

ANALIZA STANJA I TRANSFORMACIJSKI POSTUPCI U KINEZILOGIJI

Damir Sekulić

Listopad 2015

VERZIJA UDŽBENIKA PRIJE LEKTURE I KOREKTURE

- **PRIHVAĆENA NA VIJEĆU KINEZIOLOŠKOG FAKULTETA
SPLIT**
- **U POSTUPKU NA SVEUČILIŠTU U SPLITU**

SADRŽAJ

UVOD I PREDGOVOR AUTORA O UDŽBENIKU	4
ADAPTACIJE NA TRANSFORMACIJSKE POSTUPKE U KINEZILOGIJI	13
1 Adaptacije na trening aerobne i anaerobne izdržljivosti	14
1.1 Adaptacije u mišićima	14
1.2 Adaptacije energetskih izvora	18
1.3 Srčano-žilne adaptacije na trening	20
1.4 Adaptacije dišno-plućnog sustava	25
1.5 Faktori koji djeluju na učinkovitost treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti	29
2 Adaptacije na trening s opterećenjem, trening koordinacije i ravnoteže.....	34
2.1 Strukturalne adaptacije – promjene u veličini i strukturi mišića	34
2.2 Funkcionalne adaptacije – adaptacije živčane kontrole	36
ANALIZA STANJA I KINEZIOLOŠKE TRANSFORMACIJE.....	52
3 Analiza stanja - mjerenja u kineziologiji.....	53
4 Analiza stanja i kineziološke transformacije funkcionalnih sposobnosti - aerobne i anaerobne izdržljivosti	57
4.1 Analiza stanja aerobnih funkcionalnih sposobnosti - aerobne izdržljivosti ..	58
4.2 Analiza stanja anaerobnih funkcionalnih sposobnosti - anaerobne izdržljivosti	72
4.3 Kineziološke transformacije aerobne i anaerobne izdržljivosti	87
4.4 Neke generalne napomene o temi	99
5 Analiza stanja i kineziološke transformacije motoričkih sposobnosti - osnove motoričkih transformacija.....	103
5.1 Repetitivna snaga (jakost)	103
5.1.1 Analiza stanja u dimenzijama repetitivne snage	103
5.1.2 Kineziološke transformacije repetitivne snage	115
5.2 Eksplozivna snaga	124
5.2.1 Analiza stanja u mjerama eksplozivne snage.....	125
5.2.2 Kineziološke transformacije eksplozivne snage	130
5.3 Fleksibilnost	137
5.3.1 Analiza stanja u mjerama fleksibilnosti.....	140
5.3.2 Kineziološke transformacije fleksibilnosti.....	148

5.4	Ravnoteža	155
5.4.1	Analiza stanja ravnoteže.....	158
5.4.2	Kineziološke transformacije ravnoteže.....	164
5.5	Koordinacija	174
5.5.1	Analiza stanja u mjerama koordinacije	177
5.5.2	Kineziološke transformacije koordinacijskih sposobnosti.....	188
6	Analiza stanja i kineziološke transformacije morfoloških osobina	200
6.1	Voluminoznost	202
6.1.1	Analiza stanja voluminoznosti	202
6.1.2	Kineziološke transformacije voluminoznosti	204
6.2	Potkožno masno tkivo.....	208
6.2.1	Analiza količine potkožnog masnog tkiva.....	210
6.2.2	Kineziološke transformacije masnog tkiva	212
LITERATURA.....		216

UVOD I PREDGOVOR AUTORA O UDŽBENIKU

Kada se pokušaju sagledati, ukupno se transformacijski postupci u kineziologiji svode na postupke transformacije motoričkih sposobnosti, funkcionalnih sposobnosti i promjenjivih morfoloških dimenzija.

Netko može kazati kako to nisu svi transformacijski postupci u kineziologiji, jer se u različitim područjima primijenjene kineziologije (rekreaciji, tjelesno-zdravstvenoj kulturi, sportu i kineziterapiji) uspješno uče, usvajaju i usavršavaju motorička znanja.

Naravno, to je istina. Međutim, motorička znanja se, u svojoj osnovi, uče, usvajaju, i usavršavaju, a ne transformiraju. Transformacija, sama po sebi, podrazumijeva nekakav proces promjene, pa je puno primjerenije kazati kako se transformacije u kineziologiji ipak svode na prethodno navedene tri grupe osobina, odnosno sposobnosti. S druge strane, poznato je da kineziološki transformacijski postupci dovode i do promjena (transformacija) nekih drugih antropoloških dimenzija, a ne samo motoričkih sposobnosti, funkcionalnih sposobnosti i promjenjivih morfoloških dimenzija. Tako se kineziološkim transformacijskim postupcima vrlo uspješno djeluje i na promjene određenih segmenata zdravstvenog statusa. Kineziološki transformacijski postupci vrlo su učinkovito sredstvo i u različitim intervencijama u konativnu sferu, socijalni status i sl. Međutim, transformacija ovih dimenzija antropološkog statusa (zdravstveni status, socijalni status, konativne osobine, pa po nekim pretpostavkama čak i kognitivni status) nisu u osnovi cilj kineziološkog transformacijskog djelovanja, već se promjene u tim dimenzijama događaju, uvjetno rečeno, „posredno“. Naime, cilj kineziološkog transformacijskog djelovanja, a u skladu sa ciljem sata tjelesnog vježbanja, može biti samo djelovanje na motoričke sposobnosti, morfološke dimenzije (i to samo neke), te funkcionalne sposobnosti. To što će promjene ovih sposobnosti, odnosno u ovim osobinama, u konačnici imati određene pozitivne reperkusije na promjene zdravstvenog statusa, možda socijalnog ili konativnog statusa, ili moguće kognitivnih sposobnosti, dakle, to što će se dogoditi kao posljedica djelovanja kineziološkog transformacijskog postupka na motoriku, morfologiju ili funkcionalni status, to je dobrodošlo, ali autor smatra kako ne možemo govoriti da se promjene u tim dimenzijama događaju kao izravna posljedica kineziološkog transformacijskog djelovanja. Preciznije, nitko nije u stanju kazati „koliko i nakon kojeg vremena možemo očekivati promjenu ovih dimenzija“, a to svakako nije slučaj s onim dimenzijama koje se izravno mijenjaju kineziološkim stimulusima.

Zato ćemo za potrebe ovog udžbenika i potrebe ovog predmeta, problematiku transformacijskih postupaka u kineziologiji sagledavati samo i isključivo kao problematiku transformacijskog djelovanja na motoričke sposobnosti, funkcionalne sposobnosti i neke tj. promjenjive morfološke dimenzije.

Motoričke sposobnosti i transformacije motoričkih sposobnosti

Motoričke sposobnosti jedne su od najčešće razmatranih dimenzija antropološkog statusa u pogledu kineziološkog transformacijskog djelovanja. Nema sumnje da u svim područjima primijenjene kineziologije promjene motoričkih sposobnosti izazivaju veliku pažnju, jer motoričke sposobnosti, kao što će se vidjeti u posebnom poglavlju, predstavljaju osnovu funkcioniranja, uspješnog funkcioniranja ljudske jedinice i to je podjednako važno i u sportu, kao i u rekreaciji, i kineziterapiji ili tjelesnoj zdravstvenoj kulturi.

Kod motoričkih sposobnosti najčešće se pokušava djelovati na različite dimenzije jakosti odnosno snage, i to kako eksplozivnu, tako repetitivnu, maksimalnu itd. Cilj su vrlo često i na dimenzije fleksibilnosti, brzine, ravnoteže, koordinacije, preciznosti, a nije rijetkost da se poseže za transformacijskim postupcima koji će u konačnici izazvati i promjene u pojedinim podsegmentima različitih motoričkih sposobnosti. O svemu ovome više će biti riječi naknadno.

Transformacije funkcionalnih sposobnosti

Termin „funkcionalne sposobnosti“ u osnovi je karakterističan za područje naše i susjednih zemalja i taj termin u stranim jezicima vrlo često nije potpuno razumljiv, a pogotovo ako se pokuša prevesti na engleski, njemački jezik, koji su danas u širokoj upotrebi u znanstvenoj i stručnoj zajednici. Zbog toga će se i u ovoj knjizi vrlo često termin funkcionalne sposobnosti izmjenjivati sa terminom aerobna, odnosno anaerobna izdržljivost, a koji su danas više prisutni u stručnoj i znanstvenoj praksi.

Transformacijski postupci u kineziologiji koji se bave ovim područjem, u stvari se svode na razvoj aerobne izdržljivosti i razvoj anaerobne izdržljivosti. Više o svakoj od pojedinih dimenzija bit će riječi u posebno poglavlju.

Transformacije promjenjivih morfoloških dimenzija

Premda je uvriježeno morfološke dimenzije razmatrati kroz četiri latentne dimenzije i to voluminoznost, potkožno masno tkivo, longitudinalnu dimenzionalnost i transverzalnu dimenzionalnost skeleta, kineziološki postupci bave se gotovo isključivo transformacijama (i) voluminoznosti, odnosno količine mišićne mase i (ii) potkožnog masnog tkiva.. Preostale dvije dimenzije morfološkog statusa u osnovi se ne mijenjaju primjenom transformacijskih postupaka u kineziologiji, a iz većeg broja razloga, od kojih je najvažnija činjenica da su te dvije dimenzije izuzetno genetski determinirane i gotovo da ne postoji način da se primjenom transformacijskih postupaka ciljano dođe do promjene tvrdih tkiva tj. transverzalne i longitudinalne dimenzionalnosti.

Upravo svime navedenim bavi se ovaj udžbenik. Premda se radi o izuzetno složenoj problematici, koju je gotovo nemoguće predstaviti ozbiljno kroz jedan materijal koji iz praktičnih razloga treba biti ograničenog opsega, u ovom će se udžbeniku pokušati obraditi problematika transformacija pojedinih dimenzija antropološkog statusa na koje je moguće djelovati primjenom kinezioloških postupaka.

Neki kineziološki transformacijski postupci izuzetno su poznati, rašireni i popularni tako da se ponekad čini kako se o njima nema više što kazati. S druge strane, drugi kineziološki transformacijski postupci rijetko se primjenjuju ili su možda novijeg datuma postanka. Sami tim, čitatelji će, vrlo vjerojatno, doći do zaključka kako se radi o problematici koju su možda po prvi put susreli čitajući ovaj udžbenik. Najvažnije što treba shvatiti je činjenica da ovaj udžbenik nema namjeru konačno pokriti prostor transformacijskih postupaka u kineziologiji, i to iz nekoliko razloga. Prvo, zbog toga, jer kao što je već rečeno, radi se o izuzetno složenoj problematici, koju je gotovo nemoguće obraditi u jednom udžbeniku; drugo, spoznaje o ovoj problematici,

izuzetno su raznovrsne i u različitim dijelovima svijeta. Drugo, u različitim kineziološkim, odnosno različitim prostorima sportske znanosti, ova se problematika razmatra na različite načine i pristupa joj se s različitih točaka. Treće, ova problematika je sama po sebi izuzetno popularna, i shodno tome, svakoga dana praktički se nadopunjuje novim spoznajama. Stoga, količina informacija koja je iznesena u ovom udžbeniku, nikako ne treba biti smatrana konačnim skupom informacija o ovom problemu, jer vrlo vjerojatno će već u kratkom vremenu nakon što je udžbenik izdat, pojaviti se nove spoznaje, nova gledanja i nove teorije o ovoj problematici. Namjera autora bila je dati osvrt i pregled trenutnih spoznaja o problemu transformacijskih postupaka u kineziologiji, a kako bi se, prvenstveno studentima, omogućilo da u određenoj mjeri kompetentno ovladaju ovom problematikom.

Kada se pokuša sagledati transformacijske postupke u kineziologiji i kada se pokuša objektivno razmotriti sve faktore, ili barem većinu faktora koji određuju uspješnost pojedinih transformacijskih postupaka, ostaje za zaključiti kako efikasnost svakog transformacijskog postupka izravno ovisi o:

1. promjenjivosti pojedine antropološke dimenzije na koju se ciljano djeluje primjenom određenog postupka
2. o mogućnosti definiranja stanja u mjeri, odnosno mjerama antropološkog statusa, koja tj. koje su cilj transformacijskog djelovanja
3. o poznavanju adekvatnih trenažnih stimulansa
4. o objektivnim mogućnostima koje imamo na raspolaganju.

O ovim će se faktorima koji ustvari definiraju „uspješnost kineziološkog transformacijskog postupka“ govoriti u narednom tekstu.

1. Promjenjivost pojedine antropološke dimenzije

Neobično je važno na samom početku primjene bilo kojeg transformacijskog postupka u kineziologiji, razmotriti kolika je uopće mogućnost izazivanja promjene u

pojedinin antropološkim dimenzijama koje su cilj trenažnog procesa. Konkretno, postoje dimenzije koje su lako promjenjive, tj. na koje se primjenom adekvatnih trenažnih stimulansa može vrlo efikasno djelovati u smislu njihovog transformiranja. Takve dimenzije su primjerice: fleksibilnost, repetitivna snaga (jakost) (repetitivna jakost), aerobna izdržljivost ili anaerobna izdržljivost. Za ovakve se dimenzije vrlo često može čuti kako nisu visoko genetski uvjetovane, ali pod uvjetom da se trenažni postupci primjenjuju u pravo vrijeme i primjenom pravih volumena opterećenja. ¹

S druge strane, postoje nedvojbeno i one dimenzije antropološkog statusa na koje se teško može djelovati primjenom kinezioloških transformacijskih postupaka. Bolje rečeno, kineziološkim postupcima (treningom i tjelesnim vježbanjem općenito) može se na njih djelovati, ali su promjene koje će se izazvati vrlo male. Logično, postavlja se pitanje koliko je uopće potrebno za tako male promjene i provoditi trenažne postupke, ako se zna da, s druge strane, možemo puno bolje efekte postići trenirajući i razvijajući druge dimenzije antropološkog statusa.

Iz prethodno objašnjenih razloga postaje jasno kako je upravo „mogućnost transformacije“ pojedine osobine odnosno sposobnosti vrlo važan faktor koji i izravno i neizravno determinira efikasnost transformacijskog postupka koji se provodi.

2. Mogućnost definiranja stanja u mjerama koje namjeravamo transformirati

Tek ukoliko pravilno i potpuno definiramo stanje u mjeri koju namjeravamo transformirati primjenom kineziološkog postupka, možemo govoriti o svrsishodnom postupku transformacije. Objektivno definiranje stanja u bilo kojoj dimenziji antropološkog statusa, primjerice, snazi, aerobnoj izdržljivosti, voluminoznosti ili količini potkožnog masnog tkiva, osnovni je preduvjet primjene bilo kojeg svrsishodnog, ciljanog i adekvatnog trenažnog postupka.

Logično, postavlja se pitanje zašto bi to bilo tako? Za lakše razumijevanje, upotrijebiti ćemo primjer jednog *ekstremnog prikaza*. U proces vježbanja uključile su se dvije osobe koje obje imaju potrebu razviti aerobnu izdržljivost. Prva osoba (osoba A) ima

¹ Autor udžbenika u pravilu ne misli da se uvijek radi o „genetskoj determiniranosti“, ali će o tome biti riječi kad se budu obrađivale pojedine sposobnosti, odnosno osobine

preko 20 kg „viška“ i nije se bavila fizičkom aktivnošću već više od 10 godina. Osoba B ima isti cilj (popraviti aerobnu izdržljivost), ali radi se o osobi koja redovito ide u fitness centar i vježba s opterećenjem, ima nekoliko kilograma više od „idealnog“, ali generalno je „fit“. Ovaj prikaz ustvari je pojednostavljeno „analiza stanja“ kod ovih dviju osoba. Naravno, razlike su toliko ekstremno velike da nema potrebe govoriti o tome da nema onog tko bi tim dvjema osobama dao isti program vježbanja. Međutim, jednako kao što ne trebamo pogriješiti ovdje, ne trebamo pogriješiti ni kod onih koji su nešto sličniji, ali jednako tako zahtijevaju „precizan“ trening, a kojeg možemo osigurati samo ako znamo „kakvo je realno stanje“ osobine ili sposobnosti koju želimo trenirati ²

3. Poznavanje adekvatnih trenažnih stimulansa

Svaka antropološka dimenzija može se transformirati samo ukoliko se primjene adekvatni trenažni stimulansi u adekvatnom volumenu. Konkretno, ukoliko se ne poznaju pravi, adekvatni transformacijski stimulansi ne može se djelovati na promjenu pojedine dimenzije, ali jako je važno znati da se primjenom neodgovarajućih transformacijskih stimulansa vrlo lako može izazvati i niz neželjenih posljedica koje mogu biti vrlo nepovoljne za zdravstveni status pojedinca uključenog u trenažni proces.

Ovaj se problem vrlo često pojednostavljuje pa se sagledava isključivo iz perspektive: „Da li je to vježba koja tome upravo služi?“. Na taj način se ustvari gleda samo generalno **transformacijska usmjerenost** pojedinog sadržaja – vježbe, a zaboravlja se na **primjerenost**. Konkretno, vježba odnosno sadržaj može biti adekvatno usmjerena, ali da toj osobi bude neprimjerena. Opet ćemo se poslužiti primjerom. Osoba ulazi u trening s ciljem da poboljša repetitivnu snagu (jakost) nogu. Vjerojatno to nitko neće raditi odabirući vježbu „zglobi“ jer je ova vježba potpuno **neadekvatna u pogledu usmjerenosti** (vježba služi razvoju drugih mišićnih skupina). Međutim, ako se radi o osobi koja je loše trenirana, nema smisla ni primijeniti vježbu „čučanj s opterećenjem“ jer je u ovom slučaju **neprimjerena**

² Uzmimo primjerice slučaj vrhunskih nogometaša, s tim da je jedan obrambeni, a drugi napadač. Sigurno su obojica dobro trenirani, ali bez analize stanje nema nikakve mogućnosti da primijenimo adekvatan trening.

(mada je dobro transformacijski usmjerena). Jednostavno, loše trenirana osoba nema dovoljno kvalitetno motoričko znanje da bi čučanj s opterećenjem radila na odgovarajućoj razini opterećenja, a koje će potom izazvati transformacijski efekt.

4. Objektivne mogućnosti

Sve prethodno navedeno, a što su nužni preduvjeti primjene adekvatnog i svrsishodnog transformacijskog postupka u kineziologiji, postaje zapravo neupotrebljivo ukoliko postoji nekakav definitivni i ograničavajući faktor u provođenju postupka. Vrlo često zaboravlja se da se transformacijski postupak treba sagledavati realno, kao pojava koja egzistira u „stvarnom životu“. Osoba koja ga vodi može savršeno dobro poznavati antropološki status, znati koje sposobnosti i/ili osobine može mijenjati pod utjecajem treninga, čime definirati stanje, koje stimulse (vježbe), na kome i u kojoj situaciji primijeniti, a da se nekakav „vanjski“ ili „unutarnji“ ograničavajući faktor pojavi. Takvi se primjeri mogu pronaći primjerice u apsolutnoj nezainteresiranosti vježbača, u ograničenju vremena, u ozljedama, bolesti ili drugim vanjskim faktorima. Ove faktore ne može se u svakoj situaciji spriječiti, ali ih se može u određenoj mjeri treba predvidjeti i pokušati reagirati i skladu s pojavom koja se dogodila.

Kada sve skupa pokušamo sagledati, dolazimo do zaključka da, kako bi se problematikom transformacijskih postupaka u kineziologiji, a u području osnovnih kinezioloških transformacija, trebalo početi baviti od **definiranja stanja** u mjerama koje namjeravamo transformirati. Stoga će se u daljnjem tekstu, upravo na ovaj način obrađivati problematika koja je i sadržaj ovog udžbenika. Za svaku dimenziju antropološkog statusa, a koja se dokazano uspješno transformira primjenom kinezioloških postupaka, najprije će se prikazati određeni broj testova i test-procedura koje se primjenjuju, a koje služe tome da se objektivno definira stanje dimenzije koja je cilj transformacijskog djelovanja. Potom će se, u kratkim crtama, objasniti fiziološke zakonitosti i adaptacije koje se javljaju prilikom treninga pojedine sposobnosti, odnosno osobine. Konačno, za svaku će se sposobnost ili osobinu ponuditi određeni broj sustava treninga. Međutim, pri predstavljanju

transformacijskih postupaka, više će se bazirati na logici sustava treninga koji se trebaju primijeniti kod treniranja, odnosno transformiranja pojedine osobine ili sposobnosti, nego na konkretnim trenažnim jedinicama.³

³ Ideja autora bila je predstaviti i objasniti generalne zakonitosti transformacijskih postupaka, a ne davati „recepte“ za trening jer je njih u pravilu nemoguće dati.

ADAPTACIJE NA TRANSFORMACIJSKE POSTUPKE U KINEZILOGIJI

Kako bi se mogla pratiti problematika transformacijskih efekata pojedinih vrsta treninga i logika razvoja pojedinih sposobnosti pod utjecajem pojedinih vrsta treninga i vježbanja potrebno je upoznati se s fiziološkim mehanizmima koji se nalaze u pozadini razvoja treniranosti, ali i fiziološkim mehanizmima koji su uzrok mogućih problema u razvoju treniranosti za pojedine dimenzije antropološkog statusa. Stoga se u ovom dijelu udžbenika, a na razini potrebnoj za razumijevanje problematike dostatnoj za predmet i temu kojima je udžbenik namijenjen, predstavlja problematika adaptacija na pojedine vrste trenažnog rada odnosno vježbanja

1 Adaptacije na trening aerobne i anaerobne izdržljivosti

Promjene u aerobnoj izdržljivosti koje se događaju kao posljedica redovitog treniranja izdržljivosti, a kroz aktivnosti kao što je primjerice trčanje, plivanje, veslanje ili vožnja bicikla, rezultat su velikog broja adaptacija koje se događaju kao posljedica aplikacije treninga izdržljivosti i adekvatnog odmora. Neke od tih adaptacija događaju se unutar mišića, a mnoge od njih uključuju, u stvari, promjene u energetskim sistemima. Neke se javljaju u srčano-žilnom sistemu, primjerice poboljšanje cirkulacije, do i unutar mišića. U narednom tekstu pokušat će se ukratko objasniti neke od promjena koje u konačnici dovode do povećanja aerobne, ali i anaerobne izdržljivosti.

1.1 Adaptacije u mišićima

Upotrebe mišićnih stanica tijekom treninga stimulira promjene u strukturi mišićnih stanica i njihovoj funkciji. Kod treninga izdržljivosti (funkcionalnih sposobnosti) glavne promjene koje se događaju su :

- promjene u vrsti mišićnih stanica,
- kapilarizaciji,
- sadržaju mioglobina,
- mitohondrijskoj funkciji i
- oksidativnim enzimima.

Vrsta mišićnih vlakana

Sve aktivnosti koje se primjenjuju u treningu funkcionalnih sposobnosti, odnosno aerobne i anaerobne izdržljivosti, a bez obzira na njihovu strukturalnu složenost, biomehaničke karakteristike ili, u konačnici pojavni oblik, uglavnom su niskog do srednjeg intenziteta. Jednostavno, samo takve aktivnosti omogućavaju relativno dug rad, a što je osnovna pretpostavka razvoja i jedne i druge komponente funkcionalnih sposobnosti. Generalno, kad se radi o niskom ili srednjem intenzitetu, angažiraju se sporo-kontrahirajuća mišićna vlakna. Kao rezultat ovakve vrste treninga, sporo-kontrahirajuća mišićna vlakna porastu 7-22% u odnosu na brzo-kontrahirajuća mišićna vlakna u istom mišiću (Wilmore, Costill, & Kenney, 2008). Relativno je dobro poznato i dokazano da kako pojedinci imaju veću količinu (postotak) brzo-kontrahirajućih, a druge osobe imaju veći postotak sporo-kontrahirajućih mišićnih vlakana. Međutim, nije samo postotak brzo-kontrahirajućih i sporo-kontrahirajućih mišićnih vlakana varijabilan. Primijećeno je da neki pojedinci imaju izuzetno velika brzo-kontrahirajuća, dok neki drugi imaju izuzetno velika sporo-kontrahirajuća mišićna vlakna. Ova druga karakteristika, **veličina** pojedinih mišićnih vlakana, izgleda da nema praktičnu vrijednost, jer je dokazano da ona nema ni utjecaja na aerobni kapacitet ili izvedbu. S druge strane, međutim, veličina mišićnih vlakana mogla bi igrati izuzetno važnu ulogu u situacijama kada se manifestira velika snaga i brzina, kao što su aktivnosti sprinta ili dizanja utega. U tom slučaju, upravo bi veličina brzo-kontrahirajućih mišićnih vlakana mogla bi lako biti znatna prednost. U posljednje vrijeme dosta se špekulira o pretvorbi pojedinih mišićnih vlakana tj. pretvaranja brzo-kontrahirajućih u sporo-kontrahirajuća i obratno. Istraživanja koja bi potvrdila ovakve teorije još uvijek nisu u potpunosti provedena, niti su dokazi iz takvih istraživanja potpuno jasni. Međutim, relativno je dobro dokumentirana pojava da se unutar brzo-kontrahirajućih vlakana događa određena vrsta pretvorbe i to u prvom redu da brzo-kontrahirajuća vlakna tipa B mogu prijeći u brzo-kontrahirajuća vlakna tipa A. Ova brzo-kontrahirajuća vlakna tipa A imaju više karakteristike sporo-kontrahirajućih mišićnih vlakana tj. bolje funkcioniraju u aerobnom režimu rada, pa je ta promjena, u stvari, nepoželjna u sportovima u kojima se javlja potreba za manifestacijama snage i brzine. S druge strane, ova promjena je „dobrodošla“ u disciplinama aerobne izdržljivosti.

Kapilarizacija

Jedna od glavnih adaptacija koje nastaju kao posljedica treninga izdržljivosti jest povećan broj kapilara koje okružuju svaki pojedini aktivni mišić, odnosno aktivnu mišićnu masu.

Sa duljim periodima treninga izdržljivosti broj kapilara može se uvećati i do 15 %. Što to, u osnovi znači? Veliki broj kapilara, u stvari omogućava bolju razmjenu tvari, u prvom redu, bolju dopremu kisika do mišićnih stanica koje obavljaju rad, te preuzimanje CO₂ iz mišićnih stanica koje obavljaju rad. Na ovaj način osiguravaju se uvjeti da veći broj mišićnih stanica bude aktivan i da taj veći broj mišićnih stanica obavlja rad, što onda podrazumijeva da, ukoliko rad ima određeni intenzitet, svaka pojedina mišićna stanica obavlja rad nižim intenzitetom. Ukupna radna efikasnost pri tome ostaje, naravno, nepromijenjena. Pokušajmo zamisliti jednostavnu situaciju u kojoj 50 stanica mora obaviti rad u kojem se tijelo pokreće 5 km/h. Naravno da će u takvoj situaciji svaka pojedina stanica raditi većim intenzitetom nego ukoliko tu istu aktivnost mora obaviti dvostruko manje mišićnih stanica. Upravo ovakva situacija može se slikovito sagledati i u slučaju povećane kapilarizacije. Relativno je dobro dokazano da se najznačajniji porast u mišićnoj kapilarizaciji događa tijekom prvih tjedana ili prvih mjeseci treninga aerobne izdržljivosti. Upravo je to jedan od razloga zbog kojih se često u sustavima treninga susrećemo sa situacijom da se produljene aktivnosti provode u prvim trenažnim danima. Naime, produljena trenažna aktivnost niskog je intenziteta, ne izaziva preveliki stres, a pri tome se očekuje i povećana kapilarizacija mišićne mase.

Koncentracija mioglobina u mišićnim stanicama

U situacijama kada mišić radi aerobno, kisik ulazi u mišićnu stanicu, te se vezuje za mioglobin. Mioglobin je, u stvari stanično spremište kisika. Ova molekula ima ulogu prebaciti molekulu kisika od stanične membrane do mitohondrija u kojima se kisik iskorištava. Generalno, sporo-kontrahirajuća mišićna vlakna sadržavaju bitno veće koncentracije mioglobina nego brzo-kontrahirajuća mišićna vlakna.⁴ S druge strane, brzo-kontrahirajuća mišićna vlakna su visoko glikolitička i iz tog razloga sadržavaju

⁴ Upravo zato sporo-kontrahirajuća mišićna vlakna se na mikroskopskim snimkama i prepoznaju kao crvena mišićna vlakna, jer je mioglobin pigment koji, u stvari daje tu boju.

relativno manju koncentraciju mioglobina, te se pod elektronskim mikroskopom prepoznaju po svojoj karakterističnoj svjetlijoj boji. Ovo, međutim, ograničava njihov aerobni kapacitet tj. kapacitet pohrane kisika i konačno ograničava njihovu aerobnu sposobnost. Mioglobin skladišti kisik i otpušta ga prema mitohondrijima u situacijama kad dotok kisika kroz krvotok postane ograničen. Ovo se u pravilu događa tijekom mišićne aktivnosti i ovisno je o intenzitetu rada. Mioglobinska rezerva kisika se koristi i u trenucima tranzicije od mirovanja ka vježbanju i osigurava određenu količinu kisika dok se ne uspostavi povećana doprema kisika kroz kardio-vaskularni i dišno-plućni sustav. Logično, s početkom aktivnosti iz mirovanja, kardio-respiratornom i srčalno-žilnom sustavu treba vremena da bi do mišića, koji počinje obavljati pojačani rad, dopremili povećanu količinu kisika. Dok se to ne dogodi kisik se doprema iz samih staničnih skladišta tj. mioglobina. Dokazano je da trening izdržljivosti povećava mišićni mioglobin za 75-80%. Ovo je, stoga, jedna od najvažnijih adaptacija koje nastaju kao posljedica treninga aerobne izdržljivosti, a što, u konačnici i prepoznajemo kao povećani aerobni kapacitet pojedinca.

Mitohondrijska funkcija

Proizvodnja energije u aerobnim uvjetima rada „događa“ se u mitohondrijima. Ne iznenađuje stoga da trening aerobne izdržljivosti dovodi do promjena u mitohondrijskoj funkciji koja u konačnici povećava kapacitet mišićnih vlakana da proizvedu, tj. resintetiziraju ATP u aerobnim uvjetima rada. Ta sposobnost da se iskoristi kisik i resintetizira ATP kroz oksidacijske procese ovisi o broju, veličini, ali i efikasnosti mišićnih mitohondrija. I broj i veličina i efikasnost mitohondrija povećavaju se treningom izdržljivosti. Premda studije na ljudima nisu česte zabilježene, studije na eksperimentalnim životinjama dokazale su da se broj mitohondrija tijekom 27 tjedana vježbanja povećava za 15%. U isto vrijeme, veličina mitohondrija povećava se za 35%. Generalno vrijedi pravilo: što se više pove volumen aerobnog treninga poveća se i veličina i broj mitohondrija. Sve ovo vodi povećanom aerobnom kapacitetu trenirane osobe, pored svih do sada nabrojanih adaptacija, ali i ovih koje će tek biti ukratko objašnjene.

Aktivnost oksidativnih enzima

Povećanje broja i veličine mitohondrija definitivno povećava mišićni aerobni kapacitet, ali te promjene dodatno su pojačane sa povećanjem mitohondrijske efikasnosti. Jedna od glavnih faktora koji određuju mitohondrijsku efikasnost tj. sposobnost mitohondrija da proizvede tj. re-sintetizira ATP u aerobnom režimu rada, jest aktivnost oksidativnih enzima.

Tijekom treninga količin oksidativnih enzima neprestano raste, ali samo u prvim periodima treninga to vodi povećanju aerobne izdržljivosti. Ovo, u stvari ukazuje na činjenicu da je aerobna izdržljivost vrlo vjerojatno više limitirana ograničenjima kardio-vaskularnog cirkulatornog sustava koji donosi kisik do mišića, nego samim mišićnim oksidativnim potencijalom. Ovu činjenicu treba imati na umu ukoliko se razmišlja o bilo kakvom umjetnom povećanju aktivnosti enzima, što se u posljednje vrijeme pojavljuje u stručnoj literaturi. Naime, aktivnost enzima samo je jedan od faktora tj. jedna od karika u lancu ukupne aerobne izdržljivosti. Stoga, povećanjem aktivnosti enzima vrlo vjerojatno se neće dobiti očekivani efekti u aerobnoj izdržljivosti ukoliko to povećanje ne prate i drugi faktori, u prvom redu, kardio-respiratorna sposobnost trenirane osobe.

1.2 Adaptacije energetske izvora

Do sada smo objašnjavali adaptacije koje nastaju kao posljedica aerobnog treninga, a koje se događaju u mišićima. Međutim, značajan dio adaptacija događa se u energetske izvorima. Jednostavno, aerobni trening postavlja zahtjeve na organizam u smislu iskorištavanja glikogena i masti, jer oba energetske izvora mogu služiti kao gorivo pri aerobnom radu. Međutim, poznato je kako je mast kalorijski bogatiji energetske izvor, pa je za očekivati da aerobni trening u slučaju produljenog rada dovede do unapređenja potencijala organizma u smislu iskorištavanja masti, a za obavljanje mišićnog rada u aerobnim uvjetima. U daljnjem tekstu će se ukratko nešto kazati o ovim adaptacijama.

Ugljikohidrati kao energetske izvor

Mišićni glikogen je osnovno mišićno gorivo (naravno nakon potrošnje ATP-a i CP-a). Osnovni razlog za ovo je činjenica da se mišićni glikogen može iskorištavati u

aerobnim i u anaerobnim uvjetima rada. Međutim, izuzetno je važno znati da mišićni glikogen u aerobnim uvjetima rada nema gotovo nikakvu prednost u odnosu na masti. Drugim riječima, jedan od osnovnih ciljeva aerobnog treninga je omogućiti organizmu da efikasno iskoristi masti kao energetske izvor. Ipak i aerobni trening u slučajevima adekvatnog odmora i kvalitetne prehrane, omogućava treniranom mišiću da poveća koncentraciju glikogena (skladišta ugljikohidrata u mišićima). Primjerice, u situacijama kad dobro trenirane osobe prestanu trenirati u aerobnom režimu na nekoliko dana, a nastave konzumirati hranu bogatu ugljikohidratima (400-450 gr/dan) njihov mišićni glikogen naraste gotovo dvostruko u odnosu na razinu koju će postići netrenirana osoba prateći isti takav režim prehrane (Wilmore et al., 2008).

Veći glikogenski depoi omogućavaju sportašu bolje toleriranje pojačanih zahtjeva treninga i to zbog toga što veći glikogenski depoi osiguravaju sportašu više goriva koje može iskoristiti aerobno, a i po potrebi, anaerobno. Ovo je jedna od glavnih adaptacija koja dovodi do povećane aerobne izdržljivosti u situacijama adekvatnog aerobnog treninga i odgovarajućeg odmora i prehrane.

Naravno, ova se adaptacija odnosi samo na trenirane mišiće. Drugim riječima, ne možemo očekivati da će se glikogenski depoi povećavati u mišićima koji se ne treniraju. Iz tog razloga ne možemo očekivati da ćemo povećane glikogenske depoe moći „iskoristiti“ u situacijama kada sportaš pokuša manifestirati aerobnu izdržljivost u nekoj drugoj aktivnosti, a ne onoj koju je do tada trenirao.⁵

Masti kao energetske izvor

Kao dodatak većem sadržaju glikogena, mišići koje se treniralo kroz aktivnosti aerobnog karaktera, sadržavaju više masti koja je spremljena u obliku triglicerida. Ovo se, naravno, odnosi na usporedbu treniranih i ne-treniranih mišićnih vlakana. Premda studije koje su ovo istraživale nisu brojne, postoje određeni dokazi da se skladišta triglicerida u treniranim mišićima mogu povećati za 2 puta tijekom 8 tjedana aerobnog treninga (Housh, Housh, & DeVries, 2006; Wilmore et al., 2008). Najzanimljivija je, međutim, pojava da vakuole u kojima se nalaze trigliceridi, bivaju distribuirane kroz cijeli mišić i cijelo mišićno vlakno, ali pod utjecajem treninga

⁵ Primjerice ukoliko je sportaš trenirao „trčanje“, a pokuša manifestirati aerobnu izdržljivost „plivanjem“

aerobne izdržljivosti lociraju se bliže mitohondriju. To im omogućava da trigliceride oslobode puno prije i puno efikasnije u slučaju potrebe za oslobađanjem energije.

Osim ovoga povećava se i aktivnost mišićnih enzima koji su „odgovorni“ za β -oksidaciju masti, a sve pod utjecajem treninga izdržljivosti. Ova adaptacija omogućava mišiću koji je aerobno treniran da sagori više masti i da to napravi efikasnije, omogućavajući čuvanje mišićnog glikogena za situacije u kojima će se rad prebaciti u anaerobne uvjete. Eksperimentalne studije dokazale su da mišić ima 30% veću mogućnost oksidacije slobodnih masnih kiselina nakon treninga izdržljivosti. Ovo, međutim, nije sve. Pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti povećava se i sposobnost slobodnih masnih kiselina da se prije uključe u energetske procese. Ovo, opet štedi mišićni glikogen. I ovdje su eksperimentalne studije pokazale da aerobno trenirane osobe u svakom trenutku aktivnosti iskorištavaju bitno veći postotak masnih kiselina u ukupnom energetsom rezervoaru nego što to rade netrenirane osobe (Housh et al., 2006; Wilmore et al., 2008). Generalno, aerobnim treningom osoba postaje sposobnija upotrijebiti masti kao energetski izvor, a što omogućava štednju mišićnog i jetrenog glikogena.

Sve promjene koje su nabrojene, u stvari, vode povećanju aerobne izdržljivosti. Međutim, radi se „samo“ o metaboličkim adaptacijama. Još čitav niz promjena odgovoran je za povećanje sposobnosti obavljanja aerobnog rada, a koja se u konačnici prepoznaje kao povećana aerobna izdržljivost. O tim promjenama, jednim dijelom, bilo je riječi prije kada se govorilo o metaboličkim adaptacijama na aerobni trening, a u narednom poglavlju ukratko će se nešto kazati i o srčano-žilnim i dišno-plućnim adaptacijama na aerobni trening.

1.3 Srčano-žilne adaptacije na trening

Velik je broj srčano-žilnih adaptacija koje se događaju kao rezultat treniranja, i to u prvom redu treniranja aerobne izdržljivosti. U prvom redu, one se odnose na:

- veličinu srčanog mišića,
- udarni volumen,
- frekvenciju srca,

- krvni optok,
- krvni tlak,
- volumen krvi i
- povećanje broja crvenih krvnih stanica

Veličina srčanog mišića

Povećanjem treniranosti, a kao odgovor na povećane zahtjeve koji se postavljaju pred ukupni organizam trenirane osobe, raste težina i volumen srca, ali se i zadebljava stijenka lijeve klijetke. Srčani mišić jednako kao i skeletni mišić prolazi kroz hipertrofiju. U ovom slučaju, međutim, hipertrofija srčanog mišića izazvana je produljenim treningom, treningom izdržljivosti. Ovaj fenomen hipertrofije srčanog mišića je izuzetno zanimljiv, jer se generalno smatralo da je povećanje srčanog mišića, tj. srca uglavnom vezana za patološka stanja. Na sreću, srčana hipertrofija danas se prepoznaje kao normalna adaptacija na kronični trening izdržljivosti. Zbog čega se povećava debljina stijenke lijeve klijetke? Ovaj dio srčanog mišića, u osnovi je „najveći radnik“. Lijeva klijetka ispumpava krv iz srca i normalno je da je pod najvećim trenažnim stresom. Ova promjena nije, međutim, samo vezana za trening izdržljivosti, već je karakteristična za sve vrste treninga. Naime, zbog povećane potrebe za opskrbom krvlju, snaga srčanog mišića, a koja se prvenstveno ogleda kroz snagu lijeve klijetke raste kod svih vrsta treninga, pa i treninga snage. Ipak se treba voditi računa o tome da dosadašnje studije koje su mjerile veličinu i snagu srčanog mišića kod osoba treniranih u sustavima izdržljivosti i usporedile te mjere sa osobama treniranim u sustavima treninga snage, redovito govore u prilog činjenici da se u odnosu na ukupnu tjelesnu masu, srčani mišić bolje i kvalitetnije razvija kod osoba koje su provodile treninge izdržljivosti.

Udarni volumen

Kao rezultat treninga aerobne izdržljivosti povećava se i udarni volumen srca. Generalno je dokazano kako udarni volumen srca raste pod uvjetima aerobnog treninga, ali ne samo zbog toga jer se povećava veličina srčanog mišića, što bi u konačnici trebalo logično i rezultirati povećanjem udarnog volumena, već i zbog nekih drugim fizioloških fenomena.

Nakon određenog vremena provedenog u aerobnom sustavu treninga, lijeva klijetka ima sposobnost da se napuni većom količinom krvi tijekom diastole, nego što je to vidljivo kod netreniranog srčanog mišića. Vidjet će se kasnije da tome značajno pridonosi i pojava veće količine krvi, tj. krvne plazme kod treniranih osoba. Ovo dovodi do logične posljedice da se lijeva klijetka tijekom diastole napuni većom količinom krvi koja potom u jednoj srčanoj kontrakciji izlazi iz srčanog mišića. Drugi razlog zbog kojeg se poveća udarni volumen srca i to pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti je hipertrofija tj. povećanje snage srčanog mišića pod utjecajem treninga. Takav srčani mišić u stanju je izbaciti veću količinu krvi iz lijeve klijetke, što u konačnici također pridonosi povećanju udarnog volumena srca. Možda su u tom smislu najzanimljiviji eksperimentalni dokazi koji ukazuju na činjenicu da čak i starije osobe mogu povećati srčano-žilnu funkciju pod utjecajem treninga (Koeneman, Verheijden, Chinapaw, & Hopman-Rock, 2011; Xie & Arslanian-Engoren, 2014, 2015). Konačno, sve promjene koje su navedene dovode do smanjenja frekvencije srca.

Frekvencije srca

Ukoliko se uzme u obzir da srčani mišić postaje snažniji i da izbacuje krv većim udarnim volumenom, jasno je kako nema potrebe za onolikom frekvencijom srca koja je bila potrebna kod netrenirane osobe. Jednostavno, srce u jednom udarcu uspije izbaciti toliku količinu krvi koja je i veća po količini, ali koja i zbog snage kontrakcije srčanog mišića uspije doći do perifernih dijelova tkiva. Ovo sve skupa rezultira smanjenom frekvencijom srca u mirovanju, ali i manjom frekvencijom srca pri određenim intenzitetima rada.

Vrlo često se postavlja pitanje, zbog čega je uopće bitno da pri istom intenzitetu rada srce pumpa manjom frekvencijom. Ovaj problem se, u stvari, možda najbolje može opisati analogijom sa mehaničkim strojevima. Frekvencija srca, u stvari označava ono što u mehaničkim strojevima označava broj okretaja u minuti. Ukoliko je mehanički stroj „sposoban“ prevaljivati put jednakom brzinom sa manjim brojem okretaja, to znači da je racionalniji u potrošnji energije. Ista logika može se pratiti i kod srčanog mišića. Ukoliko je nekoj osobi frekvencija srca u mirovanju 50 u/min njen je organizam racionalniji i sposobniji od organizma druge osobe kojoj je frekvencija srca u mirovanju 60 u/min. Ista logika može se pratiti i kod obavljanja rada određenog

intenziteta. Primjerice, ukoliko osoba trči 10 km/h uz frekvenciju srca od 150 u/min, a nakon određenog vremena treninga uspije tu istu brzinu trčanja ostvarivati uz 145 u/min jasno je kako je došlo do adaptacijskih promjena u organskim sustavima, a koje omogućavaju da osoba racionalnije i efikasnije obavlja rad uz potrošnju manje količine energije. U sportu i vježbanju ovu pojavu prepoznamo kao treniranost, a u ovom slučaju radi se o razini aerobne treniranosti.

Krvni optok

Pored promjena koje su se izravno ticale srčanog mišića, a koje su prethodno kratko objašnjene, pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti događaju se i brojne promjene u krvnom optoku. Već je prije nešto kazano o promjenama u strukturi i broju kapilara, a sad će se ukratko objasniti i promjene u samoj strukturi, odnosno količini krvi, a koje se događaju kao posljedica treninga aerobne izdržljivosti.

Krvni tlak

Sam trening izdržljivosti ne mijenja značajno arterijski krvni tlak na različitim razinama opterećenja. Eksperimentalne studije su utvrdile da kod osoba nisu zabilježene značajnije promjene u arterijskom krvnom tlaku prije i nakon određenog perioda treniranja (Barlow, Otahal, Schultz, Shing, & Sharman, 2014; Figueira et al., 2014; Griffin, Robergs, & Heyward, 1997; Kelley, Kelley, & Tran, 2001). Međutim, generalno, krvni tlak u mirovanju smanjuje se pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti. Ovo je pogotovo vidljivo kod osoba koje su imale blago povišeni krvni tlak prije nego što su počeli trenirati. Radi se o prosječnom smanjenju za otprilike 11 mmHg za sistolički i 8 mmHg dijastolički krvni tlak. Koliko ovo ima u konačnici utjecaja na treniranost, vrlo je malo poznato. Naime, nije za očekivati da će osobe visoke razine treniranosti imati povećani krvni tlak, pa je ove promjene gotovo i nemoguće primijetiti kod njih. Međutim, ova promjena je navedena, jer se radi o izuzetno važnom fiziološkom fenomenu kojeg treba imati na umu kod planiranja i programiranja tjelesnog vježbanja u rekreativnoj populaciji i populaciji koja ima određenih zdravstvenih teškoća.

Volumen krvi

Trening aerobne izdržljivosti nesumnjivo povećava volumen krvi. Ovaj efekt je, međutim, veći ukoliko se trenira višim intenzitetom. Kao što je već prije spomenuto, ovaj povećani volumen krvi izravno pridonosi većem udarnom volumenu srca zbog činjenice što se kroz povećani volumen krvi ostvaruje mogućnost većeg punjenja klijetke u dijasoli.

Koji se mehanizmi u pozadini nastanka povećanog volumena krvi reći će se ukratko.

Prvo, svako vježbanje, pa tako i aerobno vježbanje povećava oslobađanje anti-diuretičkih hormona i aldosterona. I jedni i drugi u konačnici vode tome da organizam vježbača zadržava više vode, što povećava ukupnu količinu krvne plazme. Drugo, vježbanje povećava količinu proteina u plazmi i to prvenstveno albumina. Ovi proteini glavna su osnova krvnog osmotskog tlaka. Time što se povećava koncentracija proteina u plazmi osmotski tlak krvi raste. Samim tim veća količina tekućine zadržava se u krvi. Kad se ova dva mehanizma spoje dolazimo do fenomena da vježbanje, a pogotovo aerobno vježbanje izaziva povećanje volumena krvi.

Povećanje broja crvenih krvnih stanica

Generalno je dobro dokazano da aerobno vježbanje povećava količinu crvenih krvnih stanica - eritrocita. Međutim, kako se istovremeno događa i porast ukupnog volumena krvi, ovaj porast eritrocita ne dovodi do povećanja koncentracije eritrocita u krvi. Naime, porast volumena krvi vrlo često je relativno veći nego je relativno povećanje broja eritrocita, a hematokrit često u treniranih osoba zna biti niži, nego kod treniranih osoba. Nije rijetkost da hematokrit kod treniranih osoba padne na razinu koja se u uobičajenim okolnostima smatra anemijom. Ovo je kod treniranih osoba, međutim, u određenoj mjeri čak i poželjno. Naime, promjene u odnosu hematokrita i plazme omogućava da krv ima veći viskozitet. Veći viskozitet krvi kod treniranih osoba doprinosi lakšem kretanju krvi kroz krvne žile, a pogotovo kroz kapilare, krvne žile vrlo malog promjera. Analogno tome, istraživanja su dokazala da upravo ovaj smanjeni viskozitet povećava dopremu kisika do aktivnih mišića, jer krv lakše prolazi kroz kapilare (Wilmore et al., 2008).

Volumen krvi, udarni volumen i maksimalni primitak kisika

Sve do sada sa nabrojeno u stvari vodi povećanju maksimalnog primitka kisika kao mjere aerobne izdržljivosti. Naime, povećanje volumena krvi jedna je od najznačajnijih promjena koja se događa prilikom aerobnog treniranja. Ovaj povećani volumen krvi omogućava srcu da jače i više napuni lijevu klijetku tijekom diastole, te da u sistoli krv iz lijeve klijetke efikasnije bude izbačena u krvni optok. Tome još treba pridodati i hipertrofiju srčanog mišića koji pod utjecajem aerobnog treninga ima veću snagu kojom ispumpava krv u krvni optok. Ovo dovodi do pojave da bez promjene frekvencije srca (bez porasta frekvencije srca) krv uspijeva opskrbiti kisikom periferne dijelove mišićnog sustava koji obavlja rad. Time se više kisika stavlja na raspolaganje mišićima, a što u konačnici vodi porastu u maksimalnom primitku kisika.

Zanimljivo je da su ove pojave dokazane eksperimentalnim studijama čak i na netreniranim osobama. Primjerice, kod netreniranih osoba umjetno je povećan volumen krvi i to davanjem infuzije, koja je, bez utjecaja treninga povećala i ukupni volumen krvi. Na kraju te su osobe uspjele postići veći maksimalni primitak kisika praktički bez treniranja. Zanimljivo je, međutim, da ovo pravilo vrijedi i u obrnutom smjeru. Ukoliko bi se, a što je također dokazano eksperimentalnim studijama, osobama smanjio volumen krvi, ovo bi izazvalo značajne promjene i to u pogledu smanjenja maksimalnog primitka kisika (Wilmore et al., 2008).

1.4 Adaptacije dišno-plućnog sustava

Bez obzira na to koliko je srčano-žilni sustav učinkovit u dostavi krvi bogatom kisikom prema mišićnom tkivu i mišićima koji obavljaju rad, aerobna izdržljivost neće biti adekvatna ukoliko dišno-plućni sustav ne dopremi dovoljno kisika do srčano-žilnog sustava. Generalno, dišno-plućni sustav nije glavna slaba karika u lancu aerobne izdržljivosti. Fiziološki je dokazano da ventilacija može biti unaprijeđena do veće razine nego što to može pratiti srčano-žilni sustav. Ipak, kao što je bio slučaj sa prethodno objašnjavanim srčano-žilnim sustavom, tako i respiratorni sustav prolazi kroz određene adaptacije, a pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti.

Plućni volumen

Plućni volumen i kapacitet mijenjaju se malo pod utjecajem aerobnog treninga. Vitalni kapacitet (količina zraka koja se može izdahnuti nakon maksimalnog udaha) povećava se jedva primjetno. U isto vrijeme rezidualni volumen (količina zraka koja se ne istiskuje iz pluća) malo opada. Naravno, parametri ovih dviju volumena međusobno su povezane. Generalno, ukupni plućni kapacitet ostaje relativno nepromijenjen. Pod utjecajem treninga izdržljivosti, posebno treninga aerobne izdržljivosti, tidalni volumen (količina zraka udahnuta i izdahnuta tijekom normalne respiracije) ne mijenja se u mirovanju i pri sub-maksimalnim razinama opterećenja. Ipak, izgleda da se ovaj parametar povećava na maksimalnim razinama opterećenja.

Respiracijski odnos (kvocijent)

Pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti respiracijski odnos redovito se snižava u mirovanju, ali i tijekom sub-maksimalnih opterećenja. Ovo smanjenje je malo i, u osnovi, vrlo vjerojatno povezano sa plućnom efikasnošću, a koja je uvjetovana treningom aerobne izdržljivosti. Ovaj parametar, međutim, generalno je povišen na maksimalnim razinama opterećenja, a pod utjecajem aerobnog treninga.

Plućna ventilacija

Pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti plućna ventilacija u osnovi ostaje nepromijenjena ili se minimalno snižava u mirovanju i pri submaksimalnim razinama opterećenja. Međutim, maksimalna plućna ventilacija izrazito je povećana. Ovo se odnosi na opterećenja prilikom kojih se savladavaju maksimalni napori. Uobičajeno povećanje plućne ventilacije kod osoba koje nisu trenirale iznosi nekih 20% (sa 120 l/min na 150 l/min pod utjecajem aerobnog treninga). Vrijednosti plućne ventilacije kod visoko treniranih osoba, sportaša treniranih u disciplinama aerobne izdržljivosti, penju se na 180 l/min. Dva su faktora esencijalna za povećanje maksimalne plućne ventilacije:

- povećani tidalni volumen
- povećani respiracijski odnos na maksimalnim razinama opterećenja.

Kod izuzetno dobro treniranih sportaša (primjerice, veslači) maksimalna plućna ventilacija penje se na čak 240 lit/min, što je dvostruko više nego vrijednost za netreniranu osobu prosječne težine i visine. Ventilacija, međutim, nije limitirajući

faktor u disciplinama aerobne izdržljivosti. Naime, eksperimentalne studije pokazale su čak da kod visoko treniranih osoba adaptacije plućnog sistema i njegovih kapaciteta ne ograničavaju ukupnu aerobnu izdržljivost, jer ne mogu pratiti zahtjeve kardio-vaskularnog i mišićnog sustava

Plućna difuzija

Plućna difuzija koja označava izmjenu plinova u alveolama ne mijenja se pod utjecajem treninga, ali samo za vrijednosti u mirovanju i tijekom submaksimalnih opterećenja. Međutim, plućna difuzija ili sposobnost pluća i alveola da izvrše izmjenu ugljik dioksida i kisika izrazito se povećava tijekom maksimalnih opterećenja, a pod utjecajem treninga aerobne izdržljivosti. Razlozi za to, izgleda da su slijedeći. Dotok krvi od srca do pluća očito se povećava pod utjecajem treninga. Ovo se posebno odnosi na gornje dijelove pluća, a koji relativno neaktivni u normalnim uvjetima. Više krvi dolazi do pluća i omogućava bolju izmjenu plinova. Kako je istovremeno i ventilacija povećana, više zraka dolazi do pluća. U konačnici, ove pojave rezultiraju time da je više alveola aktivno i uključeno u plućnu difuziju (izmjenu CO₂ i O₂). Krajnji rezultat je povećana plućna difuzija.

Arterijsko - venska razlika u kisiku

Sadržaj kisika (koncentracija) u arterijskoj krvi malo se mijenja pod utjecajem treninga. Već je prije rečeno da je totalni hemoglobin u porastu pod utjecajem fizičke aktivnosti, ali je zbog povećanja krvne plazme koncentracija hemoglobina čak i blago smanjena kod treniranih osoba. Arterijsko-venska razlika u kisiku, međutim, raste pod utjecajem treninga, a to je očito naročito kod visokih i maksimalnih razina opterećivanja. Ovaj porast u arterijsko-venskoj razlici u stvari je rezultat smanjene koncentracije kisika u venama. Krv koja se vraća u srce sadržava krv iz svih dijelova tijela, a ne samo vensku krv iz aktivnih tkiva (mišićnog tkiva koje obavlja rad prilikom treninga ili vježbanja). Logično, aktivna tkiva otpuštaju u krv manje kisika nego neaktivna tkiva, jer je u aktivnim tkivima kisik potrošen prilikom mišićnog rada. Što, u stvari, označava smanjena koncentracija kisika u venskoj krvi, a pod utjecajem treninga? Označava dvije stvari:

- a) aktivni mišići imaju veću mogućnost ekstrakcije kisika iz krvi

- b) trenirane osobe učinkovitije distribuiraju ukupni volumen krvi, što znači da kod treniranih osoba više krvi odlazi u aktivna mišićna tkiva.

Zaključno o adaptacijama respiratornog sistema

Sve promjene koje su nabrojene, a koje se događaju u respiratornom sistemu vrlo teško se mogu očekivati pri laganim i srednjim intenzitetima opterećenja. Objektivno, respiratorne adaptacije mogu se ostvariti samo na maksimalnim razinama opterećenja i maksimalnim razinama treniranja. To je jedna od osnovnih razlika između adaptacija dišno-plućnog sustava i srčano-žilnog sustava. Konkretno, srčano-žilni sustav adaptira se i povećava razinu svoje treniranosti već i pri treningu na niskim, odnosno srednjim razinama opterećenja, ili bolje rečeno – pri aerobnom treningu. U tim situacijama traži se, doduše produženi ekstenzitet rada, ali promjene u funkcioniranju i strukturi srčano-žilnog sustava mogu se očekivati već i pri radu smanjenog intenziteta. S druge strane, adaptacija plućno-dišnog sustava ne mogu se očekivati osim u slučaju primjene treninga maksimalnih intenziteta, dakle, pri treningu anaerobne izdržljivosti. Tada su svi sustavi maksimalno pod stresom i javljaju se efikasne i učinkovite adaptacije.

1.5 Faktori koji djeluju na učinkovitost treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti

U prethodnom tekstu prodiskutirani su trendovi i adaptacije koji se događaju kao posljedica treniranja aerobne i anaerobne izdržljivosti. Međutim, treba voditi računa da se uvijek radi o adaptacijama kod pojedinaca, što znači da neće svaka osoba odgovoriti na trening jednako. Kod nekih osoba adaptacije će biti izražene, dinamične i razvoj treniranosti događat će se naočigled. S druge strane, kod nekih drugih osoba efekti treninga bit će jedva primjetni, a adaptacije će biti vrlo spore i teško ćemo ih primijetiti.

Postoji čitav niz faktora koji na dinamiku razvoja treniranosti mogu utjecati. U daljnjem tekstu osvrnut ćemo se samo na neke koji su dokazano najvažniji u pogledu dinamike razvoja aerobne i anaerobne izdržljivosti.

Genetska predisponiranost – nasljeđe

Maksimalni primitak kisika kao mjera aerobne izdržljivosti izravno ovisi o genetskoj predisponiranosti tj. genetskom nasljeđu. Naravno to ne znači da se maksimalni primitak kisika, tj. aerobna izdržljivost ne mogu razvijati kod baš svake osobe, već to znači da će različite osobe različito reagirati na trening. Neke osobe će izuzetno efikasno razvijati aerobnu izdržljivost, a kod nekih osoba promjene će bit spore. Istraživanja koja su se bavila ovom problematikom počela su se raditi još krajem 60-tih i početkom 70-tih godina prošlog stoljeća i napravila su se sve do danas. Uglavnom se radi o istraživanjima koja se baziraju na praćenju maksimalnog primitka kisika kod jednojajčanih, odnosno dvojajčanih blizanaca. Ukratko, zaključci tih studija su:

- a) jednojajčani blizanci imaju gotovo identične vrijednosti maksimalnog primitka kisika
- b) dvojajčani blizanci izuzetno se razlikuju u vrijednostima maksimalnog primitka kisika.

Studije su dokazale da nasljeđe određuje 25%, do čak 50% varijance u maksimalnom primitku kisika. Drugim riječima, u ovom krajnjem slučaju ispada da 50% maksimalnog primitka kisika tj. 50% svoje aerobne sposobnosti donosimo rođenjem.

Ovo možda i ne izgleda puno, ali kad se uzme u obzir da pored nasljeđa postoji i čitav niz drugih faktora ispada da kroz nasljeđe imamo određenih 50% aerobne sposobnosti. Svi ostali faktori zajedno određuju drugih 50%. Primjerice, vrhunski sportaši u disciplinama aerobne izdržljivosti uspijevaju i nakon završetka svoje sportske karijere zadržati iznimno visoke vrijednosti svoje aerobne izdržljivosti, tj. maksimalnog primitka kisika čak i u uvjetima kada nakon prestanka karijere uopće ne treniraju. Zabilježene su pojave da vrhunski sportaš sa 85 ml/kg u minuti na završetku svoje karijere, dođe na 65ml/kg u minuti nakon 10-tak ili čak 15 godina netreniranja. Ako se uzme u obzir da je 65 ml/kg u minuti vrhunski rezultat za, primjerice sportaše na sportskim igrama, postaje jasno koliko je u stvari nasljeđe važan faktor u ovom parametru ukupne treniranosti. ⁶

Kad se ovome doda da je aerobna izdržljivost jedna od kondicijskih sposobnosti koja je u odnosu na ostale relativno slabo određena nasljeđem, postaje jasno koliko je nasljeđe važan faktor u ograničenju razvoja ukupne treniranosti sportaša.

Dob

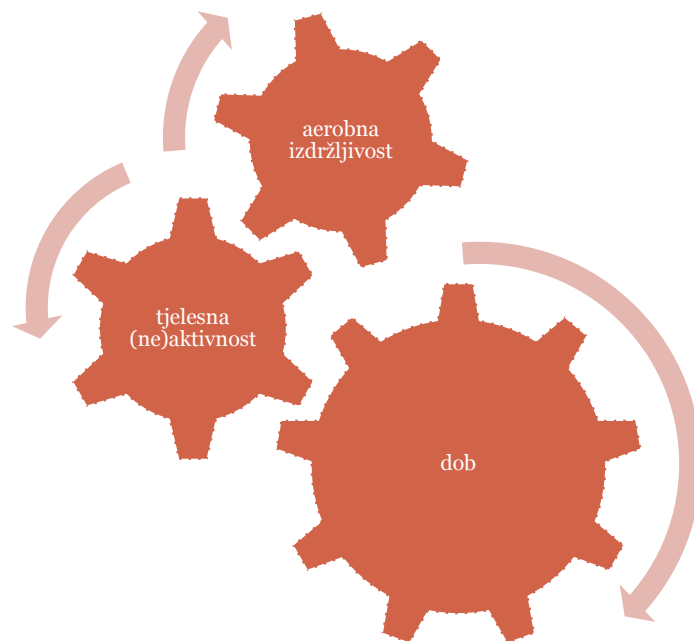
Dob je također jedan važan faktor u mogućnosti treniranja kapaciteta aerobne i anaerobne izdržljivosti, neovisno da li se radi o muškom ili ženskom spolu. Vrlo česta greška koja se radi u interpretaciji utjecaja dobi na aerobnu izdržljivost je analiziranje samo i isključivo terenskih testova i rezultata u terenskim testovima aerobne izdržljivosti. Naime, s prirastom u tjelesnoj visini, a pogotovo s prirastom u mišićnoj masi izuzetno se mijenja ekonomičnost kretanja (trčanja), a koja se izvodi kod testiranja aerobne izdržljivosti u terenskim uvjetima. Time se dobiva vrlo često kriva slika o utjecaju dobi na aerobnu izdržljivost.

Konkretno, ukoliko bi se pratile promjene koje u testovima terenskog tipa postižu ispitanici od 6 do 18-te godine dobili bi krivu sliku na aerobnu izdržljivost. Razlog je činjenica da s prirastom u dobi ispitanici bolje savladavaju distancu koja se pretrčava, ali to nije rezultat povećane aerobne izdržljivosti nego najčešće (i) veće količine mišićne mase, pa samim tim i bolje kvalitete trčanja i/ili (ii) veće duljine koraka koja omogućava da se zadana distanca pređe u kraćem vremenu.

⁶ Možda u tom smislu izreka Per Olofa Astranda najbolje opisuje stanje stvari: „Najbolji način da postanete olimpijski prvak jest da budete jako selektivni u odabiru svojih roditelja“.

Maksimalan primitak kisika međutim ne mijenja se tako dramatično. Točno je da on raste od 6-te do 11-te godine, ali potom se stabilizira i praktički se ne mijenja uopće. Konkretno, dob je vrlo važan faktor u razvoju aerobne izdržljivosti i najbolji rezultati mogu se očekivati u periodu puberteta. Naime, razlozi za to su višestruki, a treba izdvojiti činjenicu da se trening aerobne izdržljivosti vrlo često radi u uvjetima povećane proizvodnje laktata (povećane kiselosti), a mala djeca nemaju sposobnost tolerancije na laktate. Stoga je u mlađoj dobi moguće pro voditi gotovo isključivo treninge aerobne izdržljivosti, ali je primjenjivost anaerobnog treninga izdržljivosti vrlo ograničena. Isto tako trening aerobne izdržljivosti, a kojemu je cilj povećanje maksimalnog primitka kisika, može se efikasno provoditi do starije životne dobi.

U tom smislu limitirajući faktori za provođenje treninga u starijoj dobi nisu niti metabolički niti srčano-žilni niti plućno-dišni. Najčešće su limitirajući faktori vezani za stanje koštano-zglobnog i mišićnog sustava, pa o tim faktorima treba voditi računa. Studije koje su pratile ispitanike kroz dulji period dokazale su da pad maksimalnog primitka kisika u kasnijim godinama života (iznad 40-te godine) pokazuju da se fizička aktivnost prirodno smanjuje s godinama, pa to djeluje na kvalitetu koštaka i mišićnog sustava i ograničava mogućnost primjene treninga izdržljivosti. Ovo je u stvari više socijalno i kulturološki određeno, nego što za to postoje realni fiziološki odnosno biološki razlozi. Konkretno, u ovom slučaju javlja se klasični supresorski efekt u kojem prepoznajemo negativnu korelaciju između dobi i aerobne izdržljivosti, a u stvari se radi o negativnoj korelaciji između smanjene fizičke aktivnosti i aerobne izdržljivosti.



Spol

Dokazano je da zdrave netrenirane djevojke i žene postižu manje vrijednosti aerobnog kapaciteta (maksimalnog primitka kisika) od svojih muških vršnjaka (20 - 25% niže od muškaraca odgovarajućih po dobi i aktivitetu). Međutim, koliko se u stvari radi o utjecaju spola, a koliko o drugim faktorima, vrlo je upitno. Naime, dobro trenirane osobe ženskog spola (primjerice sportašice u disciplinama aerobne izdržljivosti) postižu vrijednosti maksimalnog primitka kisika koje su jedva 10% slabije od vrijednosti koje postižu njihove muške kolege.⁷

Drugim riječima, izgleda da spol igra značajnu ulogu u maksimalnom primitku kisika i mogućnosti da osoba razvije maksimalni primitak kisika, ali je taj utjecaj bitno manji nego što bi se moglo zaključiti na podacima iznesenim na početku, a koji se odnose na usporedbu netreniranih muškaraca i žena. I u ovom slučaju vrlo vjerojatno se radi o utjecaju nekih kulturoloških faktora na pojavu bitno manjih vrijednosti aerobne izdržljivosti i aerobnog kapaciteta kod žena u usporedbi s muškarcima.

Ukratko, poznato je da djevojčice generalno manje vremena provode u fizičkoj aktivnosti i fizičkoj igri od dječaka (Fernandez-Fernandez, de la Aleja Tellez, Moya-Ramon, Cabello-Manrique, & Mendez-Villanueva, 2013; Mantzicopoulos, 2004). Ova

⁷ Ovo opet ne treba gledati kroz rezultate terenskih testova jer oni najčešće ovise o drugim faktorima kao što su snaga ili duljina koraka koja je naravno na strani muškaraca

pojava manje fizičkih aktivnosti kod djevojčica vrlo vjerojatno određuje i smanjene vrijednosti aerobne izdržljivosti odnosno aerobnog kapaciteta kod djevojčica u usporedbi sa dječacima. Kad se ovaj faktor ne uzme u obzir (razlika u fizičkoj aktivnosti) postaje jasno da se mogu iznijeti zaključci koji nemaju veze s utjecajem spola na aerobnu izdržljivost već se više tiču utjecaja kulturnog i socijalnog okruženja, koje neminovno negativno djeluje na mogućnost razvoja aerobne izdržljivosti kod djevojčica.

2 Adaptacije na trening s opterećenjem, trening koordinacije i ravnoteže

Adaptacije na trening s opterećenjem, trening koordinacije i ravnoteže često se isprepliću. Naime, treninzi ovih triju grupa sposobnosti prvenstveno utječu na „muskučaturu“ i pripadajuću živčanu strukturu.⁸ Stoga se fiziološke adaptacije a pod utjecajem ovih vrsta treninga neće razmatrati odvojeno kao što je to bio slučaj s adaptacijama koje nastaju kao posljedica treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti.

2.1 Strukturalne adaptacije – promjene u veličini i strukturi mišića

Dugo vremena smatralo se da prirasti u snazi (jakosti), a uslijed treninga s opterećenjem, jesu rezultat samo i isključivo prirasta u veličini mišića (hipertrofija). Ova pretpostavka bila je vrlo logična, jer je najveći broj ljudi koji su trenirali s opterećenjima, tj. trenirali snagu, u stvari, bili muškarci i oni koji su trenirali s opterećenjima razlikovali su se od svojih netreniranih vršnjaka u veličini mišića. Drugi dokaz pronašao se u imobilizaciji mišića. U slučajevima kada je mišić bio imobiliziran neko vrijeme, primijetilo se kako opada u svojoj veličini (atrofira), ali i gubi snagu gotovo trenutno. Konačno, dobici i prirast u snazi redovito su bili vidljivi s prirastom u mišićnoj masi, mišićnoj veličini, a gubitak mišićne mase i mišićne veličine visoko je korelirao sa gubitkom snage. Kad se sve to skupa zbroji nije iznenađujuće što se zaključilo da postoji izravna veza između mišićne veličine i mišićne snage, kao što je rečeno na početku.

Ipak, mišićna snaga i jakost uključuju puno više faktora nego što se iz ovih primjera može zaključiti i ne ovise samo o veličini mišića. U daljnjem tekstu udaljit ćemo se od klasičnih fizioloških dokaza i približiti s nekim životnim primjerima koji bi trebali ukazati na činjenicu da mišićna snaga nije isključivo i samo rezultat mišićne mase, odnosno veličine mišića.

⁸ Pojednostavljeno, ove vrste treninga razlikuju se u „količini“ utjecaja na samu mišićnu, odnosno živčanu strukturu

„Nadljudska“ snaga

Mediji su kroz povijest često izvještavali o slučajevima kad su ljudi manifestirali nadljudsku snagu u situacijama velikog psihološkog stresa.⁹ Čak je i u sportskim natjecanjima narijetko zabilježen slučaj nadljudskih performansi, kao što je rezultat Boba Beamon sa Olimpijade 1968.g., a koji je iznosio 8,90 m. Ovaj rezultat premašio je prethodni svjetski rekord za 0,55 m. Dok se svjetski rekordi uglavnom ruše u centimetrima Beamonov rekord ostao je nedohvaćen do 1991.g.

Istraživanje na ženama

Žene ostvaruju podjednaki prirast u snazi, a uspoređeno sa muškarcima koji učestvuju u istim programima treninga, ali ne može se zanemariti činjenica da žene ne ostvaruju toliki prirast u mišićnoj masi tj. hipertrofiju. Zapravo, nije rijetkost da žena udvostruči svoju snagu bez da se primijeti ikakva vidljiva promjena u mišićnoj veličini. Zaključak je da prirast u snazi ne zahtijeva nužno hipertrofiju. Ovo, međutim, ne znači da veličina mišića nije važna. Ona je, štoviše, iznimno važna, a najbolje se to može vidjeti iz postojećih muških i ženskih svjetskih rekorda u dizanju utega.¹⁰

Kako težina sportaša raste, svjetski rekord također raste. Međutim, ukupno gledano primjeri nadljudskih manifestacija snaga i studije na ženama ukazuju da su mehanizmi koji su povezani sa dobicima u snazi vrlo kompleksni i nisu potpuno razjašnjeni sve do danas.

⁹ Najbolji primjer za ovo je činjenica da se osobe sa teškim mentalnim oboljenjima moraju odijevati u posebno dizajnirane košulje koje im onemogućavaju kretanje jer su u protivnom u stanju manifestirati nevjerovatno snagu i jakost.

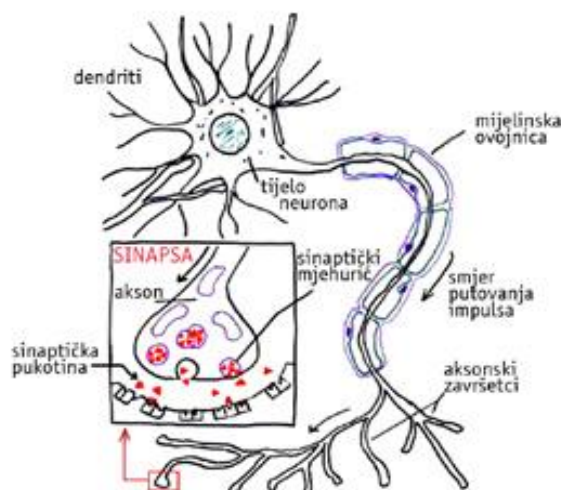
¹⁰ Ovaj primjer ne treba uzeti doslovno jer na „ženske“ rezultate u dizanju utega sigurno utječu i drugi faktori kao što je primjerice selekcija kandidata za žensko dizanje utega u usporedbi sa selekcijom muških sportaša u istom sportu

2.2 Funkcionalne adaptacije – adaptacije živčane kontrole

Prije nego se predstave adaptacije živčane kontrole potrebno je ukratko predstaviti strukturu živčanog sustava. Struktura živčanog sustava sastoji se od prijemnika (receptora) koji hvataju važne signale, mišića (efektora) koji, po naredbi, izvode planiranu radnju i prostrane mreže elektronskih vlakana (neurona) i njihovih sinapsi, kojima se omogućuje povezivanje receptora s efektorima, a time i protok informacija iz jedne regije u drugu. Uobičajeni zadaci izvršavaju se na lokalnom nivou (leđnoj moždini), dok mozak donosi odluke o tome koji zadaci se trebaju izvršiti. Živčani sustav nikad nije statičan, jer se neprestano stvaraju nove sinapse, a one koje se često koriste proširuju se i unaprjeđuju da bi se poboljšao njihov kapacitet i brzina prijenosa živčanih impulsa. Taj kapacitet za neprestano mijenjanje (plasticitet) je neophodan da bi se omogućio rast, razvoj i adaptacija.

Glavne sastavnice živčanog sustava su: senzorni receptori, motorne jedinice i neuroni, te njihovi spojevi (sinapse) koji omogućuju komunikaciju između senzornih receptora, motornih jedinica i drugih neurona. Živčani sustav ima dva podsustava: centralni, koji se sastoji od mozga i leđne moždine, te periferni, koji prenosi informacije od senzornih receptora do centralnog živčanog sustava, te zapovijedi od centralnog sustava do mišića.

Neuron, odnosno živčana stanica, osnovna je komponenta živčano-mišićnog sustava, neophodna za primanje i slanje informacija kroz čitavi sustav. Neuron se sastoji od dendrita i aksona koji šalju informacije između neurona. Bilo koji neuron može utjecati na aktivnost tisuću drugih neurona, kao što i na njega ekscitatorno ili inhibitorno utječe 1000-10,000 drugih neurona.

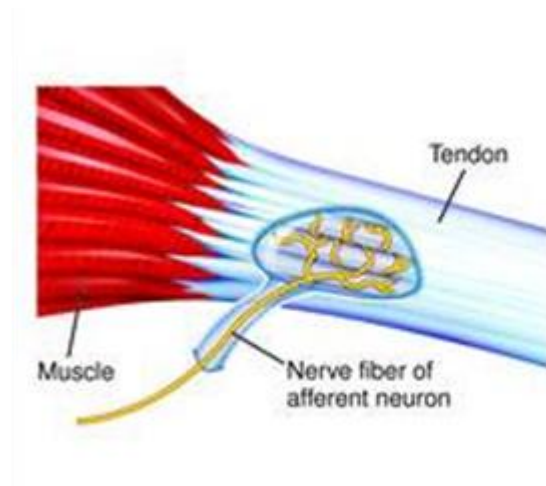


Postoji nekoliko tipova neurona čija je struktura određena njihovom funkcijom, pa tako imamo senzorne, aferentne neurone i motorne, eferentne neurone, te alfa i gama motorne neurone. Interneuroni (međuneuroni) su različitih oblika, sa mnoštvom dendrita i aksona, što im omogućuje povezivanje sa što većim brojem neurona. Neuroni prenose poruke od dendrita do završnih vlakana aksona putem niza električnih impulsa. Brzina kojom se impuls prenosi varira, a najveća je u aksonima koji su obavijeni mijelinskom ovojnicom, sastavljenom od lipida i proteina. Protok informacija između neurona odvija se putem sinapsi, koje šire električnu aktivnost pomoću kemijskog posrednika neurotransmitera. Najpoznatiji je ekscitatorni neurotransmiter acetilkolin (ACh).

Glavne senzorne informacije za kontrolu pokreta potječu od osjetila vida i propriocepcije. Propriocepcija je termin za informacije o kretanju i orijentaciji tijela u prostoru, koje se prikupljaju putem kinestetičkih receptora smještenih u mišićima, tetivama, zglobovima i koži, te vestibularnih receptora za ravnotežu, smještenih u unutrašnjem uhu.

Sustav kinestetičkih receptora se sastoji od: mišićnih receptora, tetivnih receptora, kožnih i receptora u zglobovima. Primaran izvor senzornih informacija iz mišića kostura osigurava mišićno vreteno, koje sadrži mišićna vlakana, te ima sposobnost kontrakcije i na taj način pomaže ostvarivanju pokreta. Senzorni receptori smješteni u tetivama zovu se Golgijevi tetivni organi i nalaze se u blizini površine mišićno-tetivnog tkiva, te šalju impulse leđnoj moždini. Golgijevi tetivni organi reagiraju na stupanj napetosti u tetivi. Napetost tetive se

povećava kada se mišić kontrahira, a smanjuje kada se mišić opušta. Kao posljedica toga, Golgijevi tetivni organi su maksimalno podraženi kada je mišić najkraći, što je u suprotnosti s mišićnim vretenima, koji su najaktivniji kada je mišić istegnut.



Motorna jedinica sastoji se od jednog alfa motornog neurona i svih vlakana mišića kostura koje taj neuron inervira. Taj broj može varirati od jednog ili dva vlakna kada se radi o mišićima malih dimenzija koji kontroliraju precizne pokrete, do tisuću vlakana u nekim od velikih mišića zaduženih za održavanje položaja tijela. Što je manje mišićnih vlakana u motornoj jedinici, to je preciznija kontrola pokreta. Uz vježbu i adekvatne povratne informacije, moguće je naučiti da se selektivno aktiviraju pojedine motorne jedinice u određenom mišiću, ali nije moguće voljno aktivirati samo neka mišićna vlakana unutar jedne motorne jedinice. Raspored po kojem se aktiviraju motorne jedinice naziva se princip veličine, koji određuje to da se motorne jedinice aktiviraju po veličini, te se one koje se sastoje od manjih i slabijih mišićnih vlakana aktiviraju prve.

U centralnom živčanom sustavu viši nivoi sustava, naročito mozak, su odgovorni za kreativne i kognitivne funkcije višeg reda i funkcije motorne kontrole, dok su niži nivoi sustava, naročito leđna moždina, odgovorni za rutinske, repetitivne kontrolne funkcije. Iz leđne moždine izlazi ukupno 31 par spinalnih živaca, a svaki je živac u kontaktu sa leđnom moždinom preko dva korijena. Prednji (ventralni) korijen nosi eferentne (motorne) informacije od leđne moždine do mišića, a stražnji (dorzalni) korijen prenosi aferentne (senzorne) informacije sa periferije do leđne moždine.

Refleks je najjednostavnija funkcionalna jedinica integriranog ponašanja živčanog sustava. Razni refleksi locirani duž leđne moždine čine osnovu na kojoj se (direktno) zasnivaju svi nevoljni i (indirektno) svi voljni pokreti. Refleksni sustavi mogu biti monosinaptički (sastoje se od dva neurona i jedne sinapse), te polisinaptički (više neurona, više sinapsi). U polisinaptičkom refleksnom sustavu, senzorni i motorni neuron se ne vežu direktno sinapsama, nego se živčani impulsi između njih prenose interneuronima. Najbolji primjer monosinaptičkog refleksa u leđnoj moždini je refleks na istezanje, miotatički refleks. Nadražaj za refleks na istezanje je prekomjerno istezanje mišića kako ga detektira mišićno vreteno i može doći uslijed brojnih uzroka, kao što je naginjanje zbog odražavanja položaja tijela, to jest ravnoteže.

Izuzetno važna živčana kontrola objašnjava još jedan dio prirasta u jakosti i snazi¹¹ koji nastaje kao rezultat treninga s opterećenjem. U ovom trenutku možda je zgodno spomenuti kako **prirast u veličini mišića najčešće nazivamo strukturalnom promjenom u mišićima**. Naime, promjene u samoj muskulaturi najčešće su vezane za promjene strukture mišića, pa je ovaj naziv i razumljiv. Istraživanja su, međutim, pokazala da se **dobici u snazi mogu ostvariti i bez strukturalnih promjena u mišićima**, ali da živčana adaptacija, tj. unapređenje živčane kontrole mora nastupiti u svakom slučaju kad se događa prirast u snazi (REF - Enoka XY). Ova komponenta objašnjava barem jedan dio dobitaka u snazi, tj. napretka u snazi koji nastaje kao rezultat treninga s opterećenjem. Za zaključiti je kako snaga i jakost nisu karakteristike isključivo vezane „za mišić“.

Relativno je poznato da se dobici u snazi i jakosti, tj. napredak u ovim mjerama može ostvariti i bez strukturalnih promjena u mišićima, ali ne i bez živčanih promjena. Drugim riječima, strukturalne promjene podrazumijevaju promjenu u strukturi mišića, dakle, veličini i presjeku mišićnih vlakana, a živčane promjene podrazumijevaju promjene u kvalitetu živčanog impulsa koji ekscitira mišićno vlakno i tjera ga u kontrakciju. Danas je prihvaćeno da snaga nije isključivo ovisna o mišićima, već se može puno bolje objasniti ukoliko se sagledava kroz ukupni motorički sistem. Poznato je da uključivanje pojedinih motoričkih jedinica je jedna od glavnih pretpostavki napretka u snazi. Drugim riječima, ukoliko je veći broj

¹¹ Preciznije, adaptacije živčane kontrole važne su jednim dijelom i za prirast u aerobnoj i anaerobnoj izdržljivosti, ali se u području tih sposobnosti ne razmatraju jer su važne za manji dio ukupno mogućeg napretka u ovim sposobnostima

motoričkih jedinica uključen u neku kretanju i/ili ukoliko se motoričke jedinice kvalitetnije ekscitiraju (pod tim se prvenstveno misli da se u pravo vrijeme i pravim intenzitetom uključuju u rad) ovo sve skupa rezultira značajnim napretkom u snazi. U situacijama kad nema hipertrofije, tj. prirasta u mišićnoj masi ove promjene, u stvari, objašnjavaju glavnu dobitaka tj. napredaka u snazi. Isto tako, promjene, odnosno napredak u kvaliteti uključivanja motoričkih jedinica najvjerojatnije objašnjava i one prethodne slučajeve nadljudskih primjera manifestacije snage.

Uključivanje dodatnih motoričkih jedinica

Motoričke jedinice generalno se uključuju asinhrono tj. ne uključuju se u kretanju sve u isto vrijeme. One su kontrolirane velikim brojem različitih neurona koji odašilju ili ekscitacijske ili inhibicijske impulse (ekscitacijski impulsi podrazumijevaju „paljenje“, a inhibicijski impulsi podrazumijevaju „gašenje“ motoričkih jedinica). Da li će se mišićno vlakno kontrahirati ili ostati relaksirano ovisi o konačnom rezultatu tj. zbroju velikog broja impulsa koje motorička jedinica zaprimi u isto vrijeme. Motorička jedinica je aktivirana i vlakna koja joj pripadaju se kontrahiraju samo ukoliko ekscitatorni impulsi nadilaze inhibitorne impulse.

Dobici u snazi mogu biti rezultat angažiranja dodatnih motoričkih jedinica koje rade sinhronizirano, što u konačnici povećava kontrakciju i povećava mišićnu sposobnost da generira silu. Ovakav napredak može biti rezultat blokiranja ili redukcije inhibitornih impulsa što omogućava motoričkoj jedinici da se aktivira simultano. Međutim, još uvijek nije poznato da li ta sinhronizacija motoričkih jedinica, proizvodi i jaču kontrakciju. Alternativa koja je puno izglednija u stvari je vrlo jednostavna. Više motoričkih jedinica je uključeno u izvedbi pojedine kretnje neovisno o tome da li motoričke jedinice djeluju unisono.

Autogena inhibicija

Inhibitorni mehanizmi kao što su Golgijev tetivni organi, izuzetno su važni u generalnom motoričkom funkcioniranju, jer, u stvari, onemogućavaju mišiću proizvodnju veće sile nego što je može podnijeti kost ili vezivno tkivo. Ovakva kontrola naziva se autogenom inhibicijom. Logično se postavlja pitanje kako to da autogena inhibicija ne djeluje onda i u situacijama u kojima je uočena manifestacija

nadljudske snage? To su, međutim, izvanredne situacije koje se ne ponavljaju često, a dokazano je i da tijekom tipa takvih slučajeva nastaje ogromno oštećenje na strukturama kostiju, tetiva i vezivnog tkiva. Zaključak je relativno logičan. Protektivni inhibitorni mehanizmi u tim situacijama su se „ugasili“.

Izgled Golgijevog tetivnog organa i njegovo okvirno pozicioniranje je vidljivo na slici. Kada tenzija u mišićnim tetivama i vezivnom tkivu prijeđe razinu kojom je Golgijev tetivni organ baždaren, moto-neuroni tog mišića koji je proizveo silu bivaju inhibirani, tj. prestaje njihovo djelovanje u smislu povećanja kontrakcije. Ovaj refleks naziva se autogena inhibicija. I retikularna formacija u velikom mozgu, ali i cerebralni korteks djeluju podjednako u ovom smislu, dakle i jedan i drugi šalju inhibitorne impulse.

Trening postupno smanjuje inhibitorne impulse Golgijevog tetivnog organa omogućavajući mišiću da dosegne veću razinu snage. Drugim riječima, dobitak u snazi u ovim je slučajevima postignut smanjenom živčanom inhibicijom. Ova tema je generalno vrlo zanimljiva, jer uspijeva objasniti i epizode nadljudske snage, ali i dobitak u snazi u slučajevima izostanka hipertrofije. Naravno još uvijek je teorija i kao i sve teorije treba proći vrlo ozbiljna znanstvena testiranja prije nego što može biti u potpunosti prihvaćena kao činjenica.

Živčana aktivacija i hipertrofija

Istraživanja koja su do sada provedena i koja su ispitivala učinke treninga s opterećenjem ukazuju na činjenicu da početni napredak i početni razvoj snage pod utjecajem treninga pod opterećenjem, najčešće trebaju biti povezani sa živčanom adaptacijom, a koja je prethodno objašnjena. Pored ovoga što je do sada objašnjavano, živčana adaptacija uključuje poboljšanu koordinaciju, pobošljanje motoričkog programa koji se izvodi, poboljšanje aktivacije agonista - mišića koji primarno izvode kretanju. Međutim, dugoročni napretci u snazi i jakost u većoj su mjeri vezani uz hipertrofiju treniranih mišića i mišićnih grupa. Ovo je prikazano u slici XY, a na kojoj je slikovito opisan napredak u snazi kroz period od aprox. 100 tjedana treninga.

U prvim tjednima napredak u snazi uglavnom je rezultat unapređenja živčane kontrole i živčane aktivacije, da bi nakon 10-tog tjedna započeo napredak u snazi koji

je prvenstveno rezultanta napretka u količini aktivne muskulature, tj. veličini mišića koji primarno izvode kretanju. Studija koja je poslužila kao osnova za prikaz u ovoj slici, u stvari se bazirala na istraživanju 6-mjesečnog trenažnog procesa kod sportaša koji su provodili trening snage, a kod kojih je utvrđeno da je upravo živčana aktivacija, tj. poboljšanje u živčanoj aktivaciji razlog unapređenja snage u prvim periodima intenzivnog treninga. S druge strane, hipertrofija je, kao što je već rečeno, nastupila kasnije i rezultirala napretkom u snazi tek nakon 10-tog tjedna rada.

Mišićna hipertrofija

Jedno od osnovnih pitanja koje se postavlja jest zašto i zbog čega hipertrofija opće nastupa prilikom treninga s opterećenjem. U osnovi ovog objašnjenja najčešće se spominje hormonska struktura i hormon testosteron. Naime, testosteron je glavni anabolički hormon koji učestvuje u rastu mišića, tj. hipertrofiji. Muškarci pokazuju znatno veći napredak u mišićnoj masi nego žene pod utjecajem iste vrste treninga snage, upravo zbog ovog hormona. Ovo, međutim, ne mora biti uvijek praćeno i većim prirastom u mišićnoj snazi kod muškaraca. Testosteron je androgen, supstanca koja proizvodi muške karakteristike. Anabolički steroidi su također androgeni i poznato je da velike količine anaboličkih steroida zajedno sa treningom s opterećenjem vode izrazitom napretku u mišićnoj masi. Premda testosteron igra zasigurno ključnu ulogu u hipertrofiji, nije on jedini odgovoran niti on jedini određuje veličinu hipertrofije koja će nastupiti kao rezultat treninga s opterećenjem. Zapravo, dokazano kako je koncentracija testosterona u krvi relativno slabo korelirana sa stupnjem promjena u smislu mišićne hipertrofije, a pod utjecajem treninga s opterećenjem. Konkretno, neke žene uspijevaju postići sasvim dobru hipertrofiju, dok druge neće postići nikakve promjene kao rezultat treninga s opterećenjem. A jednima i drugima koncentracija testosterona u krvi je vrlo niska. Istraživanja u tom smislu najčešće špekuliraju i pretpostavljaju kako nije testosteron sam po sebi, tj. njegova koncentracija ključni element mišićnog rasta, već se radi o tome da je puno važniji odnos testosterona i estrogena. Drugim riječima, testosteron/estrogen odnos je puno veći kod osoba koje postižu puno veću hipertrofiju nego kod onih osoba koje hipertrofiju ne postižu.

Generalno, mišićna hipertrofija događa se na dva načina. Odvojeno treba razmatrati:

- akutnu, tj. prolaznu i

- kroničnu tj. stalnu hipertrofiju.

Akutna (prolazna) hipertrofija u stvari je trenutno povećanje mišićne mase koje se događa tijekom jednog treninga. Akutna hipertrofija rezultat je uglavnom akumulacije tekućine (edem) u unutarstaničnom i vanstaničnom prostoru mišića. Ova tekućina, u stvari, dolazi iz krvne plazme. Akutna hipertrofija, kao što joj i samo ime implicira, traje samo kratko vrijeme, jer se tekućina koja je nakupljena tijekom treninga u unutarstaničnom i vanstaničnom prostoru mišićnog tkiva vraća u krv kroz nekoliko sati nakon vježbanja.

Kronična hipertrofija, međutim, odnosi se na povećanje veličine mišića koje nastaje uslijed dugotrajnog treninga s opterećenjem. Ova vrsta promjene ukazuje, na strukturalnu promjenu mišića koja je nastala kao rezultat ili povećanog broja mišićnih vlakana (hiperplazija) ili povećane veličine postojećeg mišićnih vlakana (hipertrofija). Ova teorija do dan-danas nije u potpunosti razjašnjena i za nju se vežu brojne kontroverze. Naime, hiperplazija je kao fenomen nedokaziva iz etičkih razloga, te je kao takva, u stvari, potvrđena samo na životinjama. Ipak, sve ukazuje na to da se ovaj fenomen (povećanje broja mišićnih vlakana) događa i kod ljudi, premda eksperimentalno još nitko nije hiperplaziju dokazao i kod ispitanika sportaša ili treniranih osoba.

Mišićna hipertrofija i hiperplazija

Pionirski pokušaji dokazivanja hipertrofije i hiperplazije, ukazala su na to da je broj mišićnih vlakana u svakom mišiću kod pojedine osobe genetski određen i definira se već intrauterino i u vrlo kratkom periodu nakon rođenja. Ova istraživanja su aktualizirala ideju da broj mišićnih vlakana ostaje stalan tijekom života. Međutim, kad bi ovo bilo točno, tada bi kronična hipertrofija mogla biti rezultat samo povećanja površine presjeka pojedinog mišićnog vlakna. Ova pojava onda bi mogla biti objašnjena većim brojem miofibrila, porastom broja aktinskih i miozinskih filomfilamenata, više sarkoplazme, više vezivnog tkiva ili kombinacijom svih nabrojanih faktora. Sve ovo, u stvari, moglo bi dovesti do mišićne hipertrofije bez povećanja broja mišićnih vlakana. Da trening s opterećenjem doista značajno povećava površinu poprečnog presjeka mišićnih vlakana nije nikakva novost.

Elektronski mikroskop ovu pojavu detektira bez greške. Definitivno, povećani broj miofibrila, aktinskih i miozinskih filomenata, što u konačnici povećava mogućnost proizvodnje sile, neminovno dovodi do hipertrofije. Međutim, vrlo vjerojatno to nije sve.

Izravni dokazi za pojavu hiperplazije

Kao što je već prije rečeno, hiperplazija tj. povećanje broja mišićnih vlakana vrlo teško će se uskoro dokazati kod ljudi. Međutim, istraživanja koja su napravljena na životinjama ukazuju da hiperplazija doista nastaje i kao pojava u biološkim organizmima, a pod utjecajem treninga s opterećenjem. Studije koje su ovu pojavu dokazale, u stvari su se bazirale na jednostranom opterećivanju pojedinih ekstremiteta kod eksperimentalnih životinja, te je na završetku eksperimenta mišićnom biopsijom cjelokupnog mišićnog tkiva u pojedinom ekstremitetu dokazan veći broj mišićnih vlakana na „treniranoj“ strani.

Međutim, nisu sve studije dokazale povećanje broja mišićnih vlakana pod utjecajem treninga s opterećenjem. S obzirom da ovaj udžbenik nije namijenjen detaljnom preporučavanju ni elaboriranju ovih studija, ukratko će se iznijeti samo zaključci serije istraživanja koja su pratila jedno drugo, a kojima je cilj bio provjeriti teoriju hiperplazije. Ukratko, povećanje broja mišićnih vlakana, zaključeno je, može se očekivati samo kod eksperimentalnih životinja koje treniraju visoko intenzivno, dakle, koje podižu veliki teret malim brojem ponavljanja. S druge strane, hiperplazija tj. povećanje broja mišićnih vlakana ne treba se očekivati kod eksperimentalnih životinja koje će trenirati niskim intenzitetom, sa malim opterećenjem, velikim brojem ponavljanja. Ove studije na eksperimentalnim životinjama su, u stvari, direktni dokazi za hiperplaziju. Indirektni dokazi za hiperplaziju mogu se pronaći u studijama koje su provede kod ljudi.

Mehanizmi mišićne hipertrofije

Konačno, zbog čega uopće nastaje hipertrofija? Hipertrofija pojedinog mišićnog vlakna pod utjecajem treninga s opterećenjem nastaje kao rezultanta prirasta u mišićnoj proteinskoj sintezi. Mišićni protein uvijek se i stalno sintetizira, dakle nadograđuje, ali i resintetizira tj. razgrađuje. Međutim, razina i dinamika ovih

procesa u jednom ili drugom smjeru ovisi izravno o zahtjevima koji su postavljeni na organizam. U slučajevima kada pojedinac vježba, proteinska sinteza (izgradnja) se smanjuje, dok se proteinska degradacija, razgradnja povećava. Međutim, ovaj proces ima obrnuti smjer neposredno nakon prestanka vježbanja i tijekom perioda oporavka. U tom trenutku počinje prevladavati proteinska sinteza, a proteinska razgradnja se izrazito smanjuje. Zašto je ovo uopće važno znati? Ovaj biološki proces i lančana povezanost proteinske izgradnje i razgradnje, u stvari je osnova fenomena superkompensacije kod treninga kojima je cilj povećanje mišićne mase i/ili povećanje mišićne snage i jakosti. Konkretno, ukoliko se ne dozvoli organizmu dovoljno vremena i uvjeta za adekvatnu proteinsku sintezu, vrlo vjerojatno će prevladati razgradnja mišića i postupno će mišićna masa propadati, mada je cilj treninga povećanje količine muskulature.

Ovo se vrlo često događa ukoliko se osobe sa neadekvatnim odnosom testosterona i estrogena, o čemu je više riječi bilo prije, pokušaju trenirati s opterećenjem u uvjetima sub-kompensacije tj. nedovoljnog oporavka. Najčešće je ova pojava u pitanju ukoliko se u periodu oporavka ne nadoknadi sve što je mišiću potrebno za proteinsku sintezu ili ukoliko trening s opterećenjem bude prečest. Premda teorije govore o potrebi oporavka od 24 - 48 sati između dvije sekcije treninga s opterećenjem, nije rijetkost da je vrijeme oporavka ponekad 4, pa i 5 dana. Naime, vrijeme potpune superkompensacije nakon treninga snage ovisi o puno faktora koje nije moguće u potpunosti kontrolirati, kao što su san, prehrana, svakodnevni životni stres ili druga fizička aktivnost neovisna o samom treningu. Ukoliko se o ovim faktorima ne vodi računa i ukoliko se ne vodi računa o potpunoj superkompensaciji u treningu s opterećenjem, mišićna masa umjesto da se izgrađuje propada, a što neminovno vodi i padu u dimenzijama jakosti/snage koje bi posredno trebale biti vezane za mišićnu masu.

Zbog toga će se ukratko nešto u narednom tekstu kazati i o propadanju mišićne mase, jer će, vrlo vjerojatno, s pojašnjenjem ovog fenomena biti puno jasnije zbog čega se o problemu pretreniranosti kod treninga s opterećenjem treba voditi iznimna pažnja, te se nikako ne bi smjelo doći u situaciju da se dulji period trenažnog procesa provede u stanju nedovoljne kompensacije, tj. da u duljem periodu trenažnog procesa prevladava mišićna razgradnja.

Mišićna atrofija

U situacijama kada mišić bude neaktivan, primjerice, tijekom imobilizacije, javljaju se ogromne promjene u mišićnoj masi, a koje se događaju praktički iz sata u sat. Tijekom prvih 6 sati imobilizacije, eksperimentalne studije su dokazale da proteinska sinteza počinje opadati. Ovo se povezuje sa početkom mišićne atrofije što je jedan uobičajeni naziv za smanjenje mišićnog tkiva. Atrofija zapravo nastaje zbog manjka upotrebe mišića. Nema uopće potrebe naglašavati što se događa sa snagom/jakošću. Snaga dramatično opada već nakon tjedna ili dva imobilizacije, i to u prosjeku od 3 - 4% gubitka na dnevnoj bazi. Ne treba ipak ovaj gubitak snage pripisivati samo atrofiji, jer je jedan dio toga opadanja vezan i za smanjenu neuro-mišićnu aktivnost, a samim tim i za opadanje živčane funkcije u mišiću koji je imobiliziran.

Zanimljivo je kako izgleda da atrofija prvenstveno pogađa sporo-kontraahirajuća vlakna. Velik broj istraživanja pratio je promjene u miofibrilama i drugim sastavnim dijelovima mišića uslijed atrofije. Ukratko, kad mišić atrofira opada i površina poprečnog presjeka mišića, ali i postotak sporo-kontraahirajućih mišićnih vlakana. Zanimljivo je i to kako mišić ima sposobnost i najčešće se oporavi od atrofije u situacijama kada se aktivnost ponovno poveća (primjerice, kad prestane imobilizacija). Period oporavka je naravno dulji od perioda imobilizacije, ali je puno brži i puno kraći od originalnog, dakle trenažnog perioda koji je prouzročio razvoj mišićne snage na razinu prije imobilizacije. Primjerice, jedna studija pokazala je kako su nakon 20 tjedana treninga žene postigle razinu u snazi, koja je nakon 30 tjedana pauze ponovno vraćena u roku od 6 tjedana (Wilmore et al., 2008).

U nekim varijablama čak je zabilježen i veći napredak u tih zadnjih 6 tjedana nego što je postignut u prvih 20 tjedana treninga. Ipak, jasno je da prestanak aktivnosti vodi mišićnoj atrofiji. Da bi se spriječili gubici u snazi i u periodima u kojima se ne radi intenzivno na razvoju snage, treba provodi tzv. održavajuće treninge. Dokazano je tako da jedan o najviše dva treninga tjedno uspijevaju održati razinu postignute snage koja je postignuta prethodno kroz trening koji se provodio u periodu od čak 12 tjedana.

Mišićna iscrpljenost

Mišićna iscrpljenost ili mišićna slabost vrlo česta je pojava u treningu, a pogotovo u treningu koji se radi s vanjskim opterećenjem. Ova pojava javlja se tijekom zadnjih faza trenažnog procesa u jednoj trenažnoj jedinici ili u početku perioda oporavka. Zna se javiti 12 - 48 sati nakon intenzivnog treninga ili u oba slučaja.

Akutna mišićna slabost, akutna mišićna iscrpljenost

Bol koji se javlja tijekom ili neposredno nakon vježbanja najčešće je rezultat akumulacije različitih metabolita koji su nastali tijekom vježbanja, kao što su H⁺ ioni ili laktati, ali nije zanemariva i pojava oteklina mišićnog tkiva koja nastaje uslijed izlivanja tekućine iz krvne plazme u mišićno tkivo, bilo da se radi o unutarstaničnom ili van-staničnom tkivu. Ovo je najčešće praćeno osjećajem „napumpanosti“, koji sam sportaš ima nakon teškog treninga bilo da se radilo o treningu snage bilo da se radilo o treningu izdržljivosti. Ne može se, međutim, zanemariti činjenica da bol i iscrpljenost najčešće nestaju nekoliko minuta do nekoliko sati nakon završetka samog vježbanja. Ovo se naziva akutnom mišićnom iscrpljenošću ili akutnom mišićnom slabošću.

Odgođena (zakašnjela) mišićna iscrpljenost (engl. delayed onset fatigue)

Mišićna iscrpljenost koja se javlja dan ili dva nakon teškog treninga, još uvijek nije potpuno razjašnjena. Vrlo često ovaj bol javlja se nekoliko dana nakon treninga i ne može se izravno povezati sa nakupljanjem laktata, odnosno H⁺ iona, o kojima je bilo riječi kod akutne mišićne iscrpljenosti. U daljnjem tekstu, predstaviti će se nekoliko teorija koje su do sada pokušale objasniti pojavu odgođene mišićne iscrpljenosti. Međutim, odmah treba naglasiti da ni jedna od tih teorija još uvijek nije u potpunosti prihvaćena i potrebno je još puno istraživanja da bi se ovaj fenomen u potpunosti razjasnio. Premda neke od tih studija nisu rađene primjenom vježbi jakosti/snage, fenomen koji je istraživani vezan je ustvari za trening s opterećenjem.¹²

Gotovo sve teorije naglašavaju važnost ekscentrične kontrakcije, odnosno ekscentričnog mišićnog rada kao osnovnog uzroka mišićne iscrpljenosti. Inicijalno,

¹² U nekim slučajevima jednostavno je pogodnije primijeniti neki drugi protokol vježbanja kako bi se provjerili fenomeni vezani za različite vrste treninga.

ovo je utvrđeno u studiji koja je utvrđivala povezanost mišićne iscrpljenosti ovisno o tome da li su ispitanici radili ekscentričnu, koncentričnu ili statičku kontrakciju prilikom treninga. Zaključci istraživanja su bili prilično jasni i govore u prilog teoriji da upravo ekscentrična kontrakcija izaziva ekstremnu mišićnu iscrpljenost, dok statička i koncentrična gotovo uopće ne izazivaju ovu pojavu.

Ova studija praćena je daljnjim istraživanjima u kojima su ispitanici primjerice stavljeni u protokol trčanja na pokretnoj traci i jedan put su protokol provodili na horizontalnoj pokretnoj traci, a nakon dva dana su promijenili protokol i izvodili su ga tako da su trčali nizbrdo, ali pri relativno istom opterećenju. Nije teško zaključiti da kod trčanja nizbrdo ispitanici, u stvari, rade ekscentrično. U situacijama kada je trčanje provedeno na horizontalnoj podlozi nije bilo nikakvih znakova mišićne iscrpljenosti, dok je trčanje nizbrdo izazvalo visoku razinu mišićne iscrpljenosti, koja se pojavila 24 - 48 sati nakon treninga. Važno je napomenuti da su laktati i koncentracija laktata u krvi za koje se prije smatralo kako igraju presudnu ulogu u pojavi mišićne iscrpljenosti (upale mišića) bili zapravo na većoj razini kod trčanja na horizontalnoj podlozi nego kod trčanja nizbrdo. U konačnici istraživači su zaključili da upala mišića, odnosno mišićna iscrpljenost nastaje kao rezultat ekscentrične kontrakcije i redovito je povezano sa nastalim mišićnim oštećenjima. Ova mišićna oštećenja ukratko će se elaborirati u daljnjem tekstu.

Strukturalna oštećenja mišića

Jedna od najjasnijih potvrda da prilikom treninga, a pogotovo prilikom treninga koji uključuje ekscentričnu kontrakciju nastaju strukturalna oštećenja koja kasnije izazivaju upalu mišića, jest činjenica da su u krvi nakon intenzivnih treninga redovito pronađeni tragovi mišićnih enzima. S obzirom da mišićni enzim treba biti zadržan u samoj mišićnoj stanici, jasno je kako je došlo do izlivanja u vanstaničnu tekućinu, a potom i u krv. Dokazano je da mišićni enzimi znaju porasti 2 - 10 puta u odnosu na normalnu razinu nakon intenzivnih treninga. Eksperimentalne studije izravno potvrđuju ideju da upravo ove promjene (pojava određene koncentracije mišićnih enzima u krvi) u stvari, ukazuju na količinu raspada mišićnog tkiva.

Upalne reakcije

Leukociti (bijele krvne stanice) generalno služe kao zaštita organizma protiv stranih tvari koje ulaze u ljudski organizam, ali i kao zaštita protiv stanja koja narušavaju normalno funkcioniranje tkiva. Dokazano je kako koncentracija leukocita raste nakon aktivnosti koje izazivaju mišićnu iscrpljenost (upalu mišića). Ova činjenica potakla je neke istraživače da pokušaju utvrditi povezanost između upale mišića i upalnih procesa u samim mišićima (od toga i dolazi naziv „upala mišića“). Međutim, poveznica između ovih dviju pojava (koncentracija leukocita i jačina upalnog procesa u mišićima) bila je slaba i korelacija gotovo nikad nije utvrđena. Neki istraživači čak su pokušali upotrijebiti lijekove u namjeri da blokiraju upalne reakcije i time smanje i upalu mišića. Međutim, ovakvi pokušaji redovito nisu uspjeli, pa se ni na ovaj način nije uspjelo dokazati povezanost između upalnih reakcija i upale mišića.

Zanimljivo je kako je još uvijek vrlo živa zabluda kako upalu mišića izazivaju laktati i kako količina laktata podrazumijeva osjećaj peckanja u mišićima koji se javlja 2 do 3 dana nakon treninga. Međutim, još je 1984.g. Armstrong proveo seriju istraživanja kojima je definirao moguće mehanizme upale mišića koja se javlja 2-3 dana nakon treninga. Interesantno, već je tada bilo jasno da ne postoji ni jedna potvrda da koncentracija laktata 2-3 dana izaziva upalu mišića. Armstrong je tada razvio model koji je predložio nekoliko sekvenci koje vode upali mišića, koja se osjeća 2-3 dana nakon treninga. Prvo, visoka napetost kontraktilnih sistema mišića rezultira strukturalnim oštećenjima mišića i mišićne stanične membrane. Drugo, ovo oštećenje mišićne stanične membrane remeti homeostazu kalcija u oštećenom tkivu. To u konačnici vodi nekrozi (odumiranje stanica) koja svoj maksimum postiže 48 sati nakon vježbanja. Treće, s obzirom na odumiranje stanica, pojačava se aktivnost makrofaga, a zbog oštećenja stanične membrane izliva se unutar-stanični sadržaj (histamin, kinin, Ca⁺ ioni) i sve se to akumulira izvan stanice. Ove supstance potom stimuliraju slobodne živčane završetke u mišićima i izazivaju osjećaj peckanja i boli. Ovaj proces naročito je naglašen kod ekscentričnih kontrakcija i ekscentričnog vježbanja, jer se u takvim situacijama relativno velike sile proizvode na relativno maloj površini mišića. Naravno, do danas je ova teorija razvijena do detalja i omogućen je vrlo detaljan uvid u razloge i uzroke upale mišića. Konačno, jasno je da je upala mišića rezultat oštećenja samog mišića i to generalno mišićnih vlakana, ali i sarkoleme. Ovakva oštećenja proizvode jednu lančanu reakciju koja redovito uključuje oslobađanje intra-celularnih proteina. Ovo oštećenje, ali i prateći proces oporavka uključuje kalcijeve ione, lizosome, vezivno tkivo, slobodne radikale,

energetske izvore, upalne reakcije, intra-celularne i mio-fibrilne proteine. Sve ovo vodi u konačnici lančanoj reakciji koja rezultira bolom 2-3 dana nakon treninga.

Prevenција upale mišića

Prevenција upale mišića vrlo je važan faktor u maksimiziranju trenažnih efekata. Ukoliko bi se željelo približiti potpunoj prevenциji upale mišića jasno je kako bi trebalo izbjeđavati ekscentričnu komponentu mišićne aktivnosti i to barem tijekom početnih, uvodnih treninga. Logično, to danas u sportu, gotovo da uopće nije moguće. Alternativni pristup podrazumijeva započinjanje treninga na vrlo niskom intenzitetu i vrlo spor progresivan napredak tijekom prvih nekoliko tjedana treniranja. Postoji i obrnuti pristup. Ponekad se trening započne izuzetno visokim intenzitetom, iscrpljujućim vježbanjem. Očekuje se da će mišićna upala biti veća tijekom prvih dana, ali postoje dokazi da će onda postupno opasti i kako se bliži natjecateljska sezona, da će pojava mišićne upale biti sve rjeđa i rjeđa. Danas se međutim u uklanjanju upale mišića sve više koriste alternativni pristupi u kojima se naglašeno pojačava cirkulacija krvi. Logično, pojačana cirkulacija krvi kroz oštećenu muskulaturu, u stvari čisti van-staničnu tekućinu, što u konačnici rezultira smanjenim nadraživanjem živčanih ogranaka i manjim bolom.

Međutim, pri tome treba voditi računa da se u takvim pokušajima ne napravi više štete nego koristi. Rad doista treba biti vrlo niskog intenziteta, aktivnost takva da stimulira cirkulaciju u cijelom tijelu i da ni jedna mišićna grupa ne bude opterećena visokim intenzitetom. U tom smislu vrlo je teško očekivati da će bilo kakav oblik aktivnosti kojim se pojedine mišićne grupe naglašeno opterećuju biti koristan. Najčešća greška koja se, po mišljenju autora ovog udžbenika, u takvim situacijama radi je primjena trčanja (footinga ili jogginga) u ovu svrhu. Naime, bez obzira na aerobni karakter aktivnosti, trčanje je aktivnost koja primarno opterećuje mišiće potkoljenice i dijelom mišiće bedra. Ukoliko se radi o mišićnoj upali upravo tih dijelova tijela, vrlo je upitno koliko je ova aktivnost pogodna. Aerobni karakter aktivnosti u ovom slučaju ne znači puno, jer su pojedine mišićne grupe, odnosno

mišićne jedinice, opterećene intenzivno.¹³ U konačnici rezultat može biti još veća upala. Ako se već bira aktivnost onda bi to trebala biti tzv. „nisko-impaktna“ aktivnost, kao što je vožnja bicikle ili po mogućnosti plivanje. Naravno, plivanje dolazi u obzir samo ukoliko se tehnika poznaje vrlo dobro.

¹³ Ako se radi o sportašima nešto veće tjelesne težine moguće je da se čak javlja i ekscentrično opterećenje

ANALIZA STANJA I KINEZIOLOŠKE TRANSFORMACIJE

3 Analiza stanja - mjerenja u kineziologiji

Mjerenja u kineziologiji mogu se generalno podijeliti u dvije velike grupe: laboratorijska mjerenja i terenska mjerenja.

Laboratorijska mjerenja u kineziologiji

Laboratorijska mjerenja u kineziologiji podrazumijevaju mjerenja i laboratorijske procedure koje se primjenjuju u analizi morfoloških obilježja vježbača, biomehaničkih karakteristika izvedbe, različite oblike funkcionalne dijagnostike, te različite oblike motoričke dijagnostike. Laboratorijska mjerenja u pravilu su precizna i pouzdana, ali su istovremeno zahtjevna i vrlo su visoke cijene koštanja. Što to u zapravo znači?

Podaci dobiveni laboratorijskim mjerenjima mogu se smatrati **vrlo preciznima**, jer pod uvjetom kvalitetne provedbe, mjerenja i testovi vrlo precizno diskriminiraju (razlikuju) ispitanike koji su mjereni. To ne znači samo da se temeljem ovih mjerenja dobivaju precizni podaci o tome „tko je bolji, a tko lošiji“, već se dobivaju i informacije o tome „koliko je tko bolji, a koliko je tko lošiji od nekog drugog tko je izmjeren na istom testu“.

Isto tako, **laboratorijska mjerenja karakterizira i visoka pouzdanost**. Ovo znači da je greška mjerenja vrlo mala, te da će ispitanici, ukoliko ih se ponovljeno jedan ili više puta testira na istoj test-proceduri, postići rezultate koji će odgovarati onima koje su postigli i prvi put.¹⁴ S druge strane, ne može se pobjeći od činjenice da su laboratorijska mjerenja vrlo zahtjevna po pitanju realizacije test-procedura (drugim riječima – komplicirana), da zahtjevaju određenu (ponekad i vrlo skupu) opremu, da su vrlo zahtjevna po pitanju obučenosti mjeritelja te da ih može provoditi samo visoko kvalificirani mjeritelj. Ovo sve skupa povlači i visoku cijenu koštanja. Cijena u ovom slučaju ne znači samo „financije“ već i „vrijeme“ jer se laboratorijskim testovima vrlo rijetko može testirati više od jednog ispitanika istovremeno. Laboratorijska mjerenja gotovo uvijek podrazumijevaju mjerenja jedan na jedan,

¹⁴ Naravno, treba voditi računa da su se ispitanici dovoljno dobro oporavili od prethodnog testiranja, ali i da nije bilo drugih faktora koji bi mogli utjecati na rezultat (trening, bolest, itd.)

postaje jasno kako laboratorijska mjerenja i pored svih prednosti koje su prethodno nabrojene, imaju i odrađene nedostatke, te se mogu smatrati ograničeno primjenjivima. S druge strane, već rečena preciznost i pouzdanost u nekim slučajevima ne ostavlja druge mogućnosti nego da se provode upravo takva (mada skupa) analiza stanja. Takve situacije su vrhunski sportaši u situacijama kad se procjenjuju oni elementi njihovih sposobnosti koji su izravno vezani za karakterističnu sportsku uspješnost u pojedinom sportu (primjerice primitak kisika u veslanju ili biciklizmu), ili eventualno rizične skupine (rekonvalescenti i ozlijeđeni, rizične skupine, itd.) kod kojih je potrebno osigurati apsolutnu sigurnost prilikom testiranja (a to je moguće samo u situacijama apsolutne kontrole i preciznosti) (Idrizovic, Uljevic, Spasic, Sekulic, & Kondric, 2015; Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic, & Dervisevic, 2012; Uljevic, Spasic, & Sekulic, 2013).

Terenska mjerenja (terenski testovi) u kineziologiji

Terenska mjerenja (terenski testovi) podrazumijevaju test-procedure koje mogu uključivati motoričku dijagnostiku, testove kojima se u terenskim uvjetima može procjenjivati aerobna i anaerobna izdržljivost, testove kojima se može ocijeniti stanje motoričkih znanja, a u određenoj mjeri i biomehaničku analizu određenih motoričkih izvedbi (Sekulic, Krolo, Spasic, Uljevic, & Peric, 2014). Terenska mjerenja uglavnom imaju upravo suprotne prednosti, ali isto tako i upravo suprotne nedostatke od laboratorijskih mjerenja. **Terenska mjerenja redovito su upitno precizna i upitno pouzdana, ali su istovremeno vrlo primjenjiva i jeftina.**

Zašto upitno precizna? Ovim izrazom „upitna“ želi se naglasiti činjenica da ista terenska testiranja mogu biti i „precizna“, ali i „neprecizna“. Dakle, isti terenski test u jednoj je situaciji „precizan“, a u drugoj „neprecizan“ jer terenske test-procedure mogu imati vrlo visoku preciznost, ali samo pod uvjetima visoke obučenosti mjeritelja. Ista je stvar i sa pouzdanošću. Terenskim test-procedurama greška mjerenja može se pojaviti često, ali je izravno povezana sa neadekvatnom primjenom testa i/ili nedovoljnom obučenosti mjeritelja. ¹⁵

¹⁵ U posljednje vrijeme vrlo je čest izraz kako „preciznost i pouzdanost nisu vezani za test nego za mjerenje“ ovim se naglašava pojava da isti test u nekim situacijama bude precizan i pouzdan, a u

I pored ovih nedostataka, terenska mjerenja nalaze svoju široku primjenu u kineziološkoj praksi. Osnovni razlog zato je činjenica da su **terenska ispitivanja redovito aplikativna i jeftina**.

Aplikativnost terenskih testova se u prvom redu ogleda u tome što različita terenska mjerenja, bilo da se radi o terenskim testiranjima motoričkih sposobnosti, aerobne ili anaerobne izdržljivosti ili o procjeni motoričkih znanja, itd. u gotovo u svakoj situaciji zahtijevaju vrlo malo ili ništa (skupe) opreme. Ne zahtijevaju posebne uvjete izvođenja i mogu se primjenjivati na vrlo različitim populacijskim skupinama. Konačno, ovo generira i **nisku cijenu koštanja** terenskih testiranja. Opet, i može se sa sigurnošću reći da će terenska ispitivanja daljnjim razvojem test-procedura još više dobiti na važnosti, jer omogućuju testiranja skupina ispitanika u kratko vrijeme i primjenom test-procedura u vrlo raznolikim (situacijskim) uvjetima.

U donjim slikama prikazano je nekoliko paralelnih, odnosno odgovarajućih test-procedura. Svaki od predloženih laboratorijskih testova prati i jedan terenski test kojim se u određenoj mjeri analizira stanje iste sposobnosti, odnosno osobine u terenskim uvjetima. Što zapravo znači **odgovarajuća ili paralelna laboratorijska test-procedura**? To znači da mjerenje provedeno u terenskim uvjetima i laboratorijskim uvjetima u osnovi služi istoj svrsi i analizira se ista ili barem slična sposobnost ili osobina. Primjenom terenskog testa iskorištavaju se sve komparativne prednosti testiranja koje su prije navedene. Primjenom laboratorijskog testa iskorištavaju se komparativne prednosti takve vrste testiranja, a koje su također prije navedene. Općenito gledano, većina terenskih testova koji su u primjeni danas u kineziologiji, ima odgovarajuće (paralelne) laboratorijske test-procedure. Drugo je pitanje koja će se od njih primijeniti. To će ovisiti o mnogočemu, ali svakako treba izdvojiti neke najčešće razloge.

- **Financijske mogućnosti** svakako određuju mogućnost da se primjene terenski ili laboratorijski testovi. Kada su financijske mogućnosti ograničene uglavnom se primjenjuju terenski testovi
- **Testiranje pojedinca ili grupe** također je faktor koji će odrediti primjenu jedne ili druge vrste testova. Svakako će testiranje velikih grupa ispitanika lakše biti pro vesti primjenom terenskih testova.

nekim drugim situacijama postaje neprecizan i/ili nepouzdan. To jasno nema nikakve veze sa „samim testom“.

- **Potreba za visokom preciznošću ili pouzdanošću** još je jedna karakteristika. U slučaju da je potrebna visoka preciznost i/ili pouzdanost prednost će se dati laboratorijskim testovima (Vucetic, Mozek, & Rakovac, 2015).
- **Ekološka valjanost** jedan je termin koji se kod nas rijetko koristi, a označava „upotrebljivost u stvarnom svijetu“. Po iskustvu autora ovog udžbenika, terenski testovi imaju veću ekološku valjanost (Uljevic, Esco, & Sekulic, 2014)
- **Kod testiranja rizičnih skupina ispitanika** (rekonvalescenti, osobe oštećenog zdravlja, itd.) laboratorijski testovi su bitno primjereniji jer daju mogućnost kontrole uvjeta testiranja i mogućnost kontrole opterećenja.

4 Analiza stanja i kineziološke transformacije funkcionalnih sposobnosti - aerobne i anaerobne izdržljivosti

Naziv „funkcionalne sposobnosti“ je termin koji se koristi na ovim prostorima, a u njega se ubrajaju **aerobna i anaerobna izdržljivost**.

Aerobna izdržljivost definira se kao sposobnost sustava za transport i iskorištavanje kisika, te mišićnog sustava, da dopremi i u bio-kemijskim procesima za proizvodnju energije iskoristi kisik radi obavljanja mišićnog rada.

S druge strane, **anaerobna izdržljivost**, definira se kao sposobnost organizma da iskoristi glikolitičke izvore u anaerobnoj proizvodnji energije za obavljanje mišićnog rada i da pri tome efikasno tolerira biokemijske promjene koje pri tom nastaju u mišićnoj stanici.

Kad se malo detaljnije pogleda, unutar definicija ovih dvaju sposobnosti gotovo da nema ničeg sličnog osim da se radi o svojevrsnoj „sposobnosti mišićnog sustava da obavlja rad“. U osnovi to i jest tako. Međutim, ove sposobnosti jednako, kao što su različite, toliko jedna o drugoj visoko ovise. Kao što će se vidjeti kasnije, **aerobne sposobnosti izravno determiniraju mogućnost da određena osoba manifestira anaerobne sposobnosti**. Međutim, još je važnije naglasiti da **aerobne sposobnosti još više determiniraju mogućnost da određena osoba RAZVIJE anaerobne funkcionalne sposobnosti**, odnosno anaerobnu izdržljivost. Zašto je to tako biti će više riječi u poglavlju u kojem će se baviti fiziološkim osnovama treninga i adaptacijama prilikom treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti.

Ono što nas u ovom trenutku posebno zanima je to da zbog ovih različitosti, u sustavu aerobnog i anaerobnog funkcionalnog rada (aerobne i anaerobne izdržljivosti), **analiza stanja aerobnih sposobnosti ne može biti ista kao i analiza stanja anaerobnih funkcionalnih sposobnosti**. Vratimo se kratko na definiciju. **Aerobna izdržljivost ovisi prvenstveno o sustavu za transport i iskorištavanje kisika** i tu sposobnost, tj. taj sustav potrebno je testirati prilikom analize stanja aerobne izdržljivosti. S druge strane, **anaerobna izdržljivost ovisi prvenstveno o sposobnosti mišićnog sustava da efikasno tolerira vrlo nepovoljnu bio-kemijsku situaciju**, koja nastaje u mišićima prilikom tzv.

anaerobne laktatne proizvodnje energije. Logično i testiranje anaerobne izdržljivosti u prvom redu odnosi se na testiranje mogućnosti da mišićni sustav, odnosno cjelokupni organizam vježbača, podnese tu vrlo nepovoljnu biokemijsku situaciju koja se u mišićima javlja kao posljedica anaerobnog laktatnog rada. Zašto „anaerobnog laktatnog rada“, više će riječi biti kasnije.

4.1 Analiza stanja aerobnih funkcionalnih sposobnosti - aerobne izdržljivosti

Analiza stanja aerobne izdržljivosti jedno je od najpopularnijih područja testiranja u kineziologiji uopće. Štoviše, testiranje aerobne izdržljivosti često se provodi i izvan kineziologije, dakle, i izvan potreba tjelesne-zdravstvene kulture, rekreacije, kineziterapije ili sporta. Osnovni razlog za ovo treba se tražiti u činjenici da je aerobna izdržljivost kao sposobnost visoko ovisna o kvaliteti i razini funkcioniranja izuzetno važnih organskih sustava u ljudskom organizmu. To se, u prvom redu, odnosi na srčano-žilni i dišno-plućni sustav, koji su izravno odgovorni za kvalitetu dopreme kisika do mišićnih stanica u kojima se obavlja rad, ali koji su također odgovorni i za uklanjanje ugljik-dioksida kao nusprodukta aerobnog metabolizma u mišićima koji obavljaju rad. O kvaliteti te izmjene tvari izravno ovisi i aerobna izdržljivost. Važno je naglasiti da kod svih testova aerobne izdržljivosti zapravo testiramo sposobnost srčano-žilnog i dišno-plućnog sustava da dopremi kisik, ali isto tako da testiramo sposobnost mišićnog sustava da, u aerobnim uvjetima, proizvede energiju za obavljanje rada, koji mu je nametnut samom test procedurom.

Analiza stanja aerobne izdržljivosti izuzetno često se provodi upravo terenskim testovima. Ovo je možda i najbolji trenutak da se vratimo na prethodni tekst, kada se spominjalo glavne prednosti i nedostatke terenskog testiranja u kineziologiji uopće. Jedna je od prednosti terenskih testova, a koja se tada spomenula, bila je mogućnost testiranja većih skupina, te aplikativna vrijednost terenskih testova općenito. Govorilo se o tome kako za terenske testove ne treba skupa oprema, te da se hipotetski mogu provoditi u svakakvim uvjetima. Upravo to i takva karakteristika terenskih testova vidljiva je upravo kod testiranja aerobne izdržljivosti. Već je rečeno

kako je aerobna izdržljivost izuzetno važna sposobnost ljudskog organizma. Ne samo da je izravno vezana za radnu efikasnost u aerobnim uvjetima, nego pokazuje i kvalitetu srčano-žilnog i dišno-plućnog sustava. Svaki poremećaj u radu ova dva sustava odmah se prepoznaje u testovima aerobne izdržljivosti. Pokušajmo figurativno aerobnu izdržljivost predstaviti kroz jedan dugačak lanac, kojega čine dišni putovi kroz koji zrak prolazi, pluća, kvaliteta izmjene plinova u alveolama, krvotok kroz koji kisik, nošen eritrocitima, dolazi do mišića, kapilarizacija koja će omogućiti da krv bogata kisikom dospije do svih perifernih dijelova, mitohondrijska struktura koja će kisik iskoristiti, itd. Naravno, dogodi li se da i jedna od karika u lancu koje su sada nabrojene ¹⁶ „zašteta“ – ni aerobna izdržljivost neće biti dobra. Aerobna izdržljivost najbolji je primjer da, svaki dio lanca koji učestvuje u proizvodnji energije igra podjednako važnu ulogu. Vježbač može imati iznimno snažan srčani mišić, koji je u stanju ispumpati ogromnu količinu krvi u kratko vrijeme, ali ukoliko nešto nije u redu sa prijenosom kisika do krvi, a kroz dišne putove, pluća i alveole, snažno srce ne predstavlja nikakvu prednost jer krv nije bogata kisikom. Isto tako, dišni putovi mogu savršeno funkcionirati, ali ako kapilarizacija i doprema kisika do mišićnih stanica ne funkcionira, jak i kvalitetan dišni sustav u ovom slučaju ne znači puno. Pojednostavljeno, više se isplati imati sve dijelove lanca na prosječno kvalitetnoj razini, nego pojedine dijelove lanca izuzetno visoko razvijene, a neke dijelove u potpunoj insuficijenciji.

Analiza stanja aerobnih funkcionalnih sposobnosti, odnosno aerobne izdržljivosti, rečeno je, vrlo često se provodi terenskim testovima. Ovo, je pogotovo, čest slučaj kod zdrave, relativno netrenirane. „Zdrav“ u ovom slučaju podrazumijeva osobu bez nekakvih kroničnih ili akutnih oštećenja srčano-žilnog ili dišno-plućnog sustava, pa i bez oštećenja mišićnog sustava. Kod ovih osoba (zdravih) treba dobiti jasnu sliku o aerobnoj izdržljivosti iz razloga koji su važni za pojedine situacije. Sportašima, slika o aerobnoj izdržljivosti, s druge strane pokazuje razinu vlastite aerobne spremnosti koja će im omogućiti efikasno ili manje efikasno savladavanje radnih zadataka u njihovom sportu. Rekreativcima, slika o aerobnoj izdržljivosti pokazuje jednim dijelom stanje zdravlja, ali i jednim dijelom stanje fitnessa, dakle, sposobnosti za obavljanje svakodnevnih poslova. Kod djece, slika o aerobnoj izdržljivosti izravno pokazuje stanje srčano-žilnog i dišno-plućnog sustava i mogućnost koju mišićni

¹⁶ Realno govoreći, struktura sustava za prijenos kisika je za potrebe ovog udžbenika ekstremno pojednostavljena

sustav ima da proizvede energiju u aerobnim procesima. Ovo je izuzetno važno u periodima naglog rasta i razvoja kad mišićna struktura, pa i organski sustavi, ne uspijevaju kvalitetno pratiti razvoj koštanog sustava, i općenito morfološke građe.

Međutim, postoje populacijske skupine koje objektivno ne mogu ili čak ne smiju biti testirane primjenom terenskih testova za procjenu aerobne izdržljivosti. U manjoj mjeri, to se odnosi na vrhunske sportaše u sportovima aerobne izdržljivosti, koji izravno imaju potrebu za preciznom i izuzetno pouzdanom procjenom stanja aerobne izdržljivosti. Razlog tome treba tražiti u tome da je upravo aerobna izdržljivost u tim sportovima glavni faktor uspjeha. Pomaci u aerobnoj izdržljivosti u ovim sportovima su zapravo ključni element trenažnog procesa i ovi sportaši (primjerice biciklisti, veslači, trkači na duge pruge i plivači na duljim dionicama), nemaju ni mogućnost, a niti pravo na pogrešnu procjenu vlastite aerobne izdržljivosti. Kod ovih sportaša testiranje se provodi gotovo isključivo primjenom laboratorijskih testova u kojima je broj podataka, a i preciznost dobivenih mjera puno veća nego kod testova koji se provode u terenskim uvjetima.



Ovo je ipak, može se reći, manji problem. Puno veći problem su osobe koje imaju određene zdravstvene probleme. Naime, testiranje osoba koje imaju probleme s kardio-respiratornim sustavom, koje su operirane, koje imaju velika oštećenja mišićnog sustava, **ne smije biti provedeno primjenom terenskih testova.**

Razlog toga nije toliko u preciznosti i kvaliteti dobivenih podataka testiranjem, već su razlozi čisto sigurnosni. Terenski testovi redovito podrazumijevaju određeni period rada u povišenom intenzitetu, pri čemu ispitanik nije uvijek u izravnom kontaktu sa mjeriocem, dakle, osobom koja ga testira. Zato, ne smije se zanemariti mogućnost da postoji opasnost da ispitanik pretjera u opterećenju, želeći postići što bolji rezultat i pri tome napravi kobnu pogrešku, koja može imati fatalne posljedice. U ovakvim situacijama, također nije primjereno

primijeniti testiranje u terenskim uvjetima, već se testiranje, gotovo isključivo radi laboratorijski, kao što je već prije rečeno, jedan na jedan.

S druge strane, jasno je kako terenski testovi aerobne izdržljivosti imaju svoju široku primjenu u preostalim populacijskim skupinama. U tom smislu, možda je najprimjerenije istaknuti populacije i sub-uzorke sportaša koji se bave sportovima u kojima aerobna izdržljivost igra ulogu i značajan je faktor uspjeha, ali nije ključni faktor uspjeha. Takvi sportovi su gotovo sve sportske igre, nogomet, košarka, rukomet, vaterpolo, ali i sportovi u kojima se ostvaruju rezultati u utrkama ili disciplinama kratkog trajanja - trčanje na kratke staze, plivanje na kratke pruge i sl.

Druga skupina, u kojoj je testiranje aerobnih sposobnosti, tj. aerobne izdržljivosti izuzetno važno, a može se, bez gotovo ikakvih reperkusija provesti primjenom terenskih testova, su djeca u razvoju. Testiranje kod ovih skupina provodi se često, testovi su gotovo redovito sastavni dio provjere motoričkog i funkcionalnog statusa u osnovnom i srednjo-školskom obrazovanju, i podaci su sasvim dovoljno pouzdani i sasvim dovoljno precizni za ovu svrhu, a svrha je procjena kvalitete srčno-žilnog, dišno-plućnog sustava i mišićnog sustava kod osoba u rastu i razvoju.

U rekreativnom tjelesnom vježbanju procjena stanja aerobne izdržljivosti također nije rijetkost. Konkretno, osobe koje pristupaju različitim oblicima rekreativnog tjelesnog vježbanja vrlo često imaju potrebu unaprijediti opće stanje treniranosti. U varijable opće treniranosti, u svakom slučaju, treba ubrojiti i stanje aerobne izdržljivosti. Kako svijest o potrebi za razvojem ovog segmenta treniranosti sve više raste, tako raste i potreba egzaktnog definiranja stanja u ovoj dimenziji antropološkog statusa kod rekreativne populacije. Tako je danas vrlo često moguće u različitim rekreativnim populacijama, a naročito u populaciji koja se vježbanjem bavi u fitness-centrima, moguće pronaći različite oblike testova koji služe u navedenu svrhu. Ovi testovi posebno su primjereni rekreativnim populacijama i radi se u osnovi o polulaboratorijskim testovima. Međutim, kako su vrlo popularni i kako cijena koštanja opreme potrebne za provođenje ovih testova sve više pada (za neke oprema nije niti potrebna) i ovi će se testovi predstaviti u daljnjem tekstu.

Zbog svega što je do sad navedeno, testovi koji će biti predstavljeni, a koji služe za procjenu aerobne izdržljivosti podijeljeni su u dvije grupe. Prvu grupu čine testovi klasičnog terenskog tipa, primjereni testiranju djece u rastu i razvoju i sportaša, dok drugu grupu čine testovi terenskog ili polu-laboratorijskog tipa, koji su primjereni testiranju rekreativne populacije, a pojedini testovi čak i populacije koja je podložna određenim rizicima, bilo zbog oštećenja ili ozljede lokomotornog sustava, bilo zbog rizika koji se vežu za oboljenja srčano-žilnog i dišno-plućnog sustava.

Trčanje na 1500 metara

Trčanje na 1500 m vrlo je jednostavan, često korišten i vrlo primjenjiv test. Sastoji se od trčanja na dionici od 1500 m na obilježenom terenu. Ovaj obilježeni teren može biti atletska staza, igralište koje je primjereno označeno ili eventualno nekakav otvoreni izmjereni ravni prostor.

Izvedba testa je vrlo jednostavna i test se sastoji od zadatka da se u što kraćem vremenu prijeđe dionica od 1500 m. Ispitanik može dionicu trčati, hodati ili kombinirano trčati i hodati. Jedini je zadatak da se ta dionica doista i prijeđe. Ovisno o aerobnoj izdržljivosti i sposobnostima ispitanika, ispitanik će test protrčati, prohodati ili kombinirano protrčati i prohodati. Rezultat na testu bilježi se kao vrijeme koje je potrebno da se ova dionica savlada. Vrijeme se bilježi u minutama i sekundama.

Najjednostavnija i najpouzdanija varijanta testiranja ovog testa je trčanje na atleskoj stazi. Trčanje na atleskoj stazi kod izvedbe testa, podrazumijeva u stvari trčanje 3 puna kruga po 400 metara plus dodatnih 300 metara. Svaka adekvatna atletska staza ima već obilježeno mjesto starta za dionicu od 1500 m, a s obzirom da je to i atletska disciplina u trčanju. Kako testiranje izgleda iznimno jednostavno i ispitanici vrlo često dođu na testiranje nesvjesni toga što ih čeka, jer im je zadatak potpuno jasan, u samom testu krije se nekoliko zamki. U prvom redu, problem se javlja kod neiskusnih ispitanika tj. ispitanika koji test nikad do tada ili su ga rijetko izvodili. Izvođenje testa zahtijeva određeno „znanje“ o tome kako pravilno rasporediti „snagu“ tijekom cijele dionice trčanja. Ispitanici se vrlo često prilikom izvođenja ovog testa prevare u vlastitim mogućnostima, bilo da ih podcijene ili ih precijene. U slučaju precjenjivanja vlastitih mogućnosti ispitanici prerano počnu brzo trčati (trčati preko razine anaerobnog praga) i ne mogu izdržati taj tempo do kraja testa. Štoviše, ne mogu niti

spustiti intenzitet trčanja na adekvatnu razinu koja bi im omogućila da test izvedu do kraja. Vrlo često se u takvim situacijama, kada ispitanik precijeni svoje sposobnosti, događa da se odustaje od testiranja. Druga situacija je nešto rjeđa, ali je također problem koji sam po sebi remeti pouzdanost testiranja. Ispitanici ponekad podcijene vlastite mogućnosti. Drugim riječima, testirane osobe u takvim situacijama krenu polagano trčati ne znajući da će rezultat na testu biti puno bolji ukoliko nađu optimum brzine trčanja. Kako se trčanje bliži kraju, ispitanici nastavljaju tempom trčanja koji je objektivno ispod njihovih mogućnosti i u konačnici ne postižu rezultat kakav su realno mogli postići. I u ovom slučaju javlja se problem nepouzdanosti testiranja.

Preciznije, ispitanik bi nakon nekoliko dana došao na test, odradio ga i postigao bitno drugačiji (bolji) rezultat nego što ga je postigao prvi put. Ovo poboljšanje rezultata međutim ne bi bilo uvjetovano napretkom u aerobnoj izdržljivosti, već bi bilo određeno iskustvom ispitanika koji bi, u ponovljenom testiranju, u stvari, znao bolje rasporediti „snagu“ i samim tim postići bolji rezultat. Netko može postaviti pitanje: Pa zar to nije realno stanje ispitanika? Jest, ali cilj testiranja aerobne izdržljivosti je procijeniti funkcionalnog srčano-žilnog i dišno-plućnog sustava, te muskulature koja kretnje izvodi. To što je ispitanik prvi put otrčao lošije od svog objektivnog rezultata, jer nije znao kako se test izvodi, pa je ili podcijenio ili precijenio vlastite mogućnosti, a drugi put otrčao realno stanje, ustvari znači da prvi put nismo dobili realnu sliku o njegovom aerobnom statusu. Rješenja za ovo su brojna, a gotovo uvijek se svode na izvođenje testa jedan do dva puta probno, a potom kroz stvarno, realno testiranje. Razlog ne treba posebno naglašavati, jer je jasno da će se ispitanik u prvom ili drugom putu izvođenja testa (probnim ponavljanjima) priviknuti na optimalnu brzinu trčanja, pronaći pravi tempo, te će, u konačnici, na pravom testiranju postići i objektivan rezultat koji će biti pokazatelj njegovog aerobnog statusa.

Druga varijanta izvođenja testa je izvođenje testa na igralištu. Rukometno igralište svojim dimenzijama, u stvari, opisuje opseg pravokutnika od 120 m. Nije teško izračunati koliki broj krugova ispitanik treba napraviti da bi realizirao trčanje od 1500 m. Kod samog testiranja oko igrališta krije se jedna zamka. Bez obzira koliko precizno mi gledali i pratili trčanje ispitanika, ne smije se dogoditi da ispitanici sijeku igralište po rubovima, jer time dobivaju neopravdanu prednost u izvođenju testa. Kontrolirati ovo izvođenje nije nikakav problem u prvim krugovima, kad su svi

ispitanici zajedno. Međutim, problem se javlja kad se ispitanici razidu, jer ne možemo istovremeno kontrolirati cijeli opseg igrališta. Stoga je uglove potrebno označiti sa adekvatnom oznakom. Drugi problem koji se javlja kod ovog testiranja - testiranja na igralištu je u tome što će se nakon nekoliko krugova ispitanici toliko razići, da više nećemo znati koliko krugova je koji ispitanik napravio. Počet će se prestizati i jednostavno neće biti moguće veću grupu realno pratiti. Može se stoga dogoditi da ispitanik otrči čitav krug, pa i nekoliko krugova manje nego što je realno potrebno. Kako bi se ovakva greška spriječila grupe treba homogenizirati i u testiranju pribjegavati grupiranju ispitanika u manje grupe podjednakih sposobnosti. Nikako se ne bi smjelo dogoditi da u istoj grupi imamo ispitanika izrazito dobre aerobne izdržljivosti i ispitanika jako lošeg aerobnog statusa. Ne treba posebno govoriti da se i pri ovom testiranju također javlja problem znanja. Ispitanici koji prvi put izvode test zasigurno neće znati pravilno rasporediti snagu, te će time kompromitirati svoj rezultat na testu i nećemo biti u mogućnosti procijeniti njihovo realno stanje.

Treća verzija izvođenja ovog testa je izvođenje testa na izmjerenom otvorenom ravnom prostoru. Za ovo se vrlo često koriste ravne staze koje su markirane svakih 100 ili 200 m, i ispitivač ili vozi bicikl paralelno s ispitanicima, naravno prateći najbržega, ili eventualno s njima i trči. Jako važno je da ispitivač ne forsira ispitanike, naročito ako trči zajedno s njima, jer će se pojaviti problem objektivnost mjerenja ukoliko ispitanici ne budu mogli pratiti tempo koji ispitivač zadaje. Stoga je puno bolje rješenje kretati se vozeći biciklu nekoliko koraka iza vodećeg ispitanika kojega onda bez problema možete izmjeriti prilikom njegovog prolaska kroz cilj. Jedini problem koji se javlja u ovakvim testiranjima ustvari je vezan za eventualno „neravan“ teren, što je lako kontrolirati.

Cooper-ov test

Originalna varijanta ovog testa izvodi se 12 minuta i razvio ga je Keneth Cooper krajem 60-tih godina prošlog stoljeća. Na ovom testu zadatak je prijeći što dulju dionicu u vremenu od 12 minuta trčanja, hodanja ili kombiniranog trčanja i hodanja. Test ima vrlo bogatu povijest. Radi se o jednom od najpopularnijih testova aerobne izdržljivosti poznatom u cijelom svijetu. Velika razlika između ovog testa i prethodnog testa (na 1500 m) je u tome što je test praktički dvostruko dulji od trčanja

na 1500 m. Naime, trčanje na 1500 m za normalnu populaciju adolescenata trebalo bi biti izvedeno u vremenu od oko 6 minuta. Cooper-ov test u svom originalnom izvođenju traje 12 minuta, pa se može pretpostaviti da ispitanici prelaze dvostruko veću dionicu nego što je slučaj u prethodnom testu. Naravno, radi se o gruboj procjeni, koja je napravljena zato da bi se shvatilo kako je Cooper-ov test praktički jedino moguće izvoditi na atletskoj stazi. Stoga, može se kazati, testiranja na igralištima i sl. ne dolaze u obzir. Isto tako, varijanta testa koja je važila za 1500 m, a to je ravni otvoreni izmjereni prostor, također nije primjenjiva, jer se ispitanici nakon nekoliko minuta toliko razidu da ispitivač nije u mogućnosti pratiti sve ispitanike i zabilježiti njihov rezultat nakon što istekne 12 minuta.

Bogata povijest samog testa, seže u 60-te godine prošlog stoljeća kada je Keneth Cooper došao do zaključka da se sustavnim treningom može jako unaprijediti stanje srčano-žilnog i dišno-plućnog sustava, pa je razvio i sustav vrednovanja stanja u tim dimenzijama aerobne izdržljivosti (K. H. Cooper, 1970; Kenneth H Cooper & Cooper, 1982). Ispitivanja su najprije provedena na američkoj vojsci, te su tom prilikom definirane norme - sustav vrednovanja rezultata s kojim se, u stvari, pokazuje stanje na testu, ili, drugim riječima, stanje aerobne izdržljivosti. Sustav vrednovanja za muškarce je prikazan u donjoj tablici.

REZULTAT	DISTANCA
odličan	> 2700 m
dobar	2300 - 2700 m
prosječan	1900 - 2300 m
Ispod prosjeka	1500 - 1900 m
loše	< 1500 m

Pored ovoga, Cooperov test omogućava izračunavanje maksimalnog primitka kisika, mjere potrošnje kisika po kilogramu tjelesne težine. Za izračun je potrebna donja formula i duljina koja je pređena prilikom izvođenja testa od 12 minuta.

$$VO_{2max} = (22.351 \times km) - 11.288$$

Kao i kod prethodnog testa, trčanja na 1500 m, javlja se problem znanja, koje neminovno utječe na izvedbu i na rezultat, ali s obzirom na dvostruko dulje trajanje, pri Cooper-ovom testu motivacija igra izuzetno veliku ulogu i izuzetno je bitan faktor uspjeha. Jednostavno, ne može se zanemariti činjenica da test relativno dugo traje, da je naporan, a da samim time objektivne pokazatelje stanja možemo očekivati samo kod visoko motiviranih pojedinaca. Kennethu Cooperu to međutim nije bilo problem ostvarit, jer je ispitivanja i istraživanja originalno radio u američkoj vojsci, koja je izuzetno motivirana za postizanje visokih rezultata. Podaci o njihovom motoričko-funkcionalnom statusu jedan od ključnih faktora koji određuju njihovo profesionalno napredovanje. Međutim, o ovom problemu, problemu motivacije, svakako treba voditi računa kada se testiranje provodi na uobičajenim populacijskim skupinama, kao što su djeca i/ili mladi sportaši. Tada motivacijski faktor bitno određuje uspješnost i rezultat na testu.

Kod nas je puno popularnija tzv. polu-Cooper varijanta, to jest varijanta Cooperovog testa koja se izvodi u 6 minuta. Ova varijanta je puno bliža testiranju na 1500 m, jer kao što je već rečeno, izvođenje test na 1500 m u osnovi traje 5-6 minuta, tako da su rezultati na 1500 m i polu-Cooperovom testu (F6) vrlo slični.

Ukratko o razlozima dvostruko kraće varijante testa. Originalno, Cooperov test na 12 minuta namijenjen je odraslim osobama. Odrasle osobe imaju bitno veće kapacitete od djece. Međutim, ovo nije jedini niti osnovni razlog. Test 6 min namijenjen je prvenstveno djeci, najviše zbog činjenice da se djeca izuzetno razlikuju u stanju aerobne izdržljivosti i da je testiranje 12 min praktički nemoguće za veću grupu ispitanika. Zbog toga je testiranje 12 min vrlo neracionalno, nerentabilno, ali i javlja se veliki „šum rezultata“ s obzirom na prije objašnjeni problem motivacije ispitanika. Konačno, za testiranje u 6 min postoji određeni broj istraživanja koja dokazuju visoku korelaciju rezultata na testu sa maksimalnim primitkom kisika, što je u osnovi i temeljna pretpostavka upotrebljivosti testa.

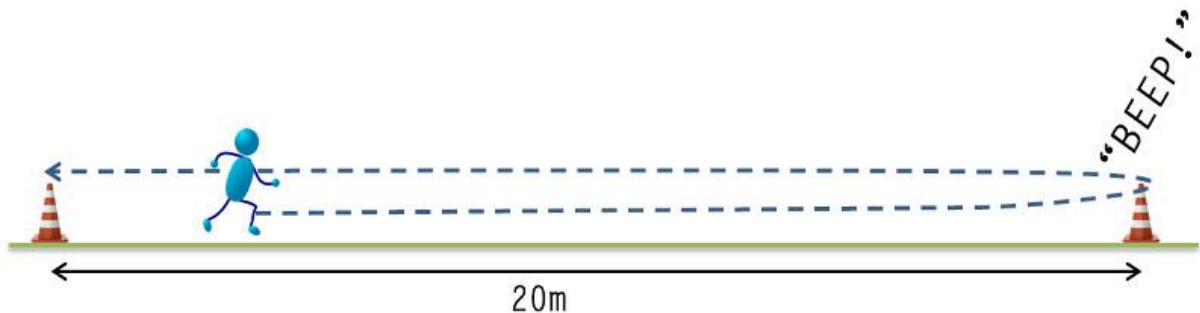
Višestupnjevani „Beep“ test

Višestupnjevani „beep“ test jedna je od najpopularnijih test procedura koja se koristi u procjeni aerobne izdržljivosti danas (L. Leger & Boucher, 1980; L. A. Leger & Lambert, 1982; L. A. Leger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988). Ovaj test je zapravo polu-laboratorijski. Ova njegova karakteristika ne označava da se testiranje provodi „djelomično u laboratoriju“, već se prvenstveno odnosi na to da se prilikom testiranja primjenom „beep“ testa uspješno izbjegavaju sve zamke i problemi koji se javljaju kod testiranja aerobne izdržljivosti drugim terenskim test-procedurama (pouzdanost i preciznost). O nekima o tih problema već je bilo riječi prethodno kad su se opisivali testovi trčanja na 1500 m i Cooper-ov test. Ovo se prvenstveno odnosi na činjenicu da je prilikom testiranja ispitanika na „beep“ testu, u stvari, praktički nemoguće postići krivi rezultat, bilo zbog prenatrženog intenziteta trčanja bilo zbog podcjenjivanja vlastitih sposobnosti. Treba se prisjetiti kako su upravo ova dva problema, problem precjenjivanja i problem podcjenjivanja vlastitih mogućnosti, glavni faktori pojave greške kod prethodna dva testa koja su objašnjena. Kod „Beep“ testa ovaj problem je uspješno eliminiran činjenicom da se test izvodi „dirigirano“. Tempo trčanja, u stvari, definiran je zvučnim signalom (zvukom „beep“ po čemu je test i prozvan), koji dolazi sa CD-a, računala ili drugog audio-izlaza. Test je (i) maksimalan i (ii) progresivan. Ovo „maksimalan“ označava činjenicu da se test izvodi do iscrpljenja. Doduše, ta karakteristika trebala bi važiti i za druge testove, koji su prethodno objašnjeni, ali je praktički vrlo rijetko moguće postići, jer prethodno nabrojeni problemi precjenjivanja i podcjenjivanja vlastitih mogućnosti, ispitanika ne dovode u situaciju da postigne maksimalan rezultat na testovima. „Beep“ test je i progresivan. Za razliku od prethodnih testova, koji su se trčali proizvoljno tj. brzina kretanja bila je određena vlastitim mogućnostima i znanjem svakog pojedinca, „Beep“ test vodi ispitanika progresivno u sve jači i jači intenzitet kretanja, tj. trčanja. Ovo je, opet, definirano zvučnim signalom o kojem smo prethodno govorili.

Test se u pravilu izvodi u zatvorenom prostoru, ali može ga se izvoditi i na otvorenom prostoru. Međutim upravo ova karakteristika da se test može izvoditi u zatvorenom prostoru, značajna je komparativna prednost „beep“ testa u odnosu na druge testove aerobne izdržljivosti. Konačno, velika prednost ovog testa je u tome što se može testirati veća heterogena grupa ispitanika istovremeno., i sve to skupa provoditi u jako malo prostora.

Najveća prednost ovog testa je ipak sadržana u činjenici što sve što je do sada nabrojeno, dovodi do toga da iskustvo samog ispitanika nema apsolutno nikakav utjecaj u izvođenju testa. Nakon što se test opiše, bit će vjerojatnije jasnije zašto je to tako.

Test se odvija na markiranom terenu od najmanje 25 metara. Na udaljenosti od 20 m postave se dvije oznake. U osnovi, test se sastoji od trčanja tamo - amo. Zato se test naziva i „Shuttle Run“ test.



Test započinje zvučnim signalom koji dolazi sa CD-playera, a prvih 20 m ispitanik ima zadatak prijeći u 9 sekundi. Radi se o izuzetno sporom tempu trčanja i gotovo je nemoguće da i jedan ispitanik, osim ako se ne radi o osobama sa određenim motoričkim ili zdravstvenim problemima, tu dionicu ne uspije otrčati u zadanom vremenu. Nakon 9 sekundi čuje se zvučni signal koji, u stvari, ukazuje ispitaniku na potreban tempo trčanja. U trenutku zvučnog signala, ispitanik u idealnim uvjetima treba nagaziti crtu 20 m i krenuti trčati u suprotnom smjeru. Ukoliko je ispitanik došao prije zvučnog signala na crtu 20 m, zaustavlja se, okreće se i čeka zvučni signal, te na zvučni signal kreće u suprotnom smjeru. Preciznije, zvučni signal je znak da sa linije 20 m treba krenuti u suprotnom smjeru. Takav zvučni signal, u takvom razmaku, čuje se kroz slijedeću minutu. Te ispitanik trči sedam dionica u tempu 9 sekundi na 20 m. Nakon isteka jedne minute začuje se trostruki zvučni signal, što je znak da će se tempo trčanja minimalno ubrzati. To minimalno ubrzanje, u stvari, je 10 % u odnosu na prethodni tempo. U ovom slučaju to znači da ispitanik više ne trči dionicu od 20 m u 9 sekundi, nego da je trči u 8,1 sekundi. To je i dalje vrlo nizak tempo trčanja i ne postoji praktički nikakva mogućnost da ispitanik tu dionicu ne istrči u takvom tempu. Trčanje se nastavlja u takvom tempu slijedeću minutu. Nakon

minute, kreće se u treću razinu trčanja, koja je opet za 10 % brža sa istim zadatkom kao i prethodno - stići i krenuti sa crte 20 m na zvučni signal. Minimalne promjene brzine trčanja omogućavaju ispitanicima da vrlo precizno procjene potrebni intenzitet rada - brzinu trčanja koja im je zadana. Nakon 1 - 2 dionice ispitanici se toliko precizno „naštimaju“ na brzinu trčanja koju je potrebno ostvariti da, praktički, nema niti potrebe slušati zvučni signal. Nekakav „unutarnji metronom“ govori već sam za sebe. Kako se brzina trčanja povećava, ispitanici više nisu u mogućnosti pratiti zadani tempo. Krivo je, međutim, misliti da nisu u mogućnosti pratiti zadani tempo, jer je tempo trčanja prebrz.¹⁷ Ne radi se dakle, o sprintu kojeg ispitanik ne može izvesti, nego se radi o tome da su aerobni kapaciteti potrošeni i ispitanici više nemaju mogućnost obavljati rad, te prestaju raditi.

Glavna prednost testa, kao što je već rečeno, je u tome što se istovremeno može ispitivati velika grupa ispitanika. Najvažnije, ta grupa može biti izrazito heterogena, što je bila, jedna od glavnih prepreka primjeni prethodnih test-procedura. Grupa može biti heterogena iz razloga što svi trče istim tempom i ukoliko netko ima izrazito loše aerobne sposobnosti, odustat će na 5-oj dionici, a onaj jako dobro aerobno spreman nastaviti će trčati do 10-te, 12-te ili čak 15-te dionice. Jedan drugome neće nametati tempo, a ukoliko ima u grupi boljih trkača, koji su aerobno spremniji, tim bolje. Dodatno će motivirati one ispitanike koji nemaju takvu razinu aerobnog kapaciteta. U konačnici, to što je netko otpao nakon 5-te minute, a netko izdržao 15 minut, znači upravo ono što treba značiti - definirat će se pravo stanje aerobne izdržljivosti.

Test je u originalu razvijen još 80-tih godina (L. Leger & Boucher, 1980; L. A. Leger & Lambert, 1982; L. A. Leger et al., 1988). Do danas test je postao jedan od najpopularnijih testova kojima se uspješno analizira stanje aerobne izdržljivosti kod različitih populacijskih skupina (S. M. Cooper, Baker, Tong, Roberts, & Hanford, 2005; Mahar, Guerieri, Hanna, & Kemble, 2011; Nassis et al., 2010; Vanderthommen et al., 2002). Test, međutim, ima svoja ograničenja kod testiranja mlađih ispitanika, okvirno do 15-te godine. O

¹⁷ Naime, i pri najvećoj brzini trčanja pri „Beep“ testu dobro trenirana osoba taj tempo će bez problema otrčati krećući se unatrag tj. trčeći natraške.

Test hodanja na 1 milju (Rockport test)

Rockport test je procedura koja je prvenstveno namijenjena slabije treniranoj populaciji, kao što su starije osobe ili osobe sa određenim motoričkim ili zdravstvenim insuficijencijama. Logika testa vrlo je slična kao i kod dosadašnjih testova kojima se procjenjivala aerobna izdržljivost, ali je trčanje zamijenjeno hodanjem. Osim toga u ovom testu se ne mjeri jedan „rezultat“ (vrijeme ili distanca koja je prijeđena u određeno vrijeme), već se dodatno treba izmjeriti i frekvencija srca ispitanika neposredno nakon završetka testa. U ovu svrhu može se koristiti monitor srčane frekvencije (pulsometar) ili se mjerenje frekvencije srca može provesti metodom palpacije (Dolgener, Hensley, Marsh, & Fjelstul, 1994; Fenstermaker, Plowman, & Looney, 1992; George, Fellingham, & Fisher, 1998; Kittredge, Rimmer, & Looney, 1994; Seneli, Ebersole, O'Connor, & Snyder, 2013). Test je u osnovi vrlo jednostavan, ali zahtijeva zalaganje i koncentraciju ispitanika. Označi se dionica od 1 milje (1600 m). Dodatno se markira svakih 100 m, kako bi ispitanik znao koliku je dionicu prešao. Markiranje se može provesti unaprijed, dakle, 100, 200, 300, 400 m i itd, ili unatrag 1500 - 1400 - 1300 itd. Ova druga verzija je naravno primjerenija. Ispitanik započinje test tako da samostalno kreće brzinom hodanja koja mu odgovara. Tu brzinu hodanja ispitanik sam prilagođava s obzirom na prelaženje distance. Ukoliko je primijetio da će mu ta brzina hodanja biti preteška usporit će, a ukoliko primijeti da može postići bolji rezultat, ubrzat će. Zadatak je ispitanika da samostalno prilagođavajući brzinu i prateći markacije na stazi prijeđe test u što kraćem vremenu. Međutim, nakon što je test završio, odmah se mjeri vrijednost frekvencije srca po završetku testa. Ukoliko se ovo radi primjenom monitora srčane frekvencije, pulsmetra, to nije nikakav problem, jer istovremeno zaustavljajući štopericu na satu koja mu pokazuje vrijeme potrebno za savladavanje udaljenosti od 1600 m, ispitanik ili ispitivač može očitati i vrijednost frekvencije srca u finišu samog testa. Ukoliko se frekvencija mjeri palpacijski, ista se bilježi u 10 sekundi i množi se sa 6.¹⁸ Upravo je ovo uzimanje podatka o frekvenciji srca jedan od glavnih prednosti kod izvedbe ovog testa. Naime, uz pretpostavku da je osoba relativno sporo hodala, jer ima, primjerice, neko lokomotorno oštećenje koje joj ne dozvoljava brzo hodanje, frekvencija srca nužno će biti relativno niska. U konačnoj kalkulaciji testa dobit ćemo realno stanje

¹⁸ Nikako palpacijskom metodom ne bi trebalo mjeriti frekvenciju srca u 6 sekundi, jer je greška u procjeni vrlo visoka, ali isto tako ne bi se trebalo produljivati vrijeme sa 10 na 15, 20 sekundi ili pola minute, jer bi se moglo dogoditi, a što se najčešće i događa, da frekvencija srca opadne, i da kasnije u kalkulaciji nemamo realno stanje.

aerobne izdržljivosti, jer formula koja se kod testa primjenjuje, uključuje i vrijeme i godine, tjelesnu težinu, vrijeme na testu, ali i frekvenciju srca koja je postignuta u zadnjoj točki testiranja.

Test omogućava izračunavanje maksimalnog primitka kisika po narednoj formuli

$$VO_2 = 139.168 - (0.388 \times GOD) - (0.077 \times TT/0,45) - (3.265 \times TEST) - (0.156 \times FS)$$

- GOD – godine starosti
- TT – tjelesna težina u kg
- TEST – vrijeme na testu u minutama
- FS – frekvencija srca

Pokušajmo primjer opisati slikovito. Dvije osobe jednake dobi imaju zadatak izvesti test. Osoba A dobro je trenirana i ima visoku razinu aerobne izdržljivosti. Osoba B ima nisku razinu aerobne izdržljivosti. Osoba A, međutim, ima ozljedu koljena koja onemogućava brzo hodanje. Što bi se dogodilo ukoliko bi ove dvije osobe testirali na bilo kojoj varijanti testa u kojoj je zadatak u što kraćem roku prijeći zadanu dionicu? Vrlo vjerojatno, osoba A bi i pored kvalitete aerobnih funkcionalnih sposobnosti postigla lošiji rezultat, a samo zbog toga, jer osjeća bol u koljenu, koji je sprječava da test savlada brzo. S druge strane, što se događa kod izvedbe Rockport testa? Osoba A hodati će sporije, ali će imati izuzetno nisku frekvenciju srca na kraju testiranja. Osoba B, možda će i prijeći test za kraće vrijeme, ali će njena frekvencija srca na kraju testiranja biti izuzetno visoka. Kad se ti podaci stave u kalkulaciju za izračunavanje konačnog rezultata na testu, dobit će se realna slika o stanju aerobne izdržljivosti bez obzira na to što je osoba A sporije hodala nego što joj to njene aerobne mogućnosti dozvoljavaju.

4.2 Analiza stanja anaerobnih funkcionalnih sposobnosti - anaerobne izdržljivosti

Analiza stanja anaerobnih funkcionalnih sposobnosti vrlo je specifično područje u primijenjenoj kineziologiji. Osnovni razlog za to treba tražiti u činjenici da je analiziranje stanja anaerobne izdržljivosti, u stvari, „rezervirano“ samo za dobro trenirane osobe, a o čemu će više riječi biti uskoro. Pod terminom „dobro trenirane osobe“ podrazumijevaju se u pravilu sportaši, i to čak niti svi sportaši nego sportaši koji u svojim sportovima imaju potrebu za manifestiranjem određene razine anaerobne izdržljivosti ili oni kojima za uspješnost u realizaciji karakterističnih sportskih zadataka od kojih je njihova sportska disciplina sastavljena, treba anaerobna izdržljivost. Druga skupina kod koje se anaerobna izdržljivost nerijetko testira, su osobe koje su izložene visokoj radnoj zahtjevnosti u svojim profesionalnim aktivnostima, tj. osobe koje potrebu za anaerobnom izdržljivošću moraju manifestirati u svojim profesionalnim zadaćama. To se u prvom redu odnosi na vojnike i policajce. U nekim situacijama se anaerobna izdržljivost može tražiti i kod vatrogastvu, pa se i o tome treba voditi računa.

Sama analiza stanja anaerobne izdržljivosti ne treba se, ili se čak ne smije testirati u drugim populacijama, pogotovo ako se radi o osobama s određenim rizicima. U te populacije kod kojih se analiza stanja anaerobne izdržljivosti ne bi trebala provoditi, spadaju: djeca u periodu rasta i razvoju, rekreativna populacija upitne treniranosti, a anaerobnu izdržljivost nikako se ne bi smjelo testirati kod osoba u odmakloj životnoj dobi. Za ovo postoji nekoliko razloga. Prvo, testiranje anaerobne izdržljivosti, samo po sebi, vrlo je naporno. Testovi anaerobne izdržljivosti redovito podrazumijevaju visoko intenzivne testove i naporne test-procedure. U pravilu se kod svih testova koji služe procjeni anaerobne izdržljivosti radi o testovima kod kojih se ispitanik dovodi u stanje otkaza. Stoga ne treba govoriti da je testiranje anaerobne izdržljivosti potencijalno rizično za ove skupine ispitanika. Kod djece u razvoju ovaj problem je potenciran činjenicom da je sposobnost tolerancije anaerobnih metabolita (nusprodukata anaerobnog glikolitičkog rada) vrlo niska i uvjetovana je biološkom nezrelošću, tj. biokemijskim situacijama i procesima koji nisu na razini koja bi dozvolila manifestiranje visoke razine anaerobne izdržljivosti, a samim tim nisu na razini koja bi dozvolila i omogućila testiranje anaerobne izdržljivosti (Wilmore et al., 2008).

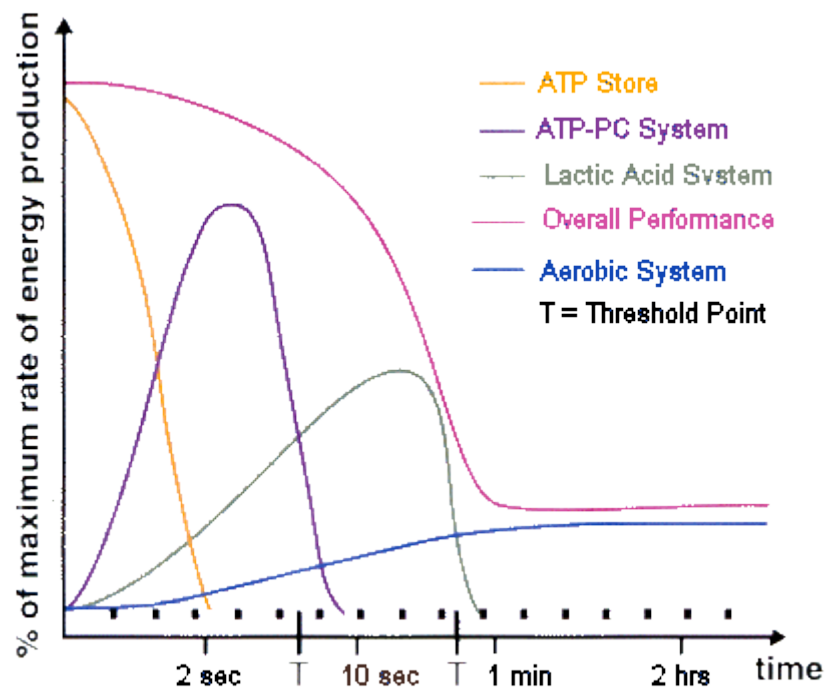
Kod srednje i nisko-trenirane rekreativne populacije testiranja anaerobne izdržljivosti ne treba se provoditi iz jednog vrlo praktičnog razloga, a to je relativna nebitnost anaerobne izdržljivosti u svakodnevnom životu. Naime, anaerobna izdržljivost kao funkcionalna sposobnost u suvremenom životu je relativno nekorisna, pa se samim tim u rekreativnoj populaciji niti ne trenira. Konkretno, vrlo rijetko se može pronaći rekreativnog vježbača kojemu je unapređenje anaerobne izdržljivosti jedan od ciljeva transformacijskog rekreativnog trenažnog procesa. Samim tim, kod rekreativne populacije nema potrebe testirati anaerobnu izdržljivost, jer se radi, kao što je već rečeno, o vrlo napornim testiranjima, a upotrebna vrijednost rezultata ¹⁹ je vrlo niska. Konačno, kod starije populacije, tj. populacije u poodmakloj životnoj dobi, anaerobna izdržljivost se ne bi trebala testirati i vrlo jednostavnog razloga – testiranje je opasno. Naime, još jedanput treba napomenuti da su testovi anaerobne izdržljivosti redovito takvi da se izvode do otkaza, a takvim izvođenjem do otkaza izravno se kompromitira sigurnost testirane osobe. S obzirom da je kod osoba u odmakloj životnoj dobi takva pojava izuzetno rizična, stoji preporuka, da se ni u kojem slučaju testiranje anaerobne izdržljivosti u toj populaciji ne bi trebalo provoditi. Generalno vrlo teško je čak i pronaći test koji bi osobe u starijoj životnoj dobi mogle izvoditi (pri tome se ovdje pod „starija životna dob“ smatra dob preko 40 godina), ali opet treba napomenuti da nikad ne možemo znati s kakvim afinitetima pojedine osobe dolaze i ulaze u sustav vježbanja, pa je u ovom smislu, oprez dobrodošao.

Iz svega je jasno kako:

- Testiranje anaerobne izdržljivosti može se i smije provoditi samo kod dobro treniranih osoba, i to sportaša kojima uspjeh izravno ovisi o stupnju anaerobne izdržljivosti, te osoba kojima anaerobna izdržljivost igra ulogu u profesionalnom radu (vojnici i policajci);
- Anaerobnu izdržljivost nikako ne bi trebalo testirati kod djece u razvoju (zbog nepovoljne biokemijske situacije u organizmu tog uzrasta), kod osoba uključenih u rekreativne programe vježbanja, a može se čak kazati, da je zabranjeno testiranje kod starijih osoba, dakle, osoba starijih od 40 godina, osim ukoliko se ne radi o izuzetno dobro treniranim profesionalcima (na pr. vojnici).

¹⁹ Ili drugim riječima „ekološka valjanost“ samog testiranja

Analiza stanja anaerobnih funkcionalnih sposobnosti - anaerobne izdržljivosti, ustvari se svodi na analizu „otpornosti“ na nepovoljnu biokemijsku situaciju, koja nastaje kao posljedica anaerobnog glikogenskog rada. U donjem grafu prikazana je dinamika energetske procesa u ljudskom organizmu, a koji dominiraju u pojedinim aktivnostima maksimalnog intenziteta i trajanja prikazanoj na osi X.



Fiziološki, anaerobna izdržljivost ovisi o dva segmenta tj. dva faktora koji je ograničavaju:

1. količini glikogenskih depoa u organizmu vježbača;
2. sposobnosti tolerancije na nepovoljnu biokemijsku situaciju koja nastaje u organizmu vježbača prilikom izvođenja anaerobnog glikogenskog rada.

S obzirom da je količina glikogenskih depoa u organizmu vježbača, uglavnom u prosjeku između 300 - 400 g, ovaj faktor vrlo je rijetko je ograničavajući faktor u izvođenju anaerobnih testova tj. ovaj faktor je vrlo rijetko ograničavajući faktor u manifestaciji anaerobne izdržljivosti. Naime, 400g glikogena podrazumijeva

kalorijsku vrijednost od gotovo 1600 kcal.²⁰ Tih 1600 kcal, u stvari, podrazumijeva rad koji bi osoba trebala raditi gotovo sat vremena u anaerobnim glikogenskim uvjetima, što je praktički nemoguće. Drugim riječima, vrlo teško je očekivati da postoji osoba koja u jednom treningu može toliku količinu kalorija, i analogno tome, toliku količinu glikogena iscrpiti u anaerobnim glikogenskim uvjetima. Razlog tome je činjenica što anaerobni glikogeni rad ili kako se dosta često popularno naziva, anaerobni laktatni rad, počiva na biokemijskim procesima prilikom kojih nastaje ogromna količina kemijskih nus-produkata. U prvom redu to se odnosi na pirogroždanu kiselinu koja se pretvara u mliječnu kiselinu i izljuje iz stanice, ali puno važnija je činjenica da prilikom anaerobnog glikogenog rada (anaerobnog laktatnog rada) nastaje velika količina vodikovih iona (H⁺ iona). Zašto je veći problem velika koncentracija vodikovih iona nego sama pirogroždana, odnosno mliječna kiselina? Razlog za ovo leži u činjenici da se mliječna kiselina izljuje iz stanice i praktički ne zagušuje kemijsku reakcijsku sredinu unutar stanice. Međutim, vodikovi ioni ostaju u stanici i stvaraju nepovoljnu biokemijsku situaciju u mišićnim stanicama koje bi trebale proizvoditi energiju za obavljanje mišićnog rada tj. proizvoditi energiju za resintezu adenozin-trifosfata. Ovakva biokemijska situacija prisutna je i u testovima, ali i kod manifestacije anaerobne izdržljivosti, te dovodi do smanjenog radnog kapaciteta mišićnih stanica. Taj smanjeni radni kapacitet mišićnih stanica potom rezultira smanjenjem proizvodnje energije za obavljanje mišićnog rada²¹, a to potom povlači za sobom i ukupno smanjenu radnu sposobnost. Ovisno o radu koji se izvodi (trčanje, plivanje, vožnja bicikla, savladavanje otpora i sl.), to se „izvana“ prepoznaje kao smanjena radna efikasnost. Uzmimo primjer trčanja. U situaciji pojačanog anaerobnog laktatnog rada, kemijska reakcijska sredina postaje zagušena nus-produktima anaerobnog rada i mišićne stanice sve su manje sposobne resintenzirati ATP i osiguravati mišićni rad za aktivnost koja je nametnuta vježbaču. Ukoliko je to, u ovom slučaju trčanje, sportaš (testirana osoba) nije sposoban proizvoditi rad što ustvari znači da nije sposoban trčati onoliko brzo kao što je mogao na samom početku aktivnosti. On (ona) trči, ali neminovno – sve sporije.

Analiza stanja anaerobne izdržljivosti podrazumijeva zapravo testiranje otpornosti na nepovoljnu biokemijsku situaciju koja nastaje kao posljedica anaerobnog glikogenog (laktatnog) rada, a upravo iz razloga koji je prije naveden. Glikogeni

²⁰ Čak i slučaju da glukoneogeneza iz nekog razloga potpuno izostane

²¹ Smanjena je resinteza ATP-a

depoi u organizmu su dovoljno veliki da rad može dovoljno dugo trajati, a problem pravi upravo ta nepovoljna biokemijska situacija, o kojoj se prethodno govorilo. Kod testova anaerobne izdržljivosti uvijek se u stvari radi o testovima ponovljenih sprintova s kraćim pauzama. U tim slučajevima u pravilu se gleda koliko je sportaš sposoban „održati radnu efikasnost“ kroz veći broj ponavljanja rada koji se odvija u anaerobnim laktatnim uvjetima.²²

Ovaj kratki opis test-procedura odnosi se, naravno na testove koji se provode trčanjem. Ovi testovi, objektivno su i najčešći, jer osim sportaša koji imaju potrebu manifestiranja anaerobne izdržljivosti u plivanju, veslanju ili biciklizmu, većina sportaša ipak u svojim aktivnostima, objektivno, trči. Stoga će se upravo ovi testovi i predstaviti u narednom tekstu.

Koja je logika ovakvih testiranja?

Sprint koji se izvodi pri manifestaciji anaerobne izdržljivosti, u stvari, angažira anaerobne laktatne potencijale u organizmu. Što su oni veći, to sportaš možda neće biti sposoban brže trčati, ali je sigurno da će brzinu trčanja iz prvog sprinta biti sposobniji održati i u narednim sprintovima.²³ Konkretno, pauza kod svakog od tih ponovljenih sprintova nije tolika da bi se nus-produkti anaerobnog glikogenog rada potpuno odstranili iz stanica koje trebaju proizvoditi energiju. Koncentracija nusprodukata u stanicama se uspijeva tijekom pauze smanjiti, njihova koncentracija svakako opada, ali se ne uspijeva potpuno odstraniti sve tragove anaerobnih metabolita iz stanica. Time, u stvari, sportaš u svaki naredni sprint ulazi sa smanjenim radnim kapacitetom koji nije toliko posljedica iscrpljivanja iz glikogenih depoa (mišićnog goriva za anaerobni laktatni rad), nego je bitno više posljedica smanjene sposobnosti i mogućnosti mišićnih stanica da proizvode energiju, jer postaju sve više zasićene metabolitima anaerobnog glikogenog rada.

Ovakvim testovima se, figurativno, gleda koliko se uspijeva zadržati visoka radna efikasnost testirane osobe kad poraste nepovoljna biokemijska situacija. Svakim slijedećim sprintom nepovoljna biokemijska situacija raste, a sportaš ima zadatak tolerirati ovu pojavu i izvesti svaki naredni sprint jednako efikasno kao što je to bio i prethodni. Naravno, to se nikad ne uspijeva postići, ali brzina opadanja kvalitete sprinta je, u stvari, mjera anaerobne izdržljivosti.

²² U udžbeniku će se često govoriti o „anaerobnim laktatnim uvjetima“ jer autor iz iskustva zna da studenti često brkaju „anaerobni laktatni“ i „anaerobni fosfageni (nelaktatni) rad“

²³ Sve će biti jasnije kada se predstave neki od tih testova.

Test ponovljenog sprinta do iscrpljenja

Test ponovljenog sprinta do iscrpljenja vrlo je popularna test-procedura kojom se mjeri sposobnost oporavka između sprintova i mogućnost ponavljanja rada visokog intenziteta. Osnovni problem ovog testa je organizacijske naravi koji će kasnije biti jasniji. Za izvođenje testa potrebne su dvije štoperice, teren duljine 50 m, mjerna vrpca, čunjevi ili nešto slično za obilježavanje.

Zadatak ispitanika je da od čunja (oznake) 1 do čunja 2 trči punim sprintom. Ova distanca koju treba savladati u punom sprintu je 30 m. Nakon toga, razmak od 2 do 3 čunja može hodati ili lagano trčati (po izboru). Prvo vrijeme koje se treba zabilježiti je brzina sprinta od oznake 1 do oznake 2. Ovisno o tome koliko je brzo pretrčao tu dionicu (oznaka 1 - oznaka 2), ispitanik ima više ili manje vremena za oporavak, pa zbog toga naredni sprint koji se izvodi u smjeru oznaka 2 - oznaka 1 kreće 30 sekundi od početka prvog sprinta. Konkretno, ukoliko je ispitanik od oznake 1 do oznake 2 trčao 3 sekunde, imat će 27 sekundi za oporavak. Ukoliko je tu istu dionicu pretrčao za 4 sekunde, imat će sekundu kraće vrijeme za oporavak, dakle 26 sekundi. Dakle, na 30 sekundi od početka prvog sprinta ispitanik počinje sa drugim sprintom koji se izvodi od oznake 2 do oznake 1. Ponovno se bilježi vrijeme sprinta, te ispitanik ima ostatak vremena do 1 minute (60 sekundi od početka prvog sprinta) za odmor. Ovakav ciklus sprintova izvodi se 10 puta. Konkretno, ispitanik izvodi 10 punih sprintova i to tako da svaki slijedeći sprint počinje 30 sekundi od početka prethodnog sprinta. Konkretno, prvi sprint počinje na „0“, drugi na „30“, treći na „60“, četvrti na „90“, peti na „120 sekundi“ i tako dalje do 10-og sprinta. Premda na prvi pogled izgleda da je test vrlo jednostavan za izvedbu i da nije prenaporan, s obzirom da se dionica od 30 m u prosjeku trči 5 ili 6 sekundi, te da ispitanik praktički ima 25 ili 24 sekunde za odmor, test je zapravo vrlo naporan, te u zadnjim sprintovima ispitanik osjeća potpunu iscrpljenost i nije u mogućnosti izvoditi sprint niti približnom brzinom kao što je to mogao u prvim pokušajima. Osnovni problem testa je u njegovoj organizacijskoj naravi. Naime, ukoliko se ne koriste foto-čelije za testiranje izvedba testa je problematična, jer ispitivač treba svaki put biti na ciljnom čunju (oznaci), a kako bi štopericom mogao precizno izmjeriti vrijeme tj. rezultat sprinta. S druge strane, test ima i svoje prednosti. U prvom redu to se odnosi na to da se test

izvodi u pravocrtnom trčanju, bez potrebe za „stani-kreni“ aktivnost u suprotnom smjeru. Dakle, ispitanik uvijek trči sprint ravno i nema potrebe za okretanjem, što omogućava da se test primijeni kod ispitanika koji nemaju kvalitetnu tehniku zaustavljanja i ponovnog starta.²⁴ Konkretno, test je upotrebljiv pod uvjetima koji su nabrojani, a rezultat na testu je **indeks iscrpljivanja** koji se izračunava kao prosjek prva tri sprinta kroz prosjek zadnja tri sprinta. Uvjetno rečeno, ukoliko ispitanik uspije izvesti 3 sprinta jednakom prosječnom brzinom kao i zadnja tri sprinta rezultat će biti „1“. Dakle, iscrpljivanja uopće nije bilo. Ukoliko ispitanik zadnja tri sprinta otrči duplo sporije nego što je otrčao prva tri sprinta, rezultat će biti „0,5“ što, u stvari, podrazumijeva gubitak sposobnosti od 50 %.

300 jardi

Test 300 jardi jako je popularan u sportu, pa se iz tog razloga nije naziv ni prevodio, tj. pretvarao u metrički sistem. U osnovi, 1 jard iznosi 0,9144 m, dok je distanca koju još treba upamtiti 25 jardi, a koja iznosi 22,86 m. Test 300 jardi vrlo je popularan iz razloga što ne zahtijeva veliki broj ponovljenih sprintova, nego se test izvodi u režimu trčanja 2 x 300 jardi (300 jardi je okvirno 274,32 m). Izvedba testa je vrlo jednostavna, ali za razliku od prethodnog testa koji je opisan, podrazumijeva trčanje tamo - amo i to sa relativno velikim brojem zaustavljanja i kretanja iz mjesta. Ovo je potencijalno ograničavajući faktor u primjeni testa.

Oznake 1 i 2 nalaze se na udaljenost 22,86 m (25 jardi). Ispitanik na znak starta maksimalnim sprintom trči od oznake 1 do oznake 2 i natrag. Takav ciklus (1-2-1) ponavlja 6 puta. Drugim riječima, u jednom trčanju ispitanik 6 puta pretrči dionicu 22,86 m ili 25 jardi, što u konačnici iznosi 300 jardi. Naravno, radi se o maksimalnom sprintu. S obzirom da se radi o relativno velikom broju promjena pravca kretanja, osnovna pretpostavka za izvedbu testa je kvalitetna tehnika zaustavljanja i kretanja iz mjesta. Nakon što je ispitanik istrčao 3 puta udaljenost od 1-2-1, tj. nakon što je istrčao ukupno 150 jardi, bilježi se vrijeme. Nakon što je ovaj dio testa završio, slijedi pauza od 5 minuta (5 minuta od završetka prvog trčanja 300 jardi). Test se u istom obliku, sa jednakim brojem sprintova, ponavlja nakon 5

²⁴ Ovaj problem bit će jasniji kroz naredne testove koji se redovito izvode u nekoliko smjerova.

minutne pauze. Kao konačni rezultat uzima se prosječni rezultat oba testiranja. Jasno je o čemu se radi. Neki ispitanici imat će iznimno veliku sposobnost intenzivnog trčanja i brzog sprinta u prvom ciklusu 150 jardi. Međutim, 5 minuta pauze nije dovoljno da bi se potpuno oporavili, pa će rezultat drugog sprinta biti bitno lošiji nego rezultat prvog sprinta. To će u konačnici kompromitirati konačni rezultat na testu koji se, kao što je već rečeno, izračunava kao prosjek 2 sprinta. Ovom „iscrpljivanju“ dodatno doprinosi činjenica da se rade promjene smjera kretanja pri čemu se javlja naglašena ekscentrično-koncentrična kontrakcija koja je iznimno intenzivna zbog same brzine kojom ispitanik ulazi „u okret“. Prednost testa nalazi se u činjenici da se trče samo dva sprinta, što je u testovima ovakvog karaktera vrlo rijetko. Trčanje 300 jardi, u stvari se kreće oko vrijednosti od 1 minute i radi se o pravom anaerobnom laktatnom radu, što se može vidjeti i u grafu koji je prikazan u početku ovog poglavlja. Pet minuta izgleda kao dostatna pauza u kojoj se ispitanik može sasvim dobro oporavit. Međutim, svatko tko pokuša izvesti ovaj test postat će svjestan činjenice da 5 minuta nije ni približno dovoljno kako bi se test izveo jednakom efikasnošću kao i prvi put. Osnovne nedostatke testa treba tražiti u tome da je relativno teško primjenjiv kod ispitanika koji nemaju kvalitetnu tehniku zaustavljanja i kretanja u suprotnom smjeru. Drugim riječima, ukoliko se radi o ispitanicima koji se u svom sportu kreću uglavnom u jednom smjeru bez potrebe zaustavljanja i ponovnog kretanja, ovaj test se ne bi trebao primjenjivati jer može doći do ozljede s obzirom na maksimalni karakter izvedbe. Međutim, test 300 jardi izuzetno je popularan, jer većina današnjih sportova zahtijeva od sportaša kvalitetnu tehniku zaustavljanja i kretanja, i samim tim ostaje preporuka da ga se koristi kad god je to moguće.

Novozelandski anaerobni rugby test (5-10-20 m)

Novozelandski anaerobni rugby test jedan je od vrlo popularnih testova i test-procedura za procjenu anaerobne izdržljivosti. U originalu, test su razvili na Novom Zelandu za potrebe ragby-a i prema ideji autora trebao bi odražavati rugby igru i biti specifičan za rugby igru. Međutim, s obzirom na popularnost nekih sportova (u prvom redu, rukometa), ovaj test je visoko primjenjiv i u sportovima koji su popularni u našoj zemlji. Po mišljenju autora ovog udžbenika, radi se o izuzetno dobrom testu, koji je izuzetno kvalitetno osmišljen, jer figurativno rečeno, mjeri „upravo ono što bi trebao mjeriti“. Najvažnija prednost ovog testa je u tome što uključuje i mogućnost da

netko ne provesti cijeli test zbog iscrpljenosti, što ispitanika dovodi u situaciju da ne kalkulira u izvedbi, a to je faktor koji je izuzetno važan u kvalitetnoj provedbi testova anaerobne izdržljivosti i dobivanju objektivnih tj. pouzdanih rezultata pri testiranju.

Ispitanik na znak kreće od oznake 1 do oznake 2 i natrag. Odmah trči do oznake 3 i natrag, te odmah zatim do oznake 4 i natrag. Potrebno je primijetiti da je oznaka 1 na 5 m, oznaka 2 na 10 m, a oznaka na 20 m udaljenosti od starta. Od samog starta jedna štoperica mjeri vrijeme, dok drugom štopericom mjerimo brzinu izvedbe ciklusa sprintova 5 - 10 - 20 m. 30 sekundi nakon početka prvog sprinta kreće se u novi ciklus sprintova. Kada se završi drugi ciklus sprintova 5 - 10 - 20 m ponovno 30 sekundi od drugog ciklusa, kreće se u treći ciklus. Ovakvi ciklusi ponavljaju se 6 puta. U konačnici, rezultat na testu se izračunava temeljem formule kojom se dobije indeks iscrpljenosti slično kao i kod testa koji je prvi opisan, tj. testa ponovljenog sprinta do iscrpljenja. Kalkulacija je nešto kompleksnija:

$$II = \text{prosjek vremena svih šest ciklusa} \times (\text{najsporije vrijeme} - \text{najbrže vrijeme}) \times \\ (6/\text{broj ciklusa})$$

U kalkulaciji je potrebno primijetiti činjenicu da je u testu predviđena mogućnost da ispitanik ne izvede sve sprinteve. Drugim riječima, pod uvjetom da je ispitanik izveo sve sprintove, zadnji član jednadžbe iznosi 1. Ukoliko ispitanik nije izveo sve cikluse, već recimo na pr. 5 ciklusa, zadnji član jednadžbe koja je prethodno prikazana iznosi 1,2. Ovo je, kao što je već rečeno, izuzetno važna karakteristika ovog testa, koja ga, čini superiornom test-procedurom u odnosu na sve koje su do sada prikazane. Naime, testiranje ovim testom daje mogućnost da ispitanik ne izvede sve sprintove, pa primjerice ispitanik koji se jako trudio prvih 4 ili 5 sprintova, ukoliko dođe do otkaza, nema ni potrebe izvoditi 6-ti sprint, jer će se kalkulacija moći kvalitetno izvesti i bez rezultata na tom 6-tom sprintu. Ovo je jedna od vrlo važnih pretpostavki kvalitetnog testiranja anaerobne izdržljivosti.

Testiranje anaerobne izdržljivosti zahtijeva od ispitanika maksimalno zalaganje. To maksimalno zalaganje vrlo često rezultira naglašenim padom sposobnosti nakon izvedbe prvih nekoliko sprintova. Takvim padom sposobnosti ispitanik počinje kalkulirati u izvedbi i moguće da neke sprintove ne izvede maksimalno dobro. To je izražen problem kod ispitanika koji su iskusni, te iz tog razloga namjerno ne trče maksimalno prve sprintove. To u svakom slučaju treba spriječiti, jer se indeks

iscrpljenosti na testovima onda umjetno podiže i nemamo objektivnu sliku anaerobne izdržljivosti.

800 m trčanja

800 m trčanja u osnovi je test koji bi se trebao koristiti kao prva pomoć za testiranje anaerobnih sposobnosti tj. anaerobne izdržljivosti. Test je najjednostavniji od svih koji su prikazani u ovom udžbeniku, a ideja i sama logika testa je jednostavna. 800 m trčanja je disciplina anaerobne izdržljivosti, pa se onda podrazumijeva da i rezultat na ovom testu izuzetno visoko korelira sa kvalitetom anaerobne izdržljivosti, tj. anaerobnih procesa u organizmu. Potrebno je isto tako napomenuti da se kod žena - neatletičarki u svrhu testiranja anaerobne izdržljivosti kao primjereniji test preporučuje test trčanja na 400 m. Ovo je uvjetovano prvenstveno generalno nižim rastom žena, samim tim kraćim korakom i smanjenom efikasnošću prelaženja puta. 800 m trčanja kao test ne treba posebno opisivati. Svodi se na trčanje na toj dionici maksimalnim intenzitetom i savladavanjem toga puta maksimalno brzo. Osnovni problem ovog testa svodi se na činjenicu da je upitno testiranje sposobnosti oporavka, a što je jedna od jako važnih komponenti stanja anaerobne izdržljivosti. Naime, može se dogoditi da ispitanik, hipotetski, test 800 m izvede dobro, ali je nakon toga testa apsolutno nesposoban za bilo kakav anaerobni laktatni rad i to nakon jako duge pauze. Ovim testom se sposobnost oporavka nakon anaerobnog laktatnog rada ne testira i to treba imati na umu. Stoga ostaje preporuka da se test 800 m trčanja primjenjuje kao test-procedura u analizi stanja anaerobne izdržljivosti samo i isključivo u situacijama u kojima nemamo mogućnost primijeniti neku od prethodno predloženih test-procedura koje podrazumijevaju trčanje ponovljenog sprinta s nedovoljnom pauzom.

Zaključno o testiranju anaerobne izdržljivosti

Kao što se moglo vidjeti iz prethodnog teksta, analiza stanja anaerobne izdržljivosti uglavnom se svodi na testiranje ponovljenih sprintova do iscrpljenja (osim 800 m, odnosno 400 m trčanja). Kako bi se dobila objektivna i valjana slika anaerobne izdržljivosti kod ispitanika, jedan od osnovnih preduvjeta je maksimalno zalaganje ispitanika u prvim sprintovima koji se izvode. Naime, u većini slučajeva ukoliko

ispitanik namjerno podbaci u prvim sprintovima, dolazi do „umjetnog“ podizanja indeksa iscrpljenosti, pa se dobiva neobjektivna slika. S obzirom da se redovito kalkulacije indeksa iscrpljenosti svode na odnos brzine trčanja prvih i zadnjih sprintova (gdje bi trebalo doći do pada sposobnosti i pada rezultata), namjernih podbacivanjem u prvim sprintovima, u stvari, organizam vježbača se dovodi u relativno povoljniju situaciju. U konačnici kad se indeks iscrpljenosti iskalkulira dobiva se slika o malom iscrpljivanju organizma, što nije realno stanje. Kako bi se ovaj problem izbjegao, potrebno je unaprijed poznavati kolika je maksimalna brzina sprinta svakog pojedinca na zadanim dionicama koje se izvode kod testiranja anaerobnih funkcionalnih sposobnosti, odnosno anaerobne izdržljivosti. Preporuka je stoga u slučaju primjene, primjerice anaerobnog novozelandskog rugby testa prethodno izmjeriti brzinu trčanja na dionici 5, 10 i 20 m koja se izvodi pri testiranju. Kad dobijemo taj podatak spriječili smo moguće podbacivanje od strane ispitanika koji će potom učiti u ispitivanje anaerobne izdržljivosti.

Drugo o čemu treba voditi računa je ta da se testovi koji se primjenjuju, trebaju odabrati tako da budu primjereni testiranim osobama. U samim testovima koje smo prethodno obradili spomenute se karakteristike testiranja i spomenute su prednosti ali i nedostaci pojedine test-procedure. Neki testovi izvode se bez promjene pravca kretanja dok se neki drugi testovi izvode uz promjenu pravca kretanja. Što je broj promjena pravca kretanja u samoj test-proceduri veći, to je veći utjecaj kvalitete tehnike „stani - kreni“ na ukupni rezultat u testu. Stoga nikako ovaj podatak ne bi trebalo zanemarivati. Ukoliko testiramo osobu koja loše izvodi zaustavljanje i kretanje iz mjesta, ispitanik će kompromitirati svoj rezultat, a vrlo vjerojatno se može javiti i mogućnost ozljede. Naime, u zadnjim sprintovima kod takvih testova, organizam je iscrpljen, mišići i općenito lokomotorni sustav ne funkcioniraju dobro i krivo postavljanje noge u trenutku zaustavljanja, pod djelovanjem inercije i mase tijela, može dovesti do ozljeđivanja. O ovome treba svakako voditi računa.

Konačno, sve prethodne testove kojima se analizira anaerobna izdržljivost ne treba brkati i miješati sa testovima **anaerobnih fosfagenih kapaciteta**. Konkretno, testovi anaerobne izdržljivosti fiziološki su testovi **anaerobnih glikogenskih kapaciteta**. Testovi anaerobnih fosfagenih (nelaktatnih) kapaciteta puno su kraćeg trajanja i nikad se ne radi o testovima kojima se mjeri ponovljeni sprint. Dakle, moguće je da anaerobni fosfageni kapacitet testiramo brzinom trčanja na 30 m (kao

što je to bio slučaj u prvom testu koji je ovdje predložen), ali u tom slučaju nema ponavljanja test-procedure.

Gdje je granica između aerobne i anaerobne izdržljivosti?

U kineziološkoj praksi vrlo često se traži odgovor na pitanje iz naslova. Naime, aerobna i anaerobna izdržljivost često se brkaju, pa nije rijetkost niti da se paušalno proglašavaju istom sposobnošću. To, međutim nije ni strukturalno, ni, što je još važnije, ni fiziološki ispravno. Naime, premda se ne može zanemariti činjenica da pri svakoj manifestaciji anaerobne izdržljivosti u energetske procesima jednim dijelom učestvuje i aerobna izdržljivost, obrnuto ne mora uvijek biti slučaj. Naime, kod nekih manifestacija čiste aerobne izdržljivosti, anaerobni energetske procesi barem kada je riječ o anaerobnim glikogenskim (laktatnim) energetske procesima gotovo uopće ne učestvuju. Zašto je to tako? Da bi se slikovito predstavila ova problematika pokušat će se primijeniti jedan egzaktni primjer kojim će se čitateljima pokušati približiti i pojasniti ova, u osnovi vrlo složena, ali isto tako i vrlo važna problematika.

Uzmimo primjer osobe koja iz mirovanja kreće u lagano trčanje. Prvo što treba primijetiti kako je za svaki mišićni rad, a neovisno da li ga „prepoznamo“ kao aerobni ili anaerobni, jedina iskoristiva energija jest ona pohranjena u obliku ATP-a. Iz ATP-a moguće je dobiti onakav oblik energije koji mišić tj. njegove aktinske i miotinske niti mogu iskoristiti za kontrakciju. Ta kontrakcija našeg trkača iz ovog primjera pokreće s mjesta i omogućava mu da obavi mišićni rad. Nakon nekoliko sekundi ATP-a nestaje i energiju za mišićni rad više se ne bi moglo namiriti, ukoliko ne bi bilo rezervnih izvora energije. Prvi rezervni izvor energije koja se iskorištava je kreatin-fosfat (CP). Kreatin-fosfat ne služi kao energija za mišićnu kontrakciju, već se iskorištava kako bi se resintetizirao ATP koji je prethodno potrošen. Naravno, ova sinteza ATP-a iz CP događa se kontinuirano od samog početka aktivnosti i prije nego što se adenzin-trifosfat u potpunosti „potrošio“. Kad bi bilo drukčije tj. kada bi se CP uključio u metabolički proces sinteze ATP-a tek nakon što bi ATP bio potrošen, naš trkač bi u svom radu trebao napraviti pauzu, a to se u našem primjeru ne događa. Međutim, kreatin-fosfata također nema mnogo, već svega za 15-tak sekundi rada. Drugim riječima, nakon što smo potrošili ATP, a potom ga resintetizirali iz CP-a, trebaju nam još neki dodatni izvori energije. U ovom trenutku nastaje problem. Zašto? Zbog toga jer organizam nakon 15-te sekunde ne može

bezrezervno posegnuti za izvorima energije koji mu stoje na raspolaganju. Što znači - bezrezervno? To znači da će organizam morati procijeniti kolikim intenzitetom se dana aktivnost obavlja. Ukoliko je intenzitet relativno velik, posegnut će u anaerobne laktatne depoe, a ukoliko je intenzitet aktivnosti relativno nizak, pokrenut će aerobne procese. U slučaju našeg trkača to znači, da ukoliko se trčanje obavlja vrlo niskim intenzitetom, nakon 15-te sekunde organizam će uključiti aerobne procese i kroz njih namiriti energiju za obavljanje rada, a ukoliko je intenzitet aktivnosti visok, pokrenuti će anaerobne laktatne procese i putem anaerobne izdržljivosti manifestirati svoju mogućnost za obavljanje nametnutog rada. Važno je napomenuti da ni jedan od ova dva procesa ne egzistira neovisno o onom drugom. Drugim riječima, vrlo je teško naći aktivnost u kojoj će se raditi isključivo aerobno, odnosno anaerobno, kao što je već rečeno na početku ovog teksta.

Uzmimo primjer da naš trkač sad obavlja aktivnost vrlo niskim intenzitetom (footing). Nakon što se potrošio ATP, nakon što se CP uključio u resintezu i došao do svog limita, uključuje se aerobna glikoliza kroz koju se u tim bio-kemijskim procesima namiruje energija za ponovnu resintezu ATP-a, jednako kao što se u tu svrhu iskoristio i CP. Objektivno, ovaj oblik aktivnosti i ovi bio-kemijski procesi koji se događaju u anaerobnoj glikolizi mogu trajati jako dugo, uvjetno rečeno - beskonačno. Pokušajmo to predstaviti kroz nekakav oblik hodanja. Ukoliko čovjek hoda, pod uvjetom da ne dođe do jako velikog zagrijavanja organizma, hodanje se može obavljati vrlo dugo vremena i može trajati satima. S druge strane, što je to što ograničava ljudsku mogućnost da brzo trči ili relativno brzo trči? Osnovni parametar je, u stvari, zasićenje kemijske reakcijske sredine koje nastaje kao posljedica anaerobnog glikogenskog (laktatnog) rada, a koje će se dogoditi u situacijama kada osoba izvodi intenzivnu aktivnost (trčanje) i to pokuša raditi duže vrijeme. Zbog čega se ovo događa? Za ovu pojavu ima puno razloga, ali najvažnija je činjenica to što anaerobni laktatni rad, kao što je već rečeno, stvara veliku količinu nusprodukata i sa tom velikom količinom nusprodukata zasićuje stanicu koja malo po malo postaje nesposobna obavljati svoju zadaću, a to je proizvodnja energije za resintezu ATP-a i posljedično, mišićnu kontrakciju.

Zašto se ovakva situacija ne događa i kod aerobnog rada? Aerobni rad je određen nižim intenzitetom. Taj niži intenzitet omogućava stanicama da rade u aerobnom režimu, a aerobni režim podrazumijeva mogućnost dopreme velike količine kisika u

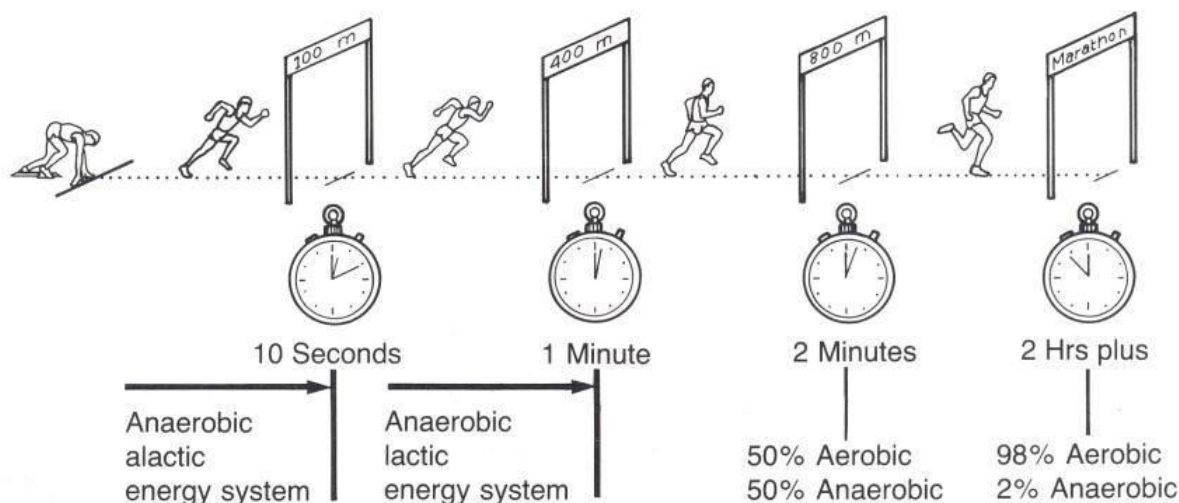
same stanice. Disanje je pojačano, srce ubrzano radi i kisik se nesmetano putem krvotoka prenosi do stanica. Ulaskom kisika u stanice uspijeva se „očistiti“ kemijska reakcijska sredina od nusprodukata koji nastaju i pri aerobnom radu. Naime, i pri aerobnom radu nastaju vodikovi ioni, koji su jedan od osnovni remetećih faktora u anaerobnom radu. Međutim, u aerobnom radu brzina nastajanja vodikovih iona je relativno niska, a njihovo „čišćenje“ je relativno brzo jer se uspjevaju iskoristiti u samim oksidativnim aerobnim procesima, a sve zbog dovoljno velike količine kisika koja se nalazi i u samim stanicama koje obavljaju rad. Osim toga, kod aerobnog rada i krvotok je relativno nesmetan, pa se mliječna kiselina, koja nastaje u vrlo malim količinama (vodimo računa da ne mogu sve stanice u svakom trenutku aerobnog rada raditi aerobno, jer ima stanica koje rade anaerobno, laktatno) lagano difundira iz tih stanica koje rade anaerobno i nesmetano se uklanja iz tkiva, metabolizira u organima koji su relativno neaktivni. Objektivno govoreći, gotovo je nemoguće očekivati da neka stanica ili neke stanice mišićnog sustava i pri najnižim intenzitetima ne rade anaerobno. Naime, vrlo je teško naći aktivnost koja će omogućiti da svaka mišićna stanica u ljudskom organizmu u svakom trenutku te aktivnosti radi aerobno. Svaka aktivnost, bez obzira koliko ona nisko-intenzivno izgledala, neke mišićne stanice „napada“ anaerobno, te se u tim mišićnim stanicama proizvodi i mliječna kiselina, ali i vodikovi ioni. Oni se trebaju izbaciti iz stanice i/ili metabolizirati i to se uspijeva dogoditi s obzirom na pojačani aerobni metabolizam u tim situacijama. Figurativno, ukoliko veći dio organizma radi aerobno, možemo očekivati i smatrati da je aktivnost aerobna. Ukoliko veći dio organizma radi anaerobno, smatramo da je aktivnost anaerobna.

Vratimo se na naš primjer s početka. Naš trkač, rekli smo radi aerobno (uglavnom). Što će se dogoditi ukoliko pojača tempo trčanja i uključi anaerobni metabolizam u većoj mjeri? Pojednostavljeno, stanice koje sada rade anaerobno, proizvodit će veliku količinu kemijskih nusprodukata anaerobnog metabolizma koji se neće moći efikasno otklanjati niti metabolizirati. Nakon nekog vremena, ta količina kemijskih nusprodukata zasitit će kemijsku reakcijsku sredinu i „ugasiti“ mogućnost da se u stanicama proizvodi energija kojom će se resintetizirati ATP, a posljedično i izvoditi mišićna kontrakcija. Nakon nekog vremena dogodit će se blokada, koju mi prepoznajemo kao nemogućnost obavljanja rada. Vrlo često pitanje je zbog čega se u takvim situacijama događa iznimna potreba za pojačanim disanjem ako je rad anaeroban? Razlog je u tome što smo tijekom rada u anaerobnom režimu

(anaerobnom laktatnom režimu) stvorili tako nepovoljnu bio-kemijsku situaciju u organizmu, da ćemo nakon otkaza žurno pokušati tu situaciju dovesti u normalu tj. metabolizirati sve nastale nus-produkte nastale anaerobnog laktatnog metabolizma. Ovo metaboliziranje događa se „u struji kisika“. Zbog toga organizam vježbača, nakon anaerobnog laktatnog rada, traži kisik i dobiva ga ubrzanim disanjem.

4.3 Kineziološke transformacije aerobne i anaerobne izdržljivosti

Kako bi se detaljnije moglo pristupiti analizi osnova razvoja aerobne i anaerobne izdržljivosti potrebno je u dovoljno dobro poznavati dinamiku biokemijskih procesa koji osiguravaju energiju za mišićni rad. Dinamika biokemijskih procesa koji osiguravaju energiju za mišićni rad, u stvari je objašnjena u prethodnom poglavlju, a za potrebe ovog poglavlja samo će se predstaviti sa donjim grafom kojega je potrebno konzultirati svaki put kada neki detalj iz daljnjeg teksta bude nedovoljno jasan.



Osnove razvoja aerobne i anaerobne izdržljivosti, u stvari se svode na adaptacije koje nastaju u organizmu kao posljedica treninga aerobne, odnosno anaerobne izdržljivosti. Kao što je već nekoliko puta napomenuto, gotovo je nemoguće u potpunosti odvojiti aerobnu i anaerobnu izdržljivost u pojedinim manifestnim oblicima kinezioloških aktivnosti, jer se ove dvije sposobnosti, uvijek, u većoj ili manjoj mjeri ne pokrivaju. Drugim riječima, gotovo je nemoguće obavljati isključivo aerobni rad, jer neka od stanica mišićnog tkiva sigurno radi u anaerobnim uvjetima, i isto tako, gotovo je nemoguće obavljati anaerobni funkcionalni rad u potpunosti, jer neka od stanica mišićnog tkiva radi u aerobnim uvjetima.

Osnova razvoja aerobnih i anaerobnih sposobnosti su, u adaptacije tj. načini na koje se organizam brani od treninga. Mada ova prethodna rečenica zvuči dosta „dramski“,

realno, doista se radi o tome da organizam nakon svakog treninga u uvjetima dovoljne superkompencije, razvija pojedine sastavne dijelove, te time postaje sposoban podnijeti veću razinu opterećenja u aerobnom, odnosno anaerobnom radu.

Međutim, aerobne i anaerobne funkcionalne sposobnosti često se treniraju „zajedno“. Preciznije, u određenoj mjeri se prepokrivaju u treningu. Stoga će se u daljnjem tekstu tako i diskutirati trening aerobne, odnosno anaerobne izdržljivosti.

Razvoj aerobne i anaerobne izdržljivosti ima svoju relativno dugu povijest. Sve sportske discipline koje su u nekoj mjeri zavisne od ovih kapaciteta razvijale su svoje sustave treninga za razvoj ovih sposobnosti. Kako ovih disciplina ima relativno puno i relativno su popularne u svijetu, razvio se čitav niz sustava treninga za razvoj ovih sposobnosti, a ti su sustavi nastali neovisno jedan o drugome. Stoga je često susresti treninge koji su očito primjereni pojedinim sportovima, odnosno sportskim disciplinama, a nastali su kao posljedica specifične radne zahtjevnosti u pojedinim sportovima. Ipak, a neovisno o „porijeklu“ nastanka sustava treninga, i/ili osnovnoj ideji koju pojedini sustavi nose u sebi, danas ih je moguće, u određenoj mjeri, grupirati, prepoznati njihove zajedničke karakteristike, prednosti i nedostatke pojedinih od njih. Međutim, a kao što je već rečeno u uvodu, ovaj udžbenik se prvenstveno bavi „općim transformacijskim postupcima u kineziologiji“ i stoga će se predstaviti ideja i osnove razvoja aerobne i anaerobne izdržljivosti bez da se izravno obrađuje specifične sustave treninga koji se danas u svijetu koriste u tu svrhu, a kojih je svaki dan sve više. ²⁵

Kako bi se uopće shvatilo i razumjelo na čemu počiva razvoj aerobne i anaerobne izdržljivosti potrebno je objasniti „fiziološku“ logiku na kojima se temelji razvoj ovih komponenti treniranosti. Logika razvoja aerobne, odnosno anaerobne izdržljivosti, u stvari, počiva na *zonama opterećenja*. Zone opterećenja su zapravo „veličine opterećenja“ kojima se postiže (veća ili manja) angažiranost različitih organskih sustava koji su aktivni kod pojedine vrste napora, od kojih se očekuje transformacija, a koja će opet u konačnici rezultirati onim što se prepoznaje kao razvoj treniranosti.

²⁵ Naime, da bi se ozbiljno obradilo pojedine sustave treninga trebalo bi ih kritički obraditi, što bi podrazumijevalo i detaljnu obradu eksperimentalnih studija koje su se tim problemima bavile, a to nije cilj ovog udžbenika.

U kineziološkoj (sportskoj) znanosti i praksi do danas se razvio veliki broj načina predstavljanja zona opterećenja, u čemu naročito prednjače sportovi koji izravno ovise o kvaliteti aerobne, odnosno anaerobne pripremljenosti, kao što su veslanje, biciklizam ili atletika-trčanje. Vrlo vjerojatno su u tom pogledu najdalje otišli sportaši iz veslanja i biciklizma, a s obzirom da je veslački ergometar, kao i bicikl-ergometar vrlo učinkovito trenažno sredstvo koje se vrlo često koristi u pripremama ovih sportaša, a koji omogućuje istovremeno laboratorijska ispitivanja, te izradu egzaktnih pokazatelja opterećenja putem praćenja različitih metaboličkih i psiholoških varijabli sportaša prilikom treninga tj. opterećivanja.

Za potrebe ovog udžbenika i predmeta kojima je prvenstveno namijenjen udžbenik, analizirat će se pet zona opterećenja koje, mišljenje je autora, dovoljno precizno predstavljaju problematiku koja se razmatra u ovom poglavlju. Tih pet zona prikazano je u donjoj tablici.

ZONA	Energetski izvor	FS (o/min)	Laktati (mmol/l)
1	Aerobni	120-140	Do 2
2	AE - AN	140-165	Do 4
3	AN - AE	165-180	Do 7
4	AN glikolitički	180-195	Iznad 10
5	AN - fosfageni	170-175 (!)	Do 2-3 (!)

Aerobna zona opterećenja

Prva zona opterećenja naziva se aerobnom zonom opterećenja te se prilikom rada u ovoj zoni opterećenja proizvode relativno niska opterećivanja organskih sustava uključenih u sustav proizvodnje energije potrebne za obavljanje mišićnog rada. Ovo „nisko opterećivanje“ je ustvari vezano za nizak intenzitet rada, te rezultira:

- (i) relativno niskom frekvencijom srca koja bi se trebala kretati od 120 - 140 otkucaja u minuti,
- (ii) vrlo niskom koncentracijom laktata od 2 mmola max.

Ova zona opterećenja i rad u njoj namijenjen je prvenstveno (može se kazati – gotovo isključivo) razvoju aerobnih sposobnosti. Prilikom rada u ovoj zoni aktiviraju se uglavnom spora mišićna vlakna (tip 1), a ukoliko se od aktivnosti tj. rada u ovoj zoni očekuje transformacijska učinkovitost, onda trening obavezno mora biti dugotrajan. Ta dugotrajnost svodi se na to da trening ne bi smio trajati kraće od 45 minuta kontinuiranog rada.

Prilikom rada u ovoj zoni iskorištavaju se prvenstveno masne kiseline, mada se u prvih 15 do 20 minuta u većoj mjeri (postotku) iskorištava glikogen. Međutim, nakon pada koncentracije glikogen, a u uvjetima niskog intenziteta rada, u metabolizam se uključuju masne kiseline. Stoga se u ukupnom radu od preko 45 minuta, objektivno u većoj mjeri iskorištene masne kiseline, nego glikogen. Gornja granica ove zone od 2 mmola laktata je popularno poznata kao „aerobni prag“. Konkretno, ukoliko koncentracija laktata prijeđe 2 mmola, smatra se da je vježbač izašao iz ove zone i prešao u narednu zonu.

Ukoliko se trening provodi u ovoj zoni, očekuje se, kao što je već rečeno, prvenstveno razvoj aerobne izdržljivosti. Ova zona izuzetno je pogodna za razvoj kapilarizacije žilnog sustava, tj. povećanje broja kapilara završnih ogranaka krvnih žila. Premda ova adaptacijska promjena može na prvi pogled izgledati bespotrebna, radi se o izuzetno važnoj adaptaciji koja omogućava puno veću razinu aerobne izdržljivosti nego što je to na prvi pogled izgleda. Naime, veći broj kapilara na krajevima krvnih žila, u stvari, omogućuje kvalitetniju opskrbu krvlju perifernih mišića. To je važno ne samo zbog kvalitetnijeg „dotoka“ kisika prema mišićima koji obavljaju rad, nego i zbog bolje „odvodnje“ ugljik dioksida i metabolita od aktivne muskulature. Na taj način organizam postaje sposoban raditi većim radnim kapacitetom, jer je više mišićnih

stanica „u pogonu“ i mogu nesmetano obavljati rad tj. proizvoditi energiju za obavljanje mišićnog rada.

Osnovni problem treninga u ovoj zoni uglavnom se svodi na činjenicu da trening pod uvjetom pretpostavke efikasnosti, treba jako dugo trajati. Efikasnost ovakvih vrsta treninga dokazana je u ekstenzitetu od preko 45 minuta, te se u manjim vremenima rada ne mogu očekivati adaptacijske promjene koje su prije nabrojene, a koje su osnova razvoja treniranosti primjenom ove zone opterećenja. Naravno, kako bi se ovakav trening mogao uopće provoditi ovako dugo, potrebna je kvalitetna tehnika izvedbe motoričke kretnje koja se izvodi. Vrlo česta greška koja se javlja prilikom primjene ove vrste treninga nalazi se u tome što sportaši smatraju kako se prilikom provedbe ovog rada i treninga u ovoj zoni obavezno mora trčati, što uopće nije točno.²⁶ Naime, brzim hodanjem sasvim je moguće ostvariti opterećenje koje odgovara opterećenju opisanom u prethodnom tekstu (120 - 140 otkucaja srca u minuti sa relativno niskom koncentracijom laktata (ispod 2 mmola). Naime, dugi korak angažira prilikom hodanja velike mišićne grupe, kao što su glutealni mišići koji podižu frekvenciju srca, jer izravno utječu na povećanje energetske zahtjevnosti ukupnog rada. Dakle, opterećenje sportaša tj. osobe koja trening provodi, u osnovi se postiže angažiranjem velikih mišićnih grupa, bez obzira na sam manifestacijski oblik aktivnosti.

Konačno, ostaje za preporuku, da se ova metoda treninga može primijeniti **bilo kojim** oblikom aktivnosti koji omogućava postizanje adekvatnog opterećivanja organskih sustava, a što se mjeri najčešće frekvencijom srca, s obzirom na konvencionalnost i jednostavnost mjerenja ovog parametra. Hodanje u odnosu na trčanje kod ove metode ima još jednu veliku prednost. Naime, primjena ove metode nije zahtjevna i može se očekivati da vježbač (sportaš) trening ponovi 2 puta u 24 sata. To je, naravno moguće samo pod uvjetom da se prilikom treninga nisu proizvele niti dogodile mikro-traume u različitim dijelovima mišićno-koštanog sustava. To se kod trčanja najčešće i događa. Naime, opterećenje na zglobove tetive potkoljenice i stopala ponekad je vrlo izraženo i samim tim, čak i nakon treninga vrlo niskog intenziteta, sportaš osjeća bol i otežano se kreće. Gotovo je nemoguće očekivati da će isti trening, osim ako se ne radi o jako dobro treniranim sportašima, moći ponoviti isti dan poslije podne, dakle u roku od 12 sati. Kod primjene hodanja ovog problema

²⁶ Ova je greška naročito prisutna kod rekreativaca koji često „preslikavaju“ treninga od sportaša koji su bitno bolje trenirani

mikro-trauma, međutim, nema. Osoba koja je vježbala ujutro, može gotovo bez ikakvih problema trening ponoviti i popodne. U ovom smislu, naročito su pogodne suvremene sprave (kardio-fitness oprema) koje omogućavaju reguliranje nagiba prilikom treninga. Suvremeni pokretni sagovi omogućavaju podizanje nagiba od 10 - 15 %, što za ovu metodu predstavlja iznimno kvalitetnu promjenu. Naime, povećanjem nagiba simulira se hodanje uz uzbrdicu. Time se opterećenje na organske sustave povećava, a da se istovremeno ne opterećuje mišićno-koštani sustav kao što bi bio slučaj da ispitanik tj. sportaš pokuša trčati. Potrebno je napomenuti kako je ova metoda, tj. rad u ovoj zoni opterećenja izuzetno prihvaćen i popularan u rekreativnom tjelesnom vježbanju. U tom smislu, ostaje za preporučiti da se rad u ovoj zoni, u slučaju rekreativnog tjelesnog vježbanja, provodi primjenom Nordic-walking tehnike. Tom tehnikom podiže se ukupno opterećenje organizma na račun dodatnog opterećivanja ruku, zbog upotrebe štapova za nordijsko hodanje. Na taj način ukupna zahtjevnost rada je povećana, a nema potrebe za ubrzavanjem hodanja, tj. trčanjem, što bi u rekreativnoj populaciji zacijelo predstavljalo problem. S obzirom da je ova metoda jedna od najpogodnijih za transformacije masnog tkiva (smanjenje količine potkožnog masnog tkiva) ovu preporuku svakako bi trebalo poslušati.

Aerobno - anaerobna zona

Rad u aerobno-anaerobnoj zoni predstavljen je dobrim dijelom već svojim imenom. Dakle, bez obzira što je ova zona prvenstveno određena aerobnim radom, određeni broj mišićnih stanica već radi u anaerobnom režimu, i samim tim otežava ukupni mišićni rad. Radom u ovoj zoni postižu se frekvencije srca od 140 - 165 otkucaja srca u minuti. Drugi parametar koji je potrebno poznavati je koncentracija laktata, koja doseže 4 mmola/lit. Jako se važno naglasiti da koncentracija laktata ne bi nikako smjela prelaziti 4 mmola, jer do te vrijednosti vrijednost laktata raste linearno, a u trenutku prelaska 4 mmola laktati rastu eksponencijalno sa svakim minimalnim povećanjem intenziteta.²⁷ Tijekom rada u ovoj zoni aktiviraju se i spora i brza mišićna vlakna, a ovisno o tome da li je pojedina mišićna stanica aktivirana aerobnim ili anaerobnim režimom rada.²⁸ Trening u aerobno-anaerobnoj zoni može biti karakteristično dugačak, ali je gotovo nemoguće dosegnuti ekstenzitet, tj. duljinu

²⁷ Ponekad se porast laktata događa i bez povećanja intenziteta, zbog smanjene ekonomičnosti izvedbe

²⁸ Već je prije kazano kako nikad nisu sve stanice angažirane aerobno niti su sve stanice angažirane anaerobno

rada koja je bila karakteristična za rad u prvoj, aerobnoj zoni. Tako trening traje od 30 - 45 minuta u pravilu, a u prvom redu se iskorištava glikogen. Tijekom samog rada, vrlo malo masnih kiselina uključuje se u metabolizam. Međutim, odmah se može naglasiti kako se masne kiseline izuzetno učinkovito troše nakon prestanka rada i to u periodu od čak nekoliko sati nakon prestanka rada. U tom periodu događa se superkompenzacija i oporavak mišićnog tkiva koje je bilo opterećeno samom aktivnošću. U pojedinim situacijama i kada se intenzitetom rada pređe anaerobni prag od 4 mmola, što u većini populacije predstavlja vrijednost od 160-165 otkucaja srca u minuti, rad se može nastaviti i dulje vrijeme, ali se nakon prelaska anaerobnog praga treba spustiti intenzitet rada, a kako bi se metabolizirali nusprodukti prethodno pojačanog anaerobnog rada koji je bio karakterističan za period u kojem je koncentracija laktata prešla 4 mmola.

Ova metoda generalno je izuzetno pogodna za razvoj aerobnog kapaciteta i aerobne izdržljivosti, ali zahtjeva relativno veliko iskustvo u treningu. Naime, svaki prelazak anaerobnog praga kompromitira mogućnost obavljanja dužeg rada, a samim tim svaki prelazak anaerobnog praga dovodi u pitanje efikasnost samog treninga.

Danas je, realno govoreći, ovaj problem u mnogome smanjen. Upotrebom monitora srčane frekvencije tijekom treninga može se izuzetno precizno pratiti stanje opterećenja i samim tim relativno precizno utvrditi intenzitet kojim mišićne stanice obavljaju rad. S obzirom da do prelaska anaerobnog praga, frekvencija srca i koncentracija laktata praktički visoko koreliraju, može se samo temeljem mjerenja frekvencije srca relativno precizno poznavati i stanje koncentracije laktata (Hofmann, Bunc, Leitner, Pokan, & Gaisl, 1994; Kunduracioglu, Guner, Ulkar, & Erdogan, 2007; Ljunggren, Ceci, & Karlsson, 1987; Roseguini, Narro, Oliveira, & Ribeiro, 2007; Schmid et al., 1998).

Anaerobno-aerobna zona

Rad u trećoj zoni određen je višim intenzitetom koji se može procijeniti frekvencijom srca, te bi ona u slučaju treninga koji se obavlja o anaerobno-aerobnoj zoni trebala iznositi od 165 - 180 otkucaja srca u minuti. Laktati ne bi smjeli prelaziti vrijednost 7 ili 8 mmola/l.

Tijekom rada u ovoj zoni opterećenja u mišićnim stanicama aktiviraju se uglavnom brza vlakna. Okvirno govoreći, tijekom rada u ovoj zoni, veći tj. relativno veći postotak mišićne mase radi anaerobno, a relativno manji postotak mišićne mase radi aerobno, te se tijekom treninga aktiviraju uglavnom brza vlakna. Ovaj rad, za razliku od prethodno opisanih, ne može dugo trajati. Osnovi razlog za ovo je već prije navedena činjenica da pri intenzitetu rada pri kojem laktati prelaze vrijednost od 4 mmola/l, dinamika nakupljanja laktata ima eksponencijalni karakter. Pojednostavnimo, ukoliko je osoba dosegla frekvenciju srca od 170 i koncentraciju laktata od 4,5 ona ne treba u daljnjem radu uopće povećavati intenzitet rada, a laktati će progresivno rasti iz minute u minutu do potpunog zasićenja kemijske reakcijske sredine. Drugim riječima, u slučaju trčanja, osoba je prešla kritičnu brzinu kretanja, opteretila je organizam pretežito anaerobno i, u tom slučaju ne postoji mogućnost da stanice efikasno metaboliziraju laktate koji nastaju u anaerobno angažiranim mišićima. Čak je i onaj dio aerobnog kapaciteta, koji je angažiran u radu, u stvari, angažiran kod iskorištavanja glikogena u kemijskim procesima za resintezu ATP-a.

Generalno, glavni limitirajući faktor pri obavljanju ovog rada jest zasićenje kemijske reakcijske sredine, jer kao što je već prije rečeno, laktati eksponencijalno rastu. Ova vrsta rada može trajati najviše 30 minuta i to, ili (i) primjenom velikih fluktuacija diskontinuirane metode rada ili (ii) primjenom intervalne metode rada. Ova prva metoda rada (i) ustvari uključuje naglašene periode rada u „čisto“ aerobnoj zoni opterećenja, koji se izmjenjuju s intenzivnijim“ opterećenjima u zoni iznad aerobno-anaerobnog praga (4 mmmol/l).

S druge strane, vrlo je teško blago diskontinuiranim, a pogotovo kontinuiranim radom ostvariti uvjete u kojima će se koncentracija laktata zadržavati od 4 - 7 mmola/lit. Stoga se primjenjuju povišeni intenziteti rada u kojima laktati prelaze vrijednosti od 4 mmola, a zatim se vraća u iznimno niske intenzitete, čime se ostvaruju uvjeti da u tom trenutku nisko-metabolički aktivna mišićna masa uspije metabolizirati laktate koji su nastali u prethodnom periodu visoko intenzitetskog rada.

Druga metoda (ii) je da se u nisko intezitetskom radu praktički uopće „ne radi“. Takvim pristupom se u pauzama uspijeva dostatno metabolizirati nastale laktate i stvoriti pretpostavke za naredne intervale pojačanog intenziteta rada.

Ova metoda služi prvenstveno razvoju anaerobne izdržljivosti, a iz osnovnog razloga što ni jedan od faktora koji utječu na aerobnu izdržljivost, a koji se tiču kvalitete srčano-žilnog i dišnog-plućnog sustava, kao i mitohondrijske aktivnosti u oksidativnom režimu, nije visoko angažiran ovim sustavom rada.²⁹ Međutim, neki stručnjaci predlažu ovu metodu kao efikasnu metodu za razvoj aerobnog kapaciteta. U tom slučaju, razvoj aerobnog kapaciteta događa se u periodima odmora, tj. pauze. Objektivno (fiziološki) gledano, to je doista tako. Nakon svakog pojačanog intenziteta rada, aerobni metabolizam na tolikom je „ispitu“ da ubrzano oporavi mišićno tkivo, metabolizira laktate, pa je u tim periodima smanjenog intenziteta izuzetno naglašena srčano-žilna i dišno-plućna aktivnost, što teoretski može dovesti do značajnih poboljšanja aerobne izdržljivosti. Stoga je ova metoda postala vrlo popularna u suvremenom sportskom treningu. Naime, primjenom ove metode izbjegava se jedna od vrlo nepoželjnih posljedica čistog aerobnog rada. Konkretno, u čistom aerobnom radu, pokazano je, može se dogoditi konverzija brzo-kontrahirajućih u sporo-kontrahirajuća mišićna vlakna (Sheldon, Booth, & Kirby, 1993). To je pogotovo tako ako se „čisti“ aerobni trening provodi kroz duži vremenski period (nekoliko mjeseci ili veći dio godine). Ovo je u današnjem sportu vrlo nepoželjna posljedica, jer, kao što će se vidjeti kasnije kad se bude razgovaralo o eksplozivnoj snazi i brzini, brzo-kontrahirajuća mišićna vlakna predstavljaju veliku prednost u sportovima eksplozivnosti i brzine.³⁰ Stoga se primjenom rada u anaerobno-aerobnoj zoni uspijeva dobrim strukturiranjem treninga efikasno razvijati anaerobna izdržljivost, a da istovremeno kroz pauze, ukoliko su dobro odmjerene, uspijemo pozitivno djelovati i na aerobnu izdržljivost osobe koja trenira. Ono što međutim treba svakako napomenuti da ovakav pristup nije uopće primjeren za razvoj aerobne izdržljivosti u rekreativnoj populaciji. Prvo, ovaj rad zahtjeva relativno dugu superkompenzaciju i dobru inicijalnu treniranost. U protivnom treninzi se izvode u uvjetima nedovoljnog oporavka i riskira se ozljeda. Drugo, kod rekreativne populacije gotovo da nema nikakvog straha od „konverzije“ brzih mišićnih vlakana u spora vlakna. Ustvari, ako takav strah i jest moguće „fiziološki opravdan“, rekreativnu populaciju ne bi trebalo biti puno briga za omjer brzo kontrahirajućih i sporo kontrahirajućih vlakana u njihovom mišićnom sustavu.

²⁹ Bolje rečeno, o tim elementima ne ovisi mogućnost obavljanja rada primjenom ove zone opterećenja

³⁰ Realno govoreći, danas je većina najpopularnijih sportova upravo takva

Anaerobno-glikolitička zona

Anaerobno - glikolitički rad određen je frekvencijama srca od 180 - 195 otkucaja u minuti, što u stvari znači da se postižu maksimalne frekvencije srca. Koncentracija laktata prilikom obavljanja ovog rada raste preko 10 mmola/l. Tijekom ovog rada u mišićima se angažiraju gotovo isključivo brza mišićna vlakna, jer praktički postoji vrlo mali broj stanica koje rad obavljaju u aerobnim uvjetima. Osnovni razlog za ovo jest činjenica da je intenzitet koji se nameće toliko velik da stanice nemaju vremena uključiti aerobni metabolizam niti srčano-žilni i dišno-plućni sustav imaju sposobnost dopremiti toliku količinu kisika do stanica koliko im je objektivno potrebno za resintezu ATP-a i obavljanje rada. Stoga se energija namiruje gotovo isključivo kroz anaerobne glikolitičke procese. S obzirom da je prethodno navedeno kako nakon prelaska 4 mmola laktati eksponencijalno rastu, nije teško zaključiti zbog čega prilikom rada u anaerobnoj glikolitičkoj zoni laktati poprimaju maksimalne vrijednosti. Intenzitet rada je toliko da se kisik praktički u radu uopće ne koristi.

Neki treneri i stručnjaci znaju kazati da se taj rad može obavljati i bez disanja. To je, naravno, samo djelomično točno. Činjenica jest da anaerobni glikolitički rad disanje kao takovo uopće ne zahtijeva, jer kisik ne doprinosi proizvodnji energije. Ipak, bez disanja se rad ne bi mogao obavljati, jer bi se vrlo vjerojatno dovelo u pitanje funkcioniranje centralnog živčanog sustava.

Ovaj rad gotovo je nemoguće obavljati u bilo kakvom produljenom kontinuiranom režimu. Svodi se na rad od 1 do maksimalno 2 minute, nakon čega slijedi više ili manje pasivna pauza. Ta pasivna pauza može se svesti na lagano kretanje, jer se na taj način, u stvari, bolje metaboliziraju kemijski nusprodukti, nego potpunim pasivnim mirovanjem. Konkretno, kod aktivnog kretanja mišićna pumpa pomaže radu srca i pri tome se u mišiće dovodi veća količina krvi u jedinici vremena, nego što bi to bio slučaj ukoliko bi se rad potpuno zaustavio i prešlo u pasivno mirovanje, primjerice, sjedenje ili ležanje.³¹

Vrlo česta greška koja se javlja kod primjene ove metode je da se metoda i rad primjenom ove metode pokušavaju maksimalno skratiti. Naime, trening primjenom

³¹ Konkretno, možda i najopasnije pasivno mirovanje je u stajanju, jer je srce u toj situaciji izuzetno opterećeno, s obzirom da treba kompletan mišićni sustav opskrbiti i „prema dolje“ i „prema gore“.

ove metode u osnovi može i treba trajati relativno dugo, čak i do sat vremena. Međutim, aktivni rad primjenom ove metode traje vrlo kratko. Omjer rada i pauze nerijetko doseže 1:5, a dolazi čak i do 1:10. Drugim riječima, ukoliko ispitanik tj. sportaš ili trenirana osoba želi provoditi ovu metodu gotovo je nemoguće očekivati da će se u manjem omjeru od 1:5, a čak i do 1:10 uspjeti odmoriti tj. da će u kraćoj pauzi uspjeti metabolizirati nusprodukte anaerobnog laktatnog metabolizma. Stoga, kad bi pokušali to predstaviti nekakvim konkretnim primjerom, pod pretpostavkom da se 1 minutu obavlja rad, tijekom sat vremena osoba bi mogla napraviti jedva 5 do 10 intervala pojačanog intenziteta, a nakon svakog intervala slijedila bi pauza od 5 - 10 minuta. Objektivno gledano, ispod 5 intervala pojačanog intenziteta nema smisla provoditi trening, jer se ne mogu očekivati adaptacijske promjene koje će dovesti do razvoja treniranosti. Stoga, još jednom treba napomenuti, kako je rad u anaerobno-glikolitičkom režimu, a koji je karakterističan za ovu zonu opterećenja, izuzetno naporan i samim tim primjenjiv samo kod visoko treniranih osoba, te ga se treba izbjegavati u svim drugim situacijama i u svim drugim populacijama.

Anaerobna fosfagena zona

Premda je anaerobna fosfagena zona opterećenja karakterizirana najvišim intenzitetom rada, frekvencija srca ne penje se preko 170 – 175 o/min, a laktati ne porastu preko 2 - 3 mmola. Ova zona podrazumijeva rad u **anaerobnim fosfagenim** uvjetima, o čemu je više riječi bilo na početku ovog poglavlja. Rad se u principu „zaustavlja“ prije nego se uključi anaerobni glikolitički metabolizam, ali je tih nekoliko sekundi određeno ekstremno visokim intenzitetom rada. S obzirom da fosfageni izvori energije ATP i CP ne proizvode nepovoljnu bio-kemijsku situaciju, što u konačnici ne rezultira povećanjem anaerobnih metabolita i zasićenjem kemijske reakcijske sredine, ova zona opterećenja ne izaziva promjene niti u aerobnoj niti u anaerobnoj izdržljivosti, jer osim što traje prekratko ne postavlja ni pojačane zahtjeve na rad srčano-žilnog i dišno-plućnog sustava. Ova metoda, dakle, nije metoda razvoja aerobne i anaerobne izdržljivosti, već se rad u ovoj zoni primjenjuje gotovo isključivo kod razvoja dimenzija snage i brzine. O tome će se više govoriti kasnije kad se budu obrađivale ove sposobnosti.

Za kraj ostaje napomenuti kako su sve vrijednosti frekvencije srca, koje su do sada iznesene u ovom tekstu, u stvari, vezane za aktivnost trčanja. Naime, frekvencija srca kod trčanja nije apsolutno identična vrijednosti frekvencije srca koju će se za **isti intenzitet rada** dobiti kod veslanja, vožnje bicikle ili primjerice nordijskog skijanja. Premda su sve ove aktivnosti cikličke, i monostrukturne, angažman mišićne mase i položaji tijela su jako različiti. Stoga, gotovo nemoguće je očekivati da će ista osoba kod izvedbe različitih aktivnosti imati jednaku frekvenciju srca, a s obzirom da srčano-žilni i dišno-plućni, ali i mišićni sustav kod svake od njih radi u različitim uvjetima. Za objasniti taj svojevrsni „fenomen“, možda je najbolje poslužiti se paralelnim primjerom 2 aktivnosti, a to su trčanje i plivanje. Kod trčanja sportaš stoji uspravno i srce treba jako pumpati da bi krv došla u noge, ali i da bi se vratila natrag. Zbog čega je to tako ne treba puno govoriti, s obzirom da svi znamo da je mišićna masa donjeg dijela tijela i to prvenstveno bedara i listova, angažirana u izvođenju ove kretnje tj. trčanja. Dakle, srce u ovom slučaju radi u uvjetima koji su karakteristični za trčanje. Tijelo je okomito i opskrba je relativno olakšana, ali je mišićna pumpa izložena dodatnim naprezanjima s obzirom na savladavanje relativno velikog hidrostatskog otpora prilikom povrata venske krvi iz mišićne mase prema srcu i plućima.

Pokušajmo sada predstaviti što se događa kod plivanja. Kod plivanja sportaš je u vodoravnom položaju. Vodoravni položaj, sam po sebi, osigurava olakšane uvjete za rad srca zbog hidrodinamike. Međutim, treba napomenuti kako se kod plivanja noge bitno manje opterećene nego je to bio slučaj kod trčanja, ali je dodatno opterećenje na rukama i gornjem dijelu tijela. To može izgledati otežavajuća okolnost, ali u osnovi je to olakšavajuća okolnost za srce, jer srce ne mora jako pumpati u jednom smjeru, nego krv „olakšano“ cirkulira po cijelom tijelu, opskrbljujući kisikom različite dijelove mišićnog sustava od kojih ni jedan nije visoko intenzivno opterećen. Pojednostavljeno, ukupno opterećenje kod trčanja „samo“ je na nogama, a isto to opterećenje ravnomjerno se rasporedilo na noge i ruke kod plivača. Stoga, srce u plivanju radi u potpuno drugim uvjetima nego što je to bio slučaj kod trčanja. Kada se uspoređuje frekvencija srca za isti intenzitet rada kod trčanja i plivanja, razlika je 10 - 15 otkucaja i to tako da je tih 10 - 15 otkucaja veća frekvencija srca kod trčanja. Što u stvari znači „isti intenzitet rada“? On se objektivno može mjeriti ili potrošnjom kisika

ili koncentracijom laktata. Tako su istraživanja koja su provedena na triatlancima, dokazala ovu razliku koja je prije rečena.

4.4 Neke generalne napomene o temi

Ovisnost anaerobnih sposobnosti o aerobnim sposobnostima

Aerobni trening u osnovi uvijek prethodi, u određenoj mjeri, anaerobnom treningu. Ovo nije samo formalno pravilo, već i, mora se kazati, realna potreba. Aerobna izdržljivost osnovni je preduvjet razvoja anaerobne izdržljivosti i to, u prvom redu, zbog toga jer je anaerobna izdržljivost sposobnost koja izravno ovisi o razini aerobne spremnosti. Osnovni razlog za tu tvrdnju treba tražiti u činjenici da trening anaerobne izdržljivosti praktički nije uopće moguće izvesti ukoliko osoba nema sasvim solidnu aerobnu spremnost. Razlog treba prepoznati (i) na razini pojedinačnog treninga, ali i (ii) na razini dugoročne sportske pripreme.

Prvo, (i) dovoljan broj intervala anaerobnog glikogenskog rada nije moguće provesti ukoliko se sportaš ne oporavi u periodima pauze, a u periodima pauze „radi“ se aerobno pa će oporavak biti apsolutno ugrožen ukoliko aerobna izdržljivost nije na zadovoljavajućoj razini. Drugo, (ii) a što je vjerojatno i važnije treba prepoznati u tome da se treniranost ne postiže jednim treningom. Za napredak u bilo kojoj sposobnosti treba vrijeme i relativno velika frekvencija pojedinačnih treninga. Frekvencija i učestalost treninga određena je sposobnošću superkompenzacije, a superkompenzacija je bolja ukoliko je aerobna izdržljivost bolja.³²

Ukupno gledano, anaerobni trening gotovo ne bi uopće bilo moguće provesti kod osobe koja nema aerobnu spremnost na zadovoljavajućoj razini. Stoga ostaje preporuka da čak i u sportovima u kojima aerobna izdržljivost nije presudan faktor uspjeha, sportaši moraju imati solidnu aerobnu bazu koja će im omogućiti izvedbu anaerobnih funkcionalnih treninga i razvoj anaerobne izdržljivosti.

Energetski resursi u organizmu i trening izdržljivosti

³² Ovo je pogotovo slučaj kod superkompenzacije nakon treninga u kojem nastaje velika količina nusprodukata anaerobnog metabolizma.

Druga napomena vezuje se za energetske resurse koji su potrebni za izvođenje treninga aerobne, odnosno anaerobne izdržljivosti. Kao što je već više puta prethodno navedeno, čisti aerobni trening izvodi se u većem dijelu na iskorištenju masnih kiselina. Ukoliko se trening radi u prvoj zoni opterećenja, onda se može kazati da ispitanik teoretski „može doći i gladan“ na trening i uspješno ga obaviti, jer je količina slobodnih masnih kiselina u organizmu toliko velika da će omogućiti nesmetanu realizaciju tog treninga. Čak i u slučaju potpuno iscrpljenih glikogenskih rezervi (što je zapravo gotovo nemoguće), onaj mali dio glikogena koji je potreban, vrlo vjerojatno će se namiriti kroz glukogenogenezu. To nikako ne znači da natjecatelj koji se natječe u disciplinama aerobne izdržljivosti može na natjecanje doći „gladan“. Konkretno, bez obzira koliko naglašen aerobni rad bio, u svim disciplinama aerobne izdržljivosti u finišu utrke se zapravo „radi anaerobno“, a anaerobni glikogeni rad nije moguć bez određene količine glikogenskih rezervi.

Analogno tome, trening anaerobne izdržljivosti ne može se izvesti „na gladno“, jer je jedini iskoristivi izvor energije za anaerobni laktatni rad, u stvari, mišićni glikogen, tj. mišićni šećer. Ukoliko njega nema ograničena je mogućnost manifestacije anaerobne izdržljivosti, a samim tim i efikasnost treninga, kojemu je cilj razvoj anaerobne izdržljivosti.³³

O natjecanjima u kojima znatnu ulogu igra anaerobna izdržljivost, ne treba ovom prilikom niti trošiti riječi. Na tu temu provedena su čak i brojna ispitivanja, koja su dokazala da je radna efikasnost osoba sa praznim glikogenim rezervama kudikamo manja nego kod osoba s duljim glikogenim rezervama, a u slučajevima manifestacije anaerobne izdržljivosti .

Odnos i broj treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti

Jedno od čestih pitanja koje se postavlja je pitanje ukupnog broja treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti, tj. odnosa broja treninga. Po tom pitanju gotovo je nemoguće dati univerzalnu preporuku. Naime, u nekim sportovima i sportskim disciplinama zasigurno je aerobna izdržljivost važnija nego u nekim drugim sportovima. Najjednostavnije je taj problem predstaviti kroz duljinu trajanja aktivnog rada, pa je sasvim sigurno da je aerobna izdržljivost puno važnija u nogometu nego primjerice u

³³ Preciznije, možda će se trening i napraviti, ali on neće biti ni približnog intenziteta niti volumena kakav bi trebao biti

hokeju na ledu. Stoga je i omjer treninga aerobne izdržljivosti u odnosu na treninge anaerobne izdržljivosti specifičan za svaki sport, ali i ne samo za svaki sport, nego i za zadatke u igri (poziciju u igri). Dakle, ukoliko se objektivno utvrdi koliko je koja izdržljivost važna za pojedinog sportaša, može se relativno precizno odrediti i količina rada koju će pojedina osoba izvesti u čisto aerobnom radu, odnosno u anaerobnom radu.

Tome još treba pridodati i trenutnu razinu treniranosti. Primjerice, ukoliko imamo osobu sportaša kojemu je odnos aerobne i anaerobne izdržljivosti 60:40, a istovremeno je njegova aerobna izdržljivost na izuzetno visokoj razini i možemo ustvrditi kako jako zadovoljava postavljene standarde igre u kojoj on učestvuje, možemo kazati da, bez obzira na odnos koji je prethodno naveden (60:40 za aerobnu izdržljivost), taj sportaš (hipotetski) aerobnu izdržljivost ne treba uopće trenirati. Posvetit će se, naravno, treninzima anaerobne izdržljivosti i u ukupnoj količini treninga anaerobna izdržljivost predstavljat će moguće i 100 % ukupnog volumena rada, bez obzira na prethodno navedeni odnos u korist aerobne izdržljivosti. Konkretno, u periodu od mjesec dana taj sportaš, naglašavamo da je ovo hipotetski, može izvoditi samo i isključivo trening anaerobne izdržljivosti, ukoliko se to pokaže potrebno i svrsishodno. S druge strane, situacija može biti i obrnuta, pa da prevladavaju treninzi aerobne izdržljivosti.

Kao što se može zaključiti, vrsta i oblika treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti ima veliki broj. Kombinacije koje se tiču zona opterećenja, modaliteta rada i/ili organizacije samog treninga, praktički su beskonačne. Međutim, jako je važno za napomenuti kako se svaka trenažna jedinica, odnosno trenažni sustav treba iskoristiti do maksimuma. Drugim riječima, ukoliko pojedina vrsta treninga daje rezultate i zadovoljava postignutim napretkom, nema je potrebe mijenjati sve dok daje rezultate. Tek kad se primijeti da se približio plato u razvoju sposobnosti uz primjenu te metode, odnosno tog sustava treninga, trebalo bi promijeniti metodu, odnosno sustav treninga i na taj način osigurati uvjete daljnji napredak. Na taj način produžiti ćemo „rok trajanja“ ukupnog trenažnog procesa i omogućiti ćemo sportašu da kontinuirano napreduje primjenom različitih metoda, a da ih istovremeno optimalno zamjenjujemo.

Različiti sustavi treninga u različitim sportovima imaju različite preporuke po pitanju frekvencije pojedinih vrsta treninga, tj. rada u pojedinim zonama treninga. Iskustvo

autora ove knjige je takovo da može s određenom sigurnošću tvrditi da se kod dobro treniranih sportaša, a da pri tome ne govorimo o sportašima izvanredne pripremljenosti u aerobnoj i anaerobnoj izdržljivosti, trening u prvoj i drugoj zoni može primjenjivati četiri do pet puta tjedno. Ovo bitno odudara od teoretskog maksimuma za ove dvije vrste treninga. Teoretičari sportskog treninga nerijetko napominju kako bi se ove vrste treninga niskog intenziteta mogle hipotetski raditi i dva puta dnevno. Međutim, to bi, vrlo vjerojatno, značilo da sportaš nema nikakvu aktivnost osim aktivnosti o kojoj se ovdje radi. U realnoj sportskoj praksi gotovo nikad nije tako. Sportaš, osim treninga aerobne i anaerobne izdržljivosti (ili drugih oblika kondicijskog treninga), trenira i svoj sport ili barem fizički nešto drugo radi. Stoga je gotovo nemoguće očekivati da se teoretska fiziološka dinamika superkompensacije poklopi sa stvarnom, životnom dinamikom superkompensacije. Stoga je iznesena preporuka kao na početku: prva i druga zona - četiri do pet puta tjedno.

Kako se povećava intenzitet rada smanjuje se i mogućnost primjene trenažnih postupaka u jednom tjednu. Tako se po mišljenju autora ove knjige trening u četvrtoj zoni kod dobro treniranih sportaša (opet napominjemo da se ne radi o izvanredno treniranim sportašima) može primijeniti tri do četiri puta u dva tjedna. I ovo odudara od teoretskih postavki dinamike superkompensacije, ali još jednom napominjemo kako se radi o iskustvenom režimu treniranja. Naime, većim brojem treninga u četvrtoj zoni, autor ove knjige smatra da sportaš ne postiže superkompensaciju i ne može se očekivati razvoj treniranosti u anaerobnoj izdržljivosti. Trening u četvrtoj zoni izuzetno je naporan, vrlo zahtjevan i superkompensacija je vrlo spora.

5 Analiza stanja i kineziološke transformacije motoričkih sposobnosti - osnove motoričkih transformacija

Motoričke sposobnosti jedna su od osnovnih područja interesa u kineziologiji. Konkretno, pored transformacija aerobne i anaerobne izdržljivosti, te transformacija promjenjivih morfoloških dimenzija, motoričke sposobnosti predstavljaju osnovu kineziološkog djelovanja. Ovome treba pridodati činjenicu da se motoričkim sposobnostima osim u kineziologiji, rijetko bave u drugim područjima znanosti. Dok se aerobnim sposobnostima bave i u području medicine, a promjenjive morfološke dimenzije također su zanimljive i drugim znanstvenim područjima, motoričke sposobnosti vrlo često su fokus interesa upravo u kineziološkoj znanosti.

5.1 Repetitivna snaga (jakost)

5.1.1 Analiza stanja u dimenzijama repetitivne snage

Analiza stanja repetitivne snage (jakosti) i različitih manifestacijskih oblika ove sposobnosti vrlo je česta u kineziologiji. Testovi repetitivne snage (jakosti) među najčešćima su u kineziologiji uopće. Za ovo ima nekoliko glavnih razloga. Prvo, testovi repetitivne snage često su aplikativni, što znači da su testovi prihvatljivi, nisu skupi i mogu se testirati relativno velike skupine ispitanika bez znatnijih ograničenja. Testovi su jednostavni za izvedbu, a kad se tome doda činjenica da je repetitivna snaga (jakost) jedna od sposobnosti koja se relativno lako trenira i napredak u dimenzijama repetitivne snage je relativno vidljiv i jasan u kratkim vremenskim periodima, postaje je jasno zbog čega se repetitivna snaga kao dimenzija motoričkog, ali i za dimenzije ukupnog antropološkog statusa, vrlo često testira.

Konačno, još jedan razlog za popularnosti testova ove sposobnosti nalazi se u činjenici da je stanje u dimenzijama repetitivne snage (jakosti), a pogotovo u

manifestacijama ove motoričke sposobnosti uz savladavanje težine vlastitog tijela ³⁴, vrlo važno za specifične situacije. Ove specifične situacije, u stvari, podrazumijevaju različite profesije i/ili sportove u kojima je upravo savladavanje težine vlastitog tijela, i to u uvjetima medijalnog ili sub-maksimalnog napora, izuzetno važno i to kako u pogledu profesionalne efikasnosti tako i u pogledu sportske efikasnosti.

U daljnjem tekstu izdvajamo nekoliko testova i procedura kojima se procjenjuje stanje repetitivne snage.

Repetitivna snaga (jakost) podrazumijeva sposobnost svladavanja sub-maksimalnog ili medijalnog opterećenja aktivacijom muskulature koja kretnju izvodi u jednom ili više zglobova. Univerzalna mjera repetitivne snage, može se reći, ne postoji, već se repetitivna snaga (jakost) treba testirati za svaku topološku regiju posebno. Međutim, kako bi testiranje repetitivne snage svih topoloških regija (okvirno 11) iziskivalo previše vremena, a objektivno će tako detaljnim pristupom nema niti potrebe, ovdje smo izdvojili nekoliko testova i njihovih varijanti koje služe za testiranje, uvjetno rečeno, najvažnijih topoloških regija na tijelu. Tako će se prikazati test-procedura za testiranje repetitivne snage (i) prednje strane trupa, (ii) bedara, (iii) prsnih mišića i opružaća podlaktice, (iv) leđnih mišića i pregibača podlaktice.

Pregibi trupa iz ležanja („trbušnjaci“)

Ova test-procedura izuzetno je popularna i može se reći da jer jedna od najprimjenjivanijih od svih test-procedura za analizu stanja repetitivne snage. Potrebno je primijetiti kako pri testiranju repetitivne snage ovom test-procedurom nailazimo na veliki broj varijanti testa, a koje u osnovi služe za testiranje različitih populacija, osobi različite razine treniranosti, kao i testiranje u različitim uvjetima, materijalnim i tehničkim. Kada se sve varijante pokušaju sagledati, testiranje repetitivne snage prednjeg dijela trupa svodi se na varijante testa koje se mogu izvoditi do otkaza i varijante testa koje se izvode neko vrijeme. Razlika u navedenim varijantama biti će detaljnije objašnjena kroz pojedine test-procedure.

Varijante do otkaza generalno su primjerene populacijama koje su relativno slabije trenirane, dok su varijante na vrijeme primjenjivane kod uzoraka i populacija koje karakteriziraju viša razina testiranosti.

³⁴ Ili barem dijela težine (mase) vlastitog tijela

Ovaj oblik testa uglavnom se primjenjuje kod osoba s određenim limitima. Ovi limiti tj. ograničenja mogu biti vezani za stanje boli ili ograničenosti pokreta u lokomotornom sustavu (najčešće u lumbalnom dijelu leđa), ali može se raditi o osobama sa određenim motoričkim deficitima (primjerice starije osobe). Osnova primjene ovog testa jest da se test mora izvoditi pažljivo, a prvenstveno zbog toga jer je sama procedura testiranja generalno namijenjena upravo osobama s ograničenjima u izvedbi. Izvedba testa prikazana je donjom slikom.



Kad se test izvodi, startna pozicija jest kad su lopatice ispitanika na tlu. Dlanovi su položeni na bedra, a noge su savijene u koljenom zglobu pod 90%. Od trtice do lopatica kompletan trup je oslonjen na tlo. Izvedba testa je, vrlo jednostavna. Ispitanik izvodi pregibe u trupu tako da lopatice odvaja od tla, a dlanovima klizi po bedrima do trenutka dok ne dotakne koljeno. U tom trenutku vraća se u početni položaj. Test se izvodi do otkaza. Dakle, ispitanik ponavlja pregibe u trupu klizajući dlanovima po bedrima do koljena i natrag sve dok ne dođe do zamora koji mu ograničava i onemogućava daljnje izvođenje ove kretnje. Osnovna logika testa je da se lumbalni dio trupa ne odvaja od podloge, što zapravo smanjuje opterećenje na kralježnicu (lumbalnu prvenstveno), a i dalje opterećuje trbušnu muskulaturu. Premda na prvi pogled izgleda da je test lagan i da je ograničena kretnja kojom se

izvodi faktor koji će omogućiti svakom ispitaniku izvođenje ogromnog broja ponavljanja, to u biti nije tako. Testiranja koja su provedena na velikim uzorcima ispitanika izvela su tablicu normi da ispitanici u dobi preko 45 godina znaju ponekad ne biti u mogućnosti izvesti više od 10-tak pregiba trupa. Sa ženama je situacija ponekad još lošija.

DOB	MUŠKARCI			ŽENE		
	<35	35 - 44	>45	<35	35 - 44	>45
odlično	60	50	40	50	40	30
dobro	45	40	25	40	25	15
OK	30	25	15	25	15	10
slabo	15	10	5	10	6	4

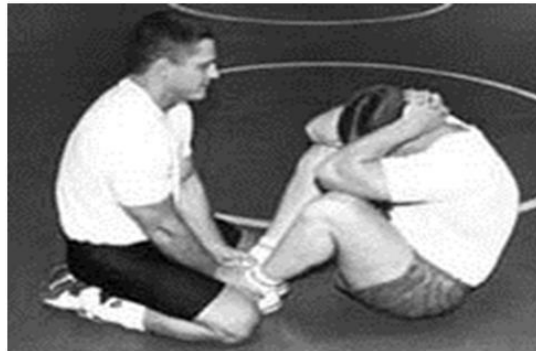
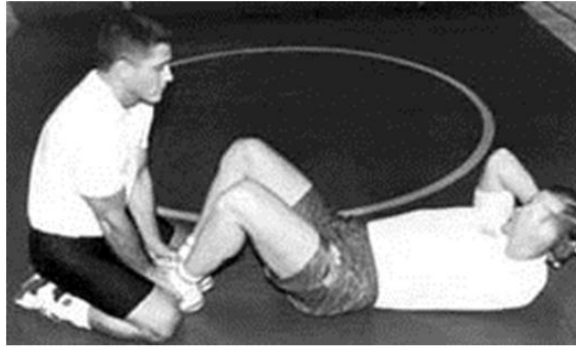
Pregibi trupa iz ležanja („trbušnjaci“) - varijanta s punim pokretom

Za razliku od prethodne verzije, ova varijanta testa primjerenija je dobro treniranima, tj. osobama koje test mogu izvoditi bez rizika. Unutar ovog testa, tj. unutar izvedbe ovog testa razlikuju se dvije pod-varijante i to:

- varijanta na vrijeme i
- varijanta do otkaza.

Varijanta na vrijeme izvodi se u vremenu 30, 60 ili 90 sekundi, a varijanta do otkaza primjerenija je slabije treniranim osobama.

Izvedba testa prikazana je na slijedećoj slici.



Noge su pogrčene pod 90 stupnjeva i stopala su oslonjena na tlo ili se ispitanik stopalima zakači pod čvrsti oslonac, primjerice, švedske ljestve. Ruke su na potiljku sa ukriženim prstima. Početna faza testa podrazumijeva ležanje na tlu sa odvojenom glavom od tla, kao što je prikazano. Na znak ispitanik kreće u pregibe trupa i to tako da laktovima svaki put dotakne vrhove koljena. Ovisno o tome da li se radi o varijanti 30, 60 sekundi ili do otkaza, ispitanik izvodi kretnju bržim ili sporijim tempom. Logično, ukoliko se radi o varijanti koja se izvodi na vrijeme, a pogotovo ako se radi o varijanti vremena od 30 sekundi, pored pregibanja trupa ispitanik tu kretnju treba izvesti što brže, jer će mu to omogućiti postizanje boljeg rezultata.

Ukoliko se, pak, radi o varijanti do otkaza ispitaniku se ne treba sugerirati brzo izvođenje testa, već je potrebno pronaći optimalan tempo izvedbe, optimalan tempo kontrakcije i relaksacije, koji će osigurati postizanje maksimalnog rezultata.

Varijanta na vrijeme podrazumijeva brzo izvođenje kretnje i stoga je izuzetno važno da partner koji fiksira noge na tlu bude relativno težak i snažan, jer bi se u protivnom moglo dogoditi da ga ispitanik „izbaci“, a što će u konačnici kompromitirati rezultat na testu.

Kao i svaki do sada predstavljeni test, tj. test-procedura i ovaj test ima svoje prednosti i nedostatke. U osnovne prednosti treba svrstati činjenicu da je konvencionalan, ispitanici ga dobro izvode i rezultati na testu su pouzdani. Ovo je dokazano i nizom znanstvenih istraživanja koji su pokazali da su test-pregibi trupa, a naročito test-pregibi trupa u ograničenom vremenu, vrlo pouzdana test-procedura, te da je greška mjerenja svedena na minimum. Osnovni razlog za ovo jest činjenica da većina ispitanika na ovaj ili na onaj način poznaje izvedbu testa i vrlo teško je moguće očekivati grešku pri mjerenju. Međutim opasnost testa krije se u nestandardiziranim uvjetima izvođenja. Potrebno je izuzetno paziti da se testiranje svaki put vrši u istim uvjetima, da je ispitanik u jednakom položaju, a premda izgleda banalno, potrebno je paziti i na sigurnost ispitanika. Naime, zbog vrlo brze i snažne kretnje često se događa da ispitanik uz veliku silu pritišće trtičnu kost, te je kod izvedbe ovog testa potrebno osigurati uvjete da ne dođe do oštećenja mekog tkiva na tom dijelu tijela (test je potrebno raditi na strunjači).

Ukoliko ispitanik nije naviknut na kretnju koja se izvodi na testu, jako je važno provesti odgovarajuće zagrijavanje. Nije na odmet izvesti i nekoliko pregiba trupa identičnih onima koji se izvode pri testiranju. Ovo prvenstveno zbog toga, jer je muskulatura pregibača kuka, koja kod ovog testa izvodi znatan dio kretnji, vrlo često zapostavljena u svakodnevnom treningu i može doći do grča tijekom izvođenja testa ukoliko muskulatura nije pripremljena i istegnuta prije same procedure testiranja.

Pregibi trupa iz ležanja („trbušnjaci“) - kanadski standardizirani test

Kanadski standardizirani test vrlo je pogodna test-procedura, jer za razliku od do sada nabrojenih, na određeni način, standardizira postupak mjerenja. Premda na prvi pogled može izgledati kako su prethodne test-procedure također relativno standardizirane, jasno je kako svaki ispitanik test izvodi svojim ritmom, odnosno tempom, što u konačnici može prouzročiti određenu grešku u mjerenju. S obzirom da se kod kanadskog standardiziranog testa primjenjuje metronom kojim se daje ritam izvedbe, ovaj problem je sveden na minimum.

Druga prednost ovog testa nalazi se u činjenici da se primjenom ovog testa odnosno neke njegove varijante može testirati veća grupa ljudi istovremeno, a što gotovo uopće nije moguće primjenom do sada objašnjenih test-procedura.



Izvedba testa svodi se na pregibe trupa koje je potrebno izvoditi na tempo koji metronom određuje, a to je 40 udaraca u minuti. Ispitanik zauzima položaj, ruke su opružene uz tijelo, a potom se dogura, dokliže do linije da prstima osjeti liniju starta na tlu. Na udaljenosti od linije starta nalazi se linija krajnje točke pregiba i udaljena je 8 cm. U trenutku kad metronom počne raditi ispitanik mora pregibati trup tako da ruke svaki pređu put od linije starta do završne točke testa i natrag, te da takvim tempom prati tempo koji zadaje metronom. Test se izvodi do trenutka kada ispitanik više ne može pratiti tempo metronoma. Upravo iz ovog razloga test je primjenjiv kod testiranja većih grupa ispitanika istovremeno. Naime, pod pretpostavkom da svi ispitanici krenu u isto vrijeme, zadatak ispitivača je brojiti naglas i bilježiti broj ponavljanja na kojem je pojedini ispitanik odustao pri izvođenju. Svako odustajanje pojedinog ispitanika ni na koji način neće kompromitirati rezultat onih bolje treniranih niti će na njihov rezultat moći utjecati.³⁵

Čučnjevi

³⁵ Logika testa je slična logici koja je objašnjavana kod jednog testa aerobne izdržljivost

Generalno se repetitivna snaga (jakost) kod opružača potkoljenice - bedara, vrlo rijetko testira, a razlog tome je činjenica da se radi o vrlo otpornoj muskulaturi koja je u ovom slučaju testiranja bez opterećenja izuzetno otporna na zamor i samim tim broj ponavljanja koji ispitanik u velikom broju slučajeva može izvesti prelazi objektivne mogućnosti realnog testiranja. Zato se vrlo često događa da rezultat na testu više ovisi o motivaciji i sposobnosti koncentracije, nego samoj repetitivnoj snazi (teško se pojavljuje otkaz).

Od varijanti koje se izvode pri testiranju repetitivne snage opružača potkoljenice, najčešća je varijanta koja se izvodi u 2 minute. Na ovaj način, u stvari se postiže ograničenje vremena izvedbe testa, a rezultat na testu još uvijek dovoljno dobro pokazuje stanje repetitivne snage. Test se može izvoditi na 2 načina. Prvi način je da se ruke drže na potiljku i da se iza ispitanika postavi stolica. Ispitanik na znak počinje izvoditi čučnjeve i to tako da svaki put stražnjica dotakne stolicu i vrati se u početni položaj. Rezultat na testu pri ovom testiranju je broj ponavljanja u 2 minute.

Ukoliko se test izvodi bez stolice, ispitanik ruke drže opružene niz tijelo i pri svakom spuštanju treba nadlanicom dotaknuti tlo iza pete. Na taj način se osigurava pravilna izvedba testa, preciznije, na taj način se osigurava da ispitanik kretnju izvodi u zglobu koljena, a ne da radi pretklon u trupu.

Ipak i kod jedne i druge varijante testa treba voditi računa o tome da je testiranje relativno ovisno iskustvu ispitanika. Naime, s obzirom da test traje relativno dugo (2 minute) ispitanici koji imaju iskustvo u izvođenju testa znaju pravilno rasporediti snagu i zadržati pravi ritam izvedbe čučnjeva, te na taj način postižu svoj maksimalni rezultat. S druge strane, ispitanici koji nemaju iskustva u izvođenju ovog testa u 2 minute, vrlo često će krivo rasporediti snagu, te će ili na početku krenuti presporo ili će na početku testa krenuti prebrzo, a u oba slučaja dogodit će se podbačaj pri testiranju. Ipak, testiranje repetitivne snage opružača potkoljenice i dijelom ekstenzora natkoljenice (mišića stražnjice) u nekim situacijama je izuzetno važno, jer pokazuje stanje funkcionalnog statusa snage u ovim tjelesnim regijama.

Profesionalne aktivnosti u kojima se nose određeni tereti ili savladavaju usponi testiranje ovih tjelesnih regija je neizostavno i provodi se bez obzira na sve nedostatke koji su prethodno nabrojani (vojska, vatrogastvo itd.).

Sklekovi

Sklekovi su jedan od najpopularnijih testova repetitivne snage uopće. Služe prvenstveno za procjenu repetitivne snage opružaća podlaktice, ramene muskulature i prsne muskulature. Radi se o vrlo jednostavnom i pouzdanom testu koji upravo tim karakteristikama duguje i svoju široku rasprostranjenost i popularnost. Ovo se prvom redu odnosi na činjenicu da je prilikom testiranja vrlo teško napraviti grešku koja će dovesti u pitanje pouzdanost rezultata pri testiranju. Kad se tome doda i činjenica da je test vrlo popularan i da su ga svi u nekom periodu života izvodili bilo kroz sportske ili školske aktivnosti, jasno je kako je utjecaj iskustva na izvođenje testa sveden na najmanju moguć mjeru, te se teško može očekivati greška u testiranju ukoliko se test izvodi u standardnim uvjetima.

U daljnjem tekstu će se objasniti samo dvije, od velikog broja varijanti ovog testa.

Sklekovi s opruženim nogama - klasična varijanta

Ispitanik zauzima položaj kao što je prikazano na slici. Širina između dlanova ne bi trebala biti bitno različita od širine ramena, a položaj dlanova je takav da se ispitaniku omogući normalno spuštanje i podizanje u/iz skleka bez blokade u ručnom zglobu šake ³⁶

Izvedba testa u osnovi je vrlo jednostavna, jer bi se ispitanik u idealnim uvjetima trebao spustiti do tla i tako da svi dijelovi tijela u istom trenutku dotaknu tlo. Ukoliko dođe do ugibanja u kuku, ramenima ili koljenima testiranje treba zaustaviti. Rezultat na testu je maksimalni broj spuštanja do tla uz grčenje lakta i savijanje u ramenom zglobu, te podizanja do početnog položaja.

³⁶³⁶ Ispitanik treba postaviti dlanove prstima više prema vani ili prema unutra ovisno o tome kako mu(joj) odgovara jer fleksibilnost zgloba šake nije jednaka za svakog



Ispitaniku se prilikom izvođenja testa ne bi trebalo dozvoliti odmaranje niti u gornjem, a pogotovo ne u donjem položaju, ali je ritam izvedbe testa proizvoljan, tj. svaki ispitanik odabire ritam koji mu najviše odgovara i koji po potrebi može varirati tijekom testiranja (na početku brže, a kasnije sporije ili obrnuto). Apsolutni prioritet u izvedbi testa je potpuno opuštanje laktova u gornjem položaju.

Sklekovi s pogrčenim koljenima

Varijanta koja je prikazana na slici najčešće se koristi kod testiranja uzoraka niže razine treniranosti i/ili žena. Osim što su koljena pogrčena i oslonac i oslonac nije na stopalima nego na koljenu izvedba testa je potpuno identična prethodnoj. Mjeri se maksimalni broj spuštanja i podizanja, a tijelo bi trebalo u istom trenutku dotaknuti tlo, kako u bedrenom tako i u ramenom dijelu. Najčešća greška je ugibanje u kuku i to tako da se stražnjica podigne prema gore. Na taj način se veća težina prebacuje na koljena i olakšava izvedba testa.



Generalno, ova varijanta testa je manje pouzdana nego prethodna, jer vrlo mali pomaci u zglobu kuka podizanjem stražnjice, znatno prebacuju težinu cijelog tijela na koljena i omogućavaju izvedbu većeg broja sklekova, što u osnovi označava grešku mjerenja. Ipak, varijanta je primjenjiva i to pogotovo u uzorcima ispitanika kod kojih bi se testiranjem klasičnom varijantom dobila slaba osjetljivost mjerenja (ispitanici su postigli relativno mali broj na testu).

Zgibovi

Zgibovi su još jedan izuzetno čest test repetitivne snage (jakosti), a prvenstveno služe za testiranje gornjeg dijela leđa, pregibača podlaktice i stražnjeg dijela ramena. Najveći problem ovog testa je slaba upotrebljivost u populaciji žena i netreniranih osoba. Naime, test je vrlo zahtjevan i kod osoba koje nisu na solidnoj razini treniranosti nije moguće očekivati osjetljivost pri mjerenju (većina ispitanika postići će vrlo slabe rezultate, a kod žena se vrlo često događa da je rezultat, u stvari, jednak nuli).

Premda postoje određene modifikacije ovog testa koje omogućavaju testiranje iste ili sličnih tjelesnih regija u uvjetima smanjenog opterećenja, o njima se ovdje neće govoriti, jer se u svakoj od tih modifikaciji ovog testa radi o test-proceduri koja je vrlo upitne pouzdanosti. Jedina modifikacija testa koja je koliko-toliko upotrebljiva i

relativno pouzdana je, u stvari testiranje na povlak-mašini (tzv. lat mašina) pri čemu se test onda izvodi sa točno određenim postotkom vlastite tjelesne mase (najčešće 50%). Pri ovoj modifikaciji treba, međutim, voditi računa da nije svaka vlak-mašina i svaki proizvođač jednako baždario spravu, pa 50% vlastite tjelesne težine ne može biti procijenjeno težinom utega na samoj spravi. Premda kod zgibova postoji veći broj varijanti, koje se uglavnom razlikuju po pitanju hvata (nadhvatom ili podhvatom), te širine hvata (široki ili uski), za potrebe testiranja repetitivne snage najpouzdanijom smatramo varijantu u kojoj se vreća hvata nadhvatom, a ruke se stavljaju u širini ramena. Iz početnog položaja prikazanog na slici, ispitanik dolazi u gornji položaj isključivo povlakom rukama i pregibanjem u lakatnom i ramenom zglobu. Trzanje i ljuljanje se ne bi smjelo dopustiti prilikom testiranja, jer jako remeti standardizirani postupak mjerenja, te dovodi u neravnotežan položaj ispitanike koji su trzaj naučili u odnosu na ispitanike koji test izvode samo i isključivo aktivacijom muskulature. Rezultat na testu je broj učinjenih ponavljanja prilikom izvedbe testa.

Zaključak o testiranju repetitivne snage (jaksti):

Kao što je rečeno na početku, repetitivna snaga (jakost) se vrlo često testira i to se radi kod različitih populacijskih skupina. U osnovi svaka mišićna grupa može imati svoj test repetitivne snage, jer je nemoguće očekivati da bilo kojim testom možemo opisati opću repetitivnu snagu (jakost). Naime, repetitivna snaga (jakost) pojedine tjelesne regije ne treba uopće korelirati sa repetitivnom snagom drugih tjelesnih regija, a što je prvenstveno određeno činjenicom da se muskulatura relativno neovisno razvija. Konkretno, ispitanik može postići izuzetno dobar rezultat pri testiranju repetitivne snage trupa testom „trbušnjaci“, a da pri testiranju repetitivne snage pregibača podlaktice i gornje ledne muskulature (zgibovi) ne postigne rezultat koji bi se mogao očekivati temeljem prethodnog testa.

U većini slučajeva ipak se događa da ispitanici postižu podjednake rezultate na svim testovima repetitivne snage (bilo dobro ili loše), ali razlog treba tražiti u činjenici što osobe koje treniraju repetitivnu snagu najčešće to rade za sve tjelesne regije, pa samim tim rezultati na testiranju prate njihovu trenažnu praksu po pitanju ove dimenzije motoričkog statusa.

5.1.2 Kineziološke transformacije repetitivne snage

Jednako često kao što se testira, repetitivna snaga (jakost) često se i trenira. Osnovni razlozi za to vrlo vjerojatno su slijedeći:

Prvo, relativno je lako razviti ovu dimenziju motoričkog statusa i to prvenstveno iz razloga što repetitivna snaga (jakost) kao sposobnost nije visoko genetski uvjetovana, a istovremeno su trenažni sustavi razvijeni, poznati i nisu iznimno stresni, niti zahtijevaju iznimno visoku prethodnu treniranost. Ovo prvo pitanje genetske uvjetovanosti naravno ne treba smatrati apsolutno točnim, jer su sve motoričke sposobnosti u određenoj mjeri genetski uvjetovane. Međutim, repetitivna snaga (jakost) nije sposobnost koja toliko puno ovisi o genetskoj predisponiranosti kao što je slučaj kod nekih drugih sposobnosti (primjerice, eksplozivna snaga).

Nadalje, popularnost treninga repetitivne snage i njena opća važnost u svakodnevnim životnim situacijama, doveli su do toga da je repetitivna snaga (jakost) kao motorička sposobnost trenirana u vrlo različitim populacijama, profesijama, sportovima i aktivnostima. Iz ovog razloga sustavi treninga repetitivne snage razvijali su se u različitim situacijama i do danas je poznat ogroman broj sustava treninga ove sposobnosti koji su visoko učinkoviti, a istovremeno su relativno niske stresnosti i velike primjenjivosti.

Potom, čak i ako cilj treninga nije razvoj repetitivne snage trening ustvari djeluje na tu sposobnost. U ovom slučaju radi se o jednostavnoj činjenici da u treningu drugih sposobnosti, primjerice drugih oblika snage, treninga anaerobne izdržljivosti i slično, ali i treningu u kojem se djeluje na transformacije morfoloških osobina (hipertrofijski trening ili čak gubitak masnog tkiva) vrlo često dolazi do razvoja u dimenzijama repetitivne snage. U tom smislu treba sagledati činjenicu popularnosti i rasprostranjenosti treninga repetitivne snage.

Konačno, repetitivna snaga (jakost) dobro prikazuje stanje opće treniranosti. Konkretno, repetitivna snaga (jakost) u većini slučajeva podrazumijeva savladavanje medijalnih i sub-maksimalnih opterećenja uz izvođenje kretnje u kojoj opterećenje predstavlja vlastita tjelesna masa. Iz ovog razloga repetitivna snaga (jakost) pokazuje sposobnost organizma da „nosi“ vlastito tijelo. Time se izravno definira stanje opće treniranosti, što je još jedan razlog za iznimnu popularnost treninga repetitivne snage.

Trening repetitivne snage uključuje u stvari dva osnovna sustava treninga:

- trening miškulature i
- trening živčane strukture.

Doduše, može se kazati da postoji još jedan sustav, a to je promjena morfološke strukture (gubitak masnog tkiva), jer se na taj način izravno djeluje na promjene u balastnoj masi, a s obzirom da je repetitivna snaga (jakost) najčešće manifestirana kroz savladavanje vlastite tjelesne težine, jasno je što se na ovaj način postiže. Međutim, s obzirom da ove promjene u morfološkoj strukturi (gubitak masnog tkiva) neće bit razmatrana ovdje, nego u kasnijim poglavljima. Same adaptacije su objašnjene u posebnom poglavlju udžbenika pa se ovdje na njima neće zadržavati.

Sustavi treninga repetitivne snage

Neovisno o fiziološkim adaptacijama koje predstavljaju osnovu razvoja repetitivne snage, a o kojima je više riječi bilo ranije, postoje tri glavne metode treninga repetitivne snage

- a. Standardna metoda
- b. Intenzivna metoda
- c. Ekstenzivna metoda

Osnovne razlike između standardne, intenzivne i ekstenzivne metode prikazane su u narednoj tablici.

	STANDARDNA	EKSTENZIVNA	INTENZIVNA
Tempo izvođenja vježbe	Umjeren	umjeren	Umjeren
Intenzitet (%)	80	60-70	85-95
Broj ponavljanja	7-10	12-20	5-8
Broj serija	3-5	3-5	3-5
Odmor	3-5 min	1-2	3
Broj vježbi na treningu	5-8	5-8	5-8
Broj treninga tjedno	2-4	2-4	2-4

	standardna	ekstenzivna	intenzivna
TRENAŽNI STRES (koji povlači potrebu za sredstvima oporavka)	UMJEREN	MALI	VELIKI
HIPERTROFIJA	OČEKIVANA	MALA	NE OČEKUJE SE
POTREBNA PRETHODNA TRENIRANOST	UMJERENA	MANJA	VISOKA

Standardna metoda

Ova metoda podrazumijeva umjereni tempo izvođenja vježbe, a intenzitet kojim se radi svaka pojedina serija, odnosno vježba iznosi 80 % od maksimuma. To znači da u slučaju da ispitanik može podići na ravnom potisku 100 kg jedan put, trening koji će izvesti primjenom standardne metode radit će na toj vježbi sa 80 kg. Očekuje se da sa tom težinom (tim %-tkom opterećenja) osoba moći izvesti 7 - 10 ponavljanja.

Kako bi se ostvarili trenažni efekti, potrebno je izvesti 3 - 5 serija po pojedinoj mišićnoj grupi. Drugim riječima, manji broj serija neće izazvati promjene u repetitivnoj snazi, a veći broj serija u mišićnoj grupi izazvat će preveliko opterećenje, te super-kompenzacija neće nastupiti onakvom dinamikom kakvom bi trebalo očekivati.

Između svake serije odmor je 3 - 5 minuta. Očekuje se da će kroz 3 - 5 minuta ispitanik povratiti 90-95% prethodnih kapaciteta. Naime, ova metoda podrazumijeva glikogenski rad, a 3 - 5 minuta trebalo bi bit dovoljno da se re-sintetizira ATP u mišićnim stanicama koje su izvodile trening.

Primjenom standardne metode izvodi se 5 - 8 vježbi po treningu. U slučaju da se ide na maksimalni broj vježbi (8) očekivano je da se izvede 2 vježbe po mišićnoj skupini, ali se vrlo teško može očekivati da će se obje vježbe izvesti sa maksimalnih prethodno objašnjenih 5 serija. Naravno, ovo će ovisiti o razini treniranosti, pa se tako može očekivati da će bolje trenirane osobe moći izvesti i 2 vježbe po mišićnoj grupi, a svaku sa maksimalnim brojem serija koje su predložene. Konačno, standardna metoda primjenjuje se sa frekvencijom treninga od 2 - 4 treninga tjedno. Ukoliko se radi o 4 treninga tjedno, najčešće se radi o periodizaciji A-B. Drugim riječima, tijelo se „podijeli“ na određeni broj mišićnih grupa. Pola mišićnih grupa trenira se u treningu „A“, a druga polovica mišićnih grupa u treningu „B“, pa se sustav treninga onda provodi po sistemu:

- ponedjeljak „A“ - utorak „B“ - srijeda „pauza“ - četvrtak „A“ - petak „B“ - subota, nedjelja „pauza“

Naravno, dolaze u obzir i drukčije modifikacije i planiranja, a prethodno je naveden samo jedan primjer.

Kao i svaka metoda treninga tako i standardna metoda kod treninga repetitivne snage ima svoje prednosti i svoje nedostatke. Međutim, kod treninga repetitivne snage vrlo često se događa da ono što je nekoj osobi prednost, nekoj drugoj osobi istovremeno predstavlja nedostatak pojedinog sustava treninga. Ovo će bit jasnije nakon što se pojasne prednosti i nedostaci standardne metode u treningu repetitivne snage.

Standardna metoda treninga repetitivne snage nije lagan sustav treninga. U stvari, radi se o relativno intenzivnom sustavu treninga, pa se smatra da je trenažni stres ove vrste treninga, umjeren. Ovo ne samo da podrazumijeva usporenu super-kompenzaciju već označava i određenu potrebu za primjenom sredstava oporavka, a koje naravno rastu, ukoliko se primjenjuju teži oblici ove metode treninga, s većim brojem serija i većim brojem treninga u tjednu. Kako se radi o treningu koji naglašeno iscrpljuje i „napada“ proteinsku strukturu miškulature³⁷, vrlo često osobe koje participiraju u ovom treningu konzumiraju i prehrambena sredstva oporavka (prehrambeni suplementi) koji im omogućavaju potpunu super-kompenzaciju od treninga.

Druga karakteristika ove metode je to da se njenom primjenom može očekivati hipertrofija miškulature. Premda ovo ne spada izravno u problematiku treninga repetitivne snage, već je vezano za problematiku transformacijskih postupaka morfoloških osobina, činjenica je da hipertrofija miškulature nužno nastupa kao jedna od osnovnih posljedica standardne metode. U nekim situacijama ovo je poželjno (sportovi u kojima se istovremeno sa prirastom snage očekuje i prirast mišićne mase), ali u nekim drugim situacijama hipertrofija je relativno nepoželjna popratna pojava pri treningu (sportovi u kojima se savladava težina vlastitog tijela pri izvođenju određenih elemenata, sportovi u kojima se natjecanje izvode po težinskim kategorijama). Ovisno o tome o kakvoj se situaciji radi, standardna metoda može izazvati pozitivne, ali i negativne posljedice u vidu popratnih efekata treniranosti.

Konačno, primjena standardne metode u treningu repetitivne snage podrazumijeva određenu razinu prethodne treniranosti vježbača. Konkretno, zbog naglašenog trenažnog stresa vježbač ne može trenirati primjenom standardne metode ukoliko je apsolutni početnik u sustavima treninga snage. Prvo zbog toga, jer izvedba svakog treninga podrazumijeva relativno visoku kvalitetu izvođenja vježbi koje se na treningu upotrebljavaju. Ukoliko tehnika izvedbe nije na zadovoljavajućoj razini

³⁷ Za detalje o ovom problemu pogledati poglavlje o adaptacijama na ovu vrstu treninga

trening se neće moći izvesti zadovoljavajućim intenzitetom, pa se ne mogu očekivati ni trenažni efekti. S druge strane ne treba govoriti što će se dogoditi ukoliko tehnika izvedbe vježbi ne bude zadovoljavajuća, a primjeni se visoki intenzitet rada (ozljede su gotovo neizbježne).³⁸ Osim navedenog, a s obzirom da se radi o relativno intenzivnom treningu, prethodna treniranost nužna je i zbog zadovoljenja super-kompenzacijskih zakonitosti treniranja. Ukoliko se ova vrsta treninga izvodi bez solidne prethodne treniranosti, super-kompenzacija će biti spora ili će potpuno izostati, a što će u konačnici dovesti do pretreniranosti i svih pratećih negativnih posljedica.

Ekstenzivna metoda

Ekstenzivna metoda u razvoju repetitivne snage u osnovi podrazumijeva rad s manjim opterećenjima nego što je to slučaj kod standardne metode. Tempo izvođenja vježbe, međutim, ne razlikuje se u odnosu na tempo izvođenja vježbe kod standardne metode i vježba se izvodi umjerenim tempom. Intenzitet je nešto manji. U ovom slučaju radi se o intenzitetu od 60-70%. Upotrijebimo primjer od prije. Ukoliko osoba podiže na ravnom potisku 100kg jedan put, trening primjenom ekstenzivne metode izvodit će sa 60-70 kg težine. Naravno, radi se o izvedbi u ovoj vježbi i vrlo vjerojatno samo za prvu seriju. Za svaku slijedeću vježbu (i vjerojatno seriju) treba se opterećenje posebno izračunavati.

Ova razlika u težini koja se savladava generira i razliku u broju ponavljanja. Konkretno, primjenom ekstenzivne metode vježbač može izvesti veći broj ponavljanja i to se kreće od 12 - 20 ponavljanja po seriji, a što izravno definira razina prethodne treniranosti. Broj serija koje se na treningu izvode nije različit od broja serija kod standardne metode. I u ovom slučaju radi se od 3 - 5 serija po pojedinoj vježbi. Dakle, vratimo se opet na primjer ravnog potiska. Vježbač će primjenom ekstenzivne metode raditi težinom od 60-70 kg, 12-20 ponavljanja i na toj vježbi će izvesti 3-5 serija.

Ekstenzivna metoda po generalnim preporukama zahtijeva kraće vrijeme oporavka između serija. Međutim, ono ne bi trebalo bit niže od 2 minute, premda se u preporukama navodi i minuta kao dostatno vrijeme oporavka među serijama. Broj vježbi koje se izvode na treningu kreće se od 5 - 8, što je slično, ako ne i identično

³⁸ Za detaljniji pregled literature i informacije na ovu temu pogledati primjerice REF

treningu primjenom standardne metode, a koji je prethodno objašnjen. I u ovom slučaju ne očekuje se da će vježbač moći izvesti više od 2 - 4 treninga tjedno. U osnovi parametri opterećenja broja treninga i frekvencije treninga između ekstenzivne i standardne metode bitno ne odstupaju jedan od drugog. Međutim, razlike postoje i one se prvenstveno odnose na prednosti i nedostatke ekstenzivne metode.

Tako je trenažni stres kojem je vježbač izložen primjenom ekstenzivne metode niži nego onaj o kojem smo prije govorili ukoliko se trenira primjenom standardne metode. Ovaj smanjeni trenažni stres podrazumijeva i smanjenu potrebu za primjenom sredstava oporavka.³⁹

Druga karakteristika ove metode je sadržana u činjenici da se njenom primjenom ne treba očekivati hipertrofija miškulature. Ova karakteristika ekstenzivnu metodu čini u određenim situacijama pogodnom, a što se prvenstveno odnosi na sportove u kojima izbjegava prirast tjelesne težine (sportovi s težinskim kategorijama ili sportovi u kojima se savladava vlastita masa). S druge strane, ova metoda nije popularna u sportovima i sportskim disciplinama i kojima mišićna masa i količina mišićne mase, pa i tjelesna težina predstavlja određenu kompetitivnu prednost (sportovi s kontakt-igrom i sl.).

Konačno, možda glavna prednost ekstenzivne metode u odnosu na sve ostale metode treninga repetitivne snage je u činjenici da njena primjena zahtjeva malu ili vrlo malu prethodnu treniranost. Naime, s obzirom da je trenažni stres mali i da su težine s kojima se vježbe izvode relativno male, niti tehnika izvođenja vježbe ne treba biti izrazito dobra. Intenzitet rada koji nije prevelik, u stvari, tolerira i manje greške u tehnici izvođenja vježbi koje se na treningu primjenjuju.

Također, i dinamika super-kompenzacije nije bitno narušena s obzirom da se kod ekstenzivne metode radi o relativno niskim intenzitetima rada, pa svaki pojedini trening ne izaziva toliko naglašeno pad treniranosti, kao što je slučaj s padom treniranosti koji se javlja kod standardne, a kao što ćete vidjeti kasnije, naročito kod intenzivne metode rada. Ovo se prvenstveno odnosi na to da ekstenzivna metoda ne „napada“ izrazito vezivne strukture lokomotornog sustava⁴⁰. Kao što je poznato, tetive i općenito vezivno tkivo imaju slabu prokrvljenost što definira njihovu sporu dinamiku super-kompenzacije. Kako ekstenzivna metoda usmjerava stres na mišićnu

³⁹ Uglavnom se naravno radi o prehrambenim suplementima

⁴⁰ Ovdje je u prvom redu riječ o tetivama koje su visokim intenzitetima rada naglašeno opterećene

stanicu iscrpljujući glikogen iz mišićne stanice, jasno je kako je dinamika super-kompensacije kod ove metode brža nego kod prethodno objašnjene standardne metode, a kao što će se vidjeti kasnije, naročito u usporedbi sa intenzivnom metodom treninga repetitivne snage.

Intenzivna metoda

Intenzivna metoda u razvoju repetitivne snage najstresnija je metoda od svih triju predloženih u ovom udžbeniku. Radi se o sustavu treninga koji se provodi primjenom sub-maksimalnih ili maksimalnih opterećenja i intenzitetima od 85-95, pa čak i 100% težine. Ako se poslužimo primjerom iz prethodnih metoda, primjenom intenzivne metode naš vježbač koji 100 kg u može ravnom potisku podići jedan put trenirat će uz primjenu težine od 90, 95, pa čak i 100 kg. Broj ponavljanja stoga ne može biti veći od 6-7, a nerijetko se spušta do samo jednog ili eventualnog 2-3 ponavljanja uz asistenciju.

Primjenom intenzivne metode broj serija ne varira značajno u odnosu na prethodne metode treninga, pa se radi o 3-5 serija. Odmor je 3-4 minute, a s obzirom da se gotovo uopće ne iscrpljuje glikogen⁴¹ očekuje se da je ovaj period odmora dostatan za re-sintezu ATP-a u radno opterećenoj muskulaturi. I u ovom slučaju radi se o 3-5 vježbi na treningu uz broj treninga koji ne može realno prelaziti 4 trenažne jedinice u jednom tjednu. Kao što se može pretpostaviti, trenažni stres kod izvedbe treninga primjenom intenzivne metode je naglašen i to samo po sebi podrazumijeva vrlo pažljivo planiranje trenažnih jedinica, te je neizostavno kontroliranje prehrane i unos određenih prehrambenih suplemenata.

Zanimljivo je da primjenom ovakvog sustava treninga mišićna hipertrofija ne očekuje. To, u osnovi čak i nije iznenađujuće, jer jasno je kako prilikom rada s ovako malim brojem ponavljanja uz visoki intenzitet mišićna struktura, u osnovi biva „napadnuta“ samo po pitanju potrošnje fosfagenog goriva (ATP i CP) (Bompa & Haff, 2009). U tom smislu, mišićni glikogen gotovo se uopće ne iscrpljuje i ne treba se očekivati dodatno gomilanje glikogenskih rezervi, a što će u konačnici rezultirati i hipertrofijskim promjenama. Stoga je ova metoda izuzetno popularna u naprednim sustavima treninga a kod visoko treniranih vježbača, koji nastoje izbjeći promjene u

⁴¹ Broj ponavljanja je toliko mali da se radi o ispcrpljivanju ATP-a i CP-a

tjelesnoj masi, jer bi im to, na neki način kompromitiralo motoričku izvedbu u njihovom sportu.

Neminovno je, međutim, da u ovakav sustav treninga mogu ući samo visoko trenirane osobe, a koje imaju izuzetno kvalitetnu tehniku izvođenja pojedinih vježbi koje se na treningu rade, te koji su uslijed dugog treniranja došle na razinu koja će im omogućiti efikasnu supe-kompenzaciju i razvoj treniranosti čak i u slučaju primjene čak i ovako visokih sustava trenažnog rada.

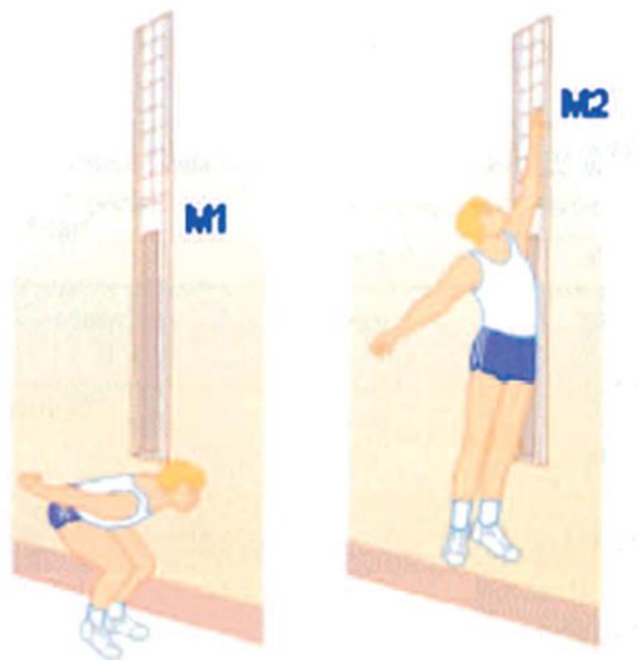
5.2 Eksplozivna snaga

Eksplozivna snaga jedna je od najpopularnijih motoričkih sposobnosti u sportu danas. Zašto u sportu, a ne u kineziologiji vrlo će brzo postati jasno. Konkretno, eksplozivna snaga sposobnost je koja se danas u sportu nameće u sportu kao prioritet, jer većina sportova i sportskih disciplina zahtijeva određenu razinu eksplozivne snage i eksplozivna snaga vrlo često predstavlja prevagu u efikasnoj sportskoj izvedbi (Sattler et al., 2012). S druge strane eksplozivna snaga se u drugim područjima kineziologije (tjelesna i zdravstvena kultura, rekreacija, kineziterapija), ako se malo ozbiljnije razmisli, nema niti potrebe trenirati (razvijati), a logično se postavlja pitanje, koliko je onda potrebno i testirati. Konkretno, u rekreaciji i kineziterapiji eksplozivna snaga ne predstavlja nikakav faktor kojeg bi trebalo posebno razmatrati, jer u kineziterapiji sustavi treninga eksplozivne snage nisu niti dobrodošli (prestresni su i preteški), a u rekreaciji za njima nema potrebe (jer su ciljevi u rekreaciji nešto drugo, a ne maksimalna motorička efikasnost). Konačno, u tjelesnoj zdravstvenoj kulturi eksplozivna snaga bi se po mišljenju autora ovog udžbenika trebala testirati u onolikoj mjeri koliko je potrebno da bi se pratila nekakva opća motorička efikasnost i/ili eventualno selektirale izuzetno nadarene djeca u području ove motoričke sposobnosti. Za sam trening eksplozivne snage u TZK postavlja se pitanje koliko je uopće potreban? Prvenstveno iz razloga što se frekvencijom treninga koju osigurava nastava tjelesne i zdravstvene kulture u našoj zemlji zasigurno ne može utjecati na razvoj eksplozivne snage. Dodatno, a kao što je već prije rečeno, sustavi treninga za razvoj ove sposobnosti vrlo su stresni i primjenom istih riskira se vrlo često i ozljeda. Stoga ostaje preporuka da se testiranje eksplozivne snage provodi u sportu, te povremeno u tjelesnoj i zdravstvenoj kulturi, samo u svrhu selekcije i praćenja motoričkog razvoja.

5.2.1 Analiza stanja u mjerama eksplozivne snage

Skok u vis iz mjesta – Sargent test

Skok u vis iz mjesta jedan je od najpopularnijih testova za procjenu eksplozivne snage. Izvedba testa prikazana je na donjoj slici.



ispitanik jednom rukom u položaju stajanja na obje noge maksimalno dohvati visinu, te se ta vrijednost očitava. Potom slijedi počučanj i maksimalni skok u vis iz mjesta odrazom s obje noge. Pri tom maksimalnom skoku ispitanik radi dohvat jednom rukom koji se može očitati na licu mjesta ili ispitanik testiranje radi primjenom aparature koja prilikom dodira odmah registrira dohvat u skoku. Oduzima se razlika između M2 - visine dohvata u skoku i M1 - visina dohvata u stajanju, te se na taj način izražava rezultat na testu.

Ovaj rezultat, u stvari, posredno pokazuje visinu skoka koju je ispitanik izveo, jer je razlika M2 i M1 trebala označavati razliku od tla do visine stopala u skoku (koliko se ispitanik „odlijepio“ od poda).



Skok u vis iz mjesta popularan je i široko poznat pod nazivom Sargent-ov test. Ime je dobio po prof. Dudleyu Sargentu koji je živio od 1849.- 1924.g. koji je test osmislio, a jedan je od začetnika fizičke kulture na Harwardu, Boston SAD. Test je izuzetno popularan, jer zahtijeva relativno malo prostora, malo opreme, a pogreška pri testiranju je također razmjerno mala.

Skok u dalj iz mjesta

Skok u dalj iz mjesta također je jedan od vrlo popularnih testova za procjenu eksplozivne snage i u ovom slučaju radi se o testu tipa skočnosti. Kao i u slučaju testa skok u vis iz mjesta testira se u stvari eksplozivna snaga relativnog tipa. To zapravo znači da se prilikom izvođenja testa manifestira „eksplozivna snaga po kg tjelesne težine“. Drugim riječima, gotovo je nemoguće očekivati da ovaj test, kao i onaj prethodni, dobro izvedu osobe s povećanom tjelesnom masom, bez obzira što su u stanju razviti veliku silu. Naime, ta sila koju oni mogu razviti nije dostatna za davanje ubrzanja vlastitom tijelu, jer u njihovom slučaju prevladava balastna masa.

Test skok u dalj iz mjesta izvodi se na način kako je prikazano na donjoj slici.



Iz počučnja ispitanik radi proizvoljni zamah rukama, te sunožno skače maksimalno naprijed. Rezultat na testu je točka zadnjeg dodira, bilo da je to peta ili, ukoliko ispitanik padne, mjesto na kojem se dotaklo rukom tlo. U tim slučajevima ipak test se najčešće ponavlja. Test skok u dalj iz mjesta izvodi se 3 puta i uzima se najbolji rezultat. Razlog za ovo je činjenica da ispitanici u nekim situacijama nemaju iskustva u izvođenju testa i mogu odabrati krivu putanju leta, skočiti previsoko ili prenisko. U tom slučaju rezultat na testu neće biti pravi pokazatelj stanja eksplozivne snage, pa se ova greška pokušava anulirati većim brojem izvođenja testa i uzimanjem maksimalnog rezultata kao objektivne mjere eksplozivne snage tipa skočnosti. I u ovom slučaju radi se o vrlo popularnom testu koji je široko primjenjiv, a kako zbog relativno male potrebe za prostorom tako i zbog jednostavnosti izvedbe.

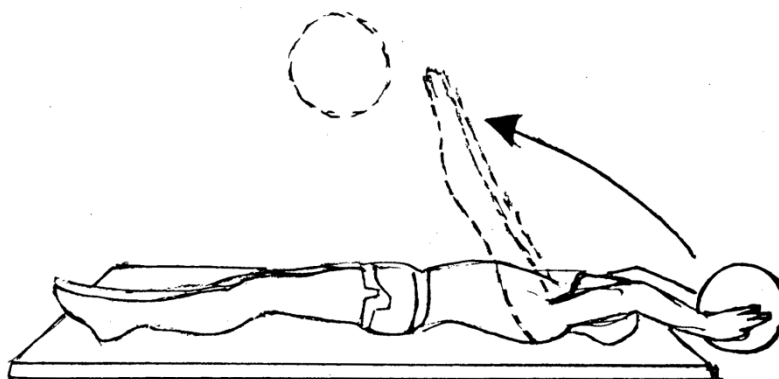
Ono što je prilično česta greška kod izvedbe ovog testa je primjena istog u uzrastu od prvog do četvrtog razreda osnovne škole, pa čak i u predškolskom uzrastu. U tim uzrastima treba voditi računa o „stabilnosti izvedbe“. Prema nekim autorima koji su se ozbiljno bavili problematikom mjerenja motoričkih dimenzija u ovim uzrastima test skok u dalj iz mjesta ponekad je više mjera koordinacije nego eksplozivne snage.⁴²

⁴² Ma koliko test izgledao jednostavno, koordinacija djece jedan je od osnovnih faktora uspješnosti u izvedbi i sve dok se ne postigne stabilna izvedba test je ustvari neprimjeren za procjenu eksplozivne snage

Bacanje medicinke iz ležećeg položaja

Bacanje medicinke iz ležećeg položaja objema rukama je test apsolutne eksplozivne snage. Razlika između ovog testa i onih prethodnih testova nije samo u činjenici da se u prethodnim testovima skače, a ovdje baca vanjski objekt, već i u činjenici da prilikom izvođenja testa bacanja medicinke tjelesna masa testirane osobe vrlo vjerojatno ne predstavlja nikakvu otežavajuću okolnost, a u nekim slučajevima može se prepoznati da predstavlja i olakotnu okolnost.

Konkretno, ispitanik baca medicinku koja je teška 3 kg i pri tome ne savladava vlastitu tjelesnu masu. Stoga se svi testovi, u kojima se testiranje izvodi uz manifestaciju kretnje primjenom vanjskog objekta, nazivaju testovima apsolutne eksplozivne snage.



Izvedba testa je vrlo jednostavna. Ispitanik iz ležećeg položaja opruženih ruku postavlja medicinku na nultu točku te maksimalnom kontrakcijom eksplozivno izbacuje medicinku prema naprijed. Glava se ne smije odvajati od poda, a samim tim ni trup. Ovakvim izbačajem pokušava postići maksimalnu udaljenost što u prvim pokušajima najčešće neće biti slučaj.

S obzirom da je izvedba testa relativno motorički nespecifična (ispitanici su rijetko ovu kretnju izvodili) većina ispitanika će u prvim pokušajima podbaciti, jer će odabrati krivu putanju izbačaja. Međutim, nakon nekoliko pokušaja putanja će biti optimalna i test će pokazati pravo stanje eksplozivne snage.

Izbačaj medicinke iz ležanja na leđima, po mišljenju autora ovog udžbenika, jedan je od najboljih testova za procjenu eksplozivne snage apsolutnog tipa, jer gotovo u potpunosti isključuje karakteristično motoričko znanje, a koje u drugim testovima može igrati presudnu ulogu. Konkretno, prilikom izvođenja ovog testa rezultat u testu ovisi gotovo isključivo o apsolutnoj eksplozivnoj snazi pojedinca., jer je vrlo teško naći osobu koja je ovu kretnju razvila do razine dinamičkog stereotipa. Samim tim neće se dogoditi da nekog ispitanika penaliziramo prilikom testiranja zbog njegovog nepoznavanja kretnje koja se u testu izvodi. Test se izvodi tri puta i uzima se maksimalni rezultat kao konačni rezultat. Mjerenje je dovoljno provesti u decimetrima

Jedan vrlo čest test za procjenu eksplozivne snage kod mlađih uzrasnih kategorija je

bacanje loptice jednom rukom. Međutim, autor ovog udžbenika smatra kako se ne radi o dobrom testu za procjenu eksplozivne snage, jer test u većoj mjeri određuje kvalitetu motoričkog programa koji u osnovi izvedbe kretnje leži, nego eksplozivna snaga. Preciznije, djeca koja su imala prilike naučiti pravilan izbačaj loptice, postići će izuzetno dobar rezultat na ovom testu, bez obzira na razinu eksplozivne snage. S druge strane može se dogoditi da vrlo eksplozivno dijete nema tako dobru tehniku izbačaja, postigne loš rezultat, a mi to pripišemo njegovoj niskoj razini eksplozivne snage.

5.2.2 Kineziološke transformacije eksplozivne snage

Kao što je rečeno u uvodu ovog poglavlja, trening eksplozivne snage vrlo je čest i popularan u suvremenom sportu, dok se u ostalim područjima kineziologije relativno rijetko primjenjuje, a u nekim situacijama se čak i izbjegava. O razlozi za popularnost ovog treninga u sportu ne treba trošiti riječi s obzirom da je svima, manje-više poznato kako današnji sport i sportske aktivnosti uglavnom imaju potrebu za nekim vidom eksplozivne snage, bilo da se radi o eksplozivnoj snazi apsolutnog ili relativnog tipa.

U situacijama kad se radi o eksplozivnoj snazi apsolutnog tipa najčešće se manifestira u neakvim oblicima bacanja lopte, koplja diska i sl., dok u situacijama u kojima se radi o eksplozivnoj snazi relativnog tipa sportaš najčešće ima potrebu za izvedbom nekakvog skoka u kojem savladava vlastitu tjelesnu težinu. Naravno, danas su jako popularni i oni sportovi koji uključuju potrebu za obje manifestacije eksplozivne snage, dakle sportovi u kojima se istovremeno i „skače“ i „baca“. Zašto je međutim trening eksplozivne snage rijedak u područjima kineziologije najčešće nije na prvi pogled potpuno jasno. Stoga će se to ukratko pokušati objasniti.

Eksplozivna snaga jest motorička sposobnost koja se može smatrati u sportu izuzetno značajnom, ali u svakodnevnom životu suvremenog čovjeka eksplozivna snaga nije visoko na ljestvici prioriteta. Prvo i osnovno, eksplozivna snaga (više) nije motorička sposobnost koja određuje egzistenciju suvremenog čovjeka, jer su manifestacije eksplozivne snage u svakodnevnom životu svedene na minimum i radi se, gotovo isključivo, o urgentnim situacijama određene ugroze. Ovome treba dodati i to da je trening eksplozivne snage izuzetno stresan i zahtjevan, pa je gotovo nemoguće očekivati da će netko trenirati eksplozivnu snagu zato što će mu nekad nešto u životu jednom (ili nikada) zatrebati. Konačno, ne može se pobjeći od činjenice da je eksplozivna snaga relativno visoko genetski uvjetovana sposobnost, pa razvoj eksplozivne snage u rekreativnom smislu gotovo nikad nije slučaj, jer su pomaci u eksplozivnoj snazi toliko minimalni, da vrlo teško na transformacijskim učincima, u ovom pogledu, možemo bazirati određenu motivacijsku bazu kod rekreativnih vježbača ⁴³

⁴³ Premda izgleda neznajno „pozitivna motivacija“ jedan je od osnovnih razloga zašto ljudi uopće treniraju neku sposobnost ili osobinu

Kako bi uopće objektivno moglo razgovarati o treningu eksplozivne snage, potrebno nam je najprije prepoznati koji faktori određuju eksplozivnu snagu u njenom elementarnom obliku. Eksplozivnu snagu najviše određuju maksimalni energetske potencijal mišića i brzina pokreta. Ovo prvo - maksimalni potencijal mišića - možda bi bilo preciznije nazvati maksimalni trenutni energetske potencijal mišića. Konkretno, eksplozivna snaga definira se kao sposobnost apsolutne ekscitacije maksimalnog broj motoričkih jedinica u jedinici vremena. Taj **maksimalni trenutni energetske potencijal mišića**, u stvari, daje mogućnost apsolutne ekscitacije maksimalnog broja motoričkih jedinica. Kad se ovo pokuša sagledati na nekakvoj prizemnoj fiziološkoj razini, u stvari, dolazimo do zaključka kako eksplozivnu snagu od svih energetskih izvora određuje samo i isključivo količina dostupnog ATP-a, jer za resintezu APT-a jednostavno, nema vremena. Pokušajmo to dodatno pojednostavniti. Eksplozivna snaga bit će veća što je veća količina ATP-a u mišiću(-ima) koji eksplozivnu manifestaciju treba(-ju) manifestirati. Konkretno, osoba „većeg mišića“ imat će veću eksplozivnu snagu u tom mišiću od osobe s manjim mišićem.⁴⁴

Naravno, ovo sve prethodno je rečeno više figurativno, ali mislimo da dobro ocrta logiku stvari. ATP jedino je izravno iskoristivo gorivo u mišićnoj kontrakciji. Ukoliko je u mišiću koji treba izvesti eksplozivnu manifestaciju pohranjena veća količina ATP-a, mišić će imati relativno veći energetske potencijal za manifestaciju eksplozivne snage. Međutim, ovo nije sve. Maksimalni energetske potencijal u vidu ATP-a nije i jedini faktor koji određuje eksplozivnu snagu kod izvedbe određenog pokreta. Drugi faktor je i brzina pokreta. Pokušajmo objasniti kroz jednostavan primjer.

Osoba A ima ogromni energetske potencijal u mišićima koji izvode kretnju bacanja medicinke i to onog bacanja medicinke koje se izvodi iz ležećeg položaja na leđima, a koji je prethodno objašnjen kroz test. Uzmimo da ta osoba ima ogromnu prsnu muskulaturu, izuzetno velika ramena i čvrste, energijom bogate mišiće u rukama. Međutim, imamo osobu B koja energetske potencijal ima nešto manji i njena mišićna masa je, možda čak i upola manja nego kod osobe A. Definitivno, osoba A trebala bi kretnju izvesti puno efikasnije i medicinku baciti puno dalje pri testiranju od osobe B. Međutim, uzmimo sada nekakav, gotovo nemogući primjer, da osoba B trenira aktivnost u kojoj se svakodnevno radi upravo identična kretnja kao i kod testiranja

⁴⁴ Bolje rečeno, imat će vjerojatno veći potencijal za eksplozivnu snagu jer sama manifestacija ovisi o još puno faktora osim veličine samog mišića

bacanja medicinske iz ležećeg položaja⁴⁵. S druge strane, osoba A nikad u životu nije držala medicinku i nikad je u životu nije bacila ni u kom obliku ni u kojem smjeru. Gotovo sigurno da, bez obzira na puno veći energetske potencijal osobe A, osoba A neće postići toliko dobar rezultat u bacanju medicinke, kao osoba B. Zašto? Kretnja koju će osoba A izvoditi neće biti pravilna. Mišići će se uključivati krivim redoslijedom i brzina kretnje neće biti adekvatna. S druge strane, osoba B i pored manjeg energetske potencijala (manje muskulature) izvesti će kretnju precizno, uključivanje mišićnih jedinica koje kretnju trebaju izvesti bit će idealno, i medicinka će, u konačnici odletjeti puno dalje, jer će se ona količina energetske potencijala kojeg osoba B ima na raspolaganju maksimalno iskoristiti. S druge strane, osoba A će svoj energetske potencijal uludo potrošiti u nepravilnoj kretnji i medicinka će postići udaljenost bitno kraću nego što bi mogli pretpostaviti iz same količine energetske potencijala osobe A.

Onima koji poznaju sport ovakva analogija možda bi bila jednostavnija za shvatiti u primjeru bacanja kugle koju će kao osoba A (osoba ogromnog energetske potencijala) baciti dizač utega u apsolutnoj kategoriji (čovjek od 120 ili više kg), a kao osoba B - desetbojac (čovjek koji ima 90-95kg). Definitivno je energetske potencijal osobe A, našeg dizača utega u apsolutnoj kategoriji puno veći, ali on kuglu ne zna bacati. Brzina kretnje bit će mala i kugla će odletjeti puno kraće, nego ona koju će izbaciti desetbojac. Zašto baš - desetbojac? Desetbojac, kao osoba B, ima dovoljno kvalitetnu tehniku, a energetske potencijal mu nije zanemariv.

Ovim primjerima se pokušalo predstaviti da nije samo maksimalni trenutni energetske potencijal ono što određuje eksplozivnu snagu. Ovo bi bilo još očitije da smo primjere prebacili u primjere eksplozivne snage relativnog tipa, jer svi prethodni primjeri bili su primjeri manifestacije eksplozivne snage apsolutnog tipa.

Konkretno, ostaje za zaključiti da eksplozivnu snagu determiniraju u osnovi dva faktora:

- faktor maksimalnog trenutnog energetske potencijala mišića i
- faktor brzine odgovarajućeg pokreta.

⁴⁵ Naravno da takva aktivnost ne postoji, ali pokušajmo figurativno problem predstaviti na taj način

Brzina odgovarajućeg pokreta, u stvari je karakteristično motoričko znanje koje leži u osnovi kretnje koja se izvodi pri manifestaciji eksplozivne snage. Ovaj mehanizam ustvari je analogan živčanim adaptacijama koje se javljaju kod treninga s vanjskim opterećenjem⁴⁶ Osobe visoke automatizacije i kvalitete motoričkog programa koji leži u osnovi izvedbe eksplozivne snage, imat će puno veću brzinu kretnje, nego osobe koje tu kretnju ne znaju izvoditi. U jako kompleksnim kretnjama, to će se vidjeti kao nekoordinirano i nespretno izvođenje. U vrlo jednostavnim kretnjama, kao što je primjerice izbačaj medicinske iz ležećeg položaja, to će se moći vidjeti samo kao spora kretnja (relativno spora kretnja). Upravo na ovaj način treba sagledavati i trening eksplozivne snage. Konkretno, trening eksplozivne snage počiva na dva odvojena sustava treninga, a to su:

- trening maksimalnog energetskeg potencijala i
- trening karakteristične brzine odgovarajućeg pokreta.

Kako se razvija maksimalni energetskeg potencijal mišića? Kao što je prije rečeno, maksimalni trenutni energetskeg potencijal mišića u stvari određuje količina pohranjenog adenzin-trifosfata. ATP je u gotovo je idealnoj korelaciji sa količinom muskulature. Konkretno, osoba s većom količinom muskulature ima i veću (pohranjenu) količinu ATP-a i obrnuto. Krivo je međutim, misliti da će se povećanjem količine muskulature linearno povećati i količina ATP-a , a još je veća greška smatrati da će se na taj način linearno povećavati i eksplozivna snaga. To jest u određenoj mjeri točno, ali, generalno, postoji pravilo: što više mišića - više ATP-a - **veća mogućnost** za manifestaciju eksplozivne snage. Međutim, treba naglasiti da se radi o samo o „većoj mogućnosti“. Da li će do aktualizacije te mogućnosti doći ovisit će o čitavom nizu faktora.

Prvi faktor koji treba imati na umu je vrsta mišićnih vlakana. Za eksplozivnu snagu vrlo često se zna kazati kako je genetski visoko uvjetovana sposobnost. To, definitivno nije samo floskula, jer eksplozivnu snagu u dobroj mjeri određuje postotak brzo-kontrahirajućih i sporo-kontrahirajućih mišićnih vlakana. Ukratko o razlikama između sporo kontrahirajućih i brzo kontrahirajućih mišićnih vlakana:

⁴⁶ Za detaljniju obradu ovog problema pogledati poglavlje udžbenika u kojem se govori o adaptacijama na trening s vanjskim opterećenjem

TIP I – SPORA:
110 ms da postigne maksimum kontrakcije;
Jedan motoneuron pali 10 do 180 mišićnih vlakana
Tip II – brza:
50 ms da postigne maksimum kontrakcije
jedan motoneuron “pali” 300 do 800 mišićnih vlakana

Upravo iz ovog razloga, koji je prethodno objašnjen, ne može se očekivati da će dvije osobe, a koje količinu muskulature podjednako unaprijede, podjednako unaprijediti i eksplozivnu snagu. Naime, jasno je da će između te dvije osobe postojati znatna razlika u odnosu brzo-kontrahirajućih i sporo-kontrahirajućih mišićnih vlakana. Taj odnos determinirat će i njihovu mogućnost aktualizacije energetskeg potencijala, a kojega su povećali kroz povećanje muskulature. Dakle, uzmimo primjer da su i osoba A i osoba došli sa 80 na 85 kg sa jednakim postotkom masnog tkiva. Osoba A, međutim, ima povoljniji omjer brzo-kontrahirajućih i sporo-kontrahirajućih mišićnih vlakana.⁴⁷ Ta će činjenica dati osobi A veću mogućnost da aktualizira prirast u energetskeg potencijalu (porast mišićne mase), a u pogledu manifestacije eksplozivne snage. Razlozi za ovo objašnjeni su u prethodnom tekstu, kad se pokušala objasniti razlika između brzo-kontrahirajućih i sporo-kontrahirajućih vlakana.

Pojednostavljeno, osoba A brže će i jače „upaliti“ mišićna vlakna i bolje će iskoristiti prirast u energetskeg potencijalu koji je ostvarila kroz povećanje mišićne mase od 5 kg. To, međutim, ne znači da osoba B neće kroz povećanje mišićne mase koje je ostvarila, povećati svoju eksplozivnu snagu. Hoće, ali samo „u odnosu na samu sebe“. Drugim riječima, gotovo je sigurno da će njena eksplozivna snaga biti bolja nego prije kad je imala 5 kg mišićne mase manje. Međutim, osoba A dominirat će u eksplozivnoj snazi u odnosu na osobu B na račun povoljnijeg odnosa brzo- i sporo-kontrahirajućih mišićnih vlakana.

O povećanju maksimalnog energetskeg potencijala nema potrebe pretjerano govoriti. O tome se već govorilo kad se govorilo o razvoju dimenzija repetitivne snage i poglavlju u kojem se predstavilo adaptacije na trening s opterećenjem. Ukratko, svaka promjena u volumenu muskulature dovodi do prirasta u količini ATP-a. Međutim, prirast eksplozivne snage ne treba biti vezan za prirast mišićne mase.

⁴⁷ Naravno, radi se o povoljnijem omjeru u smislu prednosti brzo-kontrahirajućih vlakana

Konkretno, prirast eksplozivne snage može se ostvariti i bez prirasta mišićne mase. To se u prvom redu odnosi na činjenicu da će živčana struktura i unapređenje u živčanoj aktivaciji mišića unaprijediti eksplozivnu snagu neovisno o prirastu u mišićnoj masi, a s tim i povezanom prirastu u maksimalnom trenutnom energetskom potencijalu (ATP). Jednako kao što se bilo koja druga manifestacija snage može razvijati neovisno o strukturalnim promjenama mišića, to će se dogoditi i sa eksplozivnom snagom.



Kvalitetnija živčana aktivacija muskulature, a koja će prvenstveno i samo ovisiti o kvaliteti živčanog sustava, pridonijet će i porastu eksplozivne snage, jednako kao što pridonosi prirastu repetitivne snage. Upravo ovakvim tehnologijama treninga

služe se sportaši koji nastoje unaprijediti relativnu eksplozivnu snagu (eksplozivnu snagu koja se manifestira u svladavanju vlastite tjelesne mase), a čega je najbolji primjer atletska disciplina skoka u vis.

Pri ovakvim manifestacijama svaki prirast muskulature, bez obzira na to što donosi određenu količinu energetskog potencijala, znači, u stvari, „medvjedu“ uslugu. Prirast muskulature nosi i prirast tjelesne mase. S obzirom da snaga i mase nisu u apsolutnoj korelaciji, jasno je kako ovakvi prirasti u muskulaturi sportašu koji ima potrebu za manifestacijom relativne eksplozivne snage. Tako bi primjerice prirast mišićne mase skakačima u vis donio puno više problema nego prednosti. Stoga ovi sportaši gotovo isključivo treniraju svoju „živčanu strukturu“ i pokušavaju živčanu strukturu dovesti do maksimalne razine funkcioniranja, koja će optimalno „paliti“ sve mišićne stanice odgovorne za izvođenje kretnje koja im je potrebna.

Upravo iz ovih razloga, današnji treninzi eksplozivne snage najčešće počivaju na sustavima treninga koji neće izazvati hipertrofiju. Ovo su sustavi treninga koji izravno „napadaju“ živčanu strukturu i to bilo da se radi i visoko-intenzivnim treninzima sa velikim težinama, primjerice intenzivna metoda razvoja snage (jakosti), ili se opet potpuno suprotno radi o treninzima s opterećenjima kojima se savladavaju 20 - 30 puta, te na taj način puno više napadaju tetivnu i vezivnu strukturu mišićnog tkiva, nego samo proteinsku strukturu i glikogenske rezerve. Ovo drugo, proteinska struktura i glikogenske rezerve, u slučaju stresa, odgovaraju super-kompenzacijskim porastom mase. Ovo prvo (tetivna struktura i vezivno tkivo) ne odgovaraju hipertrofijom, već povećanom funkcionalnošću i boljim prijenosom sile sa mišića na koštanu strukturu.

Jedna od najčešćih vrsta treninga eksplozivne snage danas je upravo metoda treninga s kojom se postiže visoko opterećivanje živčane strukture uz malo opterećenje proteinske i glikogenske strukture - pliometrijski trening.

5.3 *Fleksibilnost*

Fleksibilnost je motorička sposobnost koja u osnovi označava pokretljivost u zglobovima. Suvremena literatura fleksibilnost dijeli na puno načina. Međutim, za potrebe ovog udžbenika i ovog predmeta, fleksibilnost će se podijeliti na jedan od temeljnih načina i to na:

- statičku i
- dinamičku fleksibilnost.

Statička fleksibilnost podrazumijeva postizanje i zadržavanje maksimalne amplitude snagom agonističkih mišićnih skupina, tj. snagom mišićnih skupina koje izvode kretanju u zglobu u kojem se fleksibilnost manifestira.

Dinamička fleksibilnost podrazumijeva postizanje maksimalne amplitude kretanja u zglobu ili više zglobova uz izvođenje dinamičke kretanje, točnije uz određeni zamah.

Iz prethodne podjele jasno je kako se visoka dinamička fleksibilnost može očekivati kod osoba koje postižu visoku statičku fleksibilnost, ali da korelacija između ove dvije sposobnosti ne treba nužno biti maksimalna. Naime, može se dogoditi, a što je u praksi čest slučaj, da neke osobe mogu postići visoku statičku fleksibilnost, ali ne uspijevaju postići dinamičku fleksibilnost. Razlozi za to bit će jasniji kad se detaljnije objasni problematika samog testiranja fleksibilnosti kao i fiziološka pozadina fleksibilnosti kao sposobnosti.

Testiranje fleksibilnosti danas je (i) u svim područjima kineziologije vrlo često i popularno. Ne može se zanijekati činjenica da je (ii) ponekad i iznimno važno, ali isto tako treba voditi računa o tome da se (iii) testiranje fleksibilnosti vrlo često loše izvodi u praksi.

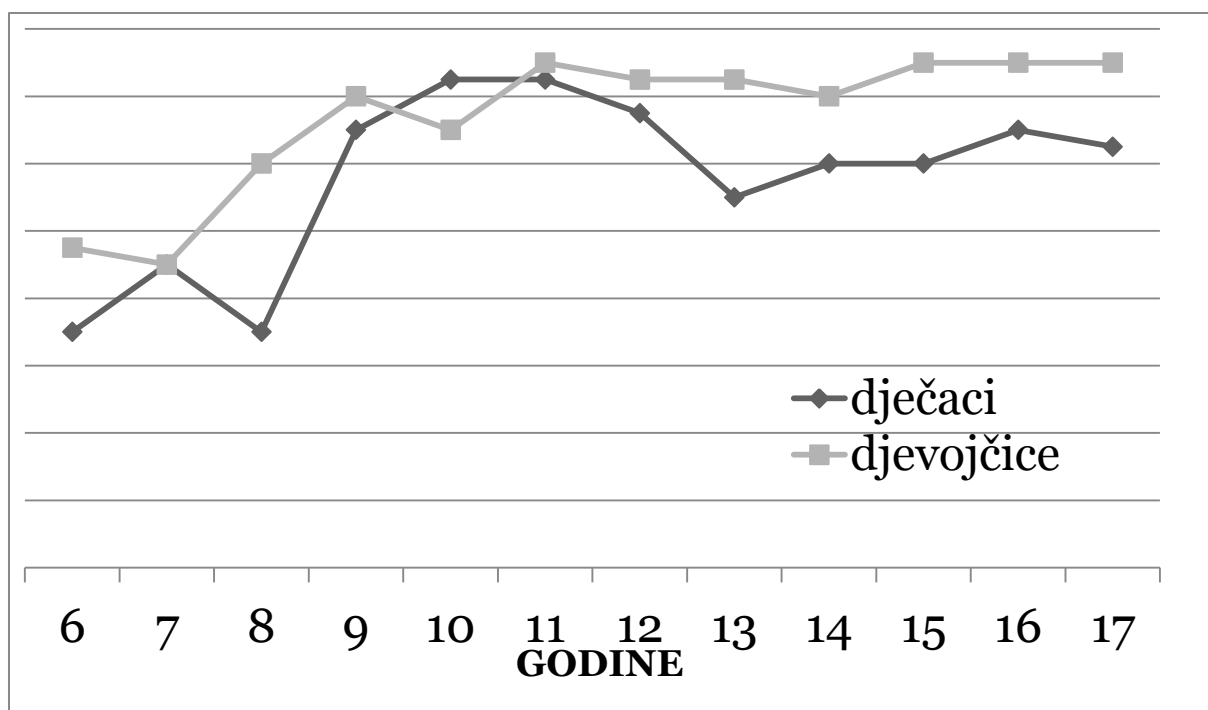
Prva dva razloga koja su navedena, da je testiranje fleksibilnosti često i popularno, a istovremeno i nerijetko iznimno važno, su, u stvari usko povezani. Logika ove povezanosti sadržana je u slijedećem.

Prvo, testiranje fleksibilnosti, bez sumnje pokazuje opće stanje treniranosti, ali i funkcionalnosti lokomotornog sustava u cjelini. Ovo se odnosi na funkcionalnost

mišića, ali i na funkcionalnost zglobova, odnosno koštanih sustava „oko“ zgloba(-ova) u kojima se manifestira fleksibilnost. Zašto je to tako bit će jasnije u daljnjem tekstu kada se objasne faktori koji utječu na manifestaciju same fleksibilnosti. Međutim, ova činjenica da stanje fleksibilnosti često pokazuje i opće stanje funkcionalnosti lokomotornog sustava, nije jedini razlog zbog čega je fleksibilnost vrlo često testirana sposobnost danas i to u svim područjima primijenjene kineziologije, kako u sportu, tako u tjelesno-zdravstvenoj kulturi, rekreaciji ili kineziterapiji.

Drugi razlog zbog čega je testiranje fleksibilnosti popularno je činjenica da u nekim uzrastima fleksibilnost biološki opada, a taj pad u fleksibilnosti redovito ima negativne posljedice na stanje tjelesnog držanja kod djece. Kako se poremećajem tjelesnog držanja javlja generalni problem u motoričkom funkcioniranju, a kasnije i u zdravstvenom statusu, jasno je kako se radi o izuzetno važnom problemu.

Pozadina ovog problema nalazi se u biološkoj zakonitosti da u uzrastu puberteta kosti izraženo brže rastu od mišića. Konkretno, kost dobiva na duljini, a mišić tu promjenu u duljini ne uspijeva pratiti.



Da je trend u promjeni fleksibilnosti u uzrastu ranog puberteta doista značajan problem o kojem treba posebno voditi računa, najbolje se vidi iz longitudinalnih studija koje su pratile promjene u fleksibilnosti kod djece od 6 - 17 godina. Relativno je poznato da fleksibilnost kod dječaka izrazito opada od 11 - 13 godine i na tim vrijednostima se zadržava do kraja puberteta. Ovaj period izuzetno je problematičan u ovom pogledu. Konkretno, kod dječaka koji naglo izrastu i dobiju na tjelesnoj visini događa se kifotično držanje, koje se kasnije vrlo teško može anulirati.

S druge strane, tretiranje fleksibilnosti vrlo često se loše izvodi. S obzirom da testiranje fleksibilnosti, u stvari podrazumijeva najčešće pokušaj aproksimalcije kuta koji je postignut u određenom zglobu, a što je vrlo teško moguće provesti klasičnim procedurama mjerenja. U pravilu radi se o mjerenju udaljenosti postignute u (najčešće) dohvat, a koja bi u konačnici, trebala predstavljati kut. Kako udaljenost vrlo često i duljine koje se mjere prilikom testiranja fleksibilnosti ovise o duljinama pojedinih tjelesnih segmenata, vrlo često se događa da prilikom testiranja fleksibilnosti zanemarujemo duljine koštanih segmenata, te u pojedinim testovima testovi penaliziraju visoke ljude, a u pojedinim testovima penaliziraju se osobe manje tjelesne visine. O ovom problemu nešto će se kazati kasnije kad se budu predstavljali neki od testova fleksibilnosti.

Osnovni problem kod testiranja fleksibilnosti ipak se svodi na činjenicu da ne postoji univerzalna mjera fleksibilnosti. Jednako kao i kod testiranja repetitivne snage, nerijetko se za različite topološke regije treba pronaći adekvatna test-procedura, odnosno adekvatna mjera fleksibilnosti. Konkretno, opet svaka topološka regija traži svoj test, ovisno o zglobnim tijelima, u kojima se fleksibilnost manifestira.

5.3.1 Analiza stanja u mjerama fleksibilnosti

Pretklon sunožno

Premda varijanti testa pretklona ima puno, ovdje će se predstaviti samo dvije varijante ovog testa, za koje autor smatra da su adekvatno riješile problem utjecaja tjelesnih duljina na konačni rezultat na testu.

Prva varijanta ovog testa je pretklon sunožno u kojem se uzima u obzir tzv. nulta točka dohvata. Ispitanik zauzima položaj kakav je prikazan na slici, te pružajući maksimalno ruke, uz zadržavanje lopatica na zidu, dodiruje mjernu skalu koja se nalazi na sanduku ispred njega.



Noge su maksimalno opružene, test se izvodi bez cipela i stopala su skupljena. Na nultu točku koju ispitanik postigne u sjedećem položaju postavlja se nula mjerne ljestvice. Od te točke

ispitanik izvodi maksimalni pretklon bez grčenja nogu. Očitava se maksimalna vrijednost dohvata u pretklonu. Ispitanik treba zadržati položaj maksimalnog pretklona najmanje 2-3 sekunde.

Zašto je ova varijanta testa po mišljenju autora, kvalitetnija od drugih varijanti ovog testa, kod kojih se ne razmatra problem nulte točke nije, možda potrebno detaljnije objašnjavati, ali s obzirom da se ovdje radi o sveučilišnom udžbeniku, ukratko će se objasniti problem o kojem se radi. Dakle, uvažavanje nulte točke prilikom izvođenja testa imperativ je ukoliko se želi zadržati pouzdanost, odnosno valjanost mjerenja fleksibilnosti primjenom ove test-procedure. Konkretno, ukoliko bi se prilikom izvođenja ovog testa mjerio samo dohvat, dobila bi se vrlo vjerojatno kriva slika o fleksibilnosti, jer se takvim testiranjem ne bi uvažavao relativni nesrazmjer između visine i duljine nogu i duljine ruku. Vrlo vjerojatno bi se dogodilo da neki ispitanici relativno dugih nogu i trupa ne bi postigli adekvatne rezultate u mjerenju, jer njihova

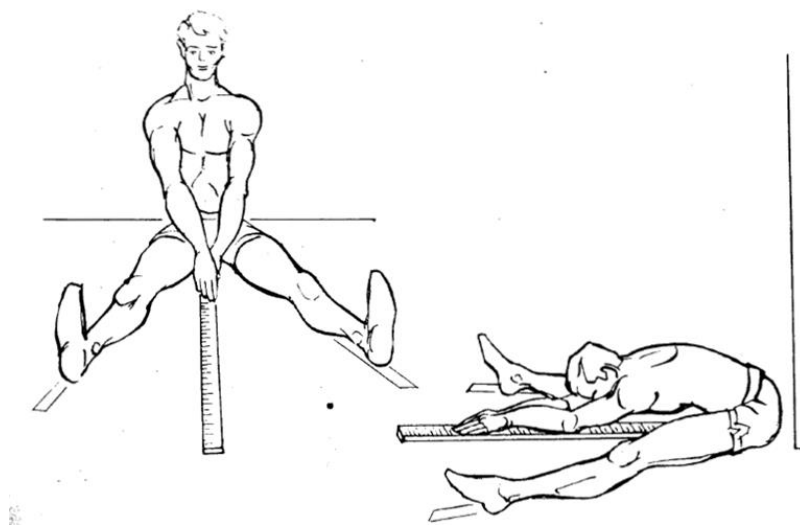
duljina ruku ne bi mogla kompenzirati duljinu nogu i trupa. Isto tako, obrnuto, moglo bi se lako dogoditi da ispitanici izrazito dugih ruku postignu odlične rezultate, a da to u osnovi ne predstavlja njihovu fleksibilnost.

Druga varijanta testa je ustvari ista u izvedbi kao i ova koja je predstavljena, ali se ne uvažava „nulta točka“ već se ispitanici mjere na ljestvici koja za svakoga počinje u razini stopala S obzirom da je izvedba testa „s nultom točkom“ praktički moguća uvijek kad i izvedba testa „bez nulte točke“ nema potrebe govoriti da je testiranje „bez nulte točke“ nepotrebno primjenjivati.

Pretklon raznožno

Pretklon raznožno je varijanta testa koja je nastala na ovim prostorima, a vrlo vjerojatno i zbog toga što su naši istraživači već tada primijetili problem nesrazmjera tjesne visine sa rezultatima na do tada primjenjivanim procedurama mjerenja fleksibilnosti, u prvom redu tzv. pretklona na klupi.

Izvedba testa je vrlo jednostavna i ponovno se test izvodi u sjedećem položaju, s tim da su noge ovaj put raširene pod 45 stupnjeva. Ispitanik naslonjen na zid, maksimalno opruža ruke, a da glavu ne odvajaju od zida, te radi maksimalni dohvat. Na točku maksimalnog dohvata na tlu postavlja se drvena mjera (drveni metar) te ispitanik od te točke radi maksimalni pretklon, te se očitava maksimalna vrijednost pri testiranju (slika).



I kod ovog testa efikasno je riješen problem utjecaja tjelesnih duljina na rezultat na testu, te su korelacije koje su dobivene između tjelesne visine i rezultata na ovom testu, redovito nulte. Drugim riječima te se može smatrati valjanom mjerom statičke fleksibilnosti.

Iskret

Iskret je jedan od najpopularnijih testova fleksibilnosti za procjenu ove motoričke sposobnosti za područje ramenog zgloba. Njegova popularnost najvjerojatnije je vezana za činjenicu da se radi o izuzetno jednostavnom testu.

Ispitanik u stojećem položaju uzima baždareni štap (drveni metar), te pokušava izvesti kretnju prikazanu na slici dolje bez savijanja u laktovima, a da udaljenost između dlanova ostane minimalna.

S obzirom da se test relativno jednostavno izvodi vrlo je popularan u sportskoj i kineziološkoj praksi. Rezultat na testu je udaljenost između dlanova u položaju prikazanom na Slici Logično, bolji rezultat predstavlja manja udaljenost između dlanova, jer znači da je ispitanik prilikom izvedbe testa uspio napraviti veliku cirkumdukciju u oba ramena zgloba. Test međutim ima jednu elementarnu manu, a koja se nalazi u činjenici da osobe izrazito širokih ramena, kao i osobe dugih ruku postižu relativno slabije rezultate na testu, a što ne treba i najčešće nije vezano za njihovu fleksibilnost u ramenom zglobu.

Naime, vrlo je lako zamisliti što bi se dogodilo kad bi osoba sa slike imala nešto šira ramena, odnosno nešto duže ruke. Širina ramena već bi u startu povećala udaljenost između dlanova, a neovisno o cirkumdukciji koja se izvodi u ramenom zglobu. Hipotetski, tri osobe različite širine ramena ukoliko izvedu u oba zgloba apsolutnu cirkumdukciju, imale bi različit rezultat u testu, tj. osoba širih ramena postigla bi lošiji rezultat na testu. Vrlo slična analogija može se pratiti ukoliko testiramo osobe duljih i kraćih ruku, a pod uvjetom da cirkumdukcija koja je izvedena, nije apsolutna, već se opisuje stožac prilikom rotacije u ramenom zglobu. Ovaj problem može se relativno lako izbjeći ukoliko se rezultat na testu normira i k tomu kao odnos rezultata i vrijednosti maksimalno raspona ruku. Drugim riječima, prije samog testiranja trebalo bi izmjeriti svakom ispitaniku raspon ruku, te rezultat koji je dobiven na testu „iskret“ podijeliti sa ovom vrijednošću antropometrijske mjere. Na

taj način bi se adekvatno izrazila fleksibilnost u ramenom zglobu primjenom ovog testa.

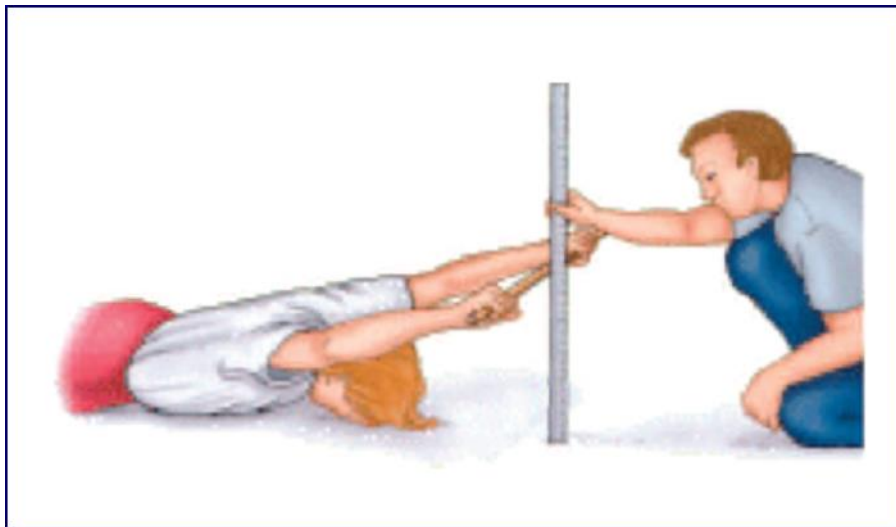
Nema sumnje da će test Iskret ostati vrlo popularan u svakodnevnoj praksi, a njegovu primjenjivost pogotovo treba naglasiti u sportovima i aktivnostima u kojima se javlja „izbačaj iznad glave“. Konkretno, fleksibilnost ramenog zgloba kod ovih sportova jedan je od izuzetno važnih parametara treniranosti koji ne samo da ukazuje na stanje funkcionalnosti ramenog zgloba, već i na stanje mogućih ograničenja u ramenog zglobu. Ovo se pogotovo može primijeniti ukoliko se prilikom testiranja prati razlika između odmaka desne ruke i lijeve ruke tj. ukoliko se prati razlika cirkumdukcije u desnom, odnosno lijevom ramenu. Konačno, i pored navedenih nedostataka nema razloga se test „iskret“ u slučaju adekvatne normalizacije rezultata ⁴⁸ ne smatra efikasnim dijagnostičkim alatom u sportskoj praksi.

Istraživanja koja su provedena test „iskret“ prepoznaju kao test dinamičke fleksibilnosti. I doista, može se smatrati da se radi o elementarnoj razlici između ove test-procedure i do sada objašnjenih test-procedura (naravno pored činjenice da su dosada predstavljene test-procedure mjerile fleksibilnost drugih topoloških regija). Konkretno, test „iskret“ doista se izvodi „u zamahu“. Ta njegova karakteristika neminovno određuje i pojavu da osobe bolje dinamičke fleksibilnosti mogu postizati bolje rezultate pri ovom testiranju, jer se „kritična točka“ prolazi u dinamičkom režimu rada. Ovo je ukratko objašnjeno, jer će testovi koji su predstavljeni u daljnjem tekstu, obrađivati fleksibilnost ramenog pojasa, a radit će se o testovima statičke fleksibilnosti. Stoga i korelacija između testa iskret i drugih testova fleksibilnosti ne mora uvijek biti visoka, a što bi bilo za očekivati s obzirom da se radi o istoj motoričkoj sposobnosti procijenjenoj u istoj topološkoj regiji.

⁴⁸ Normalizacija u ovom slučaju podrazumijeva da se rezultat na testu izrazi kao omjer postignut rezultata i raspona ruku

Test statičke fleksibilnosti ramena

Test statičke fleksibilnosti ramena je još jedna efikasna i pouzdana test-procedura za procjenu fleksibilnosti u ovoj topološkoj regiji. Osnovna razlika između ovog testa i prethodno objašnjenog testa Iskret može se pronaći u tome što se test statičke fleksibilnosti ramena izvodi kroz postizanje maksimalne amplitude u ramenom zglobu u statičkom režimu rada. Izvedba testa sastoji se od kretnje prikazanoj na slici.



Ispitanik leži na tlu, licem prema dolje, te sa rukama pruženim iznad glave hvata palicu u maksimalnom pruženom položaju ruku. U tom položaju pokušava podići ruke maksimalno od tla i to tako da nos ne odvaja od podloge. Kao rezultat na testu mjeri se udaljenost palice od tla u trenutku postizanja maksimalne visine.

I pri površnoj analizi postaje jasno kako kod testa statičke fleksibilnosti ramena, duljina ruku predstavlja svojevrsnu prednost. Konkretno, osobe s dugim rukama postići će i relativno bolji rezultat na testu, a pod uvjetom iste fleksibilnosti ramenog pojasa u usporedbi s osobama kraćih ruku. Situacija je, dakle kod ovog testa obrnuta u odnosu na testiranje fleksibilnosti ramenog pojasa primjenom testa Iskret. Međutim, i u ovom slučaju problem slabe valjanosti testa može se relativno lako riješiti i to tako da se rezultat na testu normira duljinom ruku. U ovom slučaju rezultat na testu podijeli se s vrijednošću antropometrijske mjere duljine ruke, te se na taj način izrazi konačno postignuće svakog pojedinog ispitanika. Dakle, i u ovom

slučaju radi se o vrlo efikasnoj i konkretnoj test-proceduri za procjenu fleksibilnosti u ramenom pojasu.

Međutim, u kineziološkoj praksi došlo se do spoznaje da ova test-procedura krije određenu grešku mjerenja, a koja se javlja u situacijama kada se testira relativno velika grupa ispitanika među kojima se nalaze i ispitanici, odnosno ispitanice visoke razine fleksibilnosti u ramenom pojasu. U takvim situacijama (izražene fleksibilnosti ramenog pojasa) javlja se problem koji je prikazan na slici.

Kao što se može vidjeti iz gornje slike, ispitanica koja je testirana prošla je položaj nulte točke, te je uspjela ramena praktički izokrenuti (dislocirati) i napraviti kretnju nakon postignute maksimalne visine palice. Ukoliko bi se vrijednost na testu sada očitavala kroz udaljenost palice od tla, dobili bi praktički lošiji rezultat nego da je vrijednost očitavana neposredno prije kritične točke.

Stoga su neki mladi istraživači ovaj problem riješili izradom kutomjera, kojim se egzaktno izražava vrijednost postignuta na testu, bez obzira da li je ispitanik napravio test do ili preko kritične točke od cca 90 stupnjeva od tla. Primjenom ove jednostavne naprave praktički se bez greške se procjenjuje fleksibilnost ramenog pojasa pri izvedbi ovog testa. Ne samo to, već nema potrebe rezultat niti normirati, ovisno o duljini ruku, kao što je bio slučaj sa originalnom verzijom testa, prikazanom u prethodnom tekstu.

Autor ovog udžbenika nada se da će ova i slična rješenja procedura testiranja ponukati i druge autore da nađu originalna i jednostavna rješenja kineziometrijskih problema u testiranju motoričkih sposobnosti.

Test statičke fleksibilnosti trupa i ramena

Test statičke fleksibilnosti trupa i ramena logičan je nastavak prethodnog testa, a uključuje višezglobnu pokretljivost u ramenom zglobu, ali i kralježnici. Izvedba testa vrlo je slična prethodnom objašnjenom testu, s tom razlikom što ispitanik osim maksimalne ekstenzije u ramenom zglobu izvodi podizanje i u trupu. Na taj način visina koja se postiže je nešto veća, a rezultat na testu je kompozit fleksibilnosti ramenog zgloba i fleksibilnosti kralježnice u „hiperekstenziji“.

Rezultat na testu dobiva se na isti način kao i rezultat na prethodno objašnjenom test-proceduri tj. kao udaljenost palice od tla. I u ovom slučaju javlja se određena prednost koja „umjetno“ povećava rezultat kod visokih osoba, odnosno osoba duljih ruku. I u ovom slučaju potrebno je normirati rezultat na testu s duljinom ekstremiteta i duljinom trupa u zbroju. Ovo je, u osnovi antropometrijska mjera koju je relativno teško izmjeriti, jer ne postoje standardne antropometrijske procedure za procjenu iste. Međutim, jasno je kako nema potrebe ovu mjeru potpuno precizno izražavati, već se rezultat na testu može relativno valjano normirati s tjelesnom visinom ispitanika ili, još bolje, dohvatnom visinom ispitanika. Kako je dohvatna visina vrlo jednostavna procedura, a danas je u sportu sve više prepoznata kao potencijalno važna, autor udžbenika predlaže da se u slučaju normiranja rezultata na ovom testu koristi normiranje kroz dohvatnu visinu.

Kao dodatna mjera, prilikom provođenja ovog testiranja može se uzeti i udaljenost nosa od tla u položaju maksimalne hiperekstenzije. Naime, na taj način može se doći do podatka o statičkoj fleksibilnosti kralježnice u hiperekstenziji što u nekim situacijama može biti značajno.

U svakom slučaju, test-procedura koja je prikazana daje puno mogućnosti za procjenu statusa fleksibilnosti u topološkim regijama kralježnice i ramenog pojasa, a znanju i maštovitosti onih koji je primjenjuju prepuštena je konačna odluka o primjeni, ali i mogućnosti iskorištavanja dobivenih rezultata.

Osnovno ograničenje ove test-procedure treba se tražiti u problemu utjecaja snage na rezultat na testu. Naime, neminovno je da hiperekstenzija u kralježnici, ali i potpuna ekstenzija u ramenom zglobu zahtijevaju solidnu razinu snage ispitanika koji se testiraju. Tako ispitanici mogu imati podjednaku fleksibilnost, ali će bolji rezultat na testu postići onaj ispitanik koji može snagom vlastite muskulature „podići“ ekstremitete i trup u položaj maksimalne ekstenzije. Stoga, rezultate na testu treba u

pojedininim situacijama uzimati s rezervom, jer za razliku od do sada prikazanih test-procedura, kod ove test-procedure snaga, igra bitno veću ulogu. Sve dosadašnje test-procedure u stvari su podrazumijevale istežanje u zglobnim tijelima, a uz (određeni) utjecaj tjelesne težine. U ovom slučaju, tjelesna težina se treba savladavati, a nije ona faktor koji pomaže istežanju u tjelesnog regiji, kao što je bio slučaj sa prethodnim test-procedurama.

5.3.2 Kineziološke transformacije fleksibilnosti

Fleksibilnost je jedna od najčešće treniranih motoričkih sposobnosti. Kako bi se ovom problemu pristupilo pravilno, potrebno je upoznati se sa faktorima koji fleksibilnost određuju, jer će se na taj način dobiti jasnija slika o mogućnostima djelovanja na fleksibilnost i razvoj fleksibilnosti.

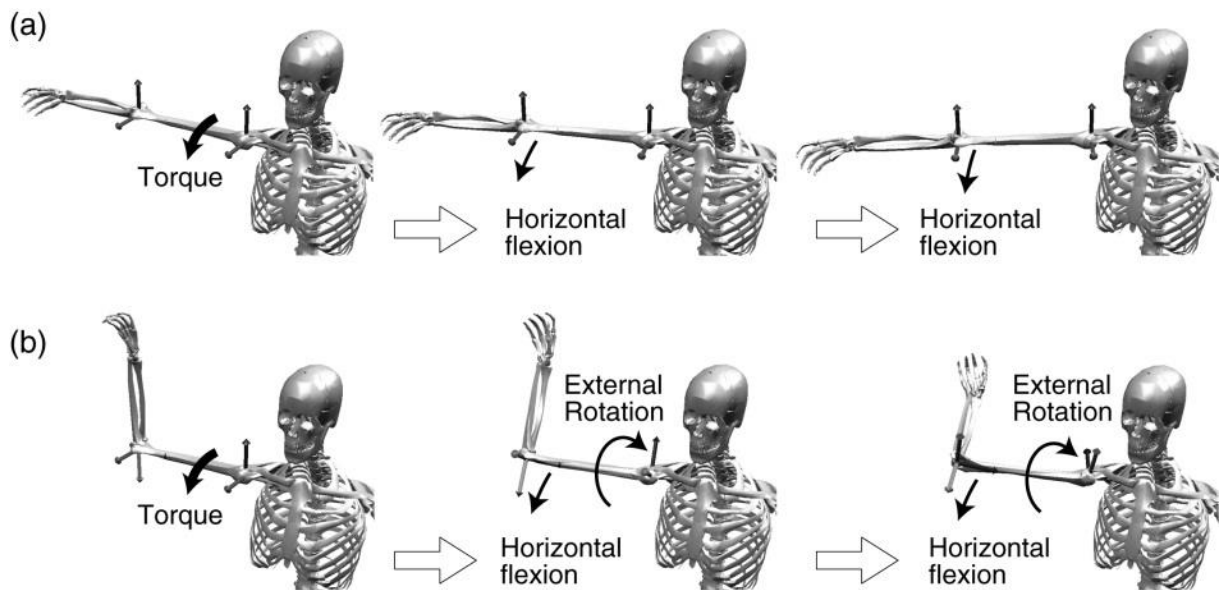
Zašto je uopće važno razvijati fleksibilnost već je nešto rečeno u samom početku ovog poglavlja. Međutim, kako je fleksibilnost vrlo vjerojatno jedna od motoričkih sposobnosti koja izuzetno utječe, ne samo na kvalitetu motoričkog funkcioniranja u sportu, već i na čitav niz drugih faktora, autor ovog udžbenika smatra da je problem fleksibilnosti takav da nadilazi kineziologiju i primijenjena kineziološka područja. Stoga će se ovo područje obraditi nešto detaljnije⁴⁹, tako da ova problematika bude razumljiva i osobama koje nemaju izravnog dodira sa kineziološkom znanosti i praksom.

Faktori koji ograničavaju i određuju fleksibilnost u pojedinom zglobu u osnovi su:

- a) građa zgloba
- b) vezivno tkivo (ligamenti, tetive, hrkavično tkivo)
- c) mišići koji izvode kretnju u pojedinom zglobu.

Građa zgloba je vjerojatno presudan faktor u fleksibilnosti pojedine tjelesne regije. Postoje zglobovi koji svojom građom omogućavaju izvođenje velikih amplituda pokreta, dok postoje zglobovi koji svojom građom praktički kretnje ograničavaju. Primjer zgloba iz prve skupine, tj. zglob koji svojom građom omogućava veliku pokretljivost je rameni zglob. Kretnje koje se mogu izvesti u ramenom zglobu su, uvjetno rečeno, neograničene, i mogu se izvoditi u svim smjerovima. Kako bi se fleksibilnost ramenog zgloba jasnije predočila napravljena je naredna shema pokreta u ovoj topološkoj regiji.

⁴⁹ Prvenstveno anatomske



Primjer zgloba iz druge skupine (zglobovi koji svojom građom ograničavaju kretnje) je zglob koljena. Koljenski zglob omogućava kretnje u samo jednom pravcu i to kretnje koje se nazivaju kretnje ekstenzije i fleksije

Ove kretnje ponekad se znaju doživljavati kao izuzetno velik opseg kretnji, ali kad se uspoređi pokretljivost u zglobu koljena i pokretljivost u zglobu ramena, koja je prethodno prikazana, postaje jasno kako je koljenski zglob izuzetno male potencijalne amplitude, koja bez obzira na sve druge faktore koji fleksibilnost određuju, ne može bitno biti unaprijeđena, a s obzirom na same morfološke značajke u ovom zglobnom sustavu.

Drugi faktor koji određuje fleksibilnost u zglobu je **vezivno tkivo** koje zglob okružuje. Pri tome se prvenstveno misli na hrskavično tkivo, ali i ligamentoznu strukturu, te dijelom tetive. Hrskavično tkivo je najvažniji od ovih faktora. Bez obzira što hrskavično tkivo u osnovi pripada zglobu i određeno je samom građom zgloba, pa je tako normalno da površina koju pokriva hrskavično tkivo u ramenom zglobu bude bitno veća nego površina koju pokriva hrskavično tkivo u koljenom zglobu, hrskavično tkivo je ustvari „organski sustav“. Ono se hrani, razvija i propada. U najranijem djetinjstvu je relativno razvijeno (najpovoljniji odnos hrskavičnog u odnosu na koštano tkivo), ali tijekom života u pravilu propada. Upravo ovo propadanje hrskavičnog tkiva pojava je koja se može jednim dijelom spriječiti, te na taj način osigurati veću fleksibilnost u pojedinim zglobnim tijelima.

Hrskavično tkivo figurativno kazano održava se vježbanjem. Razlog tome je biološka osobitost hrskavičnog tkiva da se hrani difuzijom iz zglobne tekućine, a s obzirom da nema vlastitog krvotoka. Kako je difuzija sama po sebi polu-aktivni prijenos tvari, na kvalitetu difuzije izravno utječe tlak u zglobnom sustavu. Tako, ukoliko je tlak u zglobnom sustavu veći, difuzija je naglašenija, a ako je tlak u zglobnom sustavu manji, difuzija je slabije naglašena. To znači da se u ovom drugom slučaju hrskavično tkivo i slabije hrani. Upravo o tom hranjenju hrskavičnog tkiva, a pod utjecajem difuzije, ovisi i održavanje kvalitete hrskavičnog tkiva od djetinjstva, preko adolescencije, odrasle dobi do starosti.

Vježbanje proizvodi najbolje uvjete za povećanje tlaka u zglobovima, a što u omogućava kvalitetnije hranjenje hrskavičnog tkiva. Smanjenim kretanjem, a što je redovita pojava pri odrastanju i starenju, hrskavično tkivo postepeno odumire i okoštava. Ovaj se proces može u znatnoj mjeri usporiti upravo redovitim tjelesnim vježbanjem, te na taj način osigurati i pokretljivost tj. fleksibilnost u zglobovima. Kako fleksibilnost, odnosno pokretljivost zglobova izravno utječe na ukupnu mobilnost jasno je kako se radi o izuzetno važnom utjecaju koji nadilazi problematiku sporta i tjelesnog vježbanja.⁵⁰ Problem ligamenata i tetiva vrlo je sličan problemu hrskavičnog tkiva, s tom razlikom što ligamenti i tetive imaju krvotok, ali je on izuzetno slab. Stoga funkcionalnost ovih vezivnih struktura može se kazati, također izravno ovisi o vježbanju i povećanom protoku hranjivih tvari kao posljedice tjelesnog vježbanja. I u ovom slučaju ne može se govoriti samo o kineziloškom transformacijskom učinku tjelesnog vježbanja, ali je problem važno poznavati, kako bi se potencijalna ograničenja mogla spriječiti na vrijeme.

Treći faktor je **faktor mišićnog tkiva** i taj faktor je u osnovi najvažniji faktor u transformacijskom djelovanju na promjene fleksibilnosti. Naime, mišićno tkivo ima najveći potencijal u razvoju po pitanju unapređenja fleksibilnosti, a zbog toga jer svojom građom i funkcijom istovremeno i ograničava fleksibilnost, ali se u tom smislu može i adaptirati.⁵¹

⁵⁰ Ipak, kako se ne radi o klasičnom transformacijskom procesu na njemu se neće duže zadržavati, ali na njega se trebalo osvrnuti zbog upućivanja čitatelja u ovaj problem.

⁵¹ Kako bi se problematika unapređenja fleksibilnosti, a kroz djelovanje na promjenu i adaptaciju mišićnog tkiva, objasnila, potrebno je poznavati problem adaptacije mišićnog tkiva, golgijevog tetivnog aparata i problem „refleksa istežanja“ koji su objašnjeni u poglavlju o adaptacijama.

Fleksibilnost je, kao što je već rečeno, jedna od vrlo popularnih i važnih motoričkih sposobnosti, i to kako i u primjenjenim kineziološkim područjima, tako i u svakodnevnom životu. Fleksibilnost ne samo da određuje funkcionalnost u sportu i vježbanju, već određuje i funkcionalnost u svakodnevnom životu, prvenstveno kroz mobilnost zglobova i s tim povezanu mobilnost lokomotornog sustava općenito. Trening i razvoj fleksibilnosti kineziološkim stimulansima iz tog razloga izuzetno su popularni. Ovo nije samo povezano s važnošću fleksibilnosti, već je vezano za činjenicu da se fleksibilnost relativno lako razvija, trenira i da su napreci u fleksibilnosti vidljivi i jasni u relativno kratkom periodu. Ovo pridonosi motiviranosti vježbača, jer upravo ta pozitivna reakcija na trening daje dodatni motiv i na jedan logičan način „tjera⁵²“ osobu da trenira i dalje, što opet dovodi do daljnjeg razvoja ove motoričke sposobnosti.

S obzirom na rečenu popularnost treninga fleksibilnosti i općenito razvoja fleksibilnosti do danas se u svijetu razvio veliki broj metoda koje se koriste u razvoju ove motoričke sposobnosti. Međutim, za predstavljanje ove problematike u nekoj potpunoj varijanti trebao bi poseban udžbenik, pa se autor odlučio problematiku razvoja fleksibilnosti, jednako kao i problematiku razvoja ostalih motoričkih sposobnosti i izdržljivosti, a koje su predstavljene u ovom udžbeniku, izložiti u jednom skraćenom obliku, koji će dati generalni uvid u ovu temu,

U ovom udžbeniku dat će se uvid u dvije metode razvoja fleksibilnosti, a to su:

- a) statička metoda
- b) dinamička metoda

Statička metoda u razvoju fleksibilnosti podrazumijeva izvođenje vježbi karakteriziranih maksimalnom amplitudom kretanje u pojedinom zglobu ili pojedinim zglobovima, a uz zadržavanje postignutog položaja maksimalnog istezanja određeno vrijeme. To vrijeme u kojem se položaj zadržava po nekim autorima varira od 20 do čak 60 sekundi. Po mišljenju autora ovog udžbenika nisu u krivu ni oni koji predlažu manje, ni oni koji predlažu dulje vrijeme zadržavanja položaja istezanja. Konkretno, radi se najvjerojatnije o efektima koji će se razlikovati ovisno o razini treniranosti pojedinca koji trening provodi, ali i o topološkoj regiji koja se trenira.

⁵² Za detaljnije upoznavanje s ovom problematikom čitatelje se svakako upućuje na REF

Tako se pozitivni efekti treninga statičke fleksibilnosti, a u trajanju od 20 sekundi po pojedinoj vježbi, mogu očekivati za osobe (ili tjelesne regije) koje imaju relativno nisku razinu fleksibilnosti i kod kojih se može očekivati ubrzani razvoj ove sposobnosti. U tom slučaju, kao što je poznato iz fenomena *krivulje razvoja* (Sekulić i Metikoš 2007), dovoljno je primijeniti male podražaje, a očekivati relativno veliki razvoj treniranosti. U ovom slučaju mali podražaj podrazumijeva kratko vrijeme zadržavanja položaja istezanja, a s obzirom da će se u tom slučaju raditi o osobama izrazito niske razine fleksibilnosti, njihov razvoj u ovoj motoričkoj dimenziji biti će naglašen i pored primjene tako malog volumena rada. To u stvari daje za pravo autorima koji predlažu kratke periode istezanja u statičkom položaju.

S druge strane, kod osoba koje su postigle visoku razinu fleksibilnosti, teško se mogu očekivati pozitivne promjene u ovoj dimenziji motoričkog statusa, ukoliko se ne primjene i relativno veliki volumeni opterećenja. U ovom slučaju, volumen opterećenja nesumnjivo treba predstaviti upravo vremenom rada tj. vremenom provedenim u položaju istezanja po pojedinoj mišićnoj grupi, odnosno zglobnoj strukturi. Dakle, kod osoba visoke razine treniranosti potrebno je postići veliki volumen rada, a vrlo vjerojatno će se, prema zakonitostima *krivulje razvoja*, dobiti vrlo male promjene u statusu fleksibilnosti. Stoga nije čudno da postoji ovako veliko razilaženje u preporukama različitih autora po pitanju potrebnog volumena rada u treningu fleksibilnosti primjenom statičke metode istezanja.

Ova metoda generalno je poznata kao „stretching“ i vjerojatno je danas najpopularniji oblik treninga fleksibilnosti u svijetu. Glavna prednost ove metode može se sagledati u činjenici da se radi o relativno nisko-stresnom treningu koji u slučaju adekvatne primjene može biti čak i opuštajući. Svaka vježba izvodi se „do granice boli“ koja osobno (bol) popušta i osjećaj boli postepeno se pretvara u ugodu. Da bi se ovo ostvarilo prvenstveno je potrebno ostvariti uvjete:

- adekvatne zagrijanosti miškulature
- ugodnog prostora u kojem se vježbanje izvodi
- dobre tehnike izvođenja vježbe.

Bez adekvatne zagrijanosti miškulature nemoguće je očekivati kvalitetno statičko istezanje. Stoga je apsolutni preduvjet kvalitetnog provođenja statičkog istezanja dobro prethodno zagrijavanje. To međutim, nikako ne smije značiti pretjerani umor miškulature koja se isteže, a pogotovo se treba izbjeći pojava visokog tonusa

muskulature koja će se istezati. Zagrijavanje bi trebalo biti provedeno cikličkim kretanjama kako bi se adekvatno pojačala cirkulacija u svim dijelovima tijela, jer će se na taj način osigurati uvjeti za kvalitetnije „gašenje“ stretch-refleksa⁵³ i s time povezano povećanje fleksibilnosti u istezanim tjelesnim regijama. Povećani tonus muskulature nikako nije dobrodošao, jer će se kompromitirati izvođenje vježbi, smanjiti mogućnost postizanja maksimalne amplitude i vrlo vjerojatno do „gašenja“ *stretch-refleksa* neće doći, jer će maksimalno rastezanje onemogućiti prethodna postojeća kontrakcija. Ne treba zanemariti ni činjenicu da je mogućnost ozljede kudikamo veća ukoliko se istezanje, pa čak i primjenom statičke metode, izvodi na mišićima pod pojačanim tonusom. Statička metoda popularna je i zbog razloga što je primjenjiva u relativno velikoj frekvenciji treninga. Tako nije nikakva rijetkost da se fleksibilnost primjenom ove metode trenira i dva puta dnevno, te da se time u stvari postiže izuzetno naglašena krivulja super-kompenzacije koja dovodi do ubranog razvoja treniranosti u ovoj motoričkoj sposobnosti. To je naročito vidljivo primjenom statičke metode, jer se radi o nisko-stresnom treningu, kod kojega se može kontrolirati praktički sve parametre opterećenja, te vježbač (naravno pod uvjetom ozbiljnosti i posvećenosti treningu) može efikasno modelirati trenažni rad, postići maksimalnu učinkovitost, a istovremeno nisku stresnost i izuzetno nizak rizik treninga.

Dinamička metoda u razvoju fleksibilnosti, u stvari, podrazumijeva rad u dinamičkim uvjetima, u kojima se u određenoj dinamičkoj kretnji zglobno tijelo i pripadajuća muskulatura dovode u položaj maksimalnog istezanja. Ovo maksimalno istezanje tada se ne zadržava već se odmah vraća u relaksirajući, opuštajući položaj, ali se kretanja zato ponavlja 20-30 puta. Dinamička metoda u razvoju fleksibilnosti uglavnom se koristi u dobro treniranih osoba zbog toga jer ona sama po sebi povlači određeni rizik, i to prvenstveno rizik od ozljeđivanja. S druge strane, u sportovima se fleksibilnost praktički uvijek manifestira u dinamičkim uvjetima rada i vrlo je teško naći sport u kojem se fleksibilnost manifestira statički. S te strane jasno je kako upravo takav način pristup dinamičkog rada povlači za sobom potrebu za specifičnim treningom, a to se ostvaruje kroz dinamičku metodu u razvoju fleksibilnosti. Konkretno, vrlo je teško očekivati da će osoba koja fleksibilnost trenira statički uspjeti

⁵³ Problem „stretch refleksa“ objašnjen je u poglavlju o adaptacijama

manifestirati dinamičku fleksibilnost u onoj razini i u onoj situaciji koja mu se u sportu nametne. Suprotno, ukoliko se ne radi o potrebi za manifestiranjem dinamičke fleksibilnosti (a to je prvenstveno i gotovo isključivo vezano za sportaše) ostaje preporuka da se dinamičku fleksibilnost ne treba ni trenirati u takvom obliku.

Osim problema po pitanju mogućeg ozljeđivanja, dinamička metoda u razvoju fleksibilnosti ne daje vremena za „gašenje“ stretch-efekta. U tom smislu, pitanje je koliko se može očekivati razvoj statičke fleksibilnosti. Ipak, dinamička metoda ima svoje prednosti, a koje su prethodno iznesene i sigurno je dobrodošla u svim situacijama u kojima se dinamička fleksibilnost manifestira u određenim aktivnostima. Međutim, da bi se dinamička metoda sigurno i učinkovito mogla primjenjivati potrebno je postići određeni stupanj statičke fleksibilnosti, a koji je preporučljivo postići kroz statičku metodu istezanja.

U primjeni dinamičke metode treba voditi računa ne samo o relativno dobroj treniranosti ispitanika, već i to tome da se metoda ispati primjenjivati samo i isključivo kod ispitanika koji znaju potpuno precizno i tehnički ispravno izvoditi kretnju koja se u treningu radi.

Dinamička metoda zasigurno je zanimljivija od statičke metode treninga, ali nosi sa sobom i određene nedostatke, a koji se prvenstveno ogledaju u već prije spomenutom riziku ozljeđivanja, ali i u tome da se primjenom dinamičke metode vrlo teško mogu očekivati relaksirajući efekti treninga. Konkretno, dinamički trening fleksibilnosti zahtijeva maksimalnu koncentraciju, visoku posvećenost samom treningu i u većini slučajeva i naglašenu dinamičku kontrakciju mišićne mase koja ekstremitet, odnosno ekstremitete i pripadajuća zglobna tijela dovode u položaj maksimalnog istezanja. Stoga je trening dinamičke fleksibilnosti energetski bitno zahtjevniji od treninga statičke fleksibilnosti i ne može se očekivati da bude primijenjen u opuštenoj atmosferi i da se od njega dobiju efekti relaksacije kao što ih je moguće očekivati kod treninga statičkom metodom.

5.4 Ravnoteža

Ravnoteža je danas postala jedna od najzanimljivih motoričkih sposobnosti uopće. Ovo ne samo radi toga, jer je ravnoteža prepoznata kao izuzetno važna motorička sposobnost koja određuje i motoričku efikasnost, ali i svojevrsnu sigurnost u sportu, već i zbog toga što je ravnoteža prepoznata kao važna motorička sposobnost u svakodnevnom životu.

O razlozima zbog kojih je ravnoteža prepoznata kao važna motorička sposobnost u sportu, više će riječi biti kasnije, kad se bude govorilo o transformacijama i trenažnim postupcima razvoja ravnoteže. Za sada je, međutim, zanimljivo spomenuti kako je suvremena znanost prepoznala ravnotežu kao motoričku sposobnost koja je, vrlo vjerojatno, najodgovornija za kvalitetno motoričko funkcioniranje u starijoj dobi. Konkretno, gubitkom ravnoteže u starijoj životnoj dobi narušava se stabilnost, javlja opasnost od pada, a koji u tim godinama izazivaju vrlo ozbiljne zdravstvene posljedice od kojih se ponekad osoba nije niti u mogućnosti oporaviti. Ovome treba još dodati i problem hospitalizacije i ovisnosti o tuđoj skrbi, pa razvoj ravnoteže je vjerojatno postaje u potpunosti jasan .

Koliko god je ravnoteža kao sposobnost izuzetno važna, toliko je i problematično analiziranje stanja u ovoj dimenziji motoričkog statusa. Kako bi se ovaj problem shvatio, potrebno se upoznati s testovima koji se najčešće koriste u analiziranju stanja ravnoteže. Kao i kod svih drugih motoričkih sposobnosti, tako i kod analiziranja stanja ravnoteže razlikujemo terenske i laboratorijske mjerne procedure - testove. Kako je ravnoteža vrlo često testirana upravo u terenskim uvjetima, a prilikom mjerenja stanja ravnoteže javljaju se nekakvi specifični kineziometrijski problemi, o ovom problemu govorit će se više nakon što se predstave testovi, jer će tek tada čitatelju vjerojatno biti jasna ova problematika.

Različiti oblici ravnoteže

Ravnoteža se kao motorička sposobnost dijeli na više načina. Ipak, postoje dvije odvojene podjele koje same po sebi imaju svoju i bio-mehaničku, ali fiziološku osnovu.

Prva podjela ravnotežu dijeli na ravnotežu otvorenim i ravnotežu zatvorenim očima. Druga podjela razlikuje statičku i dinamičku ravnotežu. U osnovi bi vrlo vjerojatno najbolja podjela bila podjela na statičku i dinamičku, a unutar svake od njih trebalo razlikovati varijantu sa otvorenim i zatvorenim očima

Ovo je dobrim dijelom samo hipoteza autora ovog udžbenika, jer egzaktnih mjerenja faktorskih struktura ravnoteže nedostaje, a jedan od osnovnih razloga je činjenica da je terensko testiranje ravnoteže vrlo problematično i zbog toga nisu provedena opsežna mjerenja koja bi dokazala i u potpunosti razjasnila faktorsku strukturu ravnoteže.⁵⁴ Stoga će se u daljnjem tekstu govoriti o sva četiri vida ravnoteže, a koja su prethodno nabrojena, bez obzira na to što znanstvena istraživanja nisu u potpunosti dokazala egzistenciju četiri relativno nezavisne dimenzije unutar latentne dimenzije ravnoteže.

Podjela koja je do sada navedena u stvari se svodi na činjenicu da se ravnoteža odražava temeljem analize informacija o položaju tijela koji dolaze kroz vidne receptore, sustav za održavanje ravnoteže u srednjem uhu i kinestetičke receptore raspoređene po cijelom tijelu. Kako je suvremeni čovjek najviše „oslonjen“ na vidne receptore, jasno je kako sposobnost održavanja ravnoteže najviše počiva na kvaliteti ovog sustava. Međutim, činjenica je da se ravnoteža može održavati i bez primjene vidnih receptora, a za što su najbolji dokaz vrlo kompleksni sportovi i sportske aktivnosti kojima se ravnoteža manifestira u uvjetima u kojima ili nije moguće analizirati položaj tijela putem vidnih receptora ili je vrijeme koje je na raspolaganju iznimno kratko.⁵⁵

⁵⁴ Da bi se egzaktno definirale „odvojene dimenzije“ neke sposobnosti i/ili osobine potrebno je provesti mjerenja na velikim uzorcima ispitanika koji su relativno homogeni i po dobi i po treniranosti, a to je moguće napraviti gotovo isključivo primjenom terenskih procedura (za detalje o razlozima vidjeti poglavlje o mjerenjima u kineziologiji)

⁵⁵ U tim situacijama vrijeme obrade informacija je iznimno kratko, pa se ne može „osloniti“ na vidne receptore s obzirom da su oni povezani s višim regijama CŽS-a i s tim povezani su relativno „tromi“

Stoga se u ovakvim situacijama najčešće koriste kinestetički receptori, a koji vezani za „niže razine“ CŽS-a i koji su smješteni na perifernim dijelovima tijela, uključivo i površinu stopala i/ili dlana.⁵⁶

S druge strane, podjela ravnoteže na statičku i dinamičku, proizlazi iz strukturalnih zahtjeva pojedinih aktivnosti. Oni nemaju možda previše veze sa fiziološkom osnovom. Konkretno, u nekim situacijama, osoba treba manifestirati statičku ravnotežu i tu se najčešće radi o održavanju ravnoteže koja je vezana za lateralna gibanja, tj. otklone desno i lijevo. U dinamičkoj ravnoteži, tj. kod održavanja dinamičke ravnoteže, međutim, gibanja nisu tako ograničena, već se radi o otklonima duž svih osi, te je zbog toga i naglašen kompleksitet održavanja dinamičke ravnoteže, a u odnosu na statičku.

Pored ovoga dinamička ravnoteža podrazumijeva, u najvećem broju slučajeva održavanje ravnoteže naizmjenično angažiranjem jedne noge i potom druge noge, što stvara dodatni kompleksitet u ovoj motoričkoj manifestaciji.

⁵⁶ Za detalje pogledati poglavlje o adaptacijama u kojem je ukratko predstavljena i građa i funkcija CŽS-a

5.4.1 Analiza stanja ravnoteže

Premda u svijetu postoji veliki broj testova ravnoteže, autor udžbenika odlučio se ovdje izdvojiti nekoliko njih, jer smatra da su iz nekih specifičnih razloga zanimljivi čitateljima, pa će se osvrnuti na testove:

- stajanje na jednoj nozi na klupici za ravnotežu (otvorenih ili zatvorenih očiju)
- flamingo-testo (otvorenih ili zatvorenih očiju) i
- test dinamičke ravnoteže na niskoj gredi zatvorenih očiju.

Stajanje na jednoj nozi na klupici za ravnotežu (otvorenih ili zatvorenih očiju)

Test se izvodi na klupici za ravnotežu. U osnovi jedina bitna mjera ove klupice je debljina plohe na kojoj se stoji, a ona iznosi 2 cm. Ovisno o tome da li se test izvodi otvorenih ili zatvorenih očiju rezultati se jako razlikuju. U oba slučaja test se izvodi u uvjetima koji moraju biti sigurni. Dakle, najbolje je oko testirane osobe postaviti strunjače. U pojedinim slučajevima pojedinci znaju toliko inzistirati na postizanju rezultata i zanemaruju vlastitu sigurnost i padaju tako da se ne uspiju dočekati na noge. Zbog toga, pogotovo kod testiranja djece, treba spriječiti mogućnost ozljeđivanja.

Ispitanik test radi bos, zauzima stabilan položaj na jednoj nozi i oslanjajući se na mjeritelja jednom rukom. U trenutku kad je zauzeo stabilan položaj ispitanik spušta ruke niz tijelo i pokušava zadržati ravnotežni položaj maksimalno dugo. Ukoliko se test izvodi zatvorenih očiju, oči je potrebno prekriti povezom, jer se na taj način osigurava da ispitanici ne mogu vidnim receptorima analizirati položaj tijela. Ovo „osiguranje“ treba napraviti prvenstveno iz razloga što će ispitanik u nekoj situaciji refleksno otvoriti oči, pa će to nenamjerno kompromitirati rezultat na testu.

I kod jednog i kod drugog testa štopericu se pali kad ispitanik spusti ruke niz tijelo, a mjeri se vrijeme do gubitka ravnotežnog položaja, što može biti određeno time da je ispitanik sišao, skočio ili pao s klupe, ili ukoliko ispitanik odvoji jednu ili obje ruke od tijela. Test se izvodi u 5 čestica (u 5 ponovljenih mjerenja), a konačni rezultat

izračunava se kao pročišćena aritmetička sredina. Dakle, aritmetička sredina mjerenja, ali uz odbacivanje najboljeg i najlošijeg rezultata. O razlozima za ovako relativno kompleksno izražavanje konačnog rezultata biti će riječi nakon što se predstave svi testovi ravnoteže.

Flamingo-test (otvorenih ili zatvorenih očiju)

Flamingo-test u osnovi je vrlo sličan test-proceduri koja je prethodno prikazana, samo je njegova prednost u činjenici da za izvođenje testa ne treba nikakva oprema. Kao što se vidi na slici dolje, test se može izvoditi na različite načine i ovisno o razini treniranosti.



Prilikom testiranja ispitanik treba zauzeti položaj na obje noge, bos, držeći ruke na bokovima. Jednu nogu (po vlastitom izboru) i postavi je stopalom na koljeno druge noge (kao na slici). Istovremeno se podigne na prste. Od tog trenutka počinje mjerenje vremena na testu. Vrijeme se zaustavlja kad ispitanik spusti petu stajaće noge na tlo, makne stopalo s koljena stajaće noge i/ili odvoji ruku/ruke od bokova.

I ovaj test potrebno je izvoditi 5 puta, a potom konačni rezultat izračunati kao pročišćeni aritmetičku sredinu (odbaciti i najbolji i najlošiji rezultat od 5 čestica i potom izračunati aritmetičku sredinu mjerenja).

Test ima više varijacija, te pored verzije zatvorenih očiju, koja se treba izvoditi uz prekrivanje očiju ispitanika, test se može izvoditi i na punom stopalu. Verzija testa na punom stopalu primjerenija je za starije osobe i to ne toliko iz razloga sigurnosti ispitanika, već zato što starije osobe ne mogu zbog nedostatka snage održati položaj na prstima, pa će vrlo vjerojatno prekinuti testiranje, ne zbog gubitka ravnoteže, nego zbog nemogućnosti održavanja položaja na prstima.

Sve do sada nabrojene test-procedure bile su test-procedure za procjenu statičke ravnoteže.

Test dinamičke ravnoteže na niskoj gredi ((zatvorenih očiju)

Test dinamičke ravnoteže na niskoj gredi jedini je test dinamičke ravnoteže koji će se obraditi u ovom udžbeniku i to prvenstveno zato što autor ovog udžbenika ima određenog iskustva sa primjenom ovog testa i smatra ga upotrebljivom procedurom za mjerenje stanja ravnoteže kod djece. Naime, dosadašnji testovi ravnoteže statičkog tipa, djeci su redovito nezanimljivi i ne motiviraju ih na rad. Vezano uz to djeca ne postižu realne rezultate i vrlo je teško dobiti realnu sliku o stanju ravnoteže primjenom testova statičke ravnoteže. Test dinamičke ravnoteže je svojevrsan natjecateljski test i djeca vide svoje postignuće koje je izraženo prostorno, a ne vremenski.

Test se izvodi zatvorenim očima, što znači da prilikom izvođenja treba osigurati uvjete za mehaničko prekrivanje pogleda. Ispitanik se postavi na sam kraj niske grede. U tu svrhu može poslužiti i švedska klupa okrenuta naopačke. Ispitanik se podigne na nisku gredu, a test se sastoji od hodanja po gredi, postavljajući stopalo ispred stopala. Peta jednog stopala naslanja se na prste drugog stopala. Na taj način prelazi se maksimalno moguća distanca, a ispitaniku su tijekom izvođenja testa ruke slobodne i njima se služi za održavanje ravnoteže. Rezultat na testu je broj „koraka“ koji je ispitanik uspio napraviti. Ukoliko ispitanik prilikom izvođenja testa dođe do kraja grede prekine ga se i spusti sa grede.

S obzirom da je ovo klasični terenski test koji ima problem kao i svi drugi testovi ravnoteže, a radi se o problemu pouzdanosti mjerenja i ovaj test je potrebno izvoditi uz veći broj ponavljanja i izračunati konačni rezultat kao pročišćenu aritmetičku sredinu 5 čestica mjerenja. Ipak, treba napomenuti kako je kod ovog testa teže očekivati postizavanje „slučajno dobrog“ rezultata, jer se eventualno slab status ravnoteže vrlo brzo reflektira na ispadanje iz ravnotežnog položaja. S obzirom da se radi o dinamičkom kretanju, ovo ispadanje iz ravnotežnog položaja biva još naglašenije, te u konačnici kompromitira i rezultat pri testiranju. Ipak, moguće je da

se dogodi „slučajno loš“ rezultat i iz tog razloga testiranje treba provoditi u većem broju čestica, kao što je slučaj i sa testovima statičke ravnoteže.

Zaključno o testiranju ravnoteže

Osnovni problem kod provođenja svih terenskih testova ravnoteže jest u činjenici da ispitanik neovisno o svojoj volji i zalaganju lako postići slučajno dobar ili slučajno loš rezultat. Uzmimo primjer Flamingo-testa. Ukoliko ispitanik zauzme dobar položaj, pokušava se maksimalno truditi prilikom izvođenja testa, može se dogoditi da zbog, primjerice, buke u prostoriji, nekog naglog zvuka, pokreta ili drugih faktora, ispitanik naglo izgubi ravnotežu i postigne pri tome loš rezultat na testiranju. Analogno, situacija se može pratiti i u suprotnom smjeru, dakle, kod postizanja slučajno dobrog rezultata pri testiranju kod bilo kojem do testova ravnoteže. U donjoj tablici prikazani su tako realni rezultati testiranja na testu „stajanje na jednoj nozi na klupici za ravnotežu“ kod skupine ispitanika u pet čestica

Tablica testiranja

Kao što se može vidjeti, rezultati jako variraju tj. među rezultatima uopće ne postoji korelacija. Tako je korelacija između prvog i drugog mjerenja XY, korelacija između drugog i trećeg mjerenja XY, a korelacija između prvog i trećeg mjerenja XY. Upravo ova pojava slabe korelacije među mjerenjima definira, u stvari u slabu pouzdanost mjerenja. Razlog ovako slabe pouzdanosti mjerenja nalazi se u činjenici da je pri testiranju ravnoteže, kao što je prije rečeno, moguće je slučajno postići dobar ili loš rezultat. Što je još važnije, to se ne događa rijetko. Kada bi se temeljem ovakve situacije mjerenja, a koja je prikazana na tablici, pokušao izraziti konačni rezultat za svakog pojedinog ispitanika, jasno je kako bi ispitanik XY, a u slučaju izračunavanja konačnog rezultata kao aritmetičke sredine triju mjerenja bio izuzetno zakinut i to očito zbog jednog jedinog lošeg pokušaja pri mjerenju na testu ravnoteže. S druge strane, ispitanik XY bi u istoj situaciji bio izravno „nagrađen“, jer je pored dva relativno ujednačena rezultata (prvo i treće mjerenje) postigao izuzetno dobar rezultat u drugom mjerenju.

Druga mogućnost je izraziti mogućnost na testiranju kao najbolji postignuti rezultat pri testiranju. I ovakvim pristupom napravila bi se velika pogreška. Tako bi ispitanik XY zbog jednog izvrsnog rezultata bio izravno nagrađen, a ispitanik XY koji je postigao sva tri vrlo ujednačena rezultata, a koji su očito čak i viši nego rezultati koje je postigao njegov kolega, ne bi imao tako dobar rezultat kao što je očekivano.

Ovim se pokušala ukratko predstaviti problematika mjerenja ravnoteže, a primjenom terenskih testova. Naime, primjenom terenskih testova svaka greška se „skupo plaća“. Konkretno, nema mogućnosti da ispitanik zbog malog gubitka ravnoteže u konačnici dobije dobar rezultat na testiranju, a što je moguće primjenom laboratorijskih testova, koji ovaj problem kompenziraju. Zbog toga je primjenom terenskih testova, mjerenje ravnoteže potrebno izvoditi u što većem broju čestica, pa se u većini slučajeva preporuča 5 čestica mjerenja na jednom testu. Takav broj mjerenja u stvari omogućava kondenzaciju rezultata i izračunavanje konačnog rezultata pri testiranju izračunavanjem tzv. pročišćene aritmetičke sredine. Ovaj pristup podrazumijeva odbacivanje najboljeg i najlošijeg rezultata pri testiranju, a potom izračunavanje aritmetičke sredine preostalih čestica mjerenja. Na taj način smanjuje se utjecaj slučajne greške pri testiranju i približava stvarnom stanju mjerene sposobnosti kod svakog ispitanika. Naravno, ni ovo nije idealna procedura, ali omogućava koliko-toliko realnu procjenu stanja u ovoj motoričkoj sposobnosti.

Nekoliko puta se do sad spomenuo problem „slučajnog postizanja dobrog ili lošeg rezultata“. Upravo se na tome treba tražiti specifičnost pri testiranju ravnoteže u odnosu na testiranje drugih motoričkih sposobnosti. Konkretno, kod nijedne druge motoričke sposobnosti (osim možda kod preciznosti ali ona se ne obrađuje u ovom udžbeniku ne može se dogoditi „slučajno“ dobar rezultat. Uzmimo primjer izvedbe izbacivanja medicinske iz ležećeg položaja kojim se procjenjuje eksplozivna snaga apsolutnog tipa. Ukoliko je realni rezultat koji ispitanik postigne 10m sa oscilacijama +/- 5 %, gotovo je nemoguće očekivati da taj ispitanik baci medicinsku 15 m. Drugim riječima, ako je bacio medicinku 15 m, to znači da je to njegovo postignuće i opravdano je izraziti konačni rezultat kao njegov maksimalni rezultat, a to je u ovom slučaju, spomenutih 15 m. Kod ravnoteže je, međutim, situacija

drugačija. Ispitanik, doista može slučajno održati ravnotežu dulje vrijeme pri testiranju. Ali ponovi li to testiranje desetak puta, dogodit će se da ćemo dobiti realnu sliku o njegovom stanju ravnoteže. U tom slučaju potpuno je neopravdano izraziti konačni rezultat testiranja ravnoteže na račun od jednog slučajno postignutog odličnog rezultata. Kako ravnoteža često nije poznata kao motorička sposobnost, pokušajmo primjer predstaviti ovako. Svatko od nas prijeći će hodanjem konopac duljine 10 m jedan put u 1000 pokušaja. U većini slučajeva, naravno, to nećemo uspjeti. Da li je onda naša ravnoteža bolje opisana tim jednim uspjehom u 1000 pokušaja ili sa 999 neuspjeha od 1000 pokušaja? S druge strane, kod testiranja eksplozivne snage nitko od nas neće jedan put u 1000 pokušaja baciti medicinsku baciti 20 m, ako je njegova realna vrijednost 10 m. Ovome samo treba dodati i problem zalaganja. Naime, nemoguće je očekivati da ćemo dobiti realnu sliku o bilo kojoj motoričkoj sposobnosti ukoliko se ispitanik maksimalno ne zalaže pri testiranju. Međutim, taj problem je prisutan kod svih testiranja motoričkih sposobnosti i izdržljivosti, pa se ovdje o njemu posebno ne govori. Konkretno, zalaganje smatramo kao apsolutni prioritet pri realiziranju bilo kojeg testiranja u kineziologiji.

Bez obzira na sve probleme koji su do sada izneseni, a pri testiranju ravnoteže, postoje situacije kada je mjerenje ravnoteže toliko značajno da se onda i provodi bez obzira na sve nedostatke u mjerenju. Jednostavno, u takvim situacijama analiza stanja ravnoteže može se reći, jest prevažna da bi se testiranje izbjegavalo, bez obzira na sve nedostatke praktične i kineziometrijske naravi. Od ovih situacija treba se izdvojiti testiranje ravnoteže kod starijih osoba, a zbog rizika od pada i posljedica koje pad može izazvati kod tih osoba. Potom, tu su sportaši u sportovima u kojima ravnoteža igra značajnu ulogu i djeca u slučajevima kad dođe do izrazitog rasta u visinu i kada zbog toga prirasta u visinu može doći do značajnih promjena u ravnoteži.

5.4.2 Kineziološke transformacije ravnoteže

Trening ravnoteže u posljednje vrijeme jedan je od najpopularnijih treninga u području sporta, rekreacije, pa i kineziterapije. Razlog treba tražiti u svakom od pojedinih područja primijenjene kineziologije.

Tako je u području sporta, u posljednje vrijeme jako aktualna činjenica da je precizna analiza sportova i sportskih disciplina ukazala na to da je ravnoteža izuzetno važna u karakterističnim sportskim manifestacijama. Ovo se ne odnosi samo na klasične sportove ravnoteže, kao što su, recimo sportska gimnastika i skokovi u vodi, već se odnosi i na sportove kojima ravnoteža nije izravan i presudni faktor uspjeha, već je utvrđeno kako ravnoteža utječe na druge motoričke sposobnosti, a koje izravno pridonose konačnom sportskom rezultatu (Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar, & Sattler, 2013). Takav je slučaj, primjerice u sportovima agilnosti, jer je postalo jasno kako dinamička ravnoteža u velikom broju slučajeva definira stanje agilnosti, a nije rijetkost da se ovakva povezanost utvrdi i u sportovima brzine, jer je dokazano kako viši stupanj ravnoteže omogućava kvalitetnije iskorištavanje i energije i to u prvom redu u smislu kraćeg zadržavanja na oslonačkoj površini, a što u konačnici rezultira većom brzinom kretanja. Čak i ako se ne ide toliko detaljno, postaje jasno kako u puno sportova sposobnost održavanja ravnoteže izravno determinira tehničku, odnosno taktičku efikasnost. Tako je primjerice, „finta“ u bilo kojem sportu, igri, u stvari, namijenjena izbacivanju iz ravnoteže protivničkog igrača, bilo da se radi o rukometu, košarci ili nogometu. S druge strane, dobra sposobnost održavanja ravnotežnog položaja izravno determinira kvalitetu izvođenja teniskog servisa ili servisa u odbojci. O važnosti ravnoteže u borilačkim sportovima ne treba posebno govoriti. Naime, u njima je praktički apliciranje pojedinih tehnika izravno određeno kako sposobnošću održavanja vlastite ravnoteže, tako i izbacivanjem protivnika iz ravnoteže (Hrysomallis, 2011; Krstulovic, Zuvela, & Katic, 2006; Perrin, Deviterne, Hugel, & Perrot, 2002).

U području sporta utjecaj ravnoteže nije, međutim, samo vezan za kvalitetu sportske izvedbe i učinkovitost sportskih tehnika. Vrlo vjerojatno puno važniji je dokazani utjecaj ravnoteže na prevenciju od ozljeđivanja. O ovom problemu postoji, u posljednje vrijeme, veliki broj istraživanja, a koji je posebno iniciran razvojem suvremenih tehnologija za procjenu stanja ravnoteže, koje omogućavaju definiranje

stanja ravnoteže u vrlo egzaktnim mjerenjima i mjernim procedurama. Osnova ove pojave nalazi se u tome što sposobnost održavanja ravnoteže, u stvari podrazumijeva razno prepoznavanje gubitka ravnotežnog položaja i pravovremeno reagiranje u smislu vraćanja već narušenog ravnotežnog položaja (Hrysomallis, 2011).

Potreba za treningom ravnoteže u rekreaciji i kineziterapiji

Već je rečeno, kako je pored važnosti ravnoteže koja je prepoznata u području sporta, važnost ravnoteže izuzetno prepoznata i u području rekreacije, odnosno kineziterapije, a prvenstveno u pogledu poboljšanja ravnoteže kod osoba u starijoj životnoj dobi. Upravo iz ovog razloga trening ravnoteže postaje sve popularniji u području rekreacije i/ili području kineziterapije, jer su stručnjaci iz ovih primijenjenih kinezioloških područja prepoznali važnost ravnoteže u svakodnevnom životu, a koja se posebno ogledava u činjenici da ravnoteža izravno utječe na mogućnost ozljeđivanja. U tom smislu razvijen je čitav niz sustava treninga za održavanje ravnoteže, a koje se redovito provodi u sustavima rekreacije i kineziterapije.

Premda, koliko je autoru poznato, sustavi treninga ravnoteže na ovim područjima nisu toliko još popularni koliko su popularni u svijetu, za očekivati je da će se u narednih 10 - 15 godina ubrzano popularizirati ovi oblici vježbanja, pa će se ukratko predstaviti i u ovom udžbeniku.

Sustavi treninga ravnoteže kod starijih osoba, ali i općenito u rekreaciji i kineziterapiji, specifični su po pitanju izbora sadržaja, modaliteta rada i, naravno, volumena rada.

Sustavi treninga ravnoteže dijele se na veliki broj načina i postoji veliki broj podjela sustava koji se primjenjuju u razvoju ove motoričke sposobnosti. Autor se međutim, odlučio za podjelu koja na jedan način objedinjuje sve postojeće sustave treninga ravnoteže, bez obzira o pomagalima koja se koriste u treningu, o karakterističnim skupinama s kojima se treninzi provode, o razini treniranosti osoba koje u treninzima participiraju, te neovisno o tome da li se u treningu prvenstveno angažiraju vidni receptori i/ili proprio-receptorni kinestetički receptori za održavanje ravnoteže.

Stoga će se u daljnjem tekstu osvrnuti da dva sustava treninga ravnoteže, i to:

1. sustavi treninga u kojima je osnovni cilj održavanje ravnotežnog položaja
2. sustavi treninga ravnoteže u kojima je ravnoteža narušena, a osnovni je cilj uspostavljanje (već) narušenog ravnotežnog položaja

Sustavi treninga u kojima je osnovni cilj održavanje ravnotežnog položaja

Trening ravnoteže u svojoj osnovi logično ima održavanje ravnotežnog položaja. Ovaj sustav treninga, u stvari može se smatrati početnom fazom u razvoju i/ili održavanju ravnoteže kao motoričke sposobnosti. Svako održavanje ravnotežnog položaja, pa makar se radilo o potpuno banalnom održavanju ravnotežnog položaja u stajanju na dvije noge na ravnoj podlozi, podrazumijeva uključivanje velikog broja receptora odgovornih za efikasnu i potpunu analizu položaja tijela i otklona u različitim u svim ravninama, a što u konačnici i dovodi do ispadanja iz ravnotežnog položaja.⁵⁷

Premda održavanje ravnotežnog položaja u navedenom primjeru (stajanje na dvije noge) izgleda izuzetno jednostavan zadatak, ukoliko se smanji površina oslonca (primjerice, postavi se stopala jedno do drugog, i pri tome se blago podigne na prednji dio stopala) već postaje jasno koliko je održavanje ravnoteže u stvari kompleksna motorička radnja i u tako jednostavnim uvjetima izvođenja koje praktički svakodnevno imamo priliku trenirati. Što se međutim, dogodi ako se samo jedna noga, tj. stopalo odvoji od tla i pokuša održavati ravnoteža bez pomoći ruku (ruke, primjerice stoje na bokovima ili prekrizene na prsima) svakome će biti jasno čim proba izvesti tu kretnju. Ovi jednostavni primjeri su navedeni kako bi se razbila zabluda o tome da samo održavanje ravnotežnog položaja nije dovoljan stimulus za razvoj ravnoteže. Konkretno, već je iz ovih vrlo banalnih primjera jasno je kako se i samo jednostavno održavanje ravnoteže može smatrati vrlo efikasnim i povoljnim treningom za razvoj ove motoričke sposobnosti ma kako to na prvi pogled izgledalo banalnom motoričkom radnjom.

Daljnje usložnjavanje, tj. otežavanje ove motoričke manifestacije dovesti će i do naglašenijeg utjecaja, pa tako primjerice, ne treba posebno govoriti koliko će otežano biti održavanje ravnoteže ukoliko se ravnoteža pokušava održati stajanjem na stijeni (neravnoj) i/ili oblici.

⁵⁷ Za detalje pogledati poglavlje o adaptacijama

Svaka od prikazanih vježbi može se dodatno učiniti kompleksnom vrlo jednostavnim modifikacijama. Tako u svakoj od predloženoj vježbi, korak naprijed u kompleksnosti predstavlja blokiranje jedne ruke u održavanju ravnoteže. Primjerice, tražiti od vježbača držanje ruke iza leđa i/ili tražiti od vježbača držanje ruke na potiljku. Želi li se napraviti još korak naprijed, od vježbača se u svakoj vježbi može tražiti da prekriži ruke, blokira obje ruke prilikom održavanje ravnoteže (prekrižiti ruke na prsima ili prekrižiti ruke na leđima), itd.

Najvažnije je shvatiti logiku ovih sustava treninga. Iz prakse je poznato kako je trening ravnoteže vrlo osjetljivo područje. U tom smislu postavi li se čak i idealna progresija vježbi u sustavima treninga ravnoteže, opet je gotovo nemoguće očekivati da će svi ispitanici tj. vježbači imati jednaku efikasnost kod svake vježbe.

Ukoliko vježbač bez teškoća izvodi prvu (najjednostavniju) vježbu, nema nikakvog smisla zadržavati se na toj vježbi i forsirati njeno izvođenje. Treba prijeći na složeniju i kompleksniju vježbu. Naravno, pod uvjetom da i tu vježbu bez problema izvodi, treba nastaviti dalje sve do vježbe koju će vježbač izvoditi uz očite i jasne probleme u izvedbi. U tom trenutku, približili smo se razini ili smo postigli prag podražaja⁵⁸.

Mislimo da je iz ovog primjera jasna logika odabira vježbe, ali i razine svake pojedine vježbe u treningu ravnoteže.

Vrlo često pitanje koje se postavlja jest; koliko raditi pojedinu vježbu? Upravo praksa daje možda i najjasniji i najslikovitiji odgovor na ovo pitanje. Vježba se radi „dok se ne napravi“. Što to zapravo znači? To znači da vježbač vježbu izvodi sve do trenutka dok je izvodi bez problema. U tom trenutku prelazi se na slijedeću, napredniju, kompleksniju, zahtjevniju vježbu, a koja će ponovno staviti na kušnju i proprioceptore, ali i vidni sustav u održavanju ravnotežnog položaja. Nije zgorega napomenuti da se gotovo svaka vježba može izvoditi zatvorenih ili otvorenih očiju. Naravno da će izvođenje vježbe otvorenih očiju predstavljati jednostavniju varijantu izvođenja, dok će zatvorene oči vježbu će dodatno zakomplicirati i učiniti teže izvodljivom. Stoga o ovom podsegmentu progresije također treba voditi računa. Vrlo vjerojatno će već prva prethodno predložena vježba postati izuzetno kompleksna ukoliko se izvodi zatvorenih očiju.

⁵⁸ **Prag podražaja** je najmanja veličina opterećenja koju je potrebno primijeniti kod pojedine osobe, a kako bi se izazvale adaptacije u treniranoj osobini/sposobnosti

Progresiju idealnog tipa naravno da nije moguće napraviti. U ovom primjeru prikazana je samo jedna od mogućih progresija koja ima svoju logiku, ali ne mora biti niti konačna niti najpovoljnija. Ideja je bila predstaviti ideju planiranja i rogramiranja treninga ravnoteže i dati uputu za izradu programa u ovom vrlo osjetljivom području motoričkih transformacija.

Pitanje koje također vrlo često postavlja je pitanje ekstenziteta treninga ravnoteže. Dakle, najčešće je problem vezan za duljinu svakog pojedinog treninga i radi se o vrlo zanimljivoj problematici. Nažalost, autor udžbenika nije uspio pronaći niti jedno ozbiljnije istraživanje koje bi u eksperimentalnim uvjetima provjeravalo učinkovitost različitih vrsta treninga ravnoteže, a koje bi se u prvom redu razlikovale po pitanju ekstenziteta pojedinog treninga. Stoga se jasnu i nedvosmislenu preporuku po ovom pitanju ne može dati, ali iskustveno, trening ravnoteže bi se trebao provoditi što češće u relativno kratkim trajanjima epizode svakog pojedinog treninga. Koliko će to trajanje biti kratko ovisit će o odabiru sadržaja u pojedinom treningu. Naime, centralni živčani sustav, a koji je vrlo vjerojatno najodgovorniji i najopterećeniji u sustavima treninga ravnoteže, ne može dugo ostati maksimalno angažiran i relativno brzo dolazi do zamora. Takav zamor može nastupiti nakon 5 minuta, a vrlo je teško izvesti trening ravnoteže (osim kod visoko-treniranih sportaša) koji će, bez obzira na odabir vježbi i pod uvjetom da su vježbe adekvatno odabrane, moći trajati više od 20 minuta do pola sata.

Stoga autor nije sklon sustavima treninga ravnoteže koji bi zauzeli cijelu trenažnu jedinicu od sat ili sat i po, jer smatra da toliko dugački treninzi ravnoteže ne mogu proizvesti zadovoljavajuće efekte s obzirom na to da se, nakon nekog vremena, definitivno moraju odabirati vježbe nižeg kompleksiteta. Takve vježbe zapravo ne stimuliraju organske sustave odgovorne za održavanje ravnoteže na adekvatnoj razini. U tim slučajevima radi se o treningu ispod praga podražaja ⁵⁹

Stoga je mišljenje autora da sustav treninga ravnoteže treba uključivati trenažne jedinice onolikog trajanja koliko vježbač može odabranu vježbu izvoditi maksimalno koncentrirano. Vježba se naravno odabire temeljem prijedloga koji je prethodno

⁵⁹ Analogiju možemo vrlo jednostavno pronaći kod sustava treninga snage. Primjerice, ukoliko osoba može izvesti 10 ponavljanja na ravnom potisku sa 50 kg, ona može teoretski provoditi trening na ravnom potisku i sa 20 serija. Međutim, ta 20-ta serija će biti izvedena sa vrlo malom težinom i pitanju je uopće koliko uopće postizemo adekvatan trenažni stimulans.

naveden, a to je da vježbač radi vježbu u sustavu koji imamo na raspolaganju, a koju izvodi uz određene probleme u održavanju ravnoteže.

Premda se do sada govorilo o sustavu održavanja ravnotežnog položaja i uglavnom se radilo o održavanju ravnotežnog položaja u statičkim uvjetima, ne treba to shvatiti isključivo. Naime, sustav treninga održavanja ravnotežnog položaja može se izvoditi u dinamičkim uvjetima tj. u kretanju. Ovo kretanje ne treba uvijek biti naglašeno. To mogu biti minimalna kretanja, ali logika je opet ista - nema izravnog vanjskog narušavanja ravnoteže. U tom slučaju međutim lokomotorni sustav „sam poremeti svoju ravnotežu“ i treba je održavati. Primjerice, šetnja po gredi je za većinu ljudi, sama po sebi, sustav treninga održavanja ravnotežnog položaja, i to bez obzira što se izvodi u dinamičkim uvjetima. Ovu logiku, u stvari, treba pratiti i kod svih predloženih vježbi, ali i u razvoju vlastitih sustava treninga.

Sustavi treninga ravnoteže u kojima je ravnoteža narušena, a osnovni je cilj uspostavljanje (prethodno) narušenog ravnotežnog položaja

Ovaj sustav treniranja ravnoteže, u stvari podrazumijeva sve oblike treninga ravnoteže u kojima se namjerno i voljno narušava ravnotežni položaj, a potom je naglasak u vježbi ponovnog uspostavljanje ravnotežnog položaja koji je narušen. Već je na prvi pogled jasno kako se radi o sustavu vježbanja koji je bitno zahtjevniji od prethodnog sustava vježbanja, mada, naravno, uvijek to ne treba biti tako.

Naime, u prethodnom sustavu vježbanja održavanja ravnotežnog položaja, predložene su i neke izuzetno zahtjevne vježbe koje će same po sebi predstavljati bitno naglašeniji trenažni stimulus nego neke jednostavne vježbe koje su predložene u ovom drugom, hipotetski naprednijem obliku rada (završne vježbe prethodnog sustava sa početnim vježbama ovog sustava). Stoga treba imati na umu da sustav treninga uspostavljanja (inače) narušenog ravnotežnog položaja ne treba uvijek i nužno smatrati naprednijom varijantom treninga od sustava treninga održavanja ravnotežnog položaja.

Zašto uopće ova podjela i postoji? Autor se odlučio na ovakvu podjelu iz razloga što detaljnijom analizom sportova i sportskih aktivnosti dolazimo do zaključka kako postoje sportovi u kojima je naglašena potreba održavanja ravnotežnog položaja, dok istovremeno postoje sportovi u kojima je naglašena potreba uspostavljanja narušenog

ravnotežnog položaja. Naravno, postoje i kombinacije, ali one su po mišljenju autora, relativno rijetke. Primjer sporta u kojem se javlja potreba održavanja ravnotežnog položaja je jedrenje na dasci. Konkretno, jedrenje na dasci kod kojeg svaki pa i minimalni pomak daske u odnosu na površinu mora, tj. vode rezultira gubitkom brzine, a i gubitkom idealnog smjera kretanja plovila (Castagna, Brisswalter, Lacour, & Vogiatzis, 2008; Labadie, 1984; So, Chan, Appel, & Yuan, 2004). Današnja struktura ovog sporta u vrhunskim natjecateljskim uvjetima je takva da gubitak ravnotežnog položaja ustvari uopće ne dolazi u obzir. Naime, svaki gubitak ravnotežnog položaja rezultira padom, a to u konačnici dovodi do gubitka vremena, koje je u najvećem broju slučajeva, nenadoknadivo. Drugim riječima, osnova učinkovitosti i natjecateljske efikasnosti jedriličara na dasci, nalazi se u sposobnosti održavanja ravnotežnog položaja, a ne sposobnosti uspostavljanja, (inače) narušenog, ravnotežnog položaja. Čak i u situacijama u kojima se radi okret, jedriličar na dasci mora održati idealan ravnotežni položaj u svakom trenutku, a u odnosu na plovilo i površinu vode



Drugi primjer takvog sporta je dizanje utega. U ovom sportu, a s obzirom na izuzetno velike težine koje se podižu, u bilo kojoj od disciplina, ravnoteža mora biti neprestano idealna. Sile koje djeluju na sportaša u dizanju utega toliko su velike, da svaki, pa i najmanji gubitak ravnoteže definitivno označava grešku u izvedbi koja, opet zbog težina koje se savladavaju, nema gotovo nikakve mogućnosti da bude ispravljena.



Drugim riječima, uspostavljanje, **inače** narušene ravnoteže u dizanju utega klasičnim načinom, niti ne postoji kao opcija. Ravnoteža mora biti stalno idealno održavana.⁶⁰

Primjeri sporta u kojima je potrebno naglašeno vraćati, inače narušenu, ravnotežu su danas svi sportovi s loptom, tj. sportske igre ili sportovi s reketom. Poslužimo se primjerom tenisa. Protivnik uvijek pokušava plasirati i uputiti udarac koji će njegovog oponenta izbaciti iz ravnotežnog položaja. To se u velikom broju slučajeva, u stvari i dogodi, te je sportaš koji vraća udarac u neravnotežnom položaju. Međutim, njegove sposobnosti da se iz neravnotežnog ponovno vrati u položaj koliko-toliko idealne ravnoteže ovisit će i kvaliteta vraćanja loptice (kvaliteta vraćanja loptice izravno ovisi o stabilnosti u trenutku udarca), ali i mogućnost da se pripremi za slijedeći napad.

Ista logika može se pratiti kod sportskih igara kao što su košarka, nogomet ili rukomet, pa tako u nogometu vrlo često obrambeni igrač ispada iz ravnoteže. Ipak, o njegovoj sposobnosti ponovnog, brzog uspostavljanja ravnotežnog položaja izravno ovisno to koliko će se brzo ponovno uključiti u igru i ostvarivati svoje zadatke, neovisno o tome što je prethodno, zbog narušenog ravnotežnog položaja, praktički ispao iz igre. Kombinacije održavanja i uspostavljanja, inače narušene, ravnoteže, vidljive su u ravnotežno izuzetno zahtjevnim sportovima kao što je gimnastika ili skijanje, u kojima se javlja potreba i za jednom i za drugom, manifestacijom ravnotežnih sposobnosti.

⁶⁰ Ovo je u određenoj mjeri pojednostavljeno jer se ravnoteža u dizanju utega zapravo stalno narušava i „vraća“, ali su oscilacije toliko minimalne da se primjerom ovog sporta poslužilo radi dobivanja jasnije slike o problemu

Konačno, sve rečeno ne treba smatrati isključivim, niti autor smatra da su primjeri koji su izneseni idealni i apsolutni. Međutim, mislimo da je logika kojom se vodilo kad su sustavi treninga svrstavani u ove dvije grupe, postale jasnije.

Zaključno o treningu ravnoteže

Trening ravnoteže, i uopće problematika ravnoteže izuzetno je osjetljivo područje. Ovo i zbog razloga koji su prethodno navedeni u tekstu, ali i zbog jednog razloga koji nije posebno naglašen. Činjenica je, dakle, da ravnoteža ovisi o morfološkoj strukturi ispitanika. Kako bi se ovaj problem slikovitije predstavio, pokušat ćemo ga objasniti kroz jedan konkretan primjer. Uzmimo primjer osobe koja je visoka 180 cm i ima 70 kg i održava ravnotežu na razini „5“. Uzmimo primjer da je raspon rezultata na testu kojim smo se ovdje poslužili, od 1 - 10. Drugim riječima, osoba je prosječna u ravnoteži. U periodu koji je pred tim vježbačem, on ili ona namjerava podići vlastitu mišićnu masu za nekoliko kilograma i to se, primjerice, efikasno i provede. Kroz narednih nekoliko mjeseci, naš vježbač koji je imao 180 cm i 70 kg, ima na 180 cm i 73 kg, a pri tome je 3 kg „porastao“ u mišićnoj masi.⁶¹

Postavlja se pitanje što se dogodilo s njegovom ravnotežom? Definitivno, ukoliko ravnotežu nije trenirao, naš je vježbač opao u ovoj motoričkoj sposobnosti i s, primjerice razine „5“ došao je na razinu „4“. Zbog čega se ovo dogodilo? Dogodilo se iz jednostavnog razloga što ravnoteža nije motorička sposobnost koja izravno ovisi o količini i veličini energetske kapaciteta organizma, a oni su ovim dobitkom od 3kg mišićne mase definitivno unaprijeđeni. Ravnoteža je, međutim, gotovo sigurno, narušena u odnosu na inicijalno stanje, kad je ispitanik imao 80 kg. Ovo radi toga jer sustav kojim treba upravljati više nije isti kao što je bio prije. Naime, uključivanjem agonističkih i antagonističkih mišićnih skupina prilikom održavanja i/ili uspostavljanja ravnoteže kod našeg vježbača više nije isti sa 73 kg, kao što je bio sa 70 kg. Drugim riječima, njegov centralni živčani sustav, proprioceptori, afferentni i eferentni mehanizmi, ali i svi ostali organski sustavi zaduženi za održavanje ravnoteže rade sa bitno promijenjenim sustavom. Ako se naš vježbač nije postupno privikavao na promjene u sustavu tijekom perioda u kojem je dobivao mišićnu masu, gotovo sigurno je došlo do opadanja u sposobnosti ravnoteže.

⁶¹ Naravno, radi se o figurativnom primjeru

Ovo je vrlo česta greška u interpretaciji mogućih promjena i razlika u ravnoteži, a pod utjecajem različitih sustava trenažnog rada. Naime, bez obzira što ćemo vjerojatno svi složiti da je 3kg mišićne mase koje je naš vježbač dobio pozitivna transformacija, vrlo često će se pogriješiti u pretpostavci što se dogodilo s ravnotežom, a pod utjecajem ovog porasta, ma koliko on pozitivnu promjenu u osnovi, označavao. Kroz ovaj primjer pokušalo se, pomalo i ekstremno, predstaviti problem utjecaja promjene morfoloških osobina na promjene u statusu ravnoteže. Ovakva logika može se pratiti na svim drugim morfološkim osobinama, tj. na ovaj način djeluju promjene svih morfoloških osobina, pa radilo se tu o „pozitivnim“ ili o „negativnim“ promjena (porast ili pad masnog tkiva, porast ili pad mišićnog tkiva, prirast longitudinalnosti itd.).

Zanimljivo je međutim da postoje određeni eksperimentalni dokazi koji ukazuju na ovakvu logiku povezanosti i u slučajevima kada se razvijaju druge motoričke sposobnosti, posebno snaga. Tako je u nekim istraživanjima utvrđena negativna korelacija prirasta snage i ravnoteže, a u slučajevima kada osobe koje su razvijale i trenirale snagu nisu istovremeno trenirale i ravnotežu. Promjena u snazi jednostavno je izazvala vrlo sličnu promjenu kao i promjena u morfološkoj strukturi - sustav nije bio isti. U ovom slučaju, sustav kojim se upravlja nije određen samo građom nego i sposobnostima, u ovom slučaju snagom.

5.5 Koordinacija

Koordinacijske sposobnosti vjerojatno su najkompleksniji dio motoričkih sposobnosti, ali i jedan od najkompleksnijih dijelova antropološkog statusa čovjeka uopće. Ovo prvenstveno zato jer identificiran velik broj relativno neovisnih koordinacijskih sposobnosti. Mogu se podijeliti prema topološkim regijama, u ovisnosti o angažiranju, odnosno neangažiranju cijelog tijela ili dijelova tijela, ovisno vremenskim karakteristikama i biomehaničkim karakteristikama u samim kretnjama koje se izvode. Logično je stoga i analizu stanja, ali i transformacijske postupke, tj. treninge koordinacijskih sposobnosti razmatrati odvojeno, a ovisno o tome o kojem se vidu ili manifestacijskom oblike koordinacije radi.

Dosadašnja istraživanja koja su se bavila problematikom koordinacije izuzetno su se intenzivno provodila 70-tih godina prošlog stoljeća, a kada su upravo autori sa ovih prostora vrlo temeljito i studiozno pokušavali, i jednim dijelom uspijevali, izolirati pojedine manifestne dimenzije koordinacijskih sposobnosti. Međutim, po mišljenju autora ovog udžbenika radi se iznimno kompleksnom pristupu koja bi zahtijevala praktički zaseban udžbenik. Kako je ovo međutim udžbenik za osnovni studij i za stručnjake iz područja primijenjene kineziologije, ovdje ćemo se zadržati na definiranju koordinacije kao jedne sposobnosti, ali se, u svakom slučaju preporuča svima koje ova problematika zanima konzultirati literaturu koja se problematikom i treniranja i razvoja, ali i strukture koordinacijskih sposobnosti detaljnije bavi (Labrecque, 2013).

I pored činjenice da je koordinacija izuzetno kompleksna motorička sposobnost čije analiziranje i istraživanje podrazumijeva potrebu za vrlo opsežnim istraživanjima i temeljitim pristupom, ne može se ne primijetiti da se koordinacija i u stručnim i znanstvenim krugovima naglašava kao temelj motoričkog funkcioniranja. Kada se s druge strane pogleda sportska, ali i općenito kineziološka praksa, ne može se ne primijetiti kako se koordinaciji generalno pridaje vrlo malo pažnje u sustavnom trenažnom radu. Vrlo su rijetki sportskog treninga, ali i razvojnih sustava rada u tjelesno-zdravstvenoj kulturi koji bi se mogli prepoznati kao sustavi treninga koji naglašeno razvijaju koordinaciju. Za ovo postoji puno razloga, ali autor ovog udžbenika je sklon kao najznačajnije prepoznati slijedeće.

Prvo, razvoj koordinacije ne bazira se na konkretnim i „opipljivim“ numeričkim parametrima, pa se koordinacija iz tog razloga rijetko i trenira. Preciznije, sustavi treninga koordinacije nisu ni približno slični sustavima treninga drugih motoričkih sposobnosti. Dok sustavima treninga drugih motoričkih sposobnosti možemo jasno izraziti i volumen i ekstenzitet, a najčešće i intenzitet rada, kod sustava treninga za razvoj koordinacije, ove komponente trenažnog rada, gotovo uopće nije moguće izraziti. Svaki trening koordinacije više manje „igra“. Igru je nemoguće kvantificirati. Bez obzira na vrijeme provedeno u toj igri (što bi mogao biti „ekstenzitet rada“), pa čak i intenzitet rada koji bi se eventualno mogao izraziti kompleksitetom vježbi koje se primjenjuju u treningu koordinacije, jedan od važnih parametara ukupnog trenažnog opterećenja u treningu koordinacije jest **zainteresiranost vježbača** za rad. Ova **zainteresiranost** uvjetovat će koncentraciju, a koncentracija će izravno definirati i volumen rada kod ovih treninga. Kako je ove parametre koncentracije i zainteresiranosti gotovo nemoguće numerički izraziti, s tim u vezi je nemoguće objektivno procijeniti i volumen opterećenja u treninzima koordinacije. To je svakako jedan od razloga zbog čega treneri i stručnjaci iz područja kineziologije općenito trening koordinacije vrlo često ne provode, a s obzirom da ne mogu definirati ni krivulju razvoja, a ni parametre volumena opterećenja.

Drugo, efekti treninga koordinacije vrlo su teško uočljivi i mjerljivi. Svaki trening koordinacije onoliko je učinkovit i svrsishodan koliko su mjerljivi efekti postignuti na tom treningu. Međutim, čak i pod uvjetom praćenja serije trenažnih jedinica kroz određeni period rada (mjesec, dva ili više) vrlo je egzaktno izmjeriti stvarne efekte treninga koordinacije. Prvi razlog za to su testovi koordinacije. Ovi testovi definitivno nisu onoliko kvalitetni koliko su kvalitetni⁶² testovi za procjenu drugih motoričkih sposobnosti. O ovom problemu bit će više riječi kasnije, kada se bude detaljnije govorilo o testovima koordinacijskih sposobnosti. Drugo, na manifestaciju koordinacijskih sposobnosti redovito i uvijek utječe morfološka građa vježbača, tj. osobe koja u treningu učestvuje. Svaka koordinacijska sposobnost podrazumijeva generalno veće ili manje upravljanje vlastitom masom, odnosno vlastitim tijelom. U smislu razvoja koordinacije ovo je naročito važno jer bi trening koordinacije trebao biti posebno naglašen u periodima kada je izražen rast i razvoj djeteta. Stoga je procjena koordinacijskih sposobnosti izuzetno otežana, a adekvatnost trenažnih operatora koji se primjenjuju vrlo često je upitno. Kad se tome pridoda prethodno

⁶² U prvom redu kvaliteta se odnosi na pouzdanost i valjanost

rečeni problem (zainteresiranost), postaje jasno kako trening koordinacije vrlo često nije egzaktna i osobe koje ga provode i vode nemaju pravu informaciju o primjerenosti trenažnog rada koji se provodi.

Treći problem već je i znanstveno interesantan. Radi se o problemu tzv. senzibilnih faza. Senzibilne faze trebale bi po teorijama sportskog treniranja i biološkog razvoja predstavljati periode u kada se pojedina motorička sposobnost, odnosno funkcionalna sposobnost naglašeno može razvijati primjenom odgovarajućih stimulusa treninga. Tako se primjerice zna da je senzibilna faza u razvoju jakosti, period puberteta, i to odmaklog puberteta, kao i post-puberteta. Isto tako senzibilnom fazom za razvoj aerobne izdržljivosti smatra se period ranog puberteta. Međutim, problematika utvrđivanja senzibilnih faza vrlo je kompleksna. Kada bi se za svaku motoričku, odnosno funkcionalnu sposobnost pokušavala egzaktno utvrditi senzibilna faza, trebalo bi provoditi sustavni trening neke sposobnosti sa dovoljno velikom eksperimentalnom skupinom, a istovremeno njihove vršnjake izolirati od sustavnog vježbanja i tretirati kao kontrolnu skupinu. Trening eksperimentalne skupine u ovom slučaju trebao bi biti vrlo specifičan i s tim u vezi trebala bi se provoditi što manja količina globalne, a što veća količina specifične pripreme u pojedinoj motoričkoj, odnosno funkcionalnoj sposobnosti. Kad bi se takvi eksperimenti i mogli izvesti, što je vrlo teško moguće zbog generalne aktivnosti djece, postavilo bi se pitanje koliko su ovi eksperimenti etični i u tom smislu, ispravni.⁶³ Upravo iz ovih razloga, eksperimentalni dokazi o postojanju senzibilnih faza i njihovom realnom rasponu u pojedinim životnim periodima su vrlo skromni i uglavnom se svode na limitirane izvore informacija o utjecaju nekih vrsta treninga kroz sportske škole. Stoga se u objašnjavanju senzibilnih faza najčešće ipak služi procjenom tzv. faza ubrzanog rasta i razvoja. Pretpostavlja se, tako, da senzibilne faze u pojedinim periodima života odgovaraju fazama kada se neka motorička, odnosno funkcionalna sposobnost biološki ubrzano razvija. Podaci o fazama ubrzanog razvoja pojedinih motoričkih ili funkcionalnih sposobnosti, dostupni su, i uglavnom svi organizirani školski sportski sustavi u svijetu raspolažu podacima o longitudinalnim praćenjima u pojedinim dimenzijama motoričkog, odnosno funkcionalnog statusa.

⁶³ Konkretno, ako već pretpostavljamo da je fizička neaktivnost štetna po rast i razvoj djece, onda bi u tom smislu krajnje neetično bilo podvrći kontrolnu skupinu takvom ne-angažmanu, a što bi bilo nužno ukoliko želimo dobiti prave rezultate eksperimentalne studije. Ništa drugačija situacija ne bi bila ni sa eksperimentalnom skupinom, jer bi, ako je već pretpostavka da u periodima rasta i razvoja treba provoditi opće, a ne specifične programe fizičke pripreme i treninga, jasno je kako, u stvari, inzistiranje na specifičnom treningu predstavlja upitnost etičnosti u pristupu eksperimenta.

Autor ovog udžbenika međutim sumnja u ispravnost ovakvog pristupa, a temeljem nekih eksperimentalnih dokaza, o kojima će se nešto kratko kazati u narednom tekstu.

5.5.1 Analiza stanja u mjerama koordinacije

Koordinacija je svakako jedna od najvažnijih, ako ne i najvažnija motorička sposobnost uopće. Ovo zbog toga, jer je koordinacija jedina motorička sposobnost koja u većini motoričkih manifestacija, može u većoj ili određenoj mjeri nadoknaditi eventualni nedostatak u nekoj drugoj motoričkoj sposobnosti. Tako će osoba koja je izrazito koordinirana uspjeti pronaći pravi motorički program koji će joj omogućiti da nadoknadi i određeni nedostatak snage, pa i brzine, jer će odabirom pravog modela motoričkog funkcioniranja u stvari smanjiti potrebu za visokom razinom energetske kapaciteta. Stoga je testiranje, tj. analiza stanja u mjerama koordinacije iznimno važno područje analize stanja motoričkih i funkcionalnih sposobnosti.

Osnovni razlozi za važnost koordinacije su slijedeći:

- a) Koordinacija je najbolja mjera općeg motoričkog statusa i razvoja kod djece
 - b) Testovi koordinacije uvijek uključuju i određeni broj drugih motoričkih sposobnosti
-
- a) Koordinacija je zasigurno najbolja mjera ukupnog motoričkog statusa djece. Svi poremećaji koordinacije, a koji su relativno jasno vidljivi iz loših rezultata u testovima koordinacije, izravni su signal vrlo mogućeg poremećaja u razvoju djeteta. Nije stoga čudno što su testovi jednostavnih koordinacijskih sposobnosti sastavni dio svih baterija testova kojima se procjenjuje razvojni status djeteta (Cairney, Hay, Veldhuizen, Missiuna, & Faught, 2009; Duger, Bumin, Uyanik, Aki, & Kayihan, 1999; Venetsanou, Kambas, Aggeloussis, Serbezis, & Taxildaris, 2007). Razvoj koordinacije upravo iz ovih razloga ukazuje na ukupni stupanj motoričkog razvoja djeteta i nema nikakve sumnje da poremećaji koordinacije predstavljaju vrlo ozbiljan problem. Kod svih ozbiljnih patoloških stanja

prepoznaju se poremećaji u koordinaciji i to kako u pogledu živčanih, tako i u pogledu mišićnih insuficijencija (Hassan, 2001; Kambas & Aggeloussis, 2006; MacCobb, Greene, Nugent, & O'Mahony, 2005; Rondalis, 2003).

- b) Drugi razlog zbog čega je testiranje koordinacije iznimno važno jest činjenica da je koordinacija kao motorička sposobnost u određenoj mjeri uglavnom kompozit drugih motoričkih sposobnosti. Koordinacijski testovi gotovo uvijek uključuju određeni stupanj potrebe za manifestacijom snage, fleksibilnosti, izdržljivosti, i posebno ravnoteže, stoga je jasno kako kod djeteta koordinacija predstavlja univerzalnu mjeru motoričkog statusa.

Međutim, testiranje koordinacije iznimno je problematično. Mogu se izdvojiti naredni razlozi za ovu tvrdnju:

- Testovi koordinacije su upitni po pitanju pouzdanosti i valjanosti
- Koordinacija se sastoji od velikog broja pojavnih oblika i stoga je vrlo teško procijeniti ukupnu koordinaciju
- Testovi koordinacije ne bi smjeli sadržavati specifična motorička znanja

Problem specifičnog motoričkog znanja u testiranju koordinacije

Koordinacija podrazumijeva veliki broj pojavnih oblika, pa bi testiranje ukupne koordinacije uključivalo testiranje svih manifestnih oblika koordinacijske sposobnosti koji postoje.⁶⁴ Konačno, i vjerojatno najvažnije jest to da bi u testiranje koordinacije trebalo uključiti test u čijoj se osnovi nalazi motorička struktura koju su svi testirani ispitanici podjednako naučili ili je podjednako „nisu naučili“. Da bi se objasnio ovaj problem, najpogodnije se poslužiti primjerom. Ukoliko pogledamo primjer testa prikazanog na slici, potpuno je jasno da je test o kojem se radi visoko motorički specifičan. Drugim riječima, osobe koje su kroz prethodni motorički razvoj i učenje savladale vođenje lopte (bilo kroz košarku, ili primjerice rukomet) ovaj test će izvoditi puno kvalitetnije i postići će bolje rezultate nego osobe koje nisu imale priliku susresti se sa tom karakterističkom motoričkom manifestacijom - vođenje lopte. U

⁶⁴ Kako po nekim autorima manifestnih oblika koordinacije ima od 6, pa do 10 i više, jasno je kako bi precizna analiza o stanju koordinacije podrazumijevala vrlo opsežna testiranja, koja bi bila vremenski nerentabilna i, logično, ne bi se izvodila dovoljno kvalitetno.

osnovi, primjena ovakvog testa u analizi stanja koordinacije kod osoba koje se nikad nisu susrele sa vođenjem lopte, vjerovatno ne bi bio nikakav problem i predstavljala bi sasvim valjanu mjeru ove motoričke sposobnosti. U konačnici, koordinacija dobrim dijelom predstavlja sposobnost savladavanja nepoznatih motoričkih zadataka. Međutim, problem se javlja ukoliko ovaj test primijenimo kod heterogenog uzorka ispitanika, među kojima se nalaze neki ispitanici koji su test, tj. vođenje lopte do sada savladali, a istovremeno se u uzorku nalaze ispitanici koji se sa tom karakteristističnom motoričkom manifestacijom nikada nisu susresli. Nije teško pretpostaviti što će se u tom slučaju pri testiranju dogoditi. Analizirat će mo ispitanike koji nikad nisu naučili ovu motoričku radnju i procijenit ćemo ih kao nekoordinirane. To, u stvari, uopće ne mora biti tačno. Motoričko znanje i to specifično motoričko znanje, toliko je utjecalo na rezultat u testiranju da se testiranje kao takvo, u ovom slučaju nikako ne smije smatrati kvalitetno provedenim. Koji je međutim problem u pozadini? Konkretno, svi testovi koordinacije koji se izvode na nekom uzorku ispitanika, trebali bi biti „specifično ne-naučeni“. Dakle, vratimo se na primjer testa koji je prethodno izložen. Ovaj test mogao bi biti sasvim valjano upotrijebljen u analizi koordinacijskih sposobnosti kada bi bili sigurni da u našem uzorku ispitanika koji ispitujemo nemamo nikako tko je vođenje lopte naučio do tada u svakodnevnom životu, a to je, naravno, u našem podneblju, vrlo teško, jer su se djeca imala mogućnost susresti s tom kretnjom. Ali, vrlo vjerovatno postoje nekakve situacije i neke kulture u kojima bi se ovaj test mogao upotrijebiti bez ikakvih problema i ograničenja.

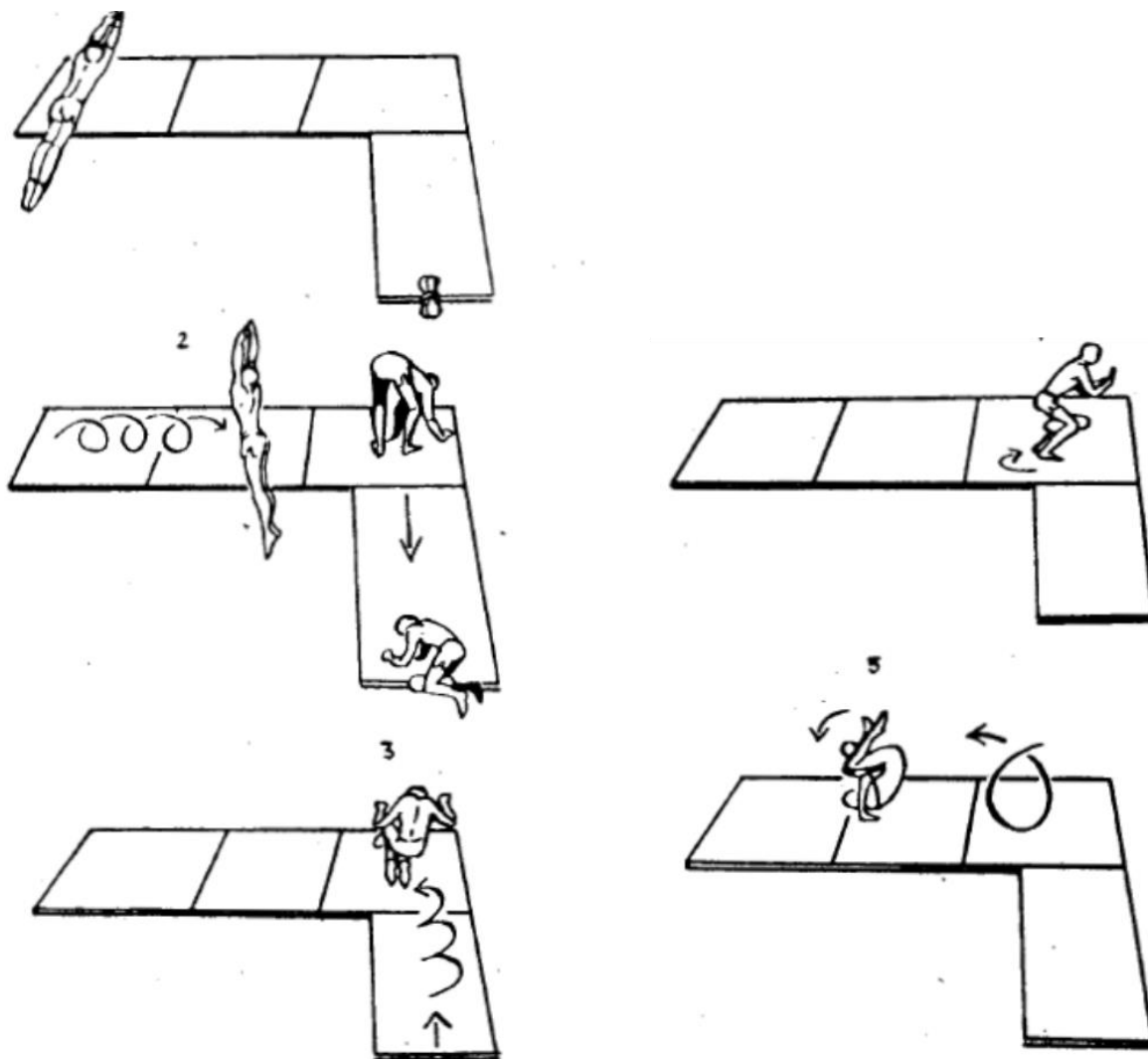
Kakva motorička znanja tj. kakve motoričke programe uopće treba upotrijebiti u testovima koordinacije? Odgovor je - biotička motorička znanja, tj. znanja koja su se u većoj ili manjoj mjeri trebala naučiti kroz rast i razvoj kod svake ljudske jedinice. Naročito su dobrodošla biotička motorička znanja za savladavanje prostora i biotička motorička znanja za savladavanje prepreka. Prvo zbog toga, jer je učenje ovih biotičkih motoričkih znanja nespecifično i neovisno o sportovima ili sportskim aktivnostima kojima se pojedinac bavi(o). Eventualna primjena biotičkih motoričkih znanja za savladavanje otpora vrlo vjerovatno bi povećala utjecaj energetske sposobnosti na realizaciju testa (snažnije osobe vrlo vjerovatno bi postigle bolji rezultat). S druge strane, ukoliko bi se u konstrukciji testa za procjenu koordinacije

upotrijebila biotička motorička znanja za manipuliranje predmetima, tj. objektima, trebalo bi pripaziti da se radi o ne-specifičnim motoričkim znanjima, a što je, objektivno govoreći, dosta teško postići.

Kao što je već prije rečeno, testiranje koordinacije i uopće problematika koordinacije se na ovim prostorima izuzetno intenzivno istraživala, i po mišljenju autora ovog udžbenika nigdje se ovoj problematici nije pristupilo tako studiozno kao kod nas. Zbog toga su u daljnjem tekstu prikazani isključivo testovi koordinacije koji su razvijeni od domaćih autora i među kojima su odabrani tekstovi za koje je autor smatrao da najbolje opisuju pravo stanje koordinacije kao kompleksne motoričke sposobnosti. Međutim, treba kazati i to da su testovi koji su prikazani u ovom udžbeniku konstruirani, a potom i validirani na uzorku odraslih fizički aktivnih osoba (muškarci od 18 godina i stariji). Zbog toga su testovi zasigurno primjenjivi u testiranju koordinacije upravo kod takvih uzoraka ispitanika i to prvenstveno muškaraca, na kojima su, koliko je autoru ovog udžbenika poznato, jedino i metrijski provjereni. Veliki je problem, međutim, što se testovi bezrezervno i nekritički upotrebljavaju i u drugim uzorcima ispitanika, i to redovito kod žena, a najveća je greška, autorovo je mišljenje, testove primjenjivati kod djece. O ovome problemu (primjena ovih testova kod djece) nešto će biti kazano u daljnjem tekstu kad se bude opisivao svaki pojedini test, a gdje će se osvrnuti na karakteristične probleme koji se javljaju kod svakog od njih.

Okretnost na tlu

Za postavljanje testa potrebno je postaviti strunjače kako je prikazano na slici.



Od Točke 1 ispitanik se kreće bočno se kotrljajući do Točke 2. U Točki 2 prelazi u kretanje koje izvodi četveronoške unazad, da bi u Točki 3 između koljena uhvatio spakovani judo-kimono. Od Točke 3 do Točke 4 ispitanik radi kolutove prema naprijed, pazeći da mu kimono ne ispadne iz među koljena. U Točki 4 okreće se za 90 stupnjeva i do Točke 5, tj. do kraja testa radi kolute unatrag. Opet kimono ne smije ispasti između nogu.

Test koji je prikazan je, u stvari, po mišljenju autora, jedan od boljih testova koordinacije. Prvenstveno je to zato što uključuje gibanja koja stvarno i realno nitko specifično ne uči. Kolutovi koji se izvode ne trebaju biti pravilni niti gimnastički. Bitno je samo da se prevale put prema naprijed ili prema natrag, a i u slučaju ako će netko i „profitirati“ od prethodnog motoričkog znanja, otežavajući faktor je kontroliranje kimona koji se mora zadržavati između koljena.

Ukupno, test je vrlo kompliciran, jer uključuje nekoliko motoričkih gibanja u različitim smjerovima i u tom smislu bila bi preporučljiva vrlo precizna demonstracija. Probni pokušaji ne bi se trebali raditi, a ukoliko se i rade, ne bi trebalo izvoditi test sam po sebi u cijelosti, nego samo određene dijelove.⁶⁵ Test bi u slučaju isprobavanja trebalo razbiti na sastavne dijelove i omogućiti ispitaniku da ukupno testiranje memorira kako bi ga kasnije mogao uspješno izvesti.⁶⁶

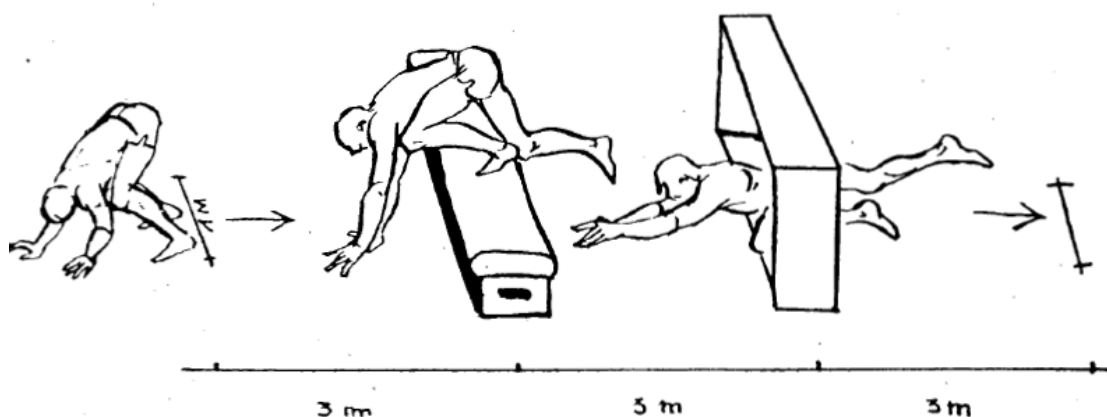
Ovaj test prikazan je kao prvi od odabranih testova koordinacije upravo iz razloga što, premda ne postoje egzaktne eksperimentalne studije na tu temu, po mišljenju autora udžbenika, predstavlja vrlo primjenjivu proceduru u analizi koordinacije kod različitih dobnih skupina, pa čak i različitih spolova.

⁶⁵ Na primjer, 2-3 bočna kotrljanja, položaj tijela za četveronožno kretanje unazad, hvatanje kimona i sl.

⁶⁶ Sličan pristup koristi se, primjerice, i kod prelaženja slalomske ili veleslalomske staze, gdje skijaši nemaju pravo isprobati postavljenu stazu, ali mogu je obići, prošetati kraj nje, i vizualizirati izvedbu karakterističnih zavoja koji su im postavljeni na stazi.

Poligon natraške

Poligon natraške vjerojatno je najčešći test koordinacije koji se izvodi u našoj zemlji, pa i šire. Radi se o testu koji je sastavni dio baterije za procjenu motoričkih i funkcionalnih sposobnosti u školstvu. Izvedba testa je prikazana na slici.



Test je potrebno vrlo detaljno poznavati, a s obzirom da se, kao što je već rečeno, primjenom rezultata na ovom testu procjenjuje stanje koordinacije od prvog razreda osnovne škole do kraja srednjoškolskog obrazovanja.⁶⁷

Izvedba testa u je vrlo jednostavna i sastoji se od četveronožnog kretanja od startne crte preko tapeciranog gornjeg dijela švedskog sanduka, provlačenje kroz okvir švedskog sanduka, i nakon prelaska dodatna 3 metra, završetka testa. Test se mjeri do trenutka dok zadnji dio tijela ne prođe ciljnu oznaku.

Kao i kod prethodnog testa, testiranje se ne bi trebalo provoditi s probnim pokušajima, ali bi ispitanik mogao isprobati prolazak kroz okvir švedskog sanduka, eventualno, prelazak preko tapeciranog dijela švedskog sanduka. Česta greška koja se kod testiranja radi je „fiksiranje“ okvira sanduka od strane ispitivača, a kako bi se spriječilo padanje okvira sanduka ukoliko ispitanik dotakne sanduk nekim dijelom tijela prilikom prolaska kroz njega. Ovo je elementarna pogreška u testiranju, jer se na taj način gubi smisao testiranja koordinacije, a s obzirom da bi testiranje trebalo uključiti i procjenu koordinacije cijelog tijela.

⁶⁷ U ispravnost ovog autor udžbenika ima niz dvojbi, ali o tome će više biti riječi kasnije

Kao i kod svih drugih test-procedura za procjenu koordinacije, tako i kod ovog testa postoji karakteristični problem koji se javlja, a u slučaju da se testiranje provodi sa ispitanicima na kojima ova test-procedura nije validirana, odnosno kineziometrijski provjerena. Kao što je već rečeno, uglavnom su sve test-procedure za procjenu koordinacije validirane na odraslim muškarcima (studentima fizičke kulture). Tako je i ova test-procedura vrlo vjerojatno sasvim primjerena procjeni koordinacije u takvom ili sličnim uzorcima ispitanika (odraslim fizičkim aktivnim osobama). Međutim, primjena ovog testa u procjeni koordinacije je po mošljenju autora ovog udžbenika relativno ograničena.

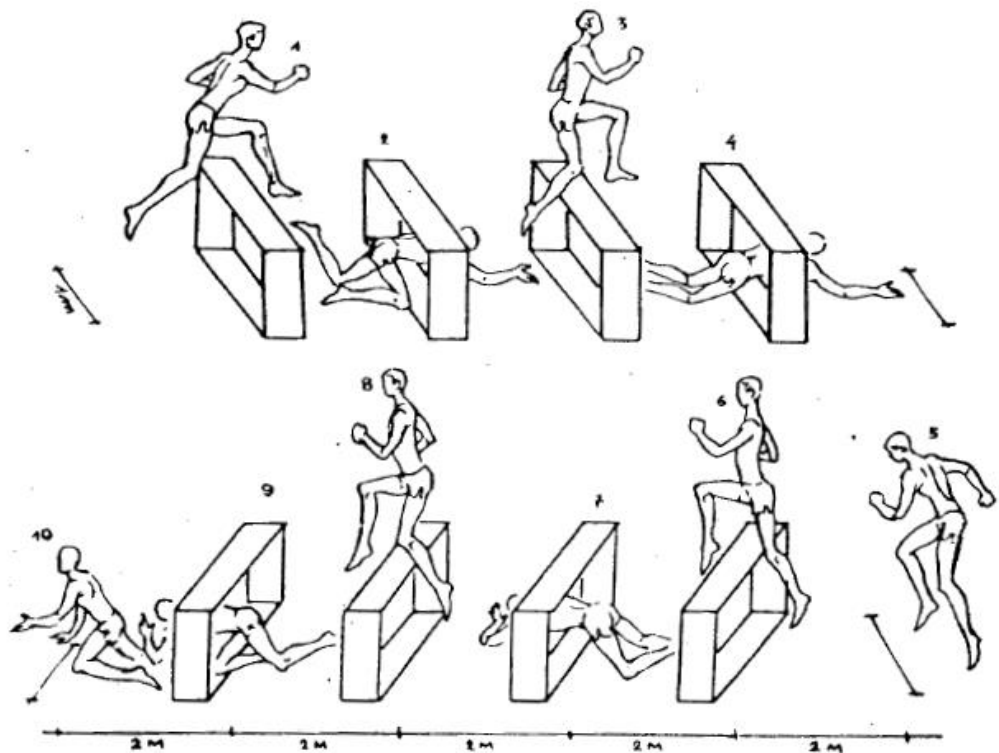
Ipak, struktura samog testa poligon natraške vrlo dobro prati osnovnu logiku testiranja koordinacije. U testu je tako primjetna upotreba biotičkih motoričkih znanja (četvoronožno puzanje) u relativno nepoznatim okolnostima (unazad) (Cavar, Corluka, Cerkez, Culjak, & Sekulic, 2013). Stoga bi se problem pri testiranju mlađih uzrasta vjerojatno bi se mogao otkloniti smanjenjem dimenzija samog poligona, ali i smanjenjem dimenzija prepreka. Naime, prva prepreka je ustvari previsoka za djecu nižih razreda osnovne škole, ali je isto tako jasno kako je druga prepreka za tu djecu relativno nezahitjevna.⁶⁸

Provlačenje i preskakivanje

Ovo je još jedan test koji uspješno prati logiku testiranja koordinacijskih sposobnosti. Opet se radi o motoričkim zadacima koji se mogu svrstati u grupu biotičkih motoričkih znanja (prirodnih oblika kretanja), a za koje je teško očekivati da ih je netko specifično naučio bavljenjem nekim sportom ili sportskom aktivnošću.

Test se sastoji od naizmjeničnog preskakivanja i provlačenja preko i kroz okvire švedskih sanduka. Prvi okvir se preskače, kroz drugi se provlači, treći se preskače, kroz četvrti se provlači, a po izvedenom okretu u povratku se radnja još jedanput ponavlja. Završetak test je trenutak kada se nakon prolaska kroz zadnji okvir cijelim tijelom prebaci preko startne, tj. ciljne linije.

⁶⁸ Djeca tog uzrasta vrlo lako prolaze kroz drugu prepreku i ona im ne predstavlja bitan problem. U to se uvjerio svatko tko je testirao tražeći te dobne skupine na ovoj test-proceduri, jer je u takvim situacijama najlakše primijetiti kako odrasle osobe imaju očite probleme u savladavanju druge prepreke, dok djeca mlađeg školskog doba drugu prepreku savladavaju bez ikakvog problema



I ovaj test ne bi se smjelo isprobavati. Međutim, poželjno bi bilo da ispitanik pređe barem dvije prepreke i to zbog toga da bi upamtio kojim redoslijedom izvode, ali i da bi dobio osjećaj za dimenzije poligona koji savladava. I u ovom slučaju česta je greška izvođenje testa uz fiksiranje okvira. Nema potrebe govoriti o tome kako takvo olakšavanje u izvedbi testa izravno utječe na prirodu samog testiranja, jer ispitanik ne savladava više onako kompleksan zadatak, kao što bi trebao. Uspješnost izvođenja testa u tom slučaju puno više ovisi o energetske kapacitetima nego o koordinacijskim sposobnostima. I u ovom slučaju postavlja se pitanje adekvatnosti primjene ovog testa kod mlađih uzrasta, a prvenstveno zbog toga što je okvir sanduka koje treba preskočiti relativno visok. Stoga je teško očekivati da će ovaj test biti adekvatan test za procjenu koordinacije kod mlađih dobnih uzrasta.

Zaključno o testovima koordinacije

Generalni problem kod testiranja koordinacije je sadržan u tome što su svi testovi koordinacije u određenoj mjeri kompleksni motorički zadaci. Kompleksni motorički

zadaci uvijek imaju karakteristiku da se uče i usavršavaju. Stoga se pri svakom kvalitetno provedenom ispitivanju može očekivati unapređenje rezultata na testu koordinacije od čestice do čestice testa. Dakle, ukoliko bilo koji predloženi ili neki drugi test koordinacije izvodimo kroz 2 ili 3 čestice, može se očekivati da rezultat u 3-oj čestici bude bolji nego rezultat u 1-oj čestici, naravno pod uvjetom da se ispitanik uspio dovoljno odmoriti od mjerenja do mjerenja. Idealno bi stoga bilo testiranje na pojedinom testu koordinacije provoditi onoliko puta dok se rezultat stabilizira na minimalnoj (najboljoj) vrijednosti, te tu vrijednost uzeti kao pravi, realni rezultat na testu koordinacije koji se izvodi.

U donjem grafičkom prikazu predočeno je takov jedno testiranje za jednog ispitanika, a u kojem se između svake čestice testiranja, ispitaniku dalo dovoljno vremena da se adekvatno odmori i pripremi za narednu česticu testa.

Grafikon

Kao što je vidljivo iz grafikona stabilizirani rezultat na testiranju iznosio je XY. Međutim, ukoliko se radi o testiranju veće grupe ispitanika, ovakav postupak oduzeo bi previše vremena, a postavilo bi se i pitanje da li je svaki ispitanik imao adekvatno vrijeme oporavka. Stoga je u praksi češće provoditi testiranje na testovima koordinacije tri puta. Smatra se da je taj broj ponavljanja u ovim relativno jednostavnim kretnim strukturama dovoljan da se stabilizira izvedba na testu i postigne rezultat koji odgovara stvarnom stanju testirane osobe. Međutim, problem se javlja kod kondenzacije rezultata. U narednoj tablici prikazani su realni rezultati na testu koordinacije za ispitanike koji su se u inicijalnom testiranju prvi put susreli sa primijenjenom test-procedurom, a u finalnom testiranju su test-proceduru već poznavali, jer su je već izvodili u inicijalnom testiranju.

T A B L I C A

Što bi se dogodilo kada bi u inicijalnom testiranju rezultat kondenzirali izračunavanjem aritmetičke sredine, te istu proceduru primijenili u finalnom

testiranju? Ovakvim pristupom zasigurno bi ukupni rezultat u finalnom mjerenju bio bitno bolji od rezultata u inicijalnom mjerenju. Jasno je kako tome gotovo isključivo pridonosi loš rezultat na prvoj čestici inicijalnog testiranja. Ovakva situacija vrlo često će se dogoditi kod testiranja koordinacije i u tom smislu autor udžbenika je sklon preporučiti da se kondenzacija rezultata u testovima koordinacije provodi kroz uzimanje najboljeg rezultata kao konačnog rezultata na testu. Naravno, ni na taj način se vrlo vjerojatno neće potpuno anulirati greška, a koja nastaje zbog motoričkog učenja, ali će se zasigurno ova greška barem smanjiti, te neće imati toliki utjecaj na interpretaciju rezultata.

5.5.2 Kineziološke transformacije koordinacijskih sposobnosti

Koordinacijske sposobnosti različiti autori dijele na različite načine, ali gotovo uvijek se radi o velikom broju manifestnih oblika, koji u svojoj generalnoj ideji imaju **sposobnost efikasnog izvođenja relativno kompleksnih motoričkih zadataka**. Premda se manifestacijski doista radi o velikom broju sposobnosti koje se međusobno strukturalno jako razlikuju, ipak u osnovi svih ovih motoričkih manifestacija uvijek leži potreba za savladavanjem (relativno) kompleksnog motoričkog zadatka u (i) optimalnom (i to najčešće što kraćem) vremenu, (ii) u optimalnom i to najčešće što manjem prostoru i (iii) uz minimalnu potrošnju energije. Bez obzira da li se zadatak izvodio rukama, nogama, cijelim tijelom, da li je u izvođenju zadatka potrebno pratiti određenu ritmičku strukturu, da li je zadatak jako kompleksan ili možda relativno jednostavan, ideja je uvijek ista – efikasno i racionalno izvođenje kompleksnog motoričkog gibanja.

Ako u drugim motoričkim sposobnostima kao što su snaga/jakost, i/ili primjerice fleksibilnost govorimo o velikom broju pojavnih oblika, a koje su ovisne o mišićnim grupama koje izvode kretanju, o brzini izvođenja kretanje, o pravcima i smjerovima izvođenja kretanje itd., kod koordinacijskih manifestacija govorimo s punim pravom o beskonačnom broju potencijalnih zadataka koji traže angažiranje koordinacijskih potencijala pojedinca. Stoga, koordinacijske manifestacije ne mogu se ni približno opisati konačnim brojem, jer se radi o nepoznatom broju situacija, oblika i struktura kretanja, a koje u svom pojavnom obliku mogu imati potpuno različite prostorne i energetske zahtjeve. Uzmimo jedan jednostavan konkretan primjer, kako bi ovu problematiku koliko-toliko približili na slikovit način.

Na slici je prikazan jednostavan poligon prepreka koji predstavlja koordinacijski relativno složen zadatak za svakoga tko nije imao priliku baš taj zadatak uvježbati i savladati do razine dinamičkog stereotipa kretanja.⁶⁹

S L I K A P O L I G O N A

⁶⁹ Dinamički stereotip kretanja ili precizni motorički program podrazumijeva izvođenje motoričkog zadatka bez potrebe za kognitivnom obradom informacija o izvedbi - refleksno

Ukoliko tak zadatak izvodimo na poligonu koji je prikazan na slici, zahtjevnost u koordinacijskom smislu je jedna. Promijenimo li samo jedan parametar zadatka, a to je primjerice postavljanje prve prepreke za jedan metar naprijed, promijenit će se koordinacijska zahtjevnost zadatka. Postavimo li umjesto prve, dvije prepreke opet smo koordinacijsku zahtjevnost promijenili. Skratimo poligon i završetak, kraj poligona vratimo pola metra unatrag, a uz to dodajmo još jedan motorički zadatak, tako da se primjerice završetak izvodi pretrčavanjem uz rotaciju oko vlastite osi za 360 stupnjeva, itd. Ovakvih kombinacija kakve su nabrojene i promjena u zadatku ima praktički bezbroj, a radi se uvijek o istom poligonu i uvijek o istoj manifestaciji motoričkih sposobnosti koordinacije koja se od ispitanika traži.

Promijenimo sada poligon u potpunosti. Nemojmo uopće raditi poligon, nego postavimo zadatak u kojem treba još dodatno manipulirati objektima, uvedimo potrebu da se zadaci izvode zatvorenim očima ukoliko je to moguće itd. Mislimo da je iz ovog primjera jasno kao koordinacijskih zahtjeva u svakodnevnom životu i sportu može biti doista bezbroj. Stoga je opisivanje kinezioloških transformacija koordinacije izuzetno zahtjevno i autor udžbenika ne misli da se u ovom udžbeniku uspjeti temeljito obraditi ovu problematiku. U stvari, gotovo je sigurno da će se problematika razvoja koordinacijskih sposobnosti upravo zbog kompleksnosti ovog područja, u daljnjem tekstu samo „načeti“, a njom se definitivno treba pozabaviti studiozno i detaljno.

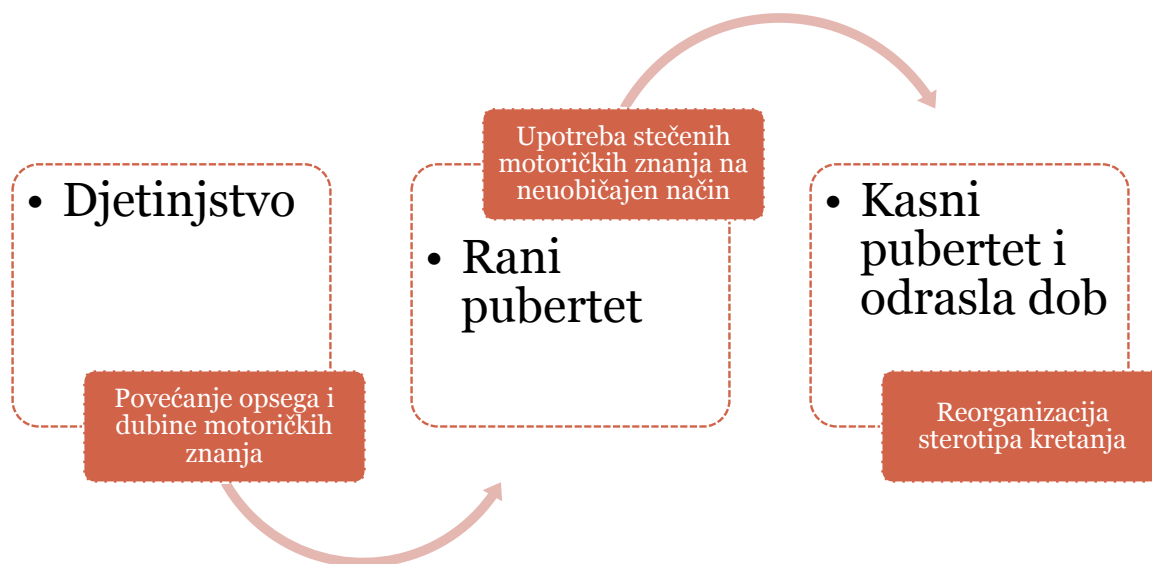
Iz svih gore navedenih razloga, u ovom udžbeniku se zapravo „grupiralo“ potencijalne načine i metode za razvijanje koordinacijskih sposobnosti kroz koje će se pokušati dotaknuti temeljna pravila koja bi trebala pomoći u razvoju ma kojeg manifestnog oblika koordinacije.

Tako, pokušati će se opisati značajke sustava za razvoj koordinacijske sposobnosti. Smatramo da će se kroz predstavljanje tih značajki pomoći u strukturiranju, planiranju i programiranju treninga i tjelesnog vježbanja koji može doprinijeti unapređenju u ovoj dimenziji antropološkog statusa.

Razvoj koordinacijskih sposobnosti moguće je tako sagledavati kroz slijedeće sustave treninga, odnosno vježbanja:

1. Povećanje opsega i dubine motoričkih znanja
2. Korištenje stečenih motoričkih znanja u nepoznatim uvjetima
3. Djelomična ili potpuna reorganizacija dinamičkog stereotipa gibanja.

Odmah na početku hipotetski model primjene ovih metoda razvoja koordinacije prikazat će se okvirnom vremenskom linijom



Povećanje opsega i dubine motoričkih znanja

Već je nekoliko puta kazano kako u osnovi svakog koordinacijskog zadatka leži izvođenje kompleksnog motoričkog zadatka. Ova kompleksnog motoričkog zadatka u stvari generira potrebu da se u izvedbi upotrijebe u što većoj mjeri do tada usvojeni i usavršeni motorički programi.

Uzmimo primjer poligona koji je prikazan na prethodnoj slici. Svaki od motoričkih zadataka koje je potrebno izvesti u ovom poligonu, već je trebao biti usvojen u određenoj mjeri prije izvedbe samog poligona. Konkretno, ukoliko osoba koja izvodi poligon ne poznaje samo jedan od motoričkih zadataka od kojih je poligon sastavljen, ukupan poligonski sustav neće moći uspješno realizirati. U ovome leži logika potrebe da se pri izvođenju koordinacijskih zadataka koriste **prethodno usvojena motorička znanja**, odnosno iskorištavaju prethodno usvojeni motorički programi. To ni ne moraju biti kompletna motorička znanja koja su potrebna u savladavanju

koordinacijskog zadatka, ali će u svakom slučaju efikasniju izvedbu složenih motoričkih zadataka biti moguće uočiti kod osoba koje imaju veći spektar prethodno usvojenih motoričkih programa, tj. koje imaju veću **bazu motoričkih znanja** koju mogu iskoristiti u kompleksnim motoričkim zadacima.

Ponovno se vratimo na poligon iz prethodnog primjera. Iz dosadašnjeg teksta vjerojatno je postalo jasno kako se same motoričke zadatke treba poznavati na određenoj razini, a ukoliko se namjerava uspješno izvesti cijeli poligon. Međutim, nije sve u poznavanju zadataka od kojih je poligon sadržan. Nije svejedno da li se zadatak izvodi u formi grubog motoričkog programa ili dinamičkog stereotipa gibanja - preciznog motoričkog programa. Ukoliko osoba provlačenje kroz poligonsku cijev (zadatak XY) poznaje na razini grubog motoričkog programa (u pravilu to znaju sve osobe, osim vrlo male djece i osobe sa određenim motoričkim insuficijencijama), kvalitetu izvedbe u tom motoričkom zadatku definirat će kvaliteta motoričkog programa koji je potreban za njegovu provedbu. Sasvim je sigurno da će taj zadatak puno kvalitetnije i efikasnije izvesti osoba koja je četveronožno puzanje, a koje je najbolji način savladavanja ove prepreke, savladala na razini dinamičkog stereotipa gibanja. Međutim, osoba koja to četveronožno puzanje ne zna dovoljno dobro raditi, sasvim sigurno će potrošiti puno više vremena, ali i energije za izvedbu ovog dijela poligona. Ovime dolazimo i do objašnjenja zbog čega je potrebno poznavati ne samo veliki broj motoričkih zadataka, nego ih je potrebno poznavati na razini preciznog motoričkog programa, odnosno dinamičkog stereotipa gibanja. Drugim riječima, u svim koordinacijski složenim zadacima bitno je i **koliko** toga znamo, ali i **koliko dobro** to znamo izvesti.

Konkretno, i konačno dolazimo do zaključka da u razvoju koordinacijskih sposobnosti prvenstveno treba voditi računa o količini i kvaliteti usvojenih motoričkih programa. Gotovo je nemoguće očekivati da će osoba imati visoku razinu koordinacijskih sposobnosti ukoliko kvaliteta i broj motoričkih programa nisu na visokoj razini. Stoga je upravo ovaj sustav treninga, tj. usvajanje i unapređenje različitih motoričkih programa temeljna pretpostavka razvoja koordinacije.

Osnovni problem u ovom sustavu rada jest **nemogućnost kvantificiranja količine rada**, ali i s time povezana **nemogućnost kvantificiranja efekata sustava treninga i vježbanja**. Nemoguće je zapravo odrediti precizno (koliko se radilo, što se radilo i koliki su efekti toga rada. Drugo i možda još važnije je to što

koordinacijske sposobnosti i njihov razvoj nisu jednostavne u smislu transformacijskog djelovanja, niti se promjene u ovom sustavu antropološkog statusa mogu očekivati naglo i dinamično. Razvoj koordinacijskih sposobnosti primjenom ovog sustava rada (usvajanje i unapređenje motoričkih programa) podrazumijeva ustvari učenje, doduše motoričko učenje, ali i dalje učenje. Svaki sustav učenja je relativno spor, a pogotovo ako se uzme u obzir da ovo nije ograničena količina znanje, već zapravo - neograničena količina znanja. Drugim riječima, ukoliko je do učenja i unapređenja nekog motoričkog znanja, a kod razvoja koordinacije, i došlo, to i dalje ne znači da ćemo ikad prepoznati u stvarnim situacijama učinke tog učenja koje ostvareno. Motorički zadatak ćemo relativno sporo naučiti, a još uvijek je pitanje da li ćemo od te „naučenosti“ ikad imati koristi u smislu unapređenja realne koordinacije. Stoga je vrlo česta interpretacija u stručnim krugovima, kako koordinaciju ne treba razvijati na širokoj bazi, već se treba fokusirati na specifične motoričke manifestacije koje se javljaju u pojedinim sportovima i razviti njih. Ovo je logično razmišljanje jer ćemo u konačnici u sportu, pa ma o kojem se sportu radilo, zasigurno imati koristi od specifičnih motoričkih manifestacija. Dakle, ovakav pristup i zaključak je vrlo logičan ako se osvrnemo na sve probleme koji su do sada izneseni.

Međutim, zanimljivo je kako sportska praksa često ne daje potvrdu takvim razmišljanjima. Zašto? Zato jer na vrhunskoj razini ma kojeg sporta u stvari dolazimo u situaciju da većina sportaša zna sve specifične motoričke manifestacije ⁷⁰. Na toj vrhunskoj razini više se ne traži tko zna više specifičnih motoričkih manifestacija jer ih već „svi“ znaju „sve“. Traži se „tko zna više nespecifičnih motoričkih manifestacija“, i među takvima se pronalaze oni najbolji. Svakodnevna sportska praksa u stvari nam pokazuje ispravnost ove tvrdnje. Teško je naći i jedan sport, u kojoj su „oni najbolji“, zapravo oni koji su „sport specifično najbolji“. Zapravo „najbolji su“ oni koji su „sport nespecifično najbolji“.

Vrlo često se zna čuti kako je koordinacija genetski visoko-determinirana sposobnost. Međutim, autor nije sklon razmišljati na takav način već je više sklon problem koordinacije i njene „visoke genetske determiniranosti“ sagledavati u kontekstu krivog sagledavanja senzibilnih faza u razvoju koordinacije. Naime, istraživanja koja su sustavno ispitivala utjecaje treninga na razvoj koordinacije vrlo rijetko su se bavila vrlo malom djecom, a kod kojih bi se dobila realnija slika o

⁷⁰ Ma koliko sport bio kompleksan opet se radi o relativno ograničenom broju koordinacijskih zadataka

moogućnostima razvoja koordinacije. Oni autori i znanstvenici koji su se bavili ovom problematikom naglašavaju tako da se koordinacija kod djece naglašeno razvija zbog:

- a) plastičnosti centralnog živčanog sustava, koji je u tom uzrastu izuzetno priljepčiv na sve oblike učenja, pa tako i motoričkog učenja
- b) relativne zainteresiranosti za sustave trenažnog rada koji u svojoj osnovi imaju upravo komponentu razvoja koordinacije.

Doista, sustavi treninga kojima se naglašeno može razvijati koordinacija u stvari su - igra. Kompleksna, bezbrižna, zanimljiva i neopterećena igra. Upravo kroz takve sustave rada omogućuje se usvajanje ogromnog broja motoričkih zadataka, a u uvjetima u kojima je to moguće ostvariti za tako mladu dob. Pokuša li se bilo koji motorički zadatak kod tako mlade dobi (/do 7 godina) razviti kroz sustavno vježbanje, vrlo teško će se ostvariti uspjeh, jer koncentracija djece u toj dobi naravno da nije velika. Njihova kognitivna sposobnost je relativno smanjena i vrlo teško se može očekivati da će se „pravim“ sustavima sportskog treninga i vježbanja doći do zainteresiranosti za rad, a koja bi konačno trebala dovesti do unapređenja koordinacijskih sposobnosti, kroz usvajanje u unapređenje motoričkih znanja. Stoga se za ovu svrhu mogu gotovo isključivo primijeniti različiti oblici igara u kojima će se bez opterećenja dijete dovesti u situaciju da uči i unapređuje motoričke programe, te na taj način izravno neizravno djeluje na razvoj svojih koordinacijskih sposobnosti.

U kasnijim periodima koordinacijske sposobnosti, po svemu sudeći se sve sporije mogu razvijati. Prvo zbog toga što centralni živčani sustav više nije onako „plastičan“ i nije lako djelovati na promjene u ovom organskom sustavu, a drugo, što je možda još važnije, što je vrlo teško organizacijski ostvariti uvjete u kojima će se djelovati na razvoj koordinacije onoliko efikasno kao što se moglo u prethodnom životnom periodu. Tako djeca kroz osnovnu školu zasigurno mogu razvijati koordinaciju puno bolje nego što će je razvijati kasnije, ali u odnosu na prethodni period života mogućnosti su relativno ograničene. Prvo zbog toga jer polaskom u školu dijete dobiva veliku količinu obaveza u odnosu na prethodni životni period. Stoga je odmah i smanjena mogućnost provedbe sustavnog vježbanja i/ili igranja tjelesnog tipa, koje će utjecati na razvoj koordinacijskih sposobnosti.

Ukoliko je dijete u prethodnom životnom periodu imalo cijeli dan „za razvoj koordinacije“, onda je u mlađem školskom i školskom dobu taj period sveden na vrijeme provedeno van školskih obaveza, a to je bitno manje. U ovom periodu treba

uključiti sustavno vježbanje. Sama kognitivna sposobnost djeteta je u porastu i dijete će moći sustavnije i pravilnije vježbati, a s time povezano i učestvovati u treninzima, kojima će se izravno djelovati na razvoj pojedinih motoričkih sposobnosti. Kako djeca u ovom uzrastu već počinju prepoznavati sport kao društveni fenomen, ovo je vjerojatno, vrlo povoljan trenutak za iskorištavanje sporta i sportskog treninga u smislu razvoja svih motoričkih sposobnosti, pa tako i koordinacije.

U ovom periodu bi se trebalo koristiti određene sastavne dijelove sportskih igara i sportskih aktivnosti, a kako bi se dijete zainteresiralo za tjelesni angažman i s tim povezan motorički razvoj. U tom smislu naročito su dobrodošle sportske škole univerzalnog karaktera u kojima će se usvajati i unapređivati motorička znanja iz širokog spektra sportskih aktivnosti, bez naročitog naglaska na razvijanje dinamičkih stereotipa gibanja u pojedinim sportovima. Vijeme koje je na raspolaganju za tjelesni i sportski angažman u ovom periodu života je ograničeno i to najčešće na nekoliko sati tjedno. Potrošiti to vrijeme za razvijanje dinamičkog stereotipa gibanja neracionalan je potez. Prvo zbog toga što dijete naglašeno i brzo raste u svim morfoloških dimenzijama, pa se dinamički stereotip gibanja praktički treba obnavljati svakodnevno. Drugo, mala je vjerojatnost da će djeca ostati u baš u tom sportu čiji dinamički stereotip gibanja razvijamo, pa je samim tim vrlo teško vjerovati da smo s tim u vezi napravili „dobar posao“. Vjerojatno će biti puno racionalnije omogućiti djetetu kroz taj period života da usvoji što više motoričkih manifestacija iz što više sportova i sportskih aktivnosti, a bez forsiranja razvoja dinamičkog stereotipa kretanja tj. razvijanja preciznog motoričkog programa za pojedine motoričke manifestacije.

Ovakvim pristupom moguće se neće napraviti usluga trenutnim sportskim rezultatima djeteta, ali će se zasigurno omogućiti dugoročan razvoj motoričkih potencijala, te eventualno kasniji sportski rezultat. U svakom slučaju, u smislu razvoja koordinacijskih potencijala ovo je puno bolji put.

Teško je očekivati da će se koordinacijske sposobnosti naglašeno razvijati u pubertetu i post-pubertetu. Ovome pridonose i neuro-fiziološke zakonitosti razvoja, koje u stvari relativno ograničavaju mogućnost usvajanja i unapređenja motoričkih znanja u ovom periodu, ali i činjenica da različiti socio-kulturni i organizacijski razlozi utječu na smanjenu mogućnost razvoja koordinacijskih sposobnosti. Ovo drugo barem po pitanju primjene ovog sustava vježbanja, tj. usvajanja i unapređenja motoričkih

znanja. Djeca u ovom periodu već postaju zainteresirana za druge sadržaje, a kod onih koji se ozbiljno bave nekim sportom, gotovo je nemoguće očekivati da budu jednako zainteresirani za veći broj sportova i sportskih aktivnosti. Naime, natjecateljski duh je već naglašen, te nameće potrebu za natjecanjem u pojedinom sportu. Kako bi se u natjecanju bilo uspješno, potrebno je savladati sva specifična gibanja iz tog sporta. Ovo logično dovodi do nemogućnosti unapređenja drugih motoričkih znanja i drugih motoričkih programa, a koji nisu karakteristično vezani za sportsku aktivnost kojom se dijete tada bavi. Dijete koje je aktivni sportaš, primjerice u plivanju, više nema ni vremena ni interesa da se u periodu puberteta bavi drugim sportovima odnosno sportskim aktivnostima. Njega zanima plivanje i postizanje rezultata u tom sportu, a rezultat se može postići isključivo sustavnim plivačkim treningom. To ne ostavlja vremena za druge oblike tjelesnih aktivnosti i druge sportske aktivnosti. Konačno, rezultat je jasan - smanjena mogućnost razvoja i usvajanja motoričkih programa, a s tim vezano i smanjena mogućnost razvoja koordinacijskih sposobnosti. Međutim, u ovom periodu može se posegnuti za drugim sustavom razvoja koordinacijskih sposobnosti, a to je korištenje već usvojenog motoričkog znanja u nepoznatim i neuobičajenim okolnostima.

Korištenje stečenih motoričkih znanja u nepoznatim uvjetima

Ovo se može smatrati **drugom tehnikom za unapređenje koordinacijskih sposobnosti**, bez obzira o kakvom se manifestnom obliku koordinacije radilo. Učiti motoričko znanje može se samo u idealnim uvjetima, ali ako se to (naučeno) motoričko znanje koristi u neuobičajenim okolnostima ili na neki novi način, onda u stvari dolazimo u situaciju da to predstavlja vrlo vjerojatno nastavak učenja sa gotovo istim konsekvencama koje se mogu očekivati kod „originalnog“ učenja motoričkog znanja.

Većina znanja može se koristiti u nekim izmijenjenim okolnostima i na novi način. Čak i znanja koja su usvojena na vrlo visokoj razini automatizacije, kao što su razni dinamički stereotipi gibanja, mogu se dovesti u neuobičajene okolnosti. To ne treba biti nikakva kompleksna neuobičajena okolnost, već se može motoričko znanje koje je visoko automatizirano s malim izmjenama upotrijebiti za razvoj koordinacije. Primjeri takvih modifikacija motoričkih znanja prikazani su u narednim slikama.



Ovakvim pristupom se osigurava da se motorička memorija dodatno obogati, te da se motorička znanja koja su već naučena dodatno usavrše. Svako od predloženih motoričkih znanja u stvari postaje „novo motoričko znanje“. S obzirom da svako podrazumijeva izvođenje motoričkog programa u otežanim okolnostima, jasno je kako će naknadna izvedba motoričkog programa u standardnim okolnostima (olakšanim) biti kudikamo jednostavnija.

Sada je vjerojatno jasnije zašto je na kraju prethodnog potpoglavlja rečeno kako je ova metoda primjerena u razvoju koordinacije, a naročito u periodu puberteta. Motorička znanja koja su usvojena do perioda puberteta⁷¹ predstavljaju glavninu motoričkih znanja koja će osoba naučiti u svom životu. Po nekim procjenama do ulaska u pubertet nauči se više od 90% motoričkih znanja od ukupnog spektra motoričkih znanja koja ljudska jedinka savlada tijekom života (Sekulić i Metikoš 2007). Po pitanju razvoja koordinacije, a koji je izravno ovisan o učenju novih motoričkih znanja to znači da je zapravo postignuta razina koja je vrlo blizu maksimuma. Teško je očekivati da će onih 10 % ili manje motoričkih znanja koje će se

⁷¹ Naravno, radi se o okvirnim vremenskim periodima

naučiti u daljnjem životu, bitnije obogatiti motoričku memoriju, a samim tim i značajnije utjecati na razvoj koordinacijskih sposobnosti. Zato treba pronaći način da se i dalje djeluje na razvoj koordinacijskih sposobnosti.

Jedna od mogućnosti je upravo ovdje predložena metoda treninga, tj. korištenje već stečenog motoričkog znanja na novi način i u neuobičajenim okolnostima. Na taj način, u stvari, stvaraju se preduvjeti da se već postojeća baza motoričkih znanja koja su usvojena do ulaska u pubertet efikasno upotrijebi za razvoj koordinacijskih sposobnosti, neovisno o manifestnom obliku koordinacije. Kada se ovome pridoda činjenica da je u ovome uzrastu, uzrastu puberteta, mlada osoba već vjerojatno ušla u nakakav sustav treninga, u kojem će ostati neko vrijeme, postaje jasno kako se relativno ograničeni spektar motoričkih gibanja koja se koriste u pojedinom sportu. Zato taj ograničeni spektar motoričkih programa, treba maksimalno iskoristiti. Zadrži li se samo na striktnim obrascima iz pojedinog sporta, vrlo brzo će se doći iscrpljenja mogućnosti djelovanja na razvoj ove motoričke sposobnosti.⁷²

Preporuka autora je da se ovakve modifikacije koriste što češće, jer su vrlo zanimljive, motiviraju djecu, a ne odstupaju značajno od samih struktura sportske igre kojom se dijete dominantno bavi. Naravno, one ne mogu biti osnovni sadržaj treninga, ali kao dodatno sredstvo u sustavnom treningu nekog sporta su, svakako, dobrodošle.

Zbog čega se govori o sustavu sporta i sportskog treninga i razvoju koordinacije u sustavu sporta i sportskog treninga? Prvenstveno zbog toga jer se u ovom uzrastu teško mogu pronaći drugi načini za sustavno vježbanje, a pogotovo ako se radi o sustavnom djelovanju na razvoj koordinacijskih sposobnosti. S obzirom da je razvoj koordinacijskih sposobnosti iz već prije nabrojanih razloga vrlo kompleksan i može se reći problematičan, teško je vjerovati da će se bilo kojim drugim sustavom treninga, sustavom vježbanja, a da on nije organizirana sportska aktivnost, moći djelovati na ovu motoričku sposobnost.

Primjerice, nastava tjelesne-zdravstvene kulture odvija se rijetko, a značajna je i potreba za razvojem drugih sposobnosti kao i usvajanjem nekih motoričkih znanja, pa je vrlo teško očekivati da će se sa tako smanjenom frekvencijom napraviti pozitivan transfer u smislu razvoja

⁷² Primjerice, u rukometnom treningu redovito se koriste razne igre koje modificiraju klasične rukometne tehnike, te na taj način vrlo efikasno djeluju na razvoj koordinacijskih sposobnosti kod mladih rukometaša.

koordinacije. Autor stoga smatra da sustav sportskog treninga u pubertetu u stvari jedino objektivno mogući način djelovanja na razvoj koordinacije, pa se stoga i svi primjeri koji su navedeni uglavnom baziraju na ovom primijenjenom kineziološkom području. Međutim, kad se ove sve objektivne okolnosti i mogućnosti sagledaju, postaje jasno kako su mogućnosti razvoja koordinacije u ovom uzrastu zaista ograničene. Stoga se glavni dio „posla“ po ovom pitanju mora obaviti u periodu prije ulaska u pubertet.

Nakon što su se iscrpile mogućnosti ovih dviju do sada objašnjenih tehnika u unapređenju koordinacije, ostala je još jedna mogućnost.

Postupci djelomične ili potpune reorganizacije dinamičkog stereotipa gibanja

Sa odmakom puberteta gotovo da prestaje mogućnost razvoja koordinacije s prvom od nabrojanih tehnika - **povećanje opsega i dubine motoričkog znanja**. Druga tehnika - **tehnika korištenja već usvojenih motoričkih znanja u neuobičajenim okolnostima**, također je teško primjenjiva, a pogotovo u situacijama u kojima je sustav bavljenja sportom već uznapredovao. Stoga je gotovo jedina objektivna mogućnost djelovanja na razvoj koordinacije upravo **djelomično ili potpuno restrukturiranje dinamičkog stereotipa gibanja**. Radi se o skoro identičnoj metodi kao što je prethodno objašnjena, ali koja u svojoj osnovnoj ideji podrazumijeva da se motoričko znanje najprije poznaje na vrlo visokoj razini, pa se onda primjenjuje u treningu koordinacije. Ovakve slučajeve vrlo često vidimo u sportovima, odnosno sportskim igrama kada sportaši nužno trebaju reorganizirati dinamički stereotip gibanja kako bi proizveli maksimalnu natjecateljsku efikasnost. Neki primjeri reorganizacije dinamičkog stereotipa gibanja prikazani su na donjim slikama.



Ova tehnika sama po sebi ne koristi se prvenstveno radi razvoja koordinacije, već radi unapređenja sportske efikasnosti. Međutim, ukoliko se ovakva gibanja ponavljaju, može se kazati da dolazi do određenog djelovanja na koordinacijske sposobnosti i to pogotovo specifične koordinacijske sposobnosti.

6 Analiza stanja i kineziološke transformacije morfoloških osobina

Načini podjele i sistematizacije podjele morfoloških antropometrijskih osobina, u svijetu je vrlo popularna znanstvena problematika. Tako se u različitim dijelovima svijeta mogu pronaći različiti načini identificiranja morfoloških osobina, a koje ovisno o eksperimentalnim postupcima i metodologijama istraživanja koje su provedene, prepoznaju (i) manifestne morfološke antropometrijske osobine kao osnovu morfološke građe, ili (ii) latentne dimenzije kao osnovu objašnjavanja građe tijela kod ljudi. U ovom udžbeniku bazirati ćemo se na načinu objašnjavanja morfološke antropometrijske građe kroz četiri latentne dimenzije, i to:

1. longitudinalnu dimenzionalnost skeleta
2. transverzalnu dimenzionalnost skeleta
3. voluminoznost - količinu mišićne mase
4. količinu potkožnog masnog tkiva.

Prve dvije dimenzije - longitudinalna i transverzalna dimenzionalnost, najčešće se nazivaju „dimenzijama tvrdih tkiva“, a druge dvije dimenzije „dimenzijama mekih tkiva“. Ovaj naziv koji grupira prve dvije morfološke latentne u dimenzije tvrdih tkiva proizlazi iz činjenice da longitudinalnu i transverzalnu dimenzionalnost u stvari opisuje građa i struktura kostiju i koštanih segmenata. Tako ove dvije dimenzije ustvari opisuju rast kostiju u duljinu (longitudinalna dimenzionalnost) i rast kostiju u širinu, tj. debljinu kostiju (transverzalna dimenzionalnost).

Dimenzije mekih tkiva opisane su količinom mišićne mase (voluminoznost) i količinom potkožnog masnog tkiva. Ove dvije , a one su, u osnovi, u kineziološkom transformacijskom djelovanju i uopće u kineziološkim transformacijskim postupcima, relativno zanimljivije od dimenzija tvrdih tkiva. Naime, znanstveno je višekratno potvrđeno da se dimenzije mekih tkiva mogu efikasno mijenjati primjenom različitih kinezioloških transformacijskih postupaka. S druge strane, promjene na dimenzijama tvrdih tkiva, primjenom kinezioloških transformacijskih postupaka nisu dokazane i/ili su minimalne. Konačno, u ovom udžbeniku, detaljnije

će se osvrnuti i objasniti utjecaj tjelesnog vježbanja upravo na dimenzije mekih tkiva i to, kako po pitanju djelovanja na promjene u voluminoznosti (najčešće kroz povećanje mišićne mase) tako i po pitanju djelovanja na promjene u količini potkožnog masnog tkiva (uglavnom i/ili redovito u vidu smanjenja masnog tkiva).

Ipak, na kraju uvoda ovog poglavlja potrebno je napomenuti kako postoje određeni znanstveni dokazi da se kineziološkim stimulusima - tjelesnim vježbanjem, može, u određenoj mjeri, djelovati i na promjene transversalne dimenzionalnosti i to u smislu povećanja debljine kostiju. O razlozima za ovu pojavu nešto će se kazati u daljnjem tekstu.

Po pitanju djelovanja kinezioloških transformacijskih postupaka i općenito tjelesnog vježbanja na promjene u longitudinalnoj dimenzionalnosti, treba međutim napomenuti kako izravnih dokaza, u smislu pozitivnog ili negativnog djelovanja tjelesnog vježbanja u ovoj dimenziji morfološkog statusa, može se reći nema. Međutim, postoje doduše neki neizravni dokazi o pozitivnom djelovanju naglašenog fizičkog aktiviteta na promjene tj. prirast u ovoj dimenziji morfološkog statusa tj. rast u visinu. Jedno ovakvo istraživanje prikazano je u daljnjem tekstu i mada je provedeno prije više od 30 godina mislimo da je zanimljivo kao svojevrsna napomena i mogući smjer daljnjih istraživanja po pitanju fizičkog aktiviteta na longitudinalnu dimenzionalnost.

6.1 Voluminoznost

Voluminoznost je vrlo često transformirana morfološka dimenzija. U središtu je interesa kao dimenzija koju se može mijenjati primjenom određenih sustava vježbanja i to kako u sportu tako i rekreaciji. Tako u rekreaciji, voluminoznost predstavlja sinonim lijepog izgleda, a u sportu često utječe na karakterističnu sportsku efikasnost.

Voluminoznost u sportu vrlo često definira kvalitetu sportske izvedbe. Ovo zbog toga jer voluminoznost zapravo predstavlja količinu aktivne mišićne mase. Količina aktivne mišićne mase je izvor energetske resursa u obavljanju mišićnog rada. Kako sport danas sve više zahtijeva visoko-intenzivan rad zajedno dovodi do zaključka kako upravo voluminoznost predstavlja značajan faktor u sportskoj izvedbi u većini sportskih aktivnosti kojima energiju namirujemo kroz anaerobne procese.⁷³ S druge strane, u sportovima aerobne izdržljivosti ne prepoznaje se potreba za voluminoznošću, s obzirom da svaki prirast u mišićnoj masi predstavlja i prirast mase kompromitira izvedbu u aktivnostima dugotrajnog aerobnog karaktera.

U rekreaciji voluminoznost predstavlja, sinonim lijepog izgleda. Ovo se naročito odnosi na muškarce. Vrlo vjerojatno zbog popularnosti sporta koji sa sobom donosi mnoge standarde ponašanja, pa tako i standarde izgleda, voluminoznost kao poželjna morfološka osobina prepoznaje se i u svakodnevnom životu. Kolika je potreba za voluminoznošću kod žena ovdje se neće raspravljati, jer se radi o osobnim afinitetima. Konačno, nije zanemariv niti utjecaj voluminoznosti i na efikasnost obavljanja svakodnevnih poslova. Tako voluminoznost u svakodnevnom životu, a pogotovo kod aktivnosti koje su određene fizičkim aktivitetom postaje poželjna morfološka osobina i s energetskeg aspekta.

6.1.1 Analiza stanja voluminoznosti

Analiza stanja voluminoznosti, kao i analiza stanja ostalih morfoloških osobina nije područje osnovnih kinezioloških transformacija, ali će se u daljnjem tekstu ukratko

⁷³ Više je o ovome rečeno u poglavlju adaptacija na trenažne stimuluse, a u kojima je opisano glikogeno pražnjenje u anaerobnim uvjetima rada.

predstaviti kako bi čitatelj dobio sliku o načinima na koji se procjenjuje voluminoznost i samim tim karakteristikama mjerenja ove morfološke dimenzije. Za detaljnije upute i upoznavanja s ovom problematikom, ipak se treba preporučiti literatura koja se time detaljno bavi (Mišigoj-Duraković, 1995).

Mjerenje i analiza voluminoznosti danas se najčešće svodi na metode kojima se mjeri opseg pojedine tjelesne regije. Na taj način dobiva se slika ukupne voluminoznosti na pojedinoj tjelesnoj regiji, a što bi u konačnici trebalo predstavljati i količinu aktivne mišićne mase koja je karakteristična za tu tjelesnu regiju. Jasno je kako ovakav pristup u sebi sadržava grešku. Greška je o prvom redu vezana za činjenicu da opseg tjelesne regije ne određuje samo količina mišićne mase, već u njemu u znatnom dijelu učestvuje i količina potkožnog masnog tkiva.

Međutim, kako se najčešće uz mjerenje voluminoznosti analizira stanje potkožnog masnog tkiva (vidjeti slijedeće poglavlje), mjerenje opsega tjelesnih regija je i dalje najčešći način za analiziranje stanja u količini mišićne mase.

U slikama je prikazano mjerenje opsega nadlaktice i to relaksirano i kontrahirano, opsega podlaktice, opsega potkoljenice i opsega bedra. Ove mjere izabrane su iz razloga što druge mjere opsega sadržavaju u velikoj mjeri i količinu potkožnog masnog tkiva, pa se kroz njih teško mogu analizirati stanja u količini mišićnog tkiva i pratiti promjene u ovom segmentu antropometrijskog morfološkog statusa.⁷⁴

⁷⁴ Ovo je važno znati u svim sustavima vježbanja u kojima se sustavno prati promjene morfoloških mjera.

6.1.2 Kineziološke transformacije voluminoznosti

Ne ulazeći u detaljnu analizu morfološke građe, i s tim povezane anatomsko-fiziološke osnove voluminoznosti, ovu morfološku dimenziju definiraju dva parametra. To su:

- veličina tj. količina muskulature
- tonus muskulature.

Naravno, opseg kao mjeru vrlo često definiraju i količina masnog tkiva, ali i količina koštanog tkiva, međutim, o ovom problemu smo nešto već rekli ranije.

Veličina i tonus muskulature najčešće su u korelaciji. Tako osobe koje imaju naglašenu muskulaturu imaju i pojačani tonus.

Kada se realno sagledaju svi efekti različitih vrsta treninga, a koji će izazvati promjenu voluminoznosti, odnosno hipertrofiju muskulature, postavlja se pitanje što je potrebno za izazivanje hipertrofije? Autor je sklon ovu problematiku sažeti u tri segmenta:

- potreban je visoko-intenzivan trening
- potreban je kvalitetan i potpun oporavak
- potrebna je i odgovarajuća hormonska struktura.

Visoko-intenzivan trening

Kao što se moglo vidjeti poglavlja gdje su objašnjene adaptacije koje se događaju pod utjecajem treninga u morfološkoj strukturi i to prvenstveno u mišićnom tkivu jasno je kako se ove promjene ne mogu dobiti ukoliko trenažni sustavi koji se provode ne budu visoko-intenzivni. To znači da je prilikom treninga došlo prvenstveno do iscrpljivanja glikogenskih depoa, a u smislu dobivanja energije za obavljanje mišićnog rada. Ove promjene potom prati i odgovarajuća promjena proteinske strukture na mišićnom tkivu, a što dovodi do promjena u mišićnim strukturama, odnosno do hipertrofije.

Da bi se ovakve promjene uopće izazvale sustavi treninga i vježbanja moraju biti primjereni. Primjerenost u tom slučaju prvenstveno znači visoko-intenzivan trening koji izravno pogađa određene skupine mišića. Tako izbor vježbi koje su pogodne za

razvoj voluminoznosti u pojedinoj skupini mišića nije ništa različit od vježbi koje se primjenjuju u sustavima treninga za razvoj snage (jakosti) pojedinih skupina mišića. Dakle, upravo te vježbe i načini vježbanja koji su se koristili za razvoj repetitivne snage (jakosti) mogu biti i efikasni stimulusi u razvoju voluminoznosti ciljanih mišićnih skupina. Međutim, **sama vježba, odnosno trening, ne predstavlja i jedini parametar trenažnog rada**, a koji je potrebno ostvariti da bi se izazvale promjene u morfološkoj građi i to prvenstveno promjenu voluminoznosti. Ako se vježba izvodi neodgovarajućim intenzitetom, odnosno neodgovarajućim ekstenzitetom rada i ukoliko se izvodi u neprimjerenom sekvenci treniranja, ne mogu se očekivati niti promjene u količini mišićne mase.

Iskustvima iz trenažne prakse, ali i eksperimentalnim studijama je dokazano kako kod zdrave odrasle populacije, optimalna količina rada, a koja je potrebna da bi se izazvale transformacije voluminoznosti, jest ona količina rada koja je određena standardnom metodom u razvoju repetitivne snage.

Kvalitetan i potpun oporavak

Premda je osnovna pretpostavka razvoja voluminoznosti i, uopće, hipertrofije miškulature, aplikacija odgovarajućih treninga, bez kvalitetnog i potpunog oporavka nije moguće očekivati porast mišićne mase. Ovo prvenstveno zbog toga jer je trenažni rad, o kojem je više riječi bilo prethodno, kod razvoja voluminoznosti, uvijek visoko-intenzivan. Taj visoki intenzitet rada, podrazumijeva naglašeno iscrpljivanje energetskih resursa (mišićnog glikogena), ali i narušavanje proteinske strukture mišića. Kako se gotovo uvijek radi o pojavi određene mikrotraume na proteinskoj strukturi mišića, potrebno je izuzetno paziti na adekvatan unos hranjivih sastojaka, a koji će omogućiti: (i) resintezu proteinske strukture i (ii) ponovno punjenje glikogenskih rezervi mišića.

Uvede li se osoba u sustav trenažnog rada koji je prethodno opisan s ciljem povećanja voluminoznosti, a da pri tome u periodu super-kompenzacije⁷⁵, nema adekvatan odmor i prehranu, efekti treninga u smislu povećanja voluminoznosti zasigurno će izostati. Ne samo da se pri tome ne može očekivati razvoj

⁷⁵ I to nakon svakog pojedinog treninga

voluminoznosti, već će se vrlo vjerojatno pod utjecajem stalnog treniranja u sub-kompenzaciji pojaviti neželjene posljedice u vidu smanjenja inicijalne voluminoznosti. **Dakle**, nakon svakog treninga u kojem se mišićna masa iscrpila, a u slučajevima kada mogućnosti resinteze nisu adekvante, dolazi do naglašenog propadanja mišićne mase.

O pravilima prehrane nakon intenzivnog treninga više se može saznati iz specijalizirane literature, ali se svi stručnjaci slažu kako je apsolutni prioritet nakon treninga koji je proveden s ciljem povećanja mišićne mase, unijeti adekvatnu količinu ugljikohidrata i bjelancevine, i to u pravilnom omjeru .

Odgovarajuća hormonska struktura

Odgovarajuća hormonska struktura izuzetno je važan faktor uspješnog i učinkovitog treninga voluminoznosti - povećanja mišićne mase. O ovom se detaljnije govorilo u dijelu udžbenika u kojem su predstavljene adaptacije na trening s opterećenjem. Ovdje će se ukratko objasniti što ove zakonitosti i razlozi znače u aplikaciji i primjeni trenažnih postupaka u različitim dobnim kategorijama sportaša i vježbača.

Trening voluminoznosti ne bi trebao zauzimati veći dio trenažnog rada u periodima prije nego se razvije adekvatna hormonska struktura, a koja će omogućiti adaptacije u smislu povećanja voluminoznosti. Činjenica je da se ovakva hormonska struktura (dobar odnos testosterona i estrogena) nije prisutna u organizmu vježbača do ulaska u pubertet, pa čak i do odmaka u pubertetskom dobu, dakle, 16, 17 i više godina. Iz ovog razloga ne može se zanemariti to da su treninzi usmjereni na povećanje voluminoznosti u mlađem dobu, u stvari, dobrim dijelom gubitak vremena. Naime, treninzi u kojima se djeluje na povećanje voluminoznosti u uzrastu prije odmaklog puberteta (16, 17 godine) vrlo vjerojatno neće izazvati očekivane promjene u strukturi mišića. Naime, trening koji se provodi ne može djelovati, jer oporavak i izgradnja mišićne mase nije adekvatna zbog neodgovarajuće hormonske strukture. Stoga, sa ovim treninzima treba pričekati do kasnog puberteta i to ne iz razloga koji se često navode kao limitirajući faktor (negativan utjecaj na rast i razvoj)⁷⁶, već iz čisto praktičnih razloga, a to je da se ne može očekivati razvoj mišićne mase zbog pratećih

⁷⁶ Ovo je obrađeno u posebnom tekstu koji se bavi problematikom treninga s opterećenjem kod djece i mladih sportaša.

faktora. Ovo je u prvom redu vezano za neadaptibilnost organizma na trening ovakve vrste. Ovom još treba pridodati činjenicu da su treninzi za razvoj voluminoznosti redovito siromašni kretnim strukturama, relativno slabo djeluju na razvoj srčano-žilnog sustava, a u usporedbi sa primjerice treninzima aerobnih sposobnosti. Kada se ovo zbroji, ostaje preporuka da sa treninzima koji se provode sa osnovnim ciljem razvoja mišićne mase, treba sačekati odgovarajuću starosnu dob, a to je u ovom slučaju kasna pubertetska ili post-pubertetska dob vježbača.

6.2 Potkožno masno tkivo

S velikom sigurnošću može se kazati kako je dimenzija potkožnog masnog tkiva i uopće količina masnog tkiva u ljudskom organizmu, danas u središtu interesa u transformacijskim postupcima u svim područjima primijenjene kineziologije, i to kako u sportu i sportskom treningu, tako i tjelesno-zdravstvenoj kulturi, rekreaciji i kineziterapiji. Gotovo je sigurno će interes za efikasno transformiranje, bolje rečeno smanjenje potkožnog masnog tkiva u budućnosti biti sve veći. Ovo prvo zbog toga, jer je količina potkožnog masnog tkiva, dokazano loš pokazatelj ukupnog zdravstvenog statusa i izravno negativno utječe na zdravstveni status uopće. Tako se može istaknuti visoki negativni utjecaj potkožnog masnog tkiva na bolesti srčano-žilnog sustava, ali i sve veći interes znanstvene javnosti za utvrđivanje i identificiranje utjecaja masnog tkiva na različite metaboličke bolesti. Kako se redovito radi o vrlo ozbiljnim zdravstvenim problemima koji imaju izravne negativne posljedice na kako zdravstveni status tako i radnu efikasnost, pa i socijalnu okolinu, jasno je kako će se ovom problemu u budućnosti posvetiti sve veća pažnja (Berryman, 1954; Hendrix, Prins, & Dekkers, 2014; Keane, Kearney, Perry, Kelleher, & Harrington, 2014; Peirson et al., 2015; Shivpuri, Shivpuri, & Sharma, 2012; Wu et al., 2015).

Populacijski podaci pokazuju da je ovaj problem u porastu, a zbog toga jer na količinu potkožnog masnog tkiva i uopće količinu masnog tkiva kod ljudi, utječe dnevni fizički aktivitet i prehrambene navike. Jasno je da se fizički aktivitet sve više smanjuje, kako zbog automatizacije i mehanizacije, tako i zbog sve manje vremena koje je na raspolaganju suvremenom čovjeku da se aktivno fizički angažira (Bensimhon, Kraus, & Donahue, 2006; Bonomi & Westerterp, 2012). S druge strane jasno je kako su prehrambene navike sve lošije, i što sve skupa dovodi do porasta i akumuliranja masnog tkiva u ljudskom organizmu (Ashton et al., 2015).

Ovakvo stanje neminovno dovodi do interesa kineziološke struke u području tjelesne i zdravstvene kulture, rekreacije i kineziterapije, a po pitanju poznavanja i odabira određenih trenažnih stimulusa kojima će se smanjiti ili barem usporiti dinamika gomilanja masnog tkiva. S druge strane, interes za ovu problematiku u području sporta je jasan uzme li se u obzir da masno tkivo u većini slučajeva u sportu predstavlja „balastnu“ masu, koja otežava izvođenje sportsko specifičnih radnih zadataka. Kako većina sportova danas podrazumijeva potrebu za efikasnim

savladavanjem i vlastitog tijela u izvođenju motoričkih zadataka koji se nalaze u osnovi sportske uspješnosti, jasno je da masnog tkivo u većini takvih situacija, nije dobrodošlo. Konkretno, teško je zamisliti da će rezultat u bilo kojoj disciplini atletike trčanja biti ekvivalentan, ukoliko se na sportaša nabaci kilogram do dva masnog tkiva evidentne balastne mase. Ovakva logika može se pratiti u svim drugim manifestnim oblicima sportskih aktivnosti. Vrlo je rijetko naći sportsku aktivnost u kojoj masno tkivo ne predstavlja negativan faktor i ne doprinosi negativno karakterističnom rezultatu sportske izvedbe (takve aktivnosti su primjerice bacanje kugle, dizanje utega u apsolutnoj težinskoj kategoriji).

Stoga ostaje za zaključiti kako će analiza stanja i uopće transformacijski postupci koji su usmjereni na modeliranje količine potkožnog masnog tkiva biti i dalje u središtu interesa u svim područjima primijenjene kineziologije.

6.2.1 Analiza količine potkožnog masnog tkiva

Analiza količine potkožnog masnog tkiva provodi se na veliki broj načina. Najjednostavniji način je izračunavanje indeksa tjelesne mase (ITM) kod kojeg se u karakterističan omjer stavljaju tjelesna visina i tjelesna težina i to po formuli

$$\text{ITM} = \text{TJELESNA TEŽINA (KG)}/\text{TJELESNA VISINA (m)}^2$$

Međutim, ovako izračunat indeks ne podrazumijeva i ne uključuje parametre povećane mišićne mase, pa se pokazalo kako izražavanje neadekvatne količine masnog tkiva kroz povećani indeks tjelesne mase u velikoj mjeri penalizira osobe izražene muskulature. Kod takvih osoba javlja se relativno visoki indeks tjelesne mase, a što kod njih ne znači ništa drugo, nego da je u ukupnoj količini tjelesne mase uključena velika količina mišićnog tkiva. Naravno, to se iz izračuna ne prepoznaje, te se u slučaju površne analize vrlo često pogriješi u interpretaciji rezultata.

Danas se, međutim, analiza stanja u količini potkožnog masnog tkiva provodi na puno preciznije i sofisticiranije načine. U tom smislu, mogu se istaknuti različite metode mjerenja provodljivosti organizma ili određenih dijelova tijela, kao što su metoda bio-impedance ili infra-crvena metoda procjene masnog tkiva. Ipak, potkožno masno tkivo i danas se najčešće mjeri utvrđivanjem debljine kožnih nabora tj. mjerenjem debljine kožnih nabora na različitim tjelesnim regijama.

Temeljem podataka o debljinama kožnih nabora na pojedinim tjelesnim regijama se različitim regresijskim kalkulacijama dolazi do vrijednosti koja aproksimira postotak masnog tkiva u organizmu tj. u tijelu osobe. Premda ove regresijske kalkulacije redovito uključuju određenu grešku, nema sumnje da su vrlo primjenjive i da se mogu efikasno iskoristavati kao polazna točka u transformacijskim postupcima, a kojima je cilj djelovanje na promjene količine masnog tkiva. Naime, čak i ukoliko regresijska kalkulacija ne pokaže pravu vrijednost količina tj. postotka masnog tkiva za pojedinu osobu, sasvim sigurno je konačni izračun odličan pokazatelj inicijalnog stanja koji može poslužiti u usporedbi tog stanja sa stanjem koje će se utvrditi nakon provedenog transformacijskog postupka. Primjerice, ukoliko osoba u inicijalnom mjerenju kalkulacijom ima 18% masnog tkiva, a primjenom iste kalkulacije i istih

mjerenja nakon određenog perioda treninga, se dobije vrijednost od 15% masnog tkiva, jasno je kako je došlo do smanjenje količine masnog tkiva, bez obzira nato da li su vrijednosti apsolutno točne. Naravno, sve ovo dolazi u obzir uz poštivanje zakonitosti i pravila mjerenja i uz primjenu standardiziranih postupaka mjerenja kožnih nabora i ostalih morfoloških dimenzija, koje ulaze u regresijsku jednadžbu.

6.2.2 Kineziološke transformacije masnog tkiva

Kineziološke transformacije i uopće trenažni postupci kojima će se efikasno djelovati na smanjenje masnog tkiva, danas su izuzetno popularni, a može se očekivati da će se razvijati i u budućnosti. Kako bi se objektivno moglo sagledati mogućnosti transformiranja, odnosno smanjivanja masnog tkiva, potrebno je objektivno sagledati iskorištavanje masnog tkiva u energetske procesima u ljudskom organizmu. U tom smislu, vrlo je važno poznati fiziologiju energetskih procesa, te bio-kemijsku osnovu tih procesa.⁷⁷

Masno tkivo jedno je od energetskih izvora u ljudskom organizmu. Iskorištavanje ovog energetskog izvora je isključivo moguće u aerobnim energetskim procesima. U tom smislu, potrebno je prisjetiti se da ljudski organizam može energiju za obavljanje mišićnog rada namiriti kroz (i) anaerobne fosfagene procese, (ii) anaerobne laktatne procese i (iii) aerobne energetske procese. Za razliku od prva dva, aerobni energetski procesi karakteristični su za aktivnosti u kojima se radi relativno malim intenzitetom, a rad se obavlja dulje vrijeme. Tu logiku treba imati na umu u situacijama kada se govori o mogućnosti iskorištenja masnog tkiva u mišićnom radu. Masno tkivo, odnosno slobodne masne kiseline, kao energent uključuje se u kemijske isključivo ukoliko se energija dobiva kroz aerobnu oksidaciju.

GRAF RE-SINTEZA ATP-a KROZ ANAEROBNE I AEROBNE PROCESSE

SHEMA RE-SINTEZE ATP-A KROZ ANAEROBNE I AEROBNE PROCESSE

Da bi se znalo koji parametri opterećenja određuju, aerobne energetske procese i uopće mišićni rad u kojima su angažirani aerobni energetski procesi, potrebno je prisjetiti se karakterističnih zona opterećenja, a koje su analizirane u poglavlju u kojem se govorilo o razvoju aerobne i anaerobne izdržljivosti, a gdje su one detaljno obrađene. Ovdje ćemo samo kratko prikazati tablicu zona opterećenja iz kojih se može slikovito razaznati različita energetska stanja pri različitim vrstama i intenzitetima rada.

⁷⁷ Pogledati poglavlje o adaptacijama na trening

ZONA	Energetski izvor	FS (o/min)	Laktati (mmol/l)
1.	Aerobni	120-140	Do 2
2.	AE - AN	140-165	Do 4
3.	AN - AE	165-180	Do 7
4.	AN glikolitički	180-195	Iznad 10
5.	AN - fosfageni	170-175 (!)	Do 2-3 (!)

Kada se pogleda gornja tablica jasno je da se samo kroz prve dvije zone opterećenja u aktivnom radu i tijekom tog rada, može očekivati određeno iskorištavanje masnih kiselina, a što potom određuje mogućnost djelovanja na smanjenje potkožnog masnog tkiva. Samo se u ovim zonama opterećenja može aktivirati mišićna struktura vlakana koja su sposobna iskorištavati energiju iz masnih kiselina. S druge strane, radi li se drugim, većim intenzitetima, ne može se očekivati da će rad obavljati spora mišićna vlakna, te se pri tome ne može očekivati niti da će se iskorištavati masne kiseline u energetske procesima kojima se nadoknađuje energija za re-sintezu ATP-a.⁷⁸

Stoga, može se zaključiti da bez aerobnog vježbanja nema izravnog iskorištavanja masnih kiselina, pa ni potrošnje masnog tkiva, smanjenja masnog tkiva u treningu. Naglasak je, međutim, ovo „u treningu“ ili „tijekom samog treninga“ i to zato, jer je krivo misliti da će se smanjenje masnog tkiva moći ostvariti samo kod osoba koje treniraju aerobno. Tome definitivno svjedoči i sportska praksa, gdje je lako uočiti kako neki sportaši koji treniraju isključivo anaerobno, imaju izuzetno malu količinu masnog tkiva. Pozadina ovog „fenomena“ nalazi se opet u činjenici da se masno tkivo troši u aerobnim procesima, ali „aerobni proces“ ne mora značiti uvijek „aerobno vježbanje“. Ljudi „žive aerobno“, pa je samim tim logično očekivati da se u svakodnevnom životu, pa čak i u spavanju, u većem postotku trošiti masne kiseline i

⁷⁸ Za detalje pogledati poglavlje o Adaptacijama

izravno djeluje na smanjenje masnog tkiva. Ipak, u tom slučaju treba zadovoljiti osnovni preduvjet da su organizmu u prvom redu na raspolaganju masne kiseline, a ne da u tom periodu „svakodnevnog života“ troši druge energente, kao što je na primjer glukoza ili glikogen. Drugo, sam bazalni metabolizam (metabolizam „u mirovanju“) mora biti relativno intenzivan, što znači da se radi o osobama koje imaju relativno veliku količinu aktivne mišićne mase i naglašeni tonus.

Ovakve uvjete je moguće ostvariti samo kod visoko-treniranih sportaša. Prvo, jasno je da sportaši najčešće imaju relativno veliku količinu mišićne mase, a koja je ogromni potrošač energije za održavanje vlastitog tonusa (povećani bazalni metabolizam). Drugo, radi se o osobama koje imaju izuzetno dobru kontrolu prehrambenih navika, pa u svakom slučaju vode računa adekvatnom energetskeg unosu. Konačno, radi se o osobama koje izuzetno intenzivno anaerobno treniraju, pa u tim periodima anaerobnom rada troše ostale energetske izvore (prvenstveno glikogen) što, u stvari, preusmjerava svakodnevnne životne energetske potrebe „u smjeru“ aerobne oksidacije.

Želimo kazati kako pokušati na takav način smanjivati masno tkivo kod normalne, ne-trenirane ili umjereno trenirane populacije vrlo vjerojatno je unaprijed „osuđeno na neuspjeh“. Ta populacija nema dovoljno veliku količinu mišićnog tkiva (kao „dnevnog“ potrošača energije), ne trenira intenzivno anaerobno (pa da bi pri tome u tim trenajnim jedinicama potrošila glikogen), i konačno kod te populacije se ne može očekivati visoka razina samokontrole i kontrole prehrambenih navika, a što su temeljni preduvjeti da bi se moglo efikasno djelovati na smanjenje masnog tkiva, a da se pri tome aerobno ne trenira.

Izgleda da se ipak najbolji efekti u smanjenju masnog tkiva mogu očekivati kombiniranjem aerobnog vježbanja u prvoj i drugoj zoni sa povremenim treninzima višeg intenziteta primjenom vanjskog opterećenja - treninzima snage/jakosti. Tako treninzi jakosti/snage izazivaju promjenu u tonusu muskulature, ali djeluju i na umjerenu hipertrofiju. Na ovaj način povećava se ukupno aktivna mišićna masa koja je bitno veći potrošač energije nego je to neaktivna tjelesna masa. Time se zapravo pojačava bazalni metabolizam - potrošnja energije u mirovanju. Kada se tome pridoda pozitivan učinak aerobnog vježbanja na izravnu potrošnju masti tijekom treninga, jasno je kako se od ovakve kombinacije mogu očekivati visoki efekti u smislu djelovanja na smanjenje masnog tkiva.

Ovome međutim treba pridodati i potrebu za kontrolom prehrambenih navika, jer ukupno gledano, gubitak masnog tkiva može se očekivati samo i isključivo ukoliko je tijelo u energetsom deficitu, tj. ukoliko se više energije troši nego što se unosi. Stoga, bez kontrole prehrambenih navika i kalorijskog unosa, svaki pokušaj djelovanja na smanjenje masnog tkiva vjerojatno neće dati rezultate. Za kraj ostaje napomenuti jedan relativno zanimljiv podatak. Upravo transformacija masnog tkiva, odnosno smanjenje količine masnog tkiva vrlo vjerojatno je jedina kineziološka transformacija koju je potrebno provoditi u uvjetima sub-kompenzacije. Preciznije, ako se želi ostvariti cilj treninga, ne smije se dozvoliti da dođe do potpune obnove resursa koji su prethodnim treningom iscrpljeni.

LITERATURA

1. Ashton, L. M., Morgan, P. J., Hutchesson, M. J., Rollo, M. E., Young, M. D., & Collins, C. E. (2015). A systematic review of SNAPO (Smoking, Nutrition, Alcohol, Physical activity and Obesity) randomized controlled trials in young adult men. *Prev Med*. doi: 10.1016/j.ypmed.2015.09.005
2. Barlow, P. A., Otahal, P., Schultz, M. G., Shing, C. M., & Sharman, J. E. (2014). Low exercise blood pressure and risk of cardiovascular events and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis*, 237(1), 13-22. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.08.029
3. Bensimhon, D. R., Kraus, W. E., & Donahue, M. P. (2006). Obesity and physical activity: a review. *Am Heart J*, 151(3), 598-603. doi: 10.1016/j.ahj.2005.03.005
4. Berryman, G. H. (1954). Obesity: a review of the problem. *Metabolism*, 3(6), 544-560.
5. Bompa, T. O., & Haff, G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training: Human Kinetics*.
6. Bonomi, A. G., & Westerterp, K. R. (2012). Advances in physical activity monitoring and lifestyle interventions in obesity: a review. *Int J Obes (Lond)*, 36(2), 167-177. doi: 10.1038/ijo.2011.99
7. Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., Missiuna, C., & Faight, B. E. (2009). Comparing probable case identification of developmental coordination disorder using the short form of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency and the Movement ABC. *Child Care Health Dev*, 35(3), 402-408. doi: 10.1111/j.1365-2214.2009.00957.x
8. Castagna, O., Brisswalter, J., Lacour, J. R., & Vogiatzis, I. (2008). Physiological demands of different sailing techniques of the new Olympic windsurfing class. *Eur J Appl Physiol*, 104(6), 1061-1067. doi: 10.1007/s00421-008-0863-y
9. Cavar, M., Corluka, M., Cerkez, I., Culjak, Z., & Sekulic, D. (2013). Are various forms of locomotion-speed diverse or unique performance quality? *J Hum Kinet*, 38, 53-61. doi: 10.2478/hukin-2013-0045
10. Cooper, K. H. (1970). *The new aerobics*: Bantam Books.
11. Cooper, S. M., Baker, J. S., Tong, R. J., Roberts, E., & Hanford, M. (2005). The repeatability and criterion related validity of the 20 m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men. *Br J Sports Med*, 39(4), e19. doi: 10.1136/bjism.2004.013078
12. Dolgener, F. A., Hensley, L. D., Marsh, J. J., & Fjelstul, J. K. (1994). Validation of the Rockport Fitness Walking Test in college males and females. *Res Q Exerc Sport*, 65(2), 152-158. doi: 10.1080/02701367.1994.10607610
13. Duger, T., Bumin, G., Uyanik, M., Aki, E., & Kayihan, H. (1999). The assessment of Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency in children. *Pediatr Rehabil*, 3(3), 125-131.
14. Fenstermaker, K. L., Plowman, S. A., & Looney, M. A. (1992). Validation of the Rockport Fitness Walking Test in females 65 years and older. *Res Q Exerc Sport*, 63(3), 322-327. doi: 10.1080/02701367.1992.10608749
15. Fernandez-Fernandez, J., de la Aleja Tellez, J. G., Moya-Ramon, M., Cabello-Manrique, D., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Gender differences in game

- responses during badminton match play. *J Strength Cond Res*, 27(9), 2396-2404. doi: 10.1519/JSC.obo13e31827fcc6a
16. Figueira, F. R., Umpierre, D., Cureau, F. V., Zucatti, A. T., Dalzochio, M. B., Leitao, C. B., & Schaan, B. D. (2014). Association between physical activity advice only or structured exercise training with blood pressure levels in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(11), 1557-1572. doi: 10.1007/s40279-014-0226-2
 17. George, J. D., Fellingham, G. W., & Fisher, A. G. (1998). A modified version of the Rockport Fitness Walking Test for college men and women. *Res Q Exerc Sport*, 69(2), 205-209. doi: 10.1080/02701367.1998.10607685
 18. Griffin, S. E., Robergs, R. A., & Heyward, V. H. (1997). Blood pressure measurement during exercise: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 29(1), 149-159.
 19. Hassan, M. M. (2001). Validity and reliability for the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-Short Form as applied in the United Arab Emirates culture. *Percept Mot Skills*, 92(1), 157-166. doi: 10.2466/pms.2001.92.1.157
 20. Hendrix, C. G., Prins, M. R., & Dekkers, H. (2014). Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children: a systematic review. *Obes Rev*, 15(5), 408-423. doi: 10.1111/obr.12137
 21. Hofmann, P., Bunc, V., Leitner, H., Pokan, R., & Gaisl, G. (1994). Heart rate threshold related to lactate turn point and steady-state exercise on a cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 69(2), 132-139.
 22. Housh, T. J., Housh, D. J., & DeVries, H. A. (2006). *Applied Exercise and Sport Physiology*: Holcomb Hathaway.
 23. Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Med*, 41(3), 221-232. doi: 10.2165/11538560-000000000-00000
 24. Idrizovic, K., Uljevic, O., Spasic, M., Sekulic, D., & Kondric, M. (2015). Sport specific fitness status in junior water polo players - Playing position approach. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(6), 596-603.
 25. Kambas, A., & Aggeloussis, N. (2006). Construct validity of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-short form for a sample of Greek preschool and primary school children. *Percept Mot Skills*, 102(1), 65-72. doi: 10.2466/pms.102.1.65-75
 26. Keane, E., Kearney, P. M., Perry, I. J., Kelleher, C. C., & Harrington, J. M. (2014). Trends and prevalence of overweight and obesity in primary school aged children in the Republic of Ireland from 2002-2012: a systematic review. *BMC Public Health*, 14, 974. doi: 10.1186/1471-2458-14-974
 27. Kelley, G. A., Kelley, K. A., & Tran, Z. V. (2001). Aerobic exercise and resting blood pressure: a meta-analytic review of randomized, controlled trials. *Prev Cardiol*, 4(2), 73-80.
 28. Kenneth H Cooper, M. D. M. P. H., & Cooper, K. H. (1982). *New Aerobics*: Random House Publishing Group.
 29. Kittredge, J. M., Rimmer, J. H., & Looney, M. A. (1994). Validation of the Rockport Fitness Walking Test for adults with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc*, 26(1), 95-102.
 30. Koeneman, M. A., Verheijden, M. W., Chinapaw, M. J., & Hopman-Rock, M. (2011). Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8, 142. doi: 10.1186/1479-5868-8-142
 31. Krstulovic, S., Zuvela, F., & Katic, R. (2006). Biomotor systems in elite junior judoists. *Coll Antropol*, 30(4), 845-851.

32. Kunduracioglu, B., Guner, R., Ulkar, B., & Erdogan, A. (2007). Can heart rate values obtained from laboratory and field lactate tests be used interchangeably to prescribe exercise intensity for soccer players? *Adv Ther*, 24(4), 890-902.
33. Labadie, J. C. (1984). [Medicine and windsurfing]. *Union Med Can*, 113(8), 640-643.
34. Labrecque, E. (2013). *Coordination*: Capstone Global Library Limited.
35. Leger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Universite de Montreal track test. *Can J Appl Sport Sci*, 5(2), 77-84.
36. Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 49(1), 1-12.
37. Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*, 6(2), 93-101. doi: 10.1080/02640418808729800
38. Ljunggren, G., Ceci, R., & Karlsson, J. (1987). Prolonged exercise at a constant load on a bicycle ergometer: ratings of perceived exertion and leg aches and pain as well as measurements of blood lactate accumulation and heart rate. *Int J Sports Med*, 8(2), 109-116. doi: 10.1055/s-2008-1025651
39. MacCobb, S., Greene, S., Nugent, K., & O'Mahony, P. (2005). Measurement and prediction of motor proficiency in children using Bayley infant scales and the Bruininks-Oseretsky test. *Phys Occup Ther Pediatr*, 25(1-2), 59-79.
40. Mahar, M. T., Guerieri, A. M., Hanna, M. S., & Kemble, C. D. (2011). Estimation of aerobic fitness from 20-m multistage shuttle run test performance. *Am J Prev Med*, 41(4 Suppl 2), S117-123. doi: 10.1016/j.amepre.2011.07.008
41. Mantzicopoulos, P. (2004). I am really good at puzzles, but I don't get asked to play with others: age, gender, and ethnic differences in Head Start children's self-perceptions of competence. *J Genet Psychol*, 165(1), 51-65. doi: 10.3200/GNTP.165.1.51-66
42. Mišigoj-Duraković, M. (1995). *Morfološka antropometrija u športu*: Fakultet za fizičku kulturu.
43. Nassis, G. P., Geladas, N. D., Soldatos, Y., Sotiropoulos, A., Bekris, V., & Souglis, A. (2010). Relationship between the 20-m multistage shuttle run test and 2 soccer-specific field tests for the assessment of aerobic fitness in adult semi-professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 24(10), 2693-2697. doi: 10.1519/JSC.ob013e3181bf0471
44. Peirson, L., Fitzpatrick-Lewis, D., Morrison, K., Warren, R., Usman Ali, M., & Raina, P. (2015). Treatment of overweight and obesity in children and youth: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ Open*, 3(1), E35-46. doi: 10.9778/cmajo.20140047
45. Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait Posture*, 15(2), 187-194.
46. Rondalis, R. (2003). Predictive validity of the test of infant motor performance as measured by the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency at school age. *Pediatr Phys Ther*, 15(2), 137-139.
47. Roseguini, B. T., Narro, F., Oliveira, A. R., & Ribeiro, J. P. (2007). Estimation of the lactate threshold from heart rate response to submaximal exercise: the pulse deficit. *Int J Sports Med*, 28(6), 463-469. doi: 10.1055/s-2006-924584

48. Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O., & Dervisevic, E. (2012). Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *J Strength Cond Res*, 26(6), 1532-1538. doi: 10.1519/JSC.ob013e318234e838
49. Schmid, A., Huonker, M., Aramendi, J. F., Kluppel, E., Barturen, J. M., Grathwohl, D., . . . Keul, J. (1998). Heart rate deflection compared to 4 mmol x l(-1) lactate threshold during incremental exercise and to lactate during steady-state exercise on an arm-cranking ergometer in paraplegic athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 78(2), 177-182.
50. Sekulic, D., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., & Peric, M. (2014). The development of a new stop'n'go reactive-agility test. *J Strength Cond Res*, 28(11), 3306-3312. doi: 10.1519/JSC.0000000000000515
51. Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *J Strength Cond Res*, 27(3), 802-811. doi: 10.1519/JSC.ob013e31825c2cbo
52. Seneli, R. M., Ebersole, K. T., O'Connor, K. M., & Snyder, A. C. (2013). Estimated V(O₂)max from the rockport walk test on a nonmotorized curved treadmill. *J Strength Cond Res*, 27(12), 3495-3505. doi: 10.1519/JSC.ob013e31828f04d8
53. Sheldon, A., Booth, F. W., & Kirby, C. R. (1993). cAMP levels in fast- and slow-twitch skeletal muscle after an acute bout of aerobic exercise. *Am J Physiol*, 264(6 Pt 1), C1500-1504.
54. Shivpuri, A., Shivpuri, A., & Sharma, S. (2012). Childhood Obesity: Review of a growing Problem. *Int J Clin Pediatr Dent*, 5(3), 237-241. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1175
55. So, R., Chan, K. M., Appel, R., & Yuan, Y. (2004). Changes in the multi-joint kinematics and co-ordination after repetitive windsurfing pumping task. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(3), 249-257.
56. Uljevic, O., Esco, M. R., & Sekulic, D. (2014). Reliability, validity, and applicability of isolated and combined sport-specific tests of conditioning capacities in top-level junior water polo athletes. *J Strength Cond Res*, 28(6), 1595-1605. doi: 10.1519/JSC.0000000000000308
57. Uljevic, O., Spasic, M., & Sekulic, D. (2013). Sport-specific motor fitness tests in water polo: reliability, validity and playing position differences. *J Sports Sci Med*, 12(4), 646-654.
58. Vanderthommen, M., Francaux, M., Colinet, C., Lehance, C., Lhermerout, C., Crielaard, J. M., & Theisen, D. (2002). A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption. *J Rehabil Res Dev*, 39(6), 685-692.
59. Venetsanou, F., Kambas, A., Aggeloussis, N., Serbezis, V., & Taxildaris, K. (2007). Use of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency for identifying children with motor impairment. *Dev Med Child Neurol*, 49(11), 846-848. doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00846.x
60. Vucetic, V., Mozek, M., & Rakovac, M. (2015). Peak blood lactate parameters in athletes of different running events during low-intensity recovery after ramp-type protocol. *J Strength Cond Res*, 29(4), 1057-1063. doi: 10.1519/JSC.0000000000000725
61. Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of Sport and Exercise: Human Kinetics*.
62. Wu, S., Ding, Y., Wu, F., Li, R., Hu, Y., Hou, J., & Mao, P. (2015). Socio-economic position as an intervention against overweight and obesity in

- children: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*, 5, 11354. doi: 10.1038/srep11354
63. Xie, B., & Arslanian-Engoren, C. (2014). Self-concepts of exercise in frail older adults with heart failure: a literature review. *West J Nurs Res*, 36(10), 1378-1379. doi: 10.1177/0193945914540102
64. Xie, B., & Arslanian-Engoren, C. (2015). Self-concepts of exercise in frail older adults with heart failure: a literature review. *Res Theory Nurs Pract*, 29(2), 113-124.