličina cilja kao i njegovo pomijeranje, dimenzije i težina rekvizita-projektila, vrijeme pripreme i uslovi sredine. Sasvim je jasno da, što je cilj na većoj udaljenosti i što su njegove dimenzije manje, to ga je teže pogoditi. Također, sam rekvizit kojim se gađa može značajno uticati na preciznost jer je mnogo teže manipulirati i gađati većim i težim rekvizitima. Što se tiče vremena pripreme kao ograničavajućeg faktora, ono nije toliko izraženo u sportovima tipa preciznosti (npr. streličarstvo) ali je naročito važno u npr. sportskim igrama ili sportovima s reketom u kojima se često pojavljuje tzv. „deficit vremena“ što znači da se određeno gađanje i/ili ciljanje mora izvesti u ograničenom vremenu koje je kraće u odnosu na ono koje je potrebno za idealnu pripremu i izvođenje same tehnike gađanja. Uslovi sredine predstavljajući ograničavajući faktor preciznosti (naročito) kod sportova koji se dešavaju na otvorenom. Tu se najčešće spominje vjetar koji značajno može uticati na rezultatsku efikasnost, naročito kod „dalekometnih“ aktivnosti npr. streličarstvo, streljaštvo i sl. Faktor vjetra kod ovih sportova utiče na putanju kretanja samog projektila (npr. strijele, loptice za golf) čime može da odredi-promjeni rezultatsku efikasnost. I drugi vanjski uslovi mogu uticati na preciznost tako što sportiste dovode u nepovoljne uslove, tu se može govoriti o kiši, klizavom terenu i opremi, temperaturi i sl.

Neki autori (Nićin, 2000) naglašavaju da preciznost zavisi i od drugih motoričkih sposobnosti naročito koordinacije, ravnoteže i snage. Isti autor vezu preciznosti i koordinacije objašnjava zajedničkim osnovama koje se ogledaju u dobrom percipiranju, organizaciji i realizaciji pokreta u određenoj situaciji. Ravnotežu, kao faktor preciznosti, ovaj autor objašnjava kroz vezu stabilnosti u početnom položaju i usmjeravanju rekvizita prema cilju. Dobar i stabilan početni ravnotežni položaj je naročito bitan kod streljaštva i streličarstva, u kojim se za najbolje rezultate traži najstabilniji položaj pa se u dalekometnom streljaštvu skoro uvijek koristi ležeći stav. I na kraju, uticaj snage na preciznost se ogleda u činjenici da bez optimalnog nivoa snage nije moguće dati kontrolisan početni impuls ubrzanja nekom rekvizitu u gađanju cilja. Ovaj faktor je naročito izražen kod težih rekvizita i ciljeva na većoj udaljenosti i prisutan je prilikom rukovanja određenim rekvizitima poput luka i strijele (potrebna snaga za držanje luka i zatezanje tetive). Snaga je, kao ograničavajući faktor preciznosti, najviše izražena kod mladih dobnih kategorija (npr. djeca ne mogu dobaciti košarkašku loptu do koša sa relativno velikih udaljenost). U tom slučaju se ne može govoriti o lošoj preciznosti nego o deficitu snage kao ograničavajućem faktoru da bi se preciznost uopšte ispoljila.

Fiziološki mehanizmi regulacije i manifestacije preciznosti

Obzirom na veoma složenu strukturu i veliki broj manifestnih oblika ispoljavanja, nije jednostavno objasniti pozadinske neuro-fiziološke mehanizme koji određuju preciznost kao sposobnost. Još su 1975. godine Gredelj i saradnici naveli da je preciznost najslabije istražen segment motoričkog prostora. Kao razlog za ovakvu tvrdnju navode strukturu zadataka preciznosti za čiju realizaciju treba fina regulacija pokreta. Prema dostupnim podacima se može zaključiti da su pozadinski mehanizmi preciznosti veoma kompleksni jer zavise od velikog broja unutrašnjih i vanjskih faktora. Mikić (2000) navodi da preciznost zavisi od: perceptivne motorne inteligencije, perceptivne fleksibilnosti, perceptivne brzine, integracije impulsa iz različitih subkortikalnih jezgara CNS-a. Kada se pobrojani faktori grupišu može se reći da preciznost zavisi od perceptivnih, kinestetičkih i motoričkih faktora. Milanović (2010) navodi da je percepcija prostora i lokalizacija cilja važan preduslov za optimalnu preciznost.

Da bi se neki zadatak, koji uključuje preciznost, realizovao centri za percepciju preko receptora moraju lokalizovati cilj, procijeniti njegovu veličinu, udaljenost, brzinu i smjer promjene pozicije (ako se radi o pokretnom cilju). Ključne informacije za preciznost dolaze preko čula vida jer je prijem, analiza i pravilna procjena vizuelnih signala dominantno određuju. Pored toga, za preciznost su bitne kinestetičke informacije o rekvizitu kojim se izvodi gađanje ili ciljanje, što podrazumijeva njegove dimenzije, masu, i sl. Sve prikupljene informacije se šalju prema CNS-u u kojem se procesuiraju i na osnovu kojih dolazi do slanja signala za realizaciju samog motoričkog akta koji određuje usklađenost i snagu mišića u kinetičkom lancu kojim se realizuje konkretan pokret. Obzirom da preciznost zavisi od velikog broja informacija koje moraju biti prikupljene i analizirane, kao jedan od ograničavajućih faktora navodi se brzina protoka informacija. Prskalo (2004) navodi da je za preciznu izvedbu pokreta potreban dobar kinestetički osjećaj cilja, dobra procjena parametara cilja i kinestetička kontrola kretanja na određenom putu. Svi ovi, veoma složeni, perceptivni i motorički procesi se dešavaju u izrazito kratkom vremenu što preciznost čini veoma nestabilnom motoričkom sposobnošću. Pored toga, poseban problem čine remeteći faktori koji značajno mogu uticati na preciznost. U kontekstu ostalih pozadinskih mehanizama, najčešće se govori i o unutrašnjim faktorima kao što su umor, emocionalno stanje, tjelesna temperatura i sl.

Mogućnost kineziološkog uticaja i razvoj preciznosti

Obzirom na ovako složenu strukturu i pozadinske mehanizme, većina autora (Mikić, 2000; Nićin, 2000; Idrizović i sar., 2001) se slaže da je preciznost visoko genetski uslovljena te da svoj maksimalni potencijal dostiže oko 25-te godine života. Ne postoje egzaktni podaci o senzibilnim fazama razvoja preciznosti ali obzirom da je pod visokim genetskim uticajem, Sekulić i Metikoš (2007) navode da se o potpunom razvoju preciznosti može govoriti samo u slučaju da se sa usmjerenim treningom počne u vrlo mladoj dobi.

Osnovne preporuke za razvoj i trening preciznosti ukazuju na potrebu za ranim početkom razvoja i to kroz postepeno povećavanje broja i usložnjavanje zadatka. Kod djece predškolske dobi preciznost je veoma varijabilna sposobnost koju treba razvijati kroz igru, kao na primjer, bacanjem raznih predmeta u velike mete koje se organiziraju u prirodi s materijalom poput kamenčića, kestena i sl. (Kosinac, 2011). U metodici treninga preciznosti, u početku je potrebno primjenjivati metode treninga preciznosti u jednostavnim, a kasnije u složenim strukturama (Prskalo, 2004). Nakon selekcije u određeni sport, kod djece treba početi sa razvojem specifične preciznosti i to prvenstveno kroz savladavanje tehnika izvođenja pokreta u konkretnim trenažno-takmičarskim uslovima. Jurko i saradnici (2015) navode da specifični transformacijski procesi imaju za cilj transformaciju onih osobina i sposobnosti koji su važni za pojedinu tehničku izvedbu pa za primjer uzimaju udarac na gol u nogometu kroz razvoj specifične preciznosti. Drugi autori (Sekulić i Metikoš, 2007; Jurko i sar., 2015) se slažu da uz preciznost treba razvijati sve druge motoričke sposobnosti, znanja i vještine koji mogu unaprijediti samu preciznost. Tu se najprije misli na razvoj eksplozivne snage, koordinacije, ravnoteže i vještina bacanja, hvatanja i gađanja i sl.

Poseban problem kod testiranja i treninga preciznosti leži u činjenici da je to, u većini slučajeva, dominantno unilateralna sposobnost te da postoje velike razlike između dominantne i nedominantne strane tijela. Zbog toga su preporuke da se preciznost, naročito u sportskim igrama, trenira podjednako sa obje strane tijela zbog toga što moderni sport ne dozvoljava ograničenje pokreta na samo dominantnu stranu. Poznato je da su u sportovima tipa preciznosti dosta zastupljeni drugi „ne tipični“ oblici pripreme za takmičenja koji mogu poboljšati rezultatsku efikasnost. Često sportiste koje se bave sportovima preciznosti primjenjuju i različite oblike psihološkog treninga i meditacija kako bi razvili svoju sposobnost koncentracije i psihološki i mentalno se pripremili za takmičenje.

Literatura:

Gredelj, M., Metikoš, D., Hošek, A., Momirović, K. (1975). Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti (rezultati dobiveni primjenom jednog neoklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija). *Kineziologija*, 5(1-2), 7-82.

Idrizović, Dž., Idrizović, K. (2001). *Osnovi antropomotorike teorija*. Univerzitet Crne Gore.

Jurko, D., Čular, D., Badrić, M., Sporiš, G. (2015). *Osnove Kineziologije*. Sveučilište u Splitu

Kosinac, Z. (2011). *Morfološko-motorički i funkcionalni razvoj djece uzrasne dobi od 5. do 11. godine*. Split: Savez školskih sportskih društava grada Splita.

Mikić, B. (2000). Psihomotorika. Filozofski fakultet Univerzitet u Tuzli.

Milanović, D. (2010). Teorija i metodika treninga. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Društveno veleučilište u Zagrebu, Odjel za izobrazbu trenera.

Nićin, Đ. (2000). Antropomotorika – teorija. Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.

Prskalo, I. (2004). Osnove kineziologije, udžbenik za studente učiteljskih škola. Petrinja: Visoka učiteljska škola

Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.

Fleksibilnost

Termin fleksibilnost ima izrazito široku upotrebu u svakodnevnoj komunikaciji ali i u stručnim i naučnim publikacijama. U najširem kontekstu, fleksibilnost je sposobnost prilagođavanja određenim uslovima, što je poistovjećuje sa adaptabilnosti. Međutim, u užem smislu, fleksibilnost se može posmatrati kao mehanička osobina krutih tijela ili kao motorička sposobnost u kineziologiji. U fizikalnom smislu, mehanička fleksibilnost se definiše kao osobina ili sposobnost nekih materijala da se deformišu, tj. mijenjaju oblik pod uticajem neke sile, nakon čega mogu da se vrate u svoj izvorni oblik bez narušavanja integriteta materijala. Nakić (2003) navodi da termin „fleksibilnost“ potiče od latinske riječi *flectere* ili *flexibilis* što znači savijati - savijanje. Ista autorica dalje objašnjava da fleksibilnost označava različite pojmove za različita područja istraživanja.

Fleksibilnost u kineziologiji predstavlja motoričku sposobnost koja se odnosi na gipkost tijela pri izvođenju različitih kretnji. U području kineziologije postoji određena jezička neusaglašenost istraživača kada se opisuje ova motorička sposobnost jer različiti autori koriste različite termine za opisivanje iste sposobnosti. Neki od tih termina su sinonimi dok se neki drugi odnose na različitu sposobnost ili motoričku kvalitetu. Tako se u literaturi, pored termina fleksibilnost, susreću termini: gipkost ili gibljivost, elastičnost, pokretljivost, mobilnost. Iz tih razloga će za potrebe ove publikacije biti navedene ključne razlike između pojedinih termina i opravdanost njihovog korištenja u određenim situacijama. Generalno, ova publikacija će koristiti termin „fleksibilnost“, ali će nastojati objasniti različita teorijska shvatanja ove motoričke sposobnosti uključujući njenu latentnu strukturu, faktore ograničenja i pozadinske anatomske-fiziološke mehanizme, kao i temeljne methodske smjernice razvoja. U teorijskom smislu, fleksibilnost je motorička sposobnost koja se nalazi pod kontrolom mehanizama za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa (Sekulić i Metikoš, 2007).

Dosadašnji istraživači imaju i različite ideje o strukturi fleksibilnosti ali se većina slaže da je ova sposobnost određena primarno amplitudom izvođenja pokreta u pojedinom zglobovima ili više njih. Tako, Željaskov (2004) navodi da je fleksibilnost (tj. gipkost, kako je on naziva) kvalitativna osobina ljudske motorike koje objašnjava neka od morfo-funkcionalnih osobina lokomotornog aparata koja uslovljavaju prostorne karakteristike motoričke aktivnosti (stepen pokretljivosti u zglobovima). Isti autor navodi da je osnovni kriterij fleksibilnosti maksimalna amplituda pokreta, izmjerena u stepenima. Većina istraživača za definisanje fleksibilnosti, kao osnovni kriterij uzima upravo amplitudu pokreta. Tako Nakić (2003), pozivajući se na istraživanje od Alter (1996), koje je u obzir uzelo definicije većeg broja autora, navodi da se fleksibilnost može definisati kao slobodni obim pokreta u jednom ili više zglobova. I drugi autori (Mikić, 2000; Idrizović i sar., 2000; Nićin, 2000; Željaskov, 2004; Sekulić i Metikoš, 2007; Milanović, 2013) uglavnom navode da je fleksibilnost ili gipkost sposobnost „lakog“ izvođenja voljnih pokreta velikom ili maksimalnom amplitudom u jednom ili više zglobova. Drugi autori kod definisanja fleksibilnosti kao temeljni kriterij navode morfološko-funkcionalne faktore poput anatomije zgloba ili elastičnosti mekih tkiva, koji određuju stepen obima pokreta. Tako je Clark (2001) definiše kao normalnu rastezljivost svih mekih tkiva koja dopuštaju potpuno slobodni zglobni obim pokreta.

Kada su u pitanju faktori koji primarno određuju fleksibilnost kao sposobnost, u literaturi je moguće pronaći više njih, ali se oni mogu svesti na nekoliko zajedničkih parametara. Većina istraživača prvenstveno navodi anatomske ili specifične morfološko-funkcionalne faktore u koje se ubrajaju struktura, tj. anatomska građa zgloba, ligamentne strukture oko pojedinog zgloba, elastičnost mekih tkiva i funkcionalno stanje muskulature, tj. mišićni tonus. Pored toga,

u literaturi se spominju i tzv. vanjski faktori fleksibilnosti u koje se ubrajaju: temperatura okoline (pri višoj temperaturi fleksibilnost je veća), doba dana (većina ljudi je fleksibilnija poslije podne nego prije podne, a najviše između 14 i 16 sati) i otpor odjeće ili opreme (Nakić, 2003).

Zbog velikog broja faktora koji utiču na samu sposobnost, pregledom literature brzo se dolazi do zaključka da nije jednostavno odrediti ni strukturu same sposobnosti ni način kineziološke transformacije pojedinih manifestnih oblika ispoljavanja fleksibilnosti.

Struktura i podjela fleksibilnosti

Kada je u pitanju struktura i podjela same sposobnosti, postoji određena neusaglašenost između istraživača jer su utvrđeni i korišteni različiti kriteriji prema kojima je pravljeno strukturalni model. Nićin (2000) navodi da je u latentnom prostoru fleksibilnosti izdvojeno više faktora ali da je, u stručnoj i naučnoj literaturi, usaglašena podjela prema akcionom modelu i topološkim regijama. Najčešći kriterij za podjelu fleksibilnosti se odnosi na način istezanja mišića. Prema ovom kriteriju, fleksibilnost se može podijeliti na statičku i dinamičku. Prema Kurzu (1994), sve mišićne aktivnosti koje uključuju kretnje zovu se dinamičke, dok se one kod kojih nema kretanja zovu statičke aktivnosti.

Statička-izometrijska fleksibilnost je sposobnost mišića za dostizanje određene dužine istezanja i održavanje ove pozicije određeno vrijeme naprežanjem agonista i sinergista uz istezanje antagonista (Željaskov, 2004). Primjer za statičku fleksibilnost je zadržavanje statičkih položaja, kao npr. gimnastička špaga. Alter (1996) navodi da je statička fleksibilnost povezana sa veličinom pokretljivosti zgloba, bez obzira na brzinu mišićne kontrakcije ili izvođenja pokreta.

Dinamička-kinetička fleksibilnost je sposobnost dostizanja maksimalne amplitude pokreta pri visokoj brzini, za kratko vrijeme, u uslovima naizmjeničnog skraćivanja i istezanja mišića (Željaskov, 2004). To je sposobnost izvođenja voljnih dinamičkih pokreta pune amplitude u jednom ili više zglobova. Najočitiiji primjer za aktivnu fleksibilnost predstavljaju vježbe u ritmičko-sportskoj gimnastici u kojim se postižu maksimalne amplitude pokreta u kretanju (npr. premeti, špage u skoku i sl.).

Drugi kriterij unutar akcionog modela koji se u literaturi spominje se odnosi na način-faktor koji izaziva (provocira) istezanje mišića. Još je 1966.godine Zaciorski podijelio fleksibilnost (gibljivost, kako je tad nazvana) na aktivnu i pasivnu.

Aktivna fleksibilnost je sposobnost za postizanje značajnih amplituda kroz aktivno učešće mišića koji izvedu pokrete u datom zglobu (Željaskov, 2004). Kao primjer za ovu vrstu fleksibilnosti se najčešće navodi vježba „prednoženje“ koja nastaje fleksijom u zglobu kuka i zavisi od amplitude pokreta u tom zglobu, elastičnosti mišića antagonista, tj. zadnje lože (*m.biceps femoris*) i snage agonista, tj. fleksora kuka (*m.iliopsoas*).

Pasivna fleksibilnost određena je veličinom amplitude dostignute pod uticajem spoljašnjih sila kao što je dodatno opterećenje ili partner (Željaskov, 2004). Kao primjer za ovu vrstu fleksibilnosti navodi se ista vježba, prednoženje, koja se izvodi uz pomoć partnera.

Iz prethodno navedenog se može zaključiti da se dostizanje maksimalne amplitude pokreta djelovanjem vlastite mišićne sile naziva aktivna fleksibilnost, a uz pomoć neke vanjske sile pasivna fleksibilnost (Findak i Prskalo, 2004). Generalno se može reći da aktivna fleksibilnost, u odnosu na pasivnu, ima značajno veći pozitivan uticaj na rezultatsku efikasnost u većini

sportskih aktivnosti. Međutim, u praksi se pokazalo da je pasivna fleksibilnost skoro uvijek značajno veća od aktivne. Ova razlika se u literaturi naziva deficit aktivne fleksibilnosti (Mikić, 2000) ili rezervna fleksibilnost (Željaskov, 2004). Isti autori navode da svaki konkretan pokret ima odgovarajuću optimalnu rezervu koja obezbjeđuje maksimalnu efikasnost pokreta i služi kao zaštita od povređivanja.

U literaturi se može pronaći i klasifikacija fleksibilnosti koja uključuje oba gore pomenuta kriterija, a prema kojoj, pored dinamičke, koja je uvijek aktivnog karaktera, postoji statička-aktivna i statička-pasivna fleksibilnost. Ključna razlika između ove dvije vrste fleksibilnosti se odnosi na sposobnost zadržavanja neke elongirane pozicije mišićnim naprežanjem. Kod statičke-aktivne fleksibilnosti se to izvodi samostalno dok se kod pasivne izvodi uz pomoć neke vanjske sile.

Kao treći faktor, tj. kriterij za podjelu fleksibilnosti se navode topološke regije tijela. Prema ovom kriteriju je moguće razlikovati fleksibilnost ruku i ramenog pojasa, fleksibilnost trupa i kičmenog stuba i fleksibilnost karlice i donjih ekstremiteta. Sekulić i Metikoš (2007) navode da na osnovu testiranja različitih tjelesnih regija postoji i topološka podjela faktora fleksibilnosti, ali da ista nije potpuno jasna te da ovakva podjela još nije napravljena. Međutim, u kineziološkim istraživanjima, fleksibilnost se najčešće testira i posmatra upravo kroz prizmu topoloških regija jer je, kao takva, bliža specifičnoj fleksibilnosti u nekoj konkretnoj aktivnosti ili sportu. Upravo Željaskov (2004) navodi da prema karakteru motoričke aktivnosti fleksibilnost može biti opšta i specifična. Prema istom autoru, opšta fleksibilnost je preduslov za efikasno izvođenje motoričkih zadataka (opštih i specifičnih) i ogleda se kroz dobru amplitudu pokreta, optimalnu pokretljivost zglobova i elastičnost mišića. Za razvoj opšte fleksibilnosti se koriste opšte vježbe koje za cilj imaju svestran uticaj na organizam. Većina ovih vježbi je dinamičkog karaktera i izvodi se u obliku relativno ravnomjernih pokreta. Ovaj tip vježbi dominantno je zastupljen u prvoj fazi pripremnog perioda kao i u pripremnom dijelu treninga.

S druge strane, specifičnu fleksibilnost definiše kao više ili manje specijalizovanu sposobnost izvođenja pokreta velikih amplituda u konkretnom sportu ili konkretnom zglobu. Dakle, kao i kod većine drugih motoričkih sposobnosti, opšta fleksibilnost je temelj iz kojega se nadograđuje specifična ili specifično-situacijska fleksibilnost, a koja je vezana za određenu kretnu aktivnost koja u značajnoj mjeri zavisi od ove sposobnosti. Konkretno, specifične vježbe imaju zadatak da obezbjede optimalnu amplitudu specifičnih pokreta u nekom sportu. To su, za većinu sportova, dinamičke vježbe koje se izvode u kombinaciji sa najvažnijim elementima takmičarskih vježbi.

Metodika razvoja i mogućnost kineziološkog uticaja na fleksibilnost

Osnovno sredstvo za razvoj fleksibilnosti su tjelesne vježbe koje se izvode velikim amplitudama pokreta. Mikić (2000) navodi da se za usavršavanje i razvoj fleksibilnosti koriste vježbe oblikovanja, koje on dijeli u tri grupe: vježbe istezanja-elongacije, vježbe snage-jačanja i vježbe labavljenja-relaksacije. Kada su u pitanju metodске preporuke i mogućnost kineziološkog uticaja na fleksibilnost, u literaturi se uglavnom govori o razvoju ove sposobnosti kroz vježbe statičkog i/ili dinamičkog karaktera. Tako, Alter (1996) navodi da postoje statičke i balističke metode razvoja fleksibilnosti dok Bompá (2000), pored ove dvije (statičke i dinamičke-balističke), navodi i PNF metodu. Jasno je da se podjela metoda za razvoj fleksibilnosti veže za način istezanja mišića, odnosno postizanja pokreta velikih amplituda.

Dinamičko istežanje podrazumijeva primjenu vježbi aktivnog dinamičkog karaktera koje su određene izvođenjem voljnih pokreta velikih i/ili maksimalnih amplituda pri određenoj brzini izvođenja pokreta. Ove vježbe se najčešće provode u uvodno-pripremnom dijelu časa ili treninga kao dio pripreme lokomotornog aparata. U literaturi se ova vrsta istežanja naziva i „dinamičkim zagrijavanjem“ jer se kroz vježbe dinamičkog karaktera povećava temperatura aktivnog mišićnog i vezivnog tkiva što dovodi do bolje elastičnosti mišića, tetiva i ligamenata, te, samim time i do veće pokretljivost u zglobovima. Praksa je pokazala da su vježbe dinamičkog istežanja uglavnom specifičnog karaktera, što suštinski znači da su strukturom slične kretanju (tehnikom) u konkretnom sportu, te da zapravo predstavljaju „preliminarne“ vježbe za napore koji slijede u glavnom dijelu treninga ili takmičenja. Ove vježbe, zbog svoje specifičnosti, imaju preventivni karakter, tj. smanjuju mogućnost povreda, naročito pri aktivnostima brzinsko-snažnog karaktera. Jurko i saradnici (2015) navode da dinamičko sportsko-specifično istežanje uključuje pokrete iz sporta ili aktivnosti kojima prethodi, te da se obično primjenjuje u pripremnom dijelu treninga. Za razliku od istežanja kojem je zadatak istegnuti mišić i zadržati ga u poziciji određeno vrijeme dok se ne opusti, korištenjem vježbi dinamičke fleksibilnosti sportista mišić aktivno kontrahuje. Naime, nakon faze aktivne elongacije, mišić se kontrahuje i na taj način jača u funkcionalnoj poziciji kretnje. Tako se poboljšava i zadržava dugotrajna fleksibilnost i mobilnost u punoj amplitudi pokreta jer tijelo „pamti“ poziciju izvedbe vježbi. Ovakav način zagrijavanja, u praksi, pokazuje poboljšanje u fleksibilnosti, koordinaciji, ravnoteži i proprioceptiji u mišićima i tetivno-zglobnim vezama.

Brojne su studije istraživale efekte dinamičkog istežanja na izvedbu vježbi brzinsko-snažnog karaktera i komparirali efekte sa primjenom različitih protokola zagrijavanja. Mulabećirović i saradnici (2010), pozivajući se na veći broj istraživanja, navode da je kombinacija generalnog (aerobnog zagrijavanja) i dinamičkog istežanja najefikasnije sredstvo zagrijavanja prije aktivnosti eksplozivnog karaktera, kad ga usporedimo s ostalim vrstama zagrijavanja. Njegove se prednosti odnose na povećanje temperature mišića, povećanu aktivaciju živčanog sistema i postepeno uključivanje sve većeg broja motornih jedinica u rad, što za posljedicu ima povećanu sposobnost generisanja mišićne sile i snage. Iz ovih razloga je dinamičko istežanje dominantna metoda koja se primjenjuje u pripremnom dijelu časa ili treninga s ciljem pripreme lokomotornog aparata za vježbe velikih amplituda i pokreta eksplozivnog karaktera. Međutim, u obliku u kojem se izvode prilikom zagrijavanja, ove vježbe nemaju razvojni karakter jer su brzina i amplituda izvođenja samih pokreta manji od granične-potrebne za povećanje fleksibilnosti samog pokreta ili zgloba. Upravo iz tih razloga je razvijena posebna varijanta dinamičkog treninga fleksibilnosti koja se naziva balistički (stretching), tj. balistički metod ili balističko istežanje.

Balističko istežanje je metoda razvoja fleksibilnosti koja se odnosi na iskorištavanje ubrzanja (inercije) pokrenutog tijela, ili ekstremiteta, s ciljem postizanja pokreta koji prelazi njegov „normalan“ obima pokreta, odnosno amplitudu koju je moguće postići pri malim brzinama izvođenja istog pokreta. U literaturi je do sada naveden veliki broj benefita balističkog treninga fleksibilnosti ali, treba navesti da su zabilježene i opasnosti koje ova vrsta treninga nosi. Nakić (2003), pozivajući se na veći broj istraživanja, navodi osnovne prednosti balističkog treninga: dobar razvoj dinamičke fleksibilnosti, bolji efekti u odnosu na primjenu samo statičkog treninga i bolje subjektivno prihvatanje treninga (jer je manje monoton od statičkog stretchinga). S druge strane, ista autorica navodi da su argumenti koji ne podržavaju primjenu balističkog istežanja moguće povrede mišića, primarno napuknuće mišićnih vlakana (naročito kada su pokreti izvedeni velikom brzinom i amplitudom), nedovoljno vrijeme relaksacije mišića i neurološke adaptacije (refleksa na istežanje) zbog povećane mišićne tenzije kod brzih i naglih pokreta, te pojava subjektivne mišićne boli.

Statičko istežanje je metoda razvoja fleksibilnosti koja podrazumijeva dostizanje određene dužine mišića i zadržavanje dostignute pozicije određeno vrijeme. Ove metode se dalje mogu podijeliti na aktivne i pasivne, pri čemu je ključna razlika u tome da li se istegnuta pozicija postiže i održava vlastitim kontrakcijama ili uz pomoć vanjske sile. Pasivne metode se uglavnom koriste za postizanje velike amplitude pokreta dok aktivne, pored toga, jačaju agonističke mišićne grupe. Prema trajanju, statičke metode se mogu podijeliti na održavajuće i razvojne. Željaskov (2004) navodi da trajanje elongirane pozicije kod statičkog pasivnog istežanja treba da traje od 6 do 60 sekundi, sa optimalnim trajanjem između 10 i 30 sekundi, a kod aktivnog istežanja ovaj interval treba da traje do 10 sekundi.

Statičko istežanje podupire tradicionalistički pristup u razvoju fleksibilnosti, a njegove ključne prednosti su jednostavnost organizacije (ne zahtijeva posebnu opremu), reduciranje voljne aktivacije mišića (što teoretski olakšava istežanje), zahtijeva manju potrošnju energije, vjerojatno smanjuje mišićnu razdražljivost i osigurava kvalitetnije smanjivanje mišićne napetosti (Nakić, 2003). Potrebno je naglasiti da o primjeni statičkog istežanja, naročito u pripremnom dijelu časa ili treninga, još uvijek u literaturi ne postoji konsenzus, iako je preovladalo mišljenje da ono ne doprinosi, pa čak i da ima negativan efekat na sportsku izvedbu, naročito u aktivnostima brzinsko-eksplozivnog karaktera. Mulabećirović i saradnici (2010) navode da se pasivno istežanje pokazalo kao neefikasan način zagrijavanja sa negativnim efektima na eksplozivnu snagu donjih ekstremiteta jer smanjuje radnu temperaturu mišića, supresivno djeluje na motorne živce i smanjuje krutost mišićno-tetivnog sistema.

Zbog svega navedenog se ova vrsta istežanja uglavnom primjenjuje u završnom dijelu časa ili treninga, odnosno, nakon aktivnosti, a sa ciljem relaksacije i oporavka. Većina autora je saglasna da statičko istežanje pomaže proces oporavka, smanjuje mišićni zamor, smanjuje mišićnu napetost i poboljšava „ishranu“ tkiva. Željaskov (2004) navodi da ova vrsta istežanja poboljšava fizičko stanje organizma, smanjuje rizik od povređivanja zglobova, tetiva i ligamenata te povećava sposobnost učenja i usavršavanja različitih motoričkih vještina.

Pored jasnih efekata statičkog istežanja, postoje istraživanja (Alter, 1996) koja ukazuju da i balističko i statičko istežanje doprinose poboljšanju fleksibilnosti (više u odnosu na dinamičko) te, stoga, imaju svoju svrsishodnost i opravdanost u određenim situacijama.

Kao treća metoda, koja se najčešće koristi za razvoj fleksibilnosti, se naziva PNF (proprioceptivna neuromuskularna facilitacija) metoda. Ova tehnika istežanja pojavila se 50-ih godina prošlog vijeka i to prvenstveno kao rehabilitacijska metoda, a kasnije je pronašla svoje mjesto u kineziologiji, kao najefikasnija i najbrža metoda za razvoj statičke-pasivne fleksibilnosti. Suština ove metode bazira se na kombinovanju pasivnog i izometrijskog istežanja. Obično se izvodi uz pomoć vanjske sile (partnera-elastična guma i sl.) koja pruža otpor izometrijskoj kontrakciji i pasivno pomiče zglob kroz povećani obim pokreta. Modaliteti PNF metode su tzv. „kontrakcija-relaksacija-kontrakcija“ i „kontrakcija-relaksacija-zamah“. U svakom slučaju, za implementaciju ove metode razvoja fleksibilnosti u trening su potrebna određena specifična znanja i iskustvo (jer nosi određene rizike) te se preporučuje samo iskusnim i dobro pripremljenim sportistima, poželjno uz nadzor trenera ili fizioterapeuta. Generalno, vrijeme trajanja kontrakcija (agonista i antagonista) kod PNF metode traju između 5 i 15 sekundi dok vrijeme relaksacije, prije sljedećeg ponavljanja, traje oko 20 sekundi (Nakić, 2003; Jurko i sar., 2015).

Jurko i saradnici (2015) navode da je istežanje nesumnjivo važan dio treninga sportista i rekreativaca. Generalno, dosadašnje studije su pokazale da je na početku treninga bolje dinamičko, a na kraju pasivno istežanje. Od svih metoda istežanja, PNF je najefikasnija metoda

za razvoj fleksibilnosti, ali ujedno i jedna od najnesigurnijih. Preporuke su da program treninga fleksibilnosti mora biti planirani, smišljeni i kontinuirani program vježbanja koji trajno i progresivno povećava (do određene granice) iskoristivi obim pokreta u jednom ili više zglobova, u određenom vremenskom periodu. Kvalitetno specifično istezanje može doprinijeti kvaliteti sportske izvedbe i kvaliteti života uopšte dok nestručno programirano i loše izvedeno istezanje može da vodi ka povređivanju. Fleksibilnost je sposobnost koja ima dva negativna pola, tj. dvije negativne krajnosti. Jedna je nedovoljna, a druga pretjerana razvijenost ove sposobnosti. Između te dvije krajnosti se nalazi optimum čije je granice teško precizno odrediti. One primarno zavise od dobi, spola i izabranog sporta (Nakić, 2003).

Senzibilne faze razvoja fleksibilnosti

Kada su u pitanju senzibilne faze razvoja fleksibilnosti, u literaturi je, zbog metodologije različitih studija, moguće pronaći različite informacije. Poznato je da su djeca, generalno, fleksibilnija od odraslih. Međutim, postoje različiti podaci o odnosu godina starosti i fleksibilnosti, naročito u pogledu stope povećanja i smanjivanja fleksibilnosti tokom godina, rasta i razvoja. Prskalo (2004) navodi da se fleksibilnost bolje i brže razvija kod mlađih ljudi te je razvoj fleksibilnosti najbolje dobro isplanirati u mlađoj dobi osobe, najbolje između 11 i 14 godina starosti. Drugi autori tu granicu pomiču značajno niže i navode da je optimalna dob za razvoj fleksibilnosti (za oba spola) uzrast između 6 i 14 godina. Nićin (2000) navodi da su periodi maksimalnog tempa rasta fleksibilnosti kod dječaka u periodima 9-10, 13-14 i 15-16 godina. Kod djevojčica su to periodi 14-15 i 16-17 godina, s tim da, tek od trinaeste godine pokazuju najveću tendenciju porasta.

Drinkwater (2000) prema Corbin (1980) sugerise da djevojčice nakon puberteta imaju veći potencijal za razvoj fleksibilnost od dječaka, naročito u području trupa. Kada su u pitanju razlike prema spolu, pokazalo se da su, u pravilu, žene fleksibilnije od muškaraca (Buis i Harris, 1986; prema Alter, 1996), što se povezuje sa samom anatomskom građom tijela (naročito karlice), strukturom i elasticitetom mišićnog tkiva, kao i hormonalnim statusom. Čini se kako je žensko tijelo fleksibilnije u svim životnim fazama. Međutim, potrebno je napomenuti da se fleksibilnost nakon puberteta razvija pod uticajem kinezioloških operatora i načina života. Kada su u pitanju sportske aktivnosti koje dominantno razvijaju fleksibilnost i/ili zavise od ove sposobnosti, to su prije svega gimnastika i ritmičko-sportska gimnastika, plesovi, umjetničko klizanje, neki borilački sportovi i sl.

Anatomsko-fiziološka osnova fleksibilnosti

Kada su u pitanju unutrašnji faktori koji određuju fleksibilnost, u literaturi se kao dominantni izdvajaju anatomske, pa zatim i funkcionalni faktori lokomotornog aparata. Sekulić i Metikoš (2007) navode da su struktura zglobova (anatomska građa), ligamentne strukture oko pojedinog zgloba, elastičnost mekih tkiva i funkcionalno stanje muskulature (mišićni tonus) unutrašnji faktori koji određuju fleksibilnost pojedinog zgloba.

Kada je u pitanju anatomija, odnosno struktura-građa zgloba, u ljudskom tijelu postoje zglobovi u kojima je moguće izvesti pokrete izrazito velike amplitude (npr. rame), dok je u drugim zglobovima takva amplituda nezamisliva (npr. lakat ili koljeno). Sam oblik zglobnih površina je genetski određen i na njega je nemoguće uticati kineziološkim djelovanjem. Prvi faktor ograničenja fleksibilnosti je mobilnost (kao sposobnost). U tom smislu, Jurko i saradnici (2015) navode da se mobilnost zglobova odnosi na stepen slobode pokreta u nekom zglobu, tj. pokretljivosti zglobova. Mobilnost direktno zavisi od građe zgloba, ali i fleksibilnosti mekih tkiva koji ga okružuju, što su sljedeći faktori ograničenja fleksibilnosti kao sposobnosti.

Fleksibilnost se odnosi na sposobnost mišića, vezivnih tkiva i pratećih struktura da se izduže (rastezljivost mekih tkiva koji okružuju zglob: mišići, tetive, ligamenti, fascije, živci i krvne žile), pa, prema tome, drugi ograničavajući faktor fleksibilnosti čine ligamenti koji imaju ulogu pasivnih stabilizatora zgloba i ograničavaju amplitudu pokreta. Vrijedi navesti da, obzirom da se neki ligamenti nalaze unutar zgloba i zglobne čahure (npr. križni ligamenti koljena) na njih je veoma malo moguće uticati putem kinezioloških operatora u smislu povećanja amplitude pokreta u zglobu. Treći faktor, koji je i najvažniji sa transformacijskog kineziološkog uticaja, su mišići i tetive. Mišić i njegova tetiva, koja prelazi preko pojedinog zgloba, čine aktivne stabilizatore zgloba i na njih je putem kinezioloških operatora moguće uticati u velikoj mjeri. Istezanje mišića i tetiva, u fiziološkom smislu, regulišu receptori koji se nazivaju mišićno vreteno i Goldžijev tetivni organ. Mišićno vreteno je receptor koji detektuje istezanje mišića i ima mogućnost da spriječi preveliku elongaciju, a time i oštećenje mišića, na način da refleksno izazove kontrakciju mišića koji se isteže. Pojava kada mišićno vreteno prepozna visok stepen istezanja mišića i inicira kontrakciju mišića se naziva refleks istezanja (engl. *stretch reflex*). Goldžijev tetivni organ je proprioceptor, smješten je u tetivi mišića i detektuje promjene napetosti tetive nastale kao posljedica mišićne kontrakcije ili pasivnog istezanja mišića. Goldžijev tetivni organ ima suprotnu funkciju od mišićnog vretena. Naime, za razliku od mišićnog vretena, on ima inhibicijsku funkciju čime sprečava preveliku napetost u mišiću i na taj način onemogućuje prejaku kontrakciju i oštećenje mišića (Perić, 2003).

Pored ovih, osnovnih anatomsko-fizioloških mehanizama, oko kojih se slažu svi istraživači, u literaturi je moguće pronaći još neke dodatne faktore fleksibilnosti. Tako, Željaskov (2004) navodi da fleksibilnost zavisi od funkcionalnog stanja mišića u mirovanju koje se naziva tonična napetost ili hipermiotonija. Na elastičnost mišića u mirovanju utiče tinin-treći filament koji provocira napetost u mišiću. Također, postoji uticaj CNS-a na dinamičku fleksibilnost jer međumišićna koordinacija izaziva prenaprezanje mišića antagonista što ograničava amplitudu pokreta.

Literatura:

- Alter, M. J. (2004). Science of flexibility. Human Kinetics.
- Bompa, T. O. (2000). Total training for young champions: Human Kinetics.
- Corbin, C. B., Noble, R. M. (1980). Flexibility: A major component of physical fitness. Journal of Physical Education and recreation, 51(6), 23-24, 57-60.
- Idrizović, Dž., Idrizović, K. (2001). Osnovi antropomotorike teorija. Univerzitet Crne Gore.
- Jurko, D., Čular, D., Badrić, M., Sporiš, G. (2015). Osnove Kineziologije. Sveučilište u Splitu
- Kurz, T., Kurz, T. (1994). Stretching Scientifically: a guide to flexibility training. Island Pond: Stadion.
- Mikić, B. (2000). Psihomotorika. Filozofski fakultet Univerzitet u Tuzli.
- Milanović, D. (2013). Teorija treninga, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mulabećirović, M., Pojskić, H., Babajić, F. (2010). Akutni efekti različitih protokola zagrijavanja na eksplozivnu jakost nogu . Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Nakić, J. (2003). Metodika treninga fleksibilnosti. Međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša. Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu

Nićin, Đ. (2000). Antropomotorika – teorija. Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.

Perić, D. (2003). Antropomotorika – osnove sportske lokomocije. Sportska akademija Beograd.

Prskalo, I. (2004). Osnove kineziologije, udžbenik za studente učiteljskih škola. Petrinja: Visoka učiteljska škola

Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Sveučilište u Splitu, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.

Željaskov, C. (2004). Kondicioni trening vrhunskih sportista. Beograd: D.T.A. Trade, Sportska akademija Beograd.

Izvod iz pitanja za ispit:

1. Objasniti mjesto i ulogu antropomotorike u području antropologije i kineziologije?
2. Koja četiri temeljna područja obuhvata generalno prihvaćena struktura Kineziologije kao nauke?
3. Definisati pojam „Antropomotorika“?
4. Kako se može definisati i objasniti antropološki status?
5. Struktura antropološkog prostora?
6. Šta su antropološke dimenzije?
7. Objasniti međusobnu vezu i zavisnost između različitih antropoloških dimenzija?
8. Zdravstvene karakteristike ili zdravstveni status se može definisati?
9. Nedostatak tjelesne aktivnosti u stručnoj literaturi se naziva?
10. Objasniti mogućnosti kineziološkog uticaja na poboljšanje različitih aspekata zdravstvenog statusa?
11. Morfološke karakteristike se mogu definisati kao?
12. Longitudinalna dimenzionalnost skeleta se može definisati kao?
13. Transverzalna dimenzionalnost skeleta se može definisati kao?
14. Volumen i masa tijela se mogu definisati kao?
15. Potkožno masno tkivo kao faktor morfološkog statusa se može definisati?
16. Konativne karakteristike ili obilježja se mogu definisati?
17. Sociološke karakteristike odnosno društveni karakteristike se mogu definisati?
18. Motoričke i specifično-motoričke sposobnosti se mogu definisati?
19. Hijerarhijski model motoričkog funkcionisanja i strukture motoričkih sposobnosti predstavlja?
20. Kvalitativne ili informacijske motoričke sposobnosti se mogu definisati?
21. Kvantitativne ili neuro-energetske motoričke sposobnosti se mogu definisati?
22. Funkcionalne sposobnosti se mogu definisati?
23. Fiziološki procesi resinteze ATP-a dijele se na dva dominantna mehanizma tj. metabolička puta?
24. Kognitivne ili intelektualne sposobnosti se mogu definisati?
25. Kako se definiše i objašnjava kineziološki uticaj na antropološke dimenzije?
26. Šta su pokret, kretanje i tjelesna vježba?
27. Šta su endogeni faktori uticaja na antropološke dimenzije?
28. Šta su egzogeni faktori uticaja na antropološke dimenzije?
29. Šta predstavlja koeficijent urođenosti?
30. Koje su antropološke dimenzije podložne kineziološkom uticaju i koliko?
31. Primarnu diferencijaciju razvoja antropoloških dimenzija moguće je napraviti prema?
32. Kao proces rast se može definisati?
33. Kao proces razvoj može definisati?
34. Kakva je dinamika rasta i razvoja?
35. Koliko faza ubrzanog rasta se bilježi tokom života?
36. Motorički razvoj tokom prve 3 godine života podrazumijeva?
37. Koje su karakteristike rasta i razvoja djece predškolskog i mlađeg školskog uzrasta?
38. Šta predstavlja pojam „godina najvećeg prirasta“?
39. Koje su osnovne morfološke i motoričke razlike između muškaraca i žena u zreloom dobu?
40. Postoje li značajne razlike u adaptaciji na trening između muškaraca i žena?
41. Šta predstavlja i kako se definiše hronološka i biološka dob?

42. Adaptacija kao proces se može definisati?
43. Kako se naziva pokretač adaptacijskih procesa?
44. Osnovni trenažni stimulus je?
45. Rezultat bilo koje intenzivne tjelesne aktivnosti je?
46. S aspekta vremena adaptacija može biti?
47. Da bi došlo do pojave ciljane adaptacije na trenažno opterećenje ono mora biti?
48. Uticaj veličine trenažnog opterećenja na adaptacijske procese?
49. Pojam „specifičnost treninga“ predstavlja?
50. Kako se mogu objasniti individualne razlike u adaptaciji na trenažno opterećenje?
51. Šta je detrenažno opterećenje i koliko traje proces readaptacije?
52. U fizici se ukupna mehanička energija u gravitacionom polju dijeli na?
53. Kako se mogu objasniti i definisati bioenergetski sistemi?
54. Jedini oblik energije koji se može koristiti za mišićnu kontrakciju naziva se?
55. U mišićnim stanicama (mitohondrije) se hemijska energija pretvara?
56. Anaerobno-alaktatni metabolički put karakteriše?
57. Glikolitičko laktatni metabolički put karakteriše?
58. Anaerobni prag se definiše?
59. Pojam kiseonički dug se definiše?
60. Oksidativni ili aerobni metabolički put karakteriše?
61. Pojam interakcija metaboličkih puteva se objašnjava i definiše?
62. Objasniti proces ukupne razmjene energije u organizmu?
63. Ljudski organizam može akumulirati ugljikohidrate u kojem obliku?
64. Iz kojih metaboličkih izvora se koristi energija u stanju mirovanja?
65. Osnovna uloga proteina u organizmu je?
66. U odnosu na trajanje i energetske zahtjevnost sportove dijelimo na?
67. Metabolički ekvivalent-MET se definiše?
68. Koje su osnovne preporuke za razvoj funkcionalnih sposobnosti u periodu djetinjstva?
69. Koje su osnovne preporuke za razvoj funkcionalnih sposobnosti u periodu puberteta?
70. Razlike u ispoljavanju funkcionalnih sposobnosti u periodu punog sazrijevanja su vezane za?
71. Koje su zajedničke karakteristike vježbi pogodnih za razvoj aerobnog kapaciteta?
72. Aerobni prag se definiše?
73. Adaptacija organizma na aerobni trening se prvenstveno odnosi na koje sisteme?
74. Temeljna karakteristika anaerobnog rada je?
75. Aktivnosti koje su pogodne za razvoj anaerobnog kapaciteta u zavisnosti od cilja i usmjerenosti mogu se podijeliti u dvije grupe?
76. Trening maksimalne laktatne produkcije ili trening tolerancije na laktate se objašnjava i definiše?
77. Anaerobno alaktatni mehanizmi se najbolje razvijaju kojom vrstom aktivnosti?
78. Razvoj adaptacijskih kapaciteta na promjenu biohemijskih uslova karakterističan je za koju vrstu aktivnosti?
79. Šta je rezultat bilo koje intenzivne tjelesne aktivnosti?
80. Šta je umor (zamor)?
81. Kako dijelimo umor (zamor) prema intenzitetu?
82. Kako dijelimo (zamor) prema trajanju?
83. Šta je akutni zamor?
84. Šta je hronični zamor?

85. Kako dijelimo zamor u odnosu na broj mišića uključenih u rad?
86. Kako zamor utiče na motoričku izvedbu?
87. Šta je oporavak?
88. Navedi osnovnu podjelu metoda za oporavak!
89. Od čega zavise razlike u otpornosti na umor i sposobnosti oporavka između pojedinaca?
90. Izdržljivost kao poseban oblik radnog kapaciteta se objašnjava i definiše?
91. Izdržljivost kao motorička sposobnost se definiše?
92. Spram maksimalnog vremena trajanja cikličnih aktivnosti postoje četiri zone relativnog intenziteta?
93. Kao najčešći indikator unutrašnjeg fiziološkog opterećenja organizma uzima se?
94. Opšta izdržljivost se definiše?
95. Specifična izdržljivost se definiše?
96. Izdržljivosti se s aspekta primarnih motoričkih sposobnosti dijeli na?
97. U odnosu na veličinu aktivirane muskulature izdržljivost se dijeli?
98. Obzirom na režim mišićnog rada izdržljivost se dijeli ?
99. Obzirom na vrijeme trajanja aktivnosti izdržljivost se dijeli?
100. Temeljna funkcija skeletne muskulature?
101. Mišićna snaga se definiše?
102. Snaga kao motorička sposobnost definiše se?
103. Jakost se definiše?
104. Koji je odnos jakosti i snage pri realizaciji različitih motoričkih zadataka?
105. Mišić može da generiše silu pri kojim tipovima mišićne kontrakcije?
106. Mišić ima sposobnosti da generiše-produkuje silu na koja tri načina?
107. U kojem režimu kontrakcije mišić može proizvesti najveću silu?
108. Karakteristika izometrijskih kontrakcija je?
109. Krajevi mišića se približavaju i dolazi do tzv. pozitivnog pokreta kod kojeg tipa mišićne kontrakcije?
110. Tonusni tip mišićnog rada definiše se?
111. Fazni tip mišićnog rada definiše se?
112. Periferni faktori ispoljavanja mišićne sile su?
113. Centralni faktori ispoljavanja mišićne sile su?
114. Eksplozivna snaga se definiše?
115. Manifestni oblici ispoljavanja eksplozivne snage
116. Ispoljavanje mišićne sile zavisi od?
117. Pri kojoj vrsti mišićne kontrakcije se pripoji mišića i poluge udaljavaju jedna od druge jer je mišićna sila manja od vanjske?
118. Sa aspekta adaptacije, metode razvoja snage dijelimo na?
119. Hipertrofija je karakteristična za koju metodu razvoja snage?
120. Funkcionalne metode razvoja snage karakteriše?
121. Koji broj ponavljanja nekog pokreta je moguće napraviti u slučaju da je vanjski otpor kojeg treba savladati maksimalan?
122. Relativna snaga se definiše?
123. Prema topološkom kriteriju, snaga se dijeli?
124. Sposobnost produkcije sile u dužem vremenu je „sumarna“ sposobnost i naziva se?
125. Sa neuro-fiziološkog aspekta mišićna sila i snaga zavise od?
126. Sa fizikalnog aspekta, brzina se definiše?
127. Brzina kao motorička sposobnost se definiše?
128. Osnovni oblici ispoljavanja brzine?

129. Reagovanje na signal-podražaj se dijeli na?
130. Jednostavno vrijeme reakcije se definiše?
131. Pojam „brzinski potencijal individue“ se objašnjava i definiše?
132. Frekvencija pokreta pri maloj amplitudi se definiše?
133. Brzina pojedinačnog pokreta pri malom otporu se definiše?
134. Faktori koji određuju lokomotornu brzinu?
135. Dinamika razvoja maksimalne brzine pri sprinterskom trčanju?
136. Maksimalna sprinterska brzina zavisi od?
137. Sa aspekta fizioloških mehanizama, brzina zavisi od?
138. Elementarna podjela treninga brzine?
139. Koordinacija kao motorička sposobnost se definiše?
140. Objasniti osnovne faktore koji utiču na ispoljavanje koordinacije?
141. Šta predstavlja i kako se objašnjava generalni faktor motorike?
142. Objasniti strukturu koordinacije u odnosu na neki od ponuđenih modela?
143. Reorganizacija stereotipa kretanja se definiše?
144. Koordinacija cijelog tijela se definiše?
145. Brzina izvođenja složenih motoričkih zadataka se definiše?
146. Brzina učenja novih motoričkih struktura kretanja se definiše?
147. Koordinacija u ritmu se definiše?
148. Motorički transfer se objašnjava i definiše?
149. Koji senzorni mehanizmi prenose informacije od važnosti za kontrolu kretanja?
150. U odnosu na složenost, koordinacija se dijeli?
151. Osnovne preporuke i pravci razvoja koordinacije?
152. Senzibilne faze razvoja koordinacije?
153. Ravnoteža u fizikalnom smislu zavisi od?
154. Vrste ravnotežnih položaja?
155. Ravnoteža kao motorička sposobnost se definiše?
156. U odnosu na složenost motoričkog zadatka ravnoteža se dijeli na?
157. Dinamička ravnoteža se definiše?
158. Sa neurofiziološkog aspekta, kvalitet ravnotežnih sposobnosti zavisi od?
159. Osnovne trenažne forme u treningu ravnoteže?
160. Temeljne preporuke proprioceptivnog treninga?
161. Agilnost kao motorička sposobnost se definiše?
162. Objasniti osnovne faktore koji utiču na ispoljavanje agilnosti?
163. Fleksibilnost se definiše kao?
164. U praktičnom smislu agilnost se dijeli?
165. Planirana agilnost se definiše?
166. Nasumična agilnost se definiše?
167. Objasniti uticaj kognitivne komponente na ispoljavanje agilnosti?
168. Koje su senzibilne faze razvoja agilnosti?
169. Preciznost kao motorička sposobnost se definiše?
170. Koji su manifestni oblici ispoljavanja preciznosti?
171. Preciznost gađanjem se definiše?
172. Preciznost ciljanjem se definiše?
173. Prema topološkim regijama preciznost se može podijeliti?
174. Unutrašnji faktori preciznosti se objašnjavaju i definišu?
175. Vanjski faktori preciznosti se objašnjavaju i definišu?
176. Fleksibilnost kao motorička sposobnost se definiše?
177. Od kojih faktora zavisi fleksibilnost?

178. Anatomske faktore fleksibilnosti se objašnjavaju i definišu?
179. Preko kojih fizioloških mehanizama se reguliše istezanje mišića?
180. Prema akcionom modelu fleksibilnost se dijeli?
181. Prema topološkim regijama fleksibilnost se dijeli?
182. Aktivna fleksibilnost se definiše?
183. Pasivna fleksibilnost se definiše?
184. Rezervna fleksibilnost se objašnjava i definiše?
185. Osnovna ili opšta fleksibilnost se definiše?
186. Specifična fleksibilnost se definiše?
187. Metode za razvoj fleksibilnosti dijelimo na?
188. PNF (proprioceptivna neuromuskularna facilitacija) se objašnjava i definiše?
189. Razlika između održavajućeg i razvojnog istezanja je?