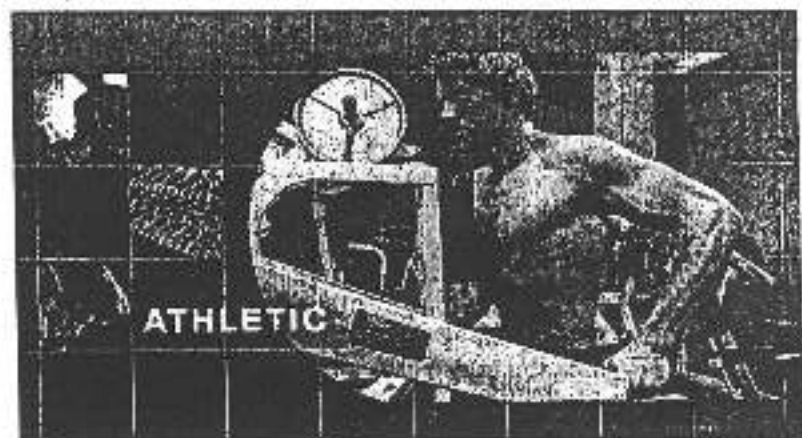


# POGLAVLJE 1

## MULTIDISCIPLINARNI PRISTUP U DIJAGNOSTICI STANJA TRENIRANOSTI



*Kada bi instinkt mogao da govori, onda bismo saznali tajnu života*  
*Anri Bergson (1859-1941)*

*Ključni termini*

Multidisciplinarnost u dijagnostici

Dijagnostika u sportu za predmet merenja ima sportistu, metodološki gledano izuzetno složenu dinamičku strukturu sa isto tako složenim antropološkim karakteristikama, kao elementima te strukture. Čovek (sportista) funkcioniše kao celina u celoj svojoj složenosti interakcijskih odnosa između antropoloških karakteristika, što predstavlja izrazito velik problem prilikom dijagnostikovanja njegovog stanja, kao želje da se na osnovu procene takvog stanja prognozira neko naredno željeno stanje. Svaki test, koji se pri dijagnostici koristi, predstavlja istovremeno i pokazatelj integralne funkcije. Na taj način se može lako upasti u zamku jednostranog zaključivanja o trenutnom stanju treniranosti.

**Multidisciplinarnost u dijagnostici**

Kako se objektivni pokazatelji nisu mogli dobiti samo jednostavnim parcijalnim merenjem određene antropološke karakteristike, a zatim prostom kompilacijom donositi zaključci, savremena nauka u sportskom treningu je snažno razvila interdisciplinarni kibernetički pristup u dijagnostici sportista koji je otkrio značajne kineziološke dimenzije (kao uzročnike određenih stanja sportiste). Ovakvim pristupom je omogućeno formiranje kibernetičkih (hijerarhijskih) sistema, tj. modela regulativnih mehanizama koji su odgovorni za aktiviranje onih procesa (podsistema) od kojih zavisi uspešnost u trenažnim i takmičarskim aktivnostima. Upravo pri merenju ovih procesa postoje velike poteškoće, jer zahtevaju složenu dijagnostičku aparaturu, koja treba da

bude u stanju da registruje istovremeno velik broj parametra, čije precizno tumačenje može da pokaže ukupnu treniranost sportiste. Ovakva ocena ukupne treniranosti sportiste nije moguća bez sastavnih delova dijagnostičkih postupaka u koje spadaju:

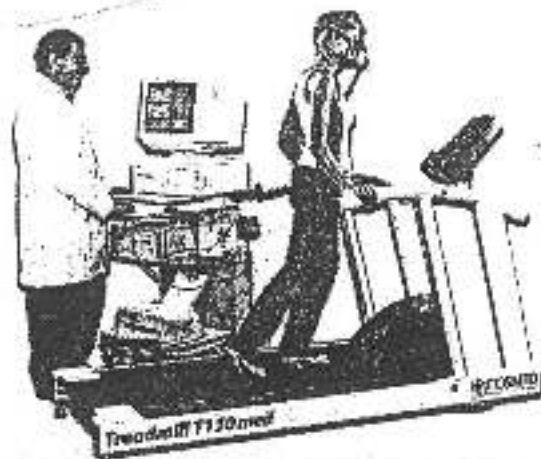
✓ **Antropometrijska merenja** (preko koje se dobijaju direktne i izvedene somatometrijske veličine, koje se koriste u analizi i tumačenju rezultata ostalih antropoloških dimenzija).



Slika 1. Postupak antropometrijskog merenja

✓ **Funkcionalna dijagnostika** u sportu obuhvata široko područje (od registrovanja tzv. opštih funkcionalnih sposobnosti u rutinskoj laboratorijskoj sportsko-medicinskoj praksi, preko dubljeg uvida u pojedine fiziološke i bihemijske procese do istraživanja i merenja na sportskim terenima - situacionim uslovima). Ova poslednja, zahvaljujući napretku tehnologije, može da pruži dragocene podatke o specifičnim fiziološkim i bihemijskim reakcijama koje se odvijaju u toku trenažne i takmičarske aktivnosti).

4. Dijagnostika treniranih sportista



Slika 2. Procena maksimalne potrošnje kiseonika direktnim metodom

Biomehanička dijagnostika ima posebno značaj usled uticaja na modelovanje efikasnijih programa motoričkog učenja i na mere za povećanje stanja tehničko-taktičkih znanja). Podrazumeva ne samo kinetička, kinematičke i elektromiografske pokazatelje sportske lokomocije nego i kompletnu analizu tehničko-taktičkog elementa kao i sportske grane u celini. Smisao biomehaničke dijagnostike je prikupljanje relevantnih kvantitativnih i kvalitativnih parametara sportske tehnike, koja će omogućiti definisanje stepena ili nivoa tehničke pripreme, modelovanja tehnike i korekciju tehničkog izvođenja samog krećućeg zadatka. Modelovanje tehnike je kontinuirni proces, a krajnji produkt toga je optimizacija kretanja uzimajući u obzir motoričke sposobnosti sportiste, njegove morfološke karakteristike i parametre unutrašnje i spoljašnje fizikalne sredine.

Metodološki pristup u dijagnostici stanja treniranih sportista 2



Slika 3. Biomehanička analiza pokreta

Motorička dijagnostika (pruža dragocene podatke o nivou i karakteru razvijenosti bazičnih i specifičnih motoričkih sposobnosti, na koje je trenajni proces direktno usmeren. Raspored i doziranje trenajnih operacija nije moguće optimalno odrediti bez dijagnostikovanog stanja motoričkih sposobnosti na samom početku trenajnog ciklusa).



Slika 4. Sadržajni test



## POGLAVLJE 3

### DIJAGNOSTIKA U FUNKCII SISTEMA KONTROLE TRENAŽNOG PROCESA



*Dijagnostika je najmoćnije sredstvo kontrole i menadžmenta trenazne tehnologije - ona je siguran i optimalan put ka cilju*



Osnovni ciljevi biomehaničke dijagnostike:

- Optimizacija tehnike i time poboljšanje takmičarskog rezultata,
- Identifikaciju i analiza grešaka u tehnici i uključivanje njihovog uzroka,
- Preventivna povoda

- Konstruisanje novih metoda za dijagnostiku tehničke pripremljenosti sportiste,
- Razvoj novih tehnologija za praćenje tehničke pripremljenosti sportiste (kineziološka, kinematika,

- Razvoj softverske opreme za merenje kinematičkih, kinetičkih, elektromiografskih parametara,
- Izrada protokola merenja i servisiranja informacija kompetentnim trenerima,

- Kontrola tehničke veštine sportista u fazi neposredne pripreme za najvažnija takmičenja,
- Izrada ekspertnih kriterijuma za selekciju mladih sportista na osnovu biomehaničke dijagnostike,

- Učešće domaćih i stranih eksperata u području biomehničke dijagnostike i biomehničkog modelovanja trenera.

I ako u sportu najveći značaj ima sistemski pristup, tj. sagledavanje funkcija organizma u celini, kada je reč o biomehanci moramo znati da nije moguće izmeriti čitav kinematički i kinetički prostor i parametre tog prostora. Ukupna fizička okolna veoma je kompleksna i komplikovana. Tu egzistiraju brojne interakcije između bioloških sistema i mehaničkih principa. Iz tog razloga se ovaj problemati mora pristupiti parcijalno i sa onom tehnologijom koja nam je u tom trenutku na raspolaganju. Ovide je neophodan analitički pristup jer je sama biomehanika kao nauka, analitičkog karaktera.

O osnovnim metodama biomehničke dijagnostike tehničke pripreme najviše se govori u ovom radu. Potrebno je još jednom istaći da su to:

- Kinematika
- Kinetika
- Elektromiografija (EMG)
- Teorija optičke optike

43. Kinematika je metoda koju se bazira na registraciji pokreta pomoću visokofrekvenentnih videokamera u trodimenzionalnom prostoru (ARIEL - Ariel Dynamics Inc., USA). Ovom metodom se može precizno utvrditi kretanje određenih segmenata tela, centralnog težišta tela, različita segmentarna ubrzanja, vektorske brzine centralnog težišta tela, kako u laboratorijskim tako i u takmičarskim uslovima.

44. Kinetika je metoda kojom se dijagnostikuju sile koje se pojavljuju pri određenim kretanim strukturama pomoću mernih listića (Strain Gauges), ali pomoću piezokristalnih mernih instrumenata. Najčešće se upotrebljavaju tenziometrijske platforme (Force Platform) za merenje sile reakcije podloge u horizontalnom (X), vertikalnom (Y) i lateralnom (Z) smeru.

45. Elektromiografija (EMG) je metoda za detekciju i registraciju bioelektrične aktivnosti mišića pri izvođenju specifične kretne strukture. Ona omogućuje prijem informacija o funkciji delovanja određenih mišića i mišićnih grupa. Za tu svrhu se upotrebljavaju površinske elektrode koje su povezane sa 6 do 8 kanala. Postoje stacionirani (prostor je ograničen - dizanje tegova, vertikalni skokovi) i telemetrijski elektromiografski sistemi (u realnim sportskim situacijama - sprint, veslanje, skijanje, biciklizam).

46. Izokinetika je metoda merenja mišićne sile u uslovima koncentričnih i ekscentričnih mišićnih kontrakcija na specijalnom izokinetičkom dinamometru. Izokinetika se upotrebljava kao: dijagnostička metoda, metoda treninga i metoda rehabilitacije. Vežbe se izvode različitim brzinama (sporo, srednje i brzo). Ova metoda omogućuje definisanje maksimalne sile u zavisnosti od ugla između segmenata (koleno), odnos sile između agonista i antagonista (donje ekstremitete: m. quadriceps - m. biceps femoris).



Slika 8. Izokinetički dinamometar PrimaDOC (EASYTECH - Italija)

Savremena biomehanika sporta je ne sumnjivo produkt visokih tehnologija i ekspertnih znanja iz matematike, računarstva, biokibernetike, kinziologije, mehanike, funkcionalne anatomije, fiziologije i drugih naučnih grana.

### Dijagnostika u kontroli snage

Snagu u procesu sportskog treninga dijagnostifikujemo preko iste aparature kao i kod tehnike, samo je razlika u sadržaju i cilju kontrole. Kako se trening snage izvodi uz pomoć dodatnog tereta ili otpora, potrebno je poznavati masu tereta, njegovu putanju i brzinu prilikom pokreta (prilikom savladavanja otpora njegovu veličinu). Zbog toga se danas u sprave za vežbanje ugrađuju senzori za registrovanje sile i kretanja. Kod treninga snage može se ustanoviti sa kolikom silom pojedini mišići ili mišićne grupe deluju na teret, koliko je izvođenje jednog pokreta ili više uzastopnih pokreta brzo i sa kolikom amplitudom i frekvencom. Na osnovu svega ovoga moguće je izračunati ukupno izvršen rad i snagu u određenim sekvencama pokreta. Savremena tehnologija omogućava uporeda prikaz sile, brzine i putanje pokreta. Na taj način se može videti efekat vežbanja, mogu uporediti vežbe međusobno ili izvođenje iste vežbe kod različitih sportista, može se dijagnostikovati pojava zamora (ako se prilikom registrovanja pomenutih parametara doda još i merenje

EMG). Ovim putem se može preciznije dijagnosticirati napredak u treninju. Pritikom povećanja maksimalne snage, zbog povećanja broja aktivnih motornih jedinica, povećava se i amplituda EMG signala. Kod veće snage koja traje bar jedan minut (pri dovoljnom broju ponavljanja) moguće je izmeriti potrošnju kiseonika i na taj način preko izračunate ukupne potrošnje energije, ustanoviti aerobni i anaerobni deo.

Na zalost, u sportskoj praksi još uvek nije uobičajena upotreba opisanih metoda i aparatura. Određenim testovima je moguće izmeriti najveći teret koji sportista može podići predviđenim pokretom (polu ili duboki čučanj, bend pres i sl.), što se naziva maksimalna snaga. U tu svrhu se koristi test-protokol progresivnog povećanja opterećenja. Na ovaj način teret koji se još može podići, označava se kao maksimalna snaga. Tipičan primer testa maksimalne snage je podizanje tereta iz polučučnja. Sportista uradi 1-2 ponavljanja sa olimpijskom šipkom, na koju postupno dodaje sve veći teret (odredivanje  $1RM$ ).

Kod merenja najveće izometrijske snage (sile), potrebno je koristiti dinamometar i tačno definisati položaj u zglobu. Dinamometar registruje silu kod najveće vrsne kontrakcije mišića. Pored najveće sile, važan parametar je i brzina njenog prirasta. U cilju toga se posmatra vremenski period od početka kontrakcije do njene maksimalne vrednosti. Ukoliko je takav način testiranja dovoljno standardizovan, analiza pomenutog vremenskog perioda daje informaciju o brzini kontrakcije. Većina je informacija test kada se primenom kratkotrajnog električnog impulsa nadziri određena grupa skeletnih mišića, a na dinamometru se posmatra vremenski period prirasta sile izometrijske mišićne kontrakcije. Pritikom promene frekvencije električnih impulsa postize se veća sila mišićne kontrakcije, a time i veća brzina kontrakcije i dekontrakcije. Ako se ovaj test izvodi u standardizovanim uslovima, tada se mogu ustanoviti efekti treninga na postarane čimove u određenom tenzijskom periodu.

Na stanovima sporta, testiraju dinamičkih kontrakcija je od posebnog značaja. Bilo je poznavati brzinu, amplitudu i silu kontrakcije. Upratekom izokinetičkih dinamometara moguće je unapred podestiti brzinu vrsnja pokreta. Tu brzinu nije moguće nadmaštiti tokom vježbanja. Pri tome, dinamometar bečži silu kontrakcije za datu brzinu, koja se povećava u odnosu na ciljeve

testiranja. Princip za to je testiranja u kojem određujemo moc ekscentrične i koncentrične kontrakcije (najčešće kombinovane pliometrijske kontrakcije su skokovi i poskoci). Meriti ustanoviti su dinamometrijska ploča i ciklotomograf. Za potrebe merenja u sportu, važno je trajanje vremena leta nakon odlaza ruku krajnja swing odraza.



Slika 9. Skokovi na dinamometrijskoj ploči uz primenu EMG

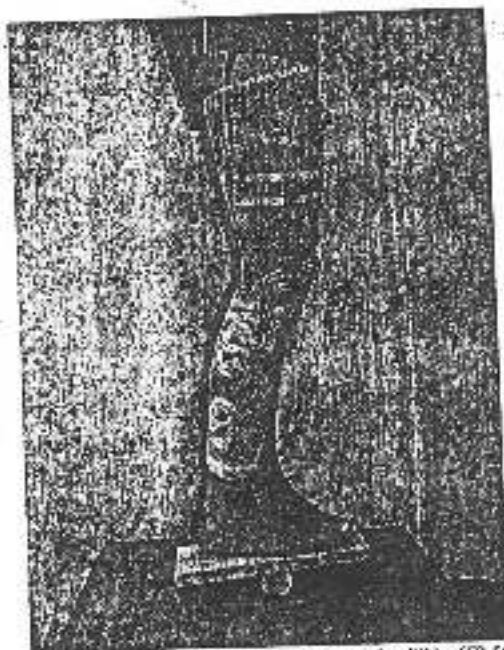
Specifičnost testiranja ekscentričnih i pliometrijskih kontrakcija je u tome što sportista saskoče sa unapred određenih vrsina na dinamometrijsku ploču, a odmah nakon toga usledi faza odskoka u vis. Merenje sile i EMG možemo ustanoviti kakav je prirast moći određene vrste mišićne kontrakcije, tj. neposredno određeno elastične energije uz elastičnu deformaciju elastičnih mišićnih struktura (u fazi koncentrične kontrakcije elastičnost se delimično transformiše u kinetičku energiju). Uprateivanjem vremenskih, dinamometrijskih i elektromiografskih karakterističnih skoka u vis (Bascio test) iz polučučnja ili uz pomoć saskoka, možemo oceniti uspešnost iskoristivavanja elastične energije.

Kontrola i dijagnostika izdizivanja u snazi može se vršiti na osnovu tri različite vrste mišićne kontrakcije:

#### 1. Kontrola i dijagnostika izdizivosti izometrijske kontrakcije



Kod ove vrste kontrakcije obično se meri vreme kontrakcije koju sportista proizvede uz konstantnu silu na dinamometru. Trenutak kada on ne može više delovati propisnom silom, označava se kao ocena izdržljivosti. Drugi aspekt kontrole predstavlja zadatak kada sportista određeno vreme deluje na dinamometar, sa što većom silom. U ovom primeru je nagib smanjenja sile kontrakcije u zavisnosti od njenog trajanja, ono što predstavlja ocenu izdržljivosti. U oba primera preporučljivo je meriti i električnu aktivnost mišića (EMG). Podaci te vrste pokazuju na koji način je promena sile kontrakcije povezana sa aktivnošću mišića.



Slika 10. Provera električne aktivnosti mišića (EMG)

U pojednostavljenom modelu su prikazani neuralni i energetski procesi od kojih zavisi mišićna sposobnost – snaga kontrakcije i izdržljivost.

Tabela 4. Nervne i energetske komponente odgovorne za mišićnu sposobnost.

NEURALNE KOMPONENTE	ENERGETSKE KOMPONENTE (ATP)	
Regrutovanje motoričkih jedinica (broj mišićnih vlakana) Frekvencija impulsa Sinhronizacija i koordinacija Inhibicija antagonista	Anaerobne	Aerobne
	CP laktatne Glukolitičko-laktatne	Oksidativne uz prisustvo O <sub>2</sub>
<b>EFIKAT MIŠIĆA-OUTPUT – MEHANIČKA EFIKASNOST</b>		
<b>RAD, SNAGA, MOĆ</b>		

### 2. Kontrola i dijagnostika izdržljivosti izometričke kontrakcije

Kod ove vrste kontrakcije potrebno je pored sile kontrakcije pri unapred određenoj brzini, meriti i frekvencu kretanja. Ocenjivanje izdržljivosti može se vršiti na više načina:

- Kod određivanja brzine i broja ponavljanja meri se: amplituda, vreme, frekvencija ponavljanja i sila kojom se mišić kontrahuje. Vremenski period u kojem mereni parametri pokazuju postepeno smanjivanje sile i/ili čak amplitude kontrakcije, koristi se za procenu zamora i izdržljivosti.
- Kod određene brzine i trajanja meri se broj ponavljanja i sila kontrakcije. Ocenjivanje izdržljivosti i zamora vrši se kao i u prethodnom primeru.
- Kod određene brzine, frekvence pokreta i sile kontrakcije meri se trajanje i/ili broj ponavljanja koje sportista može ostvariti.

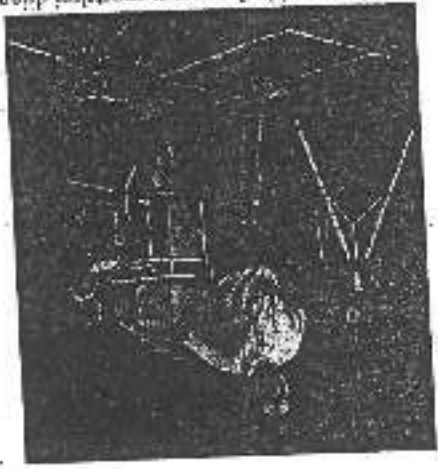
### 3. Kontrola i dijagnostika izdržljivosti dinamičke kontrakcije

Ova kontrola je najvažnija u sportskoj praksi. Najčešće korišćene sprave prilikom kontrole su: olimpijske šipke za dizanje tegova na koju se postavljaju slobodni tegovi određene težine, zavisno od primenjenog test protokola. Kod ovog načina testiranja, kontrolu je moguće izvoditi kao merenje broja ponavljanja određenog opterećenja pri definisanom zadatku (propisna tehnika) i frekvencije ponavljanja. Kod upotrebe trenažera način kontrole je broj ponavljanja. Kada se radi po stanicama, izdržljivost se procenjuje na osnovu: broja predanih stanica, broja ponavljanja na svim stanicama zajedno i/ili trajanja rada uz uslov da sportista poštuje propisana pravila (pravilnost vežanja).

potreba za konstantnim praćenjem (više parametara istovremeno). Osnovni princip je da se testiranje što više približi uslovima koji su u stvarnosti, jer je mogućnost imogo. Ulaganje u takmičarskim uslovima, a pri tom je cilj prati šta se dešava na startu, za vreme opterećenja i na kraju trke.

... ..

U treningu koji je usmeren na povećanje brzine, sve više se koriste složena tehnička pomagala. U savremenom svakhodnevnom tenaznom procesu i testiranju sportista neophodna je upotreba najrazličitijih mehaniziranih pomagala, kao što su: fotoaparati, elektronički videoaparati. To važi za sve sportove u kojima je od primarnog značaja brzina i pravilna tehnika izvođenja. Dodatna pomoćna aparatura koja može pomoći pri boljoj oceni razlika između kvaliteta različitih sportista, tj. očekata vremena kod istog sportiste je funkcionalna (omogućuje merenje sile udara i električne aktivnosti opterećenog mišića). Postavljanje određenih tehnoloških ploča (npr. na atletsku stazu i u kutiju za nožicu) upotreba visokofrekventne elektromiografije sa bezicnim prenosom signala sa sportiste na prijemnik i dr.



Slika 11. Pomoćna videoaparata u sportskoj djelatnosti

U atletskom sprintu (i u drugim sportovima) signali dobijeni preko pomoćne aparature omogućuju analizu startnog ubrzanja, brzine na distancama, kod staloma i viceslaloma - fazu najveće brzine kod vožnje kroz kapije i sl. U pomenutim primerima senzor, za silu su ugrađeni u stalne blokove, skijaške cipele, vozove i skije, a elektrone su postavljene na odgovarajuća mesta - najoprećenije mišiće. U vrhunskom treningu više ne bi trebalo postavljati pitanje kada upotrebljavati određene sprave i aparature, jer je evidentna stalna

## Dijagnostika u kontroli brzine

U treningu koji je usmeren na povećanje brzine, sve više se koriste složena tehnička pomagala. U savremenom svakodnevnom trenajnom procesu i testiranju sportista neophodna je upotreba najrazličitijih mernih instrumenata, kao što su: fotočelije, filmske i videokamere. To važi za sve sportove u kojima je od primarnog značaja brzina i pravilna tehnika izvođenja. Dodatna pomoćna aparatura koja može pomoći pri boljoj oceni razlika između kvaliteta različitih sportista, tj. efekata treninga kod istog sportiste je tenziometar (omogućuje merenje sile odraza i električne aktivnosti opterećenog mišića). Postavljanje određenih tenziometrijskih ploča (npr. na atletska stazu i u kutiju za motku, upotreba višekanalnih elektromiografa sa bežičnim prenosom signala sa sportiste na prijemnik i dr.



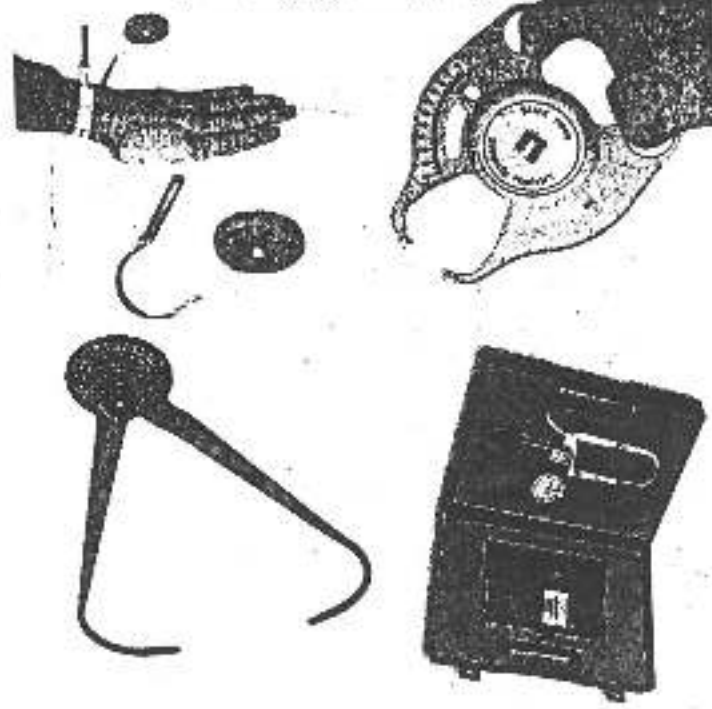
Slika 11. Primena videokamere u sportskoj dijagnostici

U atletskom sprintu (i u drugim sportovima) signali dobijeni preko pomenute aparature omogućuju analizu startnog ubrzanja, brzine na distancama, kod slaloma i veleslaloma - fazu najveće brzine kod vožnje kroz kapije i sl. U pomenutim primerima senzori za silu su ugrađeni u: startne blokove, skijaške cipele, vezove i skije, a elektrode su postavljene na odgovarajuća mesta - najopterećenije mišiće. U vrhunskom treningu više ne bi trebalo postavljati pitanje kada upotrebljavati određene sprave i aparature, jer je evidentna stalna

potreba za kontinuiranim praćenjem (više parametara istovremeno). Problem predstavlja odabir najboljeg testa, jer je mogućnosti mnogo. Osnovni princip je da se testiranje što više približi uslovima koji vladaju u takmičarskim uslovima, a pri tom je cilj prati šta se dešava na startu, za vreme opterećenaj i na kraju trke.

## Dijagnostika u kontroli izdržljivosti

Korektnost rezultata obezbeđuju merni instrumenti koji odgovaraju standardima, a kalibrirani su u metričkom sistemu. Mislj se na: merenu traku, vagu, antropometar, klinički šestar, perimetar, kalibrimetar i kalipera je "John Bull" sa mernim rasponom od 0 do 40cm (kazaljka Kasper. Poreklo je otkriveno u dermatologiju olovku, mernu listu, kompjovani barometar, hidrometar i termometar.



Slika 16. Antropometrički instrumenti.

Antropometar po Martinu se koristi za merenje longitudinalnih i transversalnih dimenzija tela. Ukupne dužine 2 metara on se sastavlja se na četiri jednake dela, sa tim da se gornji deo često koristi kao klinički šestar. Raspon mera je 200 cm, a tačnost merenja je 0,1 cm. Očitavanje rezultata vrši se na četvrtinom otvora (na srednjoj crti otvora koji poklapa dobitnu meru jedinicu).  
Kalipera se vrši merenje debline kožnih nabura. Najpogodniji tip kalipera je "John Bull" sa mernim rasponom od 0 do 40cm (kazaljka

opisuje dva puna kruga oko skale bađage od 0 do 20mm). Pre merenja neophodno je izvršiti bađarenje instrumenta. Pritsak kojim hvatajke instrumenta sabijaju kožu i podkožno tkivo je standardno (iznosi 10g/cm<sup>2</sup>). Tačnost očitavanja je 0,2mm. Rezultati merenja se očitava 2 sekunde nakon što je hvatajkom zahvaćen kožni nabor (u ovom intervalu se savlađava elastičnost tkiva, pa su očitane vrednosti blizu realnim). Duže zadržavanje hvatajki može da uslovi njihovo pomicanje i kizanje, čime bi se umanjila tačnost rezultata. S obzirom na veliku varijabilnost rezultata merenja debline jednog kožnog nabora, kod iste osobe, neophodno je da se merenje uzastopno ponovi barem tri puta. Kao konačan rezultat merenja, uzima se srednja vrednost (zbir svih tri merenja podeljena sa tri).

**Merna merina traka** (santimetarska traka) služi za merenje obima tela. Santimetarskom trakom merimo sa tačnošću od 0,5 cm, a metarom merimo trakom sa tačnošću od 0,1 cm. Dužina merne trake iznosi 150 cm.

**Perimetar 1** ima skalu na vodostajnoj osnovi koja spaja dva kraka. Služi za merenje bikromialne i bikristalne širine. Na krajevima ima oštice zavrtacke koji se kod merenja postavljaju na već unapred označene tačke. Rezultati se čita na unutrašnjem rubu kliničke skale koja je širine 60 cm, a bađarenja je na 0,1 cm.

**Perimetar 2** primenjuje se kod sagitalnog merenja grudnog koša. Za razliku od perimetra 1, on na krajevima ima obilje zavrtacke (može boje da obuhvati zadnje mere). Skala ima širinu od 60 cm, a bađarenja je na 0,25 cm. Rezultati se čita na unutrašnju stranu kliničke skale. Ovak oblik instrumenta se često upotrebljava u ginekologiji, le

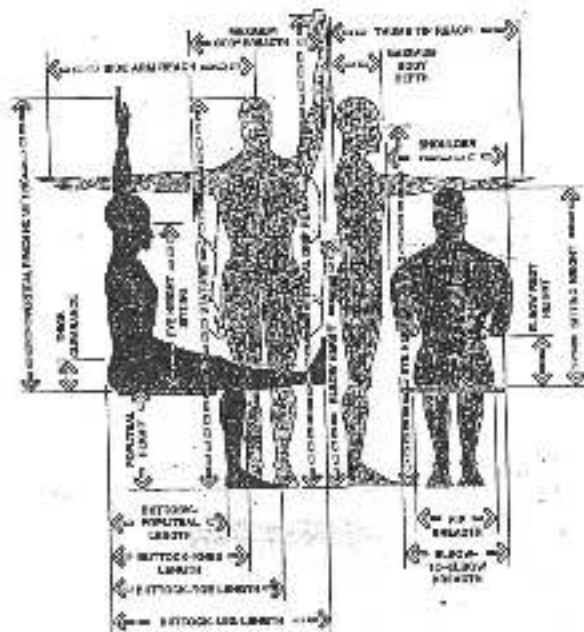
**Kalimetar** je po konstrukciji identičan perimetru, ali je manji i se i dajeva ginekološki šestar.  
ima manju mernu skalu. Skala ima raspon do 30 cm, a bađarenja je na 0,1 cm. Služi za merenje manjih longitudinalnih i transversalnih dimenzija tela (dužina i širina glave i delova glave). Meri sa tačnošću od 0,1 cm.

**Klinički šestar** služi se merenje manjih rastojanja na telu. Najčešće se koristi za merenje dijametara zglobova. Ima više različitih tipova (npr. klinički šestar po Martinu ima skalu od 20 cm, dok klinički šestar sa pomernom ima raspon od 15 cm). Merenjem ovim instrumentom zabeleženje tačnosti i rezultati se čita na listu, a rezultati se čita na listu zabeleženje tačnosti i rezultati se čita na listu.



koja se poklapa sa unutrašnjim rubom kraka šestara. Meri sa tačnošću od 0,1 cm.

Pre svakog merenja obavezno je obeležiti tačke i nivoe, a sve u cilju preciznijeg merenja antropometrijskih veličina. Spisak antropometrijskih tačaka: akromion (a), akropodion (ap), alare (al), basis (B), cervicale (c), daktylion (da), deltoide (d), endokanthion (en), euryon (cu), frontotemporale (f), glabella (g), gnathion (gn), gonion (go), hypochondricale (hy), iliocristale (ic), incizarale (in), iliospinale (is), inion (i), lumbale (lu), malleolare (m), mesosternale (ms), metacarpale radiale (mr), metacarpale ulnare (mu), metatarsale fibulare (mf), tibiale (ti), nasion (n), opisthocranion (op), orbitale (or), phalangion (ph), purion (po), postaurale (pa), preaurale (pra), pterion (pte), radiale (r), stomion (sto), styliion (sty), subaurale (sha), subnasale (sn), superaurale (sa), suprasternale (sst), symphision (sy), tibiale (ty), tragion (l), trichion (tr), trochanterion (tro), vertex (V), zygion (zg).



Slika 17. Antropometrijske mere

## Antropometrijske mere prema IBP

Antropometrijske mere Internacionalnog biološkog programa (IBP) sadrže 39 linearnih mera. To su:

1. Telesna težina
2. Telesna visina
3. Sedeća visina
4. Bikondilarna širina bedrene kosti
5. Širina skočnog zgloba
6. Visina tibiale
7. Dužina potkolenice
8. Dužina stopala
9. Obim natkolenice
10. Obim potkolenice
11. Dužina ruke
12. Dužina nadlaktice
13. Dužina podlaktice
14. Bikondilarna širina nadlaktice
15. Bistiloidni dijametar zgloba šake
16. Širina šake
17. Obim nadlaktice (u relaksiranom položaju)
18. Obim nadlaktice (pri kontrakciji)
19. Širina ramena (biakromijalni raspon)
20. Širina grudnog koša (transverzalni prečnik)
21. Dubina grudnog koša (anterio-posteriorni prečnik)
22. Obim grudnog koša
23. Dužina noge (visina spine-iliake anterior superior)
24. Širina karlice (bikristalni raspon)
25. Obim glave
26. Dužina glave
27. Visina glave
28. Širina glave
29. Širina donje vilice
30. Širina lica
31. Morfološka visina lica
32. Širina usta
33. Debljina usana
34. Visina nosa

ujedinjeni su u običnu kućnu vagu). Savremeni uređaji pružaju tačnost izmirenih podataka uporediva sa važećim standardima. Glavne prednosti ove metode su: ne zahteva skupu opremu, ne zahteva obučenog tehničara, komfortna je (ne ugrožava privatnost i intimu osobe koja se meri, itd).

Varijable koje se dobijaju ovom metodom su: ukupna količina vode (TBW), bezmasna masa (LBM), telesna mast (FM), ukupna količina živih ćelija u organizmu (BMC), ekstra celularna masa (ECM), indeks (ECM / BMC) i težinska frakcija (%).

**Ukupna količina vode u organizmu (TBW)** ne podrazumeva vodu koja je uneta u digestivni trakt neposredno pre merenja, jer samim tim nije svarana i nije uneta u metaboličke procese (na suprot tome, intravenozni unos primenjene tečnosti se registruje). Ekstremno nagomilavanje vode i tečnosti u abdominalnoj duplji se ne detektuje, jer ta tečnost nije sastavni deo bezmasne mase. Referentne vrednosti su: Normalan raspon za muškarce 50 - 60 %, Normalan raspon za žene 55 - 65 %, Za mišićavi tip 70 - 80 %, Gojazan tip 45 - 50 %.

**Bezmasna masa (LBM)** je količina tkiva koja ne sadrži masti. U bezmasnu masu spadaju: dominantno mišići, unutrašnji organi, skelet, i centralni nervni sistem. Iako su morfološki veoma različiti, ovi organi su sa aspekta funkcionalne strukture veoma slični. Sastoje se od: ćelija koje su odgovorne za metaboličke i anaboličke procese, ekstracelularnih tečnosti i matriksa koji učestvuju u prenošenju supstrata (metaboličkoj razmeni).

**Ukupna količina živih ćelija u organizmu (BMC)** je kompletna količina metabolički aktivnih ćelija u organizmu. To je centralni parametar po kome se prati globalno stanje organizma u smislu ishrane.

**Ekstra celularna masa (ECM)** je deo bezmasne mase koji se nalazi van živih ćelija u organizmu. Neizmenljivi i stalni delovi ECM su strukture vezivnog karaktera: kolagen, elastin, koža, tetive, fascije i kosti. Tačni deo ECM konstituišu: plazma, intersticijska tečnost i transcelularna voda.

**Indeks (ECM/BMC)** je pokazatelj nutritivnog statusa. Kod zdravih ljudi ćelijska masa je neznatno veća od vanćelijske mase, tako da je ovaj indeks malo manji od 1. Povećanje ECM/BMC indeksa se može desiti iz tri razloga: katabolizma BMC, preraspodela vode u ECM

druge segmente primene u medicini, a u analizi telesne kompozicije se suzvano retko koriste.

### Analiza bioelektrične impedance (BIA)

Na vremenskoj skali razvoja bioelektrične impedance, na samom početku se nalazi italijanski fizičar Galvani, koji je 1786. godine posmatrao uticaj električne struje na tkivne strukture žabe. Dalji eksperimenti ovakvog tipa i njihova eksploatacija su bili beznačajni sve do 1960. godine, kada je Francuz po imenu Thomasset izjavio da količina fluida direktno definiše električnu otpornost tog tkiva. On i njegovi saradnici su razvili prvu bioelektričnu impedancu za analizu biološki aktivnog tkiva. Razvoj je tekao dalje na različitim mestima u svetu sve do trenutka, kada je Američki istraživač Nyboer 1970. godine ustanovio principe funkcionisanja bioelektrične impedance, kakvu sada poznajemo. Nyboer je bio u stanju da dokaže da informacije koju daje ova analiza zaista daju potvrdu o strukturi ljudskoga tela. Analiza bioelektrične impedance je brza, neinvazivna i relativno jeftina metoda za evaluisanje telesne kompozicije, u terenskim i kliničkim uslovima. Ovaj metod procenjuje strukturu sastava tela emitovanjem niske, bezbedne doze struje (800 amp) kroz ljudski organizam. Struja prolazi kroz telo - bez otpora kroz mišiće, dok otpor postoji pri prolazu kroz masno tkivo (slika 24). Ovaj otpor se zove bioelektrična impedanca, a meri se uređajima koji procenjuju telesnu kompoziciju. Kada se podesi za izabranog pojedinca (pol, visina, težina, nivo aktivnosti), aparat na osnovu instaliranog softvera, izračunava procentualni sadržaj masti (i ostalih segmenata) u strukturi sastava tela. BIA je u prethodnih desetak godina zadobila poverenje i podršku medicinskih i sportskih eksperata. Danas je dostupna aparaturna za korišćenje i u kućnim uslovima, bez potrebe za skupom i složenom opremom (napredna tehnologija i tradicionalna BIA,



zbog hiperinsulizma i kao propratni efekat pri ekstremnim gubicima vode ili pritiskom kataboličkih procesa u BCM.

• **Ćelijska frakcija (%)** je količina ćelija od bezmasne komponente koju pripada BCM. Iz tog razloga, ovaj parametar dobro oslikava nutritivni status i kondiciju. Koristi se pri procenjivanju kvaliteta bezmasne mišićne mase. Normalni nivoi procenta ćelijske frakcije su: za muškarce 53 – 59%, a za žene 50 – 56%. Loša ishrana kao i hiperhidracija smanjuje ovaj procenat.



Slika 24. Aparat za analizu telesne kompozicije (TANTIA BC418, SAD)

#### • Preinfracrvena reaktanca (NIR)

Preinfracrvena reaktanca (eng. *Near Infrared Interactance* - NIR) je metoda proizašla iz poljoprivrede, gde je korišćena za analiziranje strukture useva. Zasniva se na principu apsorpcije i refleksije svetlosti. Sonda emituje svetlost blisku infracrvenom zračenju (940 nm) na posebno označenom mestu (prednja strana nadlaktice dominantne ruke), a detektor meri intenzitet reemitovane svetlosti izraženu kao optička gustina. Promena frekvencije emitovane svetlosti, u skladu sa prethodno definisanim parametrima (telesna masa, visina, pol, nivo fizičke aktivnosti) i korišćenjem prediktivne formule, dovodi do izračunavanja sadržaja masti u strukturi sastava

tela. Slično BIA, ova metoda je: relativno brza, bezbedna, jeftina i ne zahteva obučenu osobu. Njena popularnost, kao i popularnost drugih metoda III nivoa validnosti, je velika. Ipak, najnovija saznanja ne smatraju NIR validnom metodom za određivanje telesne strukture.



Slika 25. Savremeni prenosni uređaj (FUTREX-5500A/WT, SAD)

Daleko češće korišćene metode u terenskim i laboratorijskim uslovima, u cilju određivanja telesne strukture fizički aktivne populacije, predstavljaju antropometrijske metode. Ove metode, merenjem dimenzija ljudskog tela (telesna visina, telesna masa, debljina kožnih nabora, obim i dijametar ekstremiteta) i korišćenjem adekvatnih jednačina, na relativno jednostavan način, daju indirektnu procenu o sadržaju masti, mišićnog i koštanog tkiva sportista.

### Ključni termini

#### Ergometrija

Testovi za procenu energetskeg kapaciteta

- Tip mišićnog rada i testovi opterećenja
- Intenzitet mišićnog rada u testovima opterećenja
- Kontinuirani i diskontinuirani testovi

#### Ergospirometrija

- Princip testiranja uz pomoć gasnog analizatora i tredmila
- Bruceov višestepeni progresivni test na tredmilu
- Conconi test na tredmilu

- Modifikovani Conconi test na bicikl-ergometru

Testovi za procenu acrobnog energetskeg kapaciteta

- Laboratorijski testovi
- Terenski testovi

Testovi za procenu anacrobnog energetskeg kapaciteta

- Laboratorijski testovi
- Terenski testovi

## Ergometrija

**N**auka koja se bavi proučavanjem reakcije ljudskog organizma na fizički rad čineći u obliku testova fizičkog opterećenja, naziva se ergometrija. U užem smislu, pod funkcionalnom dijagnostikom se podrazumeva izučavanje funkcija organizma sportiste pred koga su postavljeni visoki zahtevi, sa ciljem da se odredi maksimalni adaptacioni kapaciteti za neki definisanu funkciju, koja je bitna za postizanje sportskog rezultata.

Uređaji pomoću kojih može da se tačno dozira mišićni rad, za potrebe testova opterećenja, su ergometri. Osnovne vrste ergometara su: pokretna traka za trčanje, bicikl-ergometar, veslački ergometar i

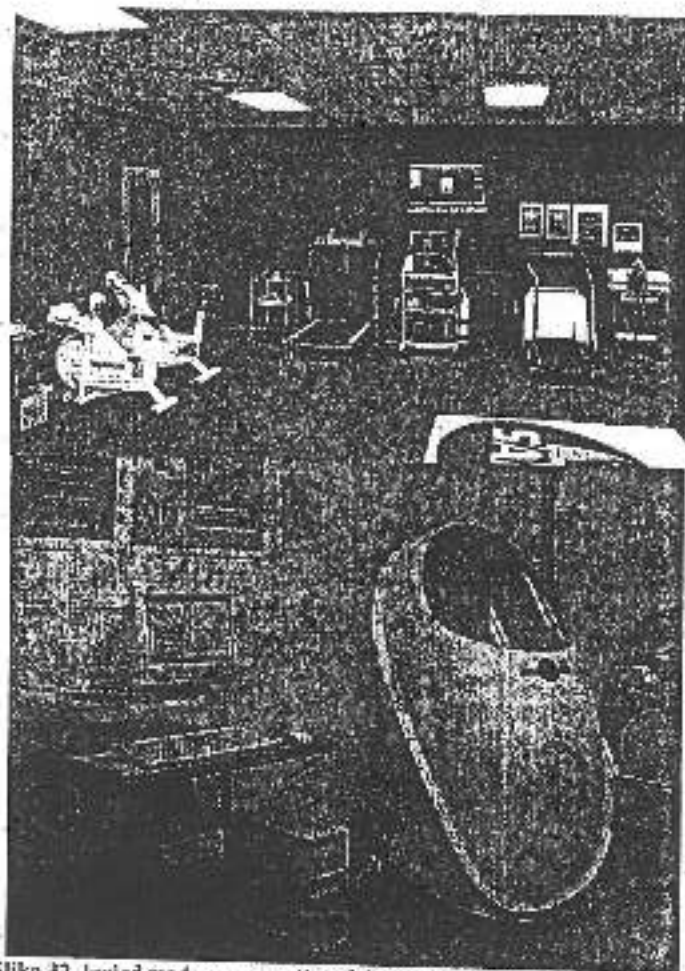
~~trajalo ergometar. Za specijalna testiranja koriste se: tredmil za simulaciju trčanja na skijama, tredmil sa mogućnošću vođenja bicikla po trasi i drugi.~~

Laboratorija za funkcionalnu dijagnostiku mora da poseduje osnovnu "mini" bateriju aparata i uređaja, u koje spadaju:

- Oprema za utvrđivanje morfoloških karakteristika potrebnih za interpretaciju rezultata funkcionalne dijagnostike (medicinska vaga i antropometrijski komplet sa kaliperom).
- ~~Oprema za funkcionalno testiranje lokomotornog aparata - dinamometar, aparat za merenje brzine neuromišićne reakcije na zvuk i svetlo (sa nožnim i ručnim prekidačima).~~
- Oprema za funkcionalno testiranje respiratornog sistema (spiroveter kojima može da se uradi "mala spirometrija").
- Oprema za funkcionalno ispitivanje kardiovaskularnog sistema (aparat za elektrokardiografiju - ~~EKG~~, aparat za merenje tenzije i u toku opterećenja, ~~monitori - srčane~~ frekvence sa softverskom podrškom).
- Oprema za dozirano opterećivanje organizma (ergospirometar sa softverskom podrškom koji je u vezi sa tredmilom, veslačkim i/ili bicikl-ergometrom).
- Različita pomoćna oprema (reanimacioni komplet - sa defibrilatorom, ~~stoperice;~~ termometar-hydrometar-barometar).
- Značajne informacije za interpretaciju rezultata funkcionalne dijagnostike predstavljaju i funkcije organizma iz psihološkog prostora. Potrebno je da moderna laboratorija za funkcionalnu dijagnostiku raspolaže i sa takvim sistemom.

Ovaj spisak predstavlja samo informaciju o minimalnom obimu opreme, koja garantuje osnovnu materijalnu bazu za sprovođenje kvalitetne funkcionalne dijagnostike. Povnavanje fizioloških zahteva sporta, sportske discipline i tipa bioenergetskih karakteristika je neophodno radi interpretacije rezultata testiranja, pružanja saveta i preporuka za vođenje daljeg uvažnog procesa. Osim bioenergetskog tipa sporta ili sportske discipline, potrebno je uzeti u obzir da li je u njima bitnija apsolutna ili relativna acrobna snaga.





Slika 32. Izgled moderno opremljene laboratorije za dijagnostiku sportista

Za veslanje, biciklizam, vaterpolo, plivanje itd. bitnija je apsolutna vrednost, jer sportista ovde ne nosi težinu svoga tela. Kod atletičara (trkača na srednje i duge pruge), izuzetno je važna relativna aerobna snaga i relativni aerobni kapacitet (sportista u dužem periodu nosi sopstvenu telesnu težinu). Veslačima je od primarnog značaja apsolutni aerobni kapacitet. Sportske igre, iako imaju karakter bioenergetske mešovitosti, zahtevaju visoke vrednosti aerobnog

kapaciteta. U savremenom rukometu i košarci dominantnije su anaerobne sposobnosti, ali zahtev za visokim aerobnim sposobnostima je opravdano potrebna (kao i u odbojci). Prvenstveno je važan brz oporavak: u fazama nižeg intenziteta, u kratkim prekidima igre i u periodima između velikog broja utakmica. Sportske igre se međusobno razlikuju po bioenergetskim zahtevima (iako zajedno spadaju u anaerobno-aerobne sportove). U borilačkim sportovima, kao anaerobno-aerobnim disciplinama, važna je aerobna sposobnost (posebno za brzu restituciju, ali i za održavanje visoke sposobnosti u seriji takmičenja). Kod tenisa i stonog tenisa su potrebne relativno visoke aerobne sposobnosti. Kod tenisa je bitan nivo anaerobnog praga (ANP), zbog potrebe dugotrajnog održavanja visokog intenziteta aktivnosti. Visok nivo anaerobnog praga, u odnosu na maksimalno aerobno opterećenje, zahtevaju gotovo svi sportovi (ističu se: maratoni, triatlon, biciklizam, plivanje, tenis, vaterpolo, nordijsko trčanje). Trkači na 400m i 800m moraju imati visok nivo anaerobno-laktatne sposobnosti (laktatne tolerancije). Trkači na 100m i 200m, plivači na 50m, skakači u vis i bacači, moraju imati visok nivo anaerobne-alaktatne sposobnosti, tj. razvijen kreatin-fosfatni kapacitet. Sve ove sportske discipline zahtevaju relativno visok optimalni nivo aerobne moći. U prvom redu zbog potrebe brzog oporavka, kako između velikih opterećenja, tako i između serija takmičenja i napornih treninga. U streličarstvu je potreban zavidan nivo aerobnih sposobnosti, što upozorava da ovi sportisti moraju veću pažnju obratiti na fizičku pripremu.

Na osnovu fizioloških zahteva koji vladaju u određenoj sportskoj disciplini, primenjuju se i testovi čiji rezultati na najbolji mogući način daju uvid u stanje one bioenergetske sposobnosti, koja je i najznačajnija za izabranu sportsku disciplinu. Testovi za utvrđivanje aerobnih sposobnosti kod svih sportista, gotovo uvek su tipa progresivno rastućeg opterećenja. U laboratorijskim uslovima izvode se isključivo na pokretnoj traci - tredmilu. Maksimalna intenziteta kiseloizolna (VO<sub>2max</sub>) je osnovna i integritivna mera aerobne sposobnosti (direktni pokazatelj aerobni moći). Ona je individualni pokazatelj za to, u kojoj meri se razne fiziološke funkcije, mogu prilagoditi povećanim metaboličkim potrebama tokom trajanja opterećenja. VO<sub>2max</sub> govori kako je sposobnost organizma da maksimalno iskoristi prijavu u energiju. Sportista sa višom VO<sub>2max</sub> ima

veći-potencijal, posebno u sportovima tipa izdržljivosti. Ona je u mnogim sportovima presudna mera opšte motoričke sposobnosti, mera bazične aerobne dinamičke sposobnosti ili praktičnim žargonom-mera kondicije. Daleko osetljiviji faktor za procenu stanja treniranosti predstavlja anaerobni prag (ANP), koji procenjuje nivo aerobne efikasnosti (izuzetno važne za gotovo sve sportove). Iz ovog razloga se u proceduri dijagnostike stanja treniranosti sportista pored V<sub>O<sub>2</sub></sub>max, obavezno određuje i anaerobni prag.

Kompoziciju, metodologiju i tehnologiju anaerobnih testova (kako u laboratoriji tako i na terenu), određuju po svojoj biohemijskoj osnovi dve grupe anaerobnog kapaciteta (dva procesa oslobađanja energije): eksplozivni - alaktatni (fosfatni segment) i brzi - laktatni (glikolitički segment).

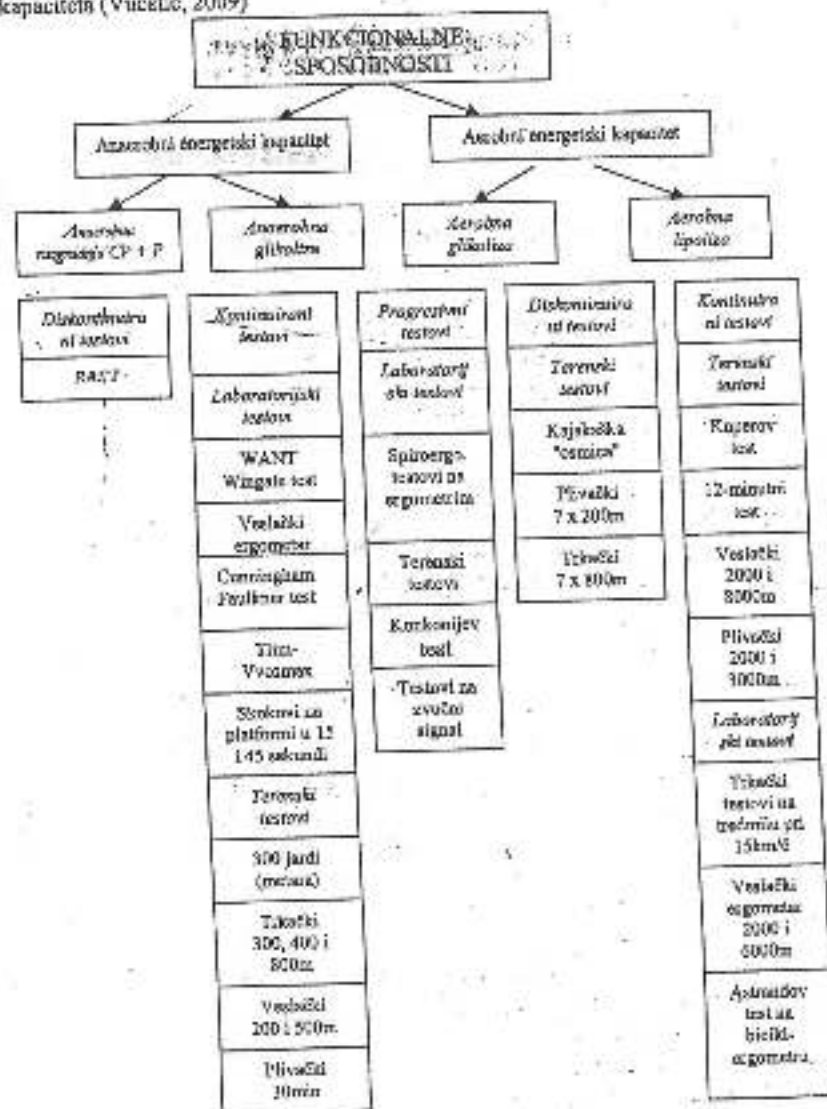
### Testovi za procenu energetskog kapaciteta

Testovi opterećenja koji se primenjuju u svrhu sportske dijagnostike međusobno se razlikuju u odnosu na: tip, intenzitet, kontinuitet, način progresije opterećenja, stabilizaciju metaboličkih i kardiorespiratornih funkcija, kao i na energetske izvore vršenja rada. Najnovija sportsko-dijagnostička aparatura je omogućila da se merenjem ventilacionih i metaboličkih parametara u kontrolisanim laboratorijskim uslovima, mogu precizno vrednovati sposobnosti kardiorespiratornog i mišićnog sistema, još u toku samog vršenja testa. Time su ovi testovi postali rutinski za rad, a ne samo privilegija visoko specijalizovanih laboratorija.

#### Tip mišićnog rada i testovi opterećenja

Osnovna funkcija lokomotornog sistema je stvaranje pokreta. Pri ovome je značajno izmeriti snagu, izdržljivost i brzinu pojedinih pokreta koji su u osnovi svakog testa opterećenja, a u cilju procene osnovnih sposobnosti neuromišićnog sistema: sposobnosti mišića agonista i fleksibilnosti u odgovarajućem zglobu (kao izraz ukupne funkcionalne sposobnosti odgovornih biomehantičkih struktura). U odnosu na dominantan tip mišićnih kontrakcija, testovi opterećenja se dele na: statičke, dinamičke, pozitivne i negativne.

Grafikon 13. Podela testova opterećenja prema odgovarajućosti energetskog kapaciteta (Vučelić, 2009)



Svi testovi za procenu funkcionalnog statusa sportista su dinamičke prirode sa pozitivnim radom, koji podrazumevaju ritmičke koncentrične kontrakcije fleksora i ekstenzora (npr. trčanje na trodnu sa nagibom, trčanje uzbrdo, penjanje i trčanje uz stepenice, vožnja bicikla).

Statički testovi se baziraju na postupak merenja statičke snage pri kome se meri snaga izometrijske mišićne kontrakcije kod koje ne postoji skraćanje mišićnih vlakana sa vidljivim spoljnim mehaničkim radom, već samo povećanje unutrašnjeg mišićnog tonusa. Pri proceni statičke snage meri se maksimalna sila koja se može ispoljiti, kao rezultat jedne maksimalne voljne izometrijske kontrakcije. Dinamometrija je postupak merenja statičke sile, a vrednosti se iskazuju u njutnima (N), u skladu sa prihvaćenim međunarodnim preporukama za primenu Međunarodnog sistema jedinica (SI). Relativna sila pokreta se izražava u njutnima na kilogram telesne mase (N/kg).

Dinamički testovi sa negativnim radom čiju osnovu čine ekscentrične mišićne kontrakcije, se retko primenjuju u sportskoj dijagnostici (npr. hodanje nizbrdo, silazanje niz stepenice). Kombinaciju aktivnosti dinamičkog karaktera sa pozitivnim i negativnim radom nalazimo kod step-testa.

#### **Intenzitet mišićnog rada u testovima opterećenja**

U odnosu na intenzitet mišićnog rada, testovi opterećenja kod sportista mogu biti: submaksimalni i maksimalni. Kod vrtunskih sportista gotovo uvek treba koristiti testove maksimalnog opterećenja. Još davno je grupa fiziologa, Laboratorije za zamor Harvardskog univerziteta, utvrdila da se na osnovu nekih fizioloških reakcija sportiste na naporan (tad), može dobiti uvid u njegove fizičke sposobnosti i da pri tome treba primeniti što veća (maksimalna) opterećenja. Razlog za ovo je pojava neujednačenih fizioloških reakcija kod primene umerenih opterećenja, pa se ne mogu precizno razlikovati fizički pripremljeni sportisti od manje pripremljenih. Kasnije je ovo u mnogim istraživanjima i potpuno potvrđeno, kao i njihov zaključak da sportistu treba podvrgnuti tačno doziranom naporu koji on ne može izdržati duže od nekoliko minuta. Svi testovi opterećenja koji se primenjuju na sportistima, moraju maksimalno angažovati veliku mišićnu masu i visoko opteretiti kardiovaskularni i

respiratorni sistem. Iz ovog razloga kod vrtunskih sportista, testovi submaksimalnog opterećenja imaju samo orijentacionu vrednost, tj. ne mogu precizno definisati stvarne sposobnosti. Ovi testovi se uvek zaviše pre nego što se dostigne plato maksimalne angažovanosti kardiorespiratornog i neuromišićnog sistema. Zbog toga se o maksimalnim mogućnostima donosi zaključak na osnovu ekstrapolacije submaksimalno registrovanih parametara do predviđenog nivoa maksimalne tolerancije. Testovi opterećenja tipa ergostaze su po pravilu submaksimalni testovi, jer se pri ovom opterećenju stabilizuju vrednosti osnovnih kardiorespiratornih parametara na submaksimalnom nivou. Konfuziju dodatno unose i kriterijumi koji su različiti, od autora do autora. Najčešće je to kriterijum srčana frekvencija (FS) koji ima znatne nedostatke (raspon normalnih reakcija kod više od 95% sportista je veoma širok). Čest slučaj u toku testa maksimalnog opterećenja je da neki sportista ne može dostići svoje predviđene maksimalne vrednosti, dok ih drugi prekoračuju za čak 10-15%. U ovim slučajevima predviđena vrednost frekvencije srca na submaksimalnom opterećenju je potpuno ne pogrešna, a samim tim se i greška povećava (prilikom ekstrapolaciji do predviđenih maksimalnih vrednosti).

Danas se pouzdano zna da su pri sportskoj dijagnostici osnovni kriterijumi za ocenu stanja treniranosti, na osnovu maksimalnog opterećenja: ~~maksimalna potrošnja kiseonika ( $\dot{V}O_{2max}$ ); brzina trčanja pri maksimalnoj potrošnji kiseonika ( $VVO_{2max}$ ); brzina trčanja pri ANP ( $VANP$ ); anaerobni prag u procentima od maksimalne potrošnje kiseonika ( $ANP\%VO_{2max}$ ); maksimalna frekvencija srca ( $fS_{max}$ ); porast kiseoničkog pulsa (PO<sub>2</sub>); respiratorni koeficijent (RQ); ventilatorni ekvivalent (VEq); metabolički ekvivalent (MRT) i maksimalna koncentracija laktata u krvi ( $L_{max}$ ).~~

#### **Kontinuirani i diskontinuirani testovi opterećenja**

Kontinuirani testovi opterećenja mogu biti višestepeni i jednostepeni. Kod sportista se dominantno koriste višestepeni (radna opterećenja se povećavaju kontinuirano u regularnim vremenskim intervalima, bez pauza). U zavisnosti od trajanja pojedinih nivoa opterećenja ovi testovi, po tipu, mogu biti: sa stabilizovanjem kardiorespiratornih funkcija na svakom nivou ili bez stabilizovanja funkcija. Nedostatak ovih testova, koji se ne sme zanemariti prilikom



interpretacije i donošenja dijagnoze, je da se iz opterećenja u opterećenje prenosi kiseonički dug sa tendencijom stalnog nagomilavanja, kao i pojava perifernog zamora aktivnih mišića pre dostizanja kardiorespiratornog limita.

Diskontinuirani testovi opterećenja se rutinski ne sprovode, jer se koriste u specijalizovanim ispitivanjima (npr. praćenje efekta intervalnog treninga, modelovanje profila opterećenja preko krivulje koncentracije laktata, određivanje anaerobnog praga i drugih funkcionalnih zona opterećenja). Ovi testovi su od velikog značaja za ocenu stanja treniranosti sportista, posebno kada su terenskog tipa. Pružaju podatke o direktnom odnosu između veličine podnetog opterećenja i reakcije organizma na aplikovano opterećenje (posebno ako su periodi odmora bili kompletni).

### Ergometrija

#### Osnovni testovi za dijagnostiku bioenergetskih sposobnosti sportista

Problematika energetike pri različitim aktivnostima je vrlo stara. U fiziologiji sporta, već od samog početka njenog razvoja, zauzima vodeću ulogu. A.V. Hill (1924) prvi istražuje odnose aerobnog i anaerobnog metabolizma u mišićima, koji su u direktnoj vezi sa sportskom aktivnošću. Velik broj autora (Christiansen, Douglas & Haldane, 1914; Hol, 1916) je objavio radove o kiseoničkom dugu, stabilnom stanju i maksimalnoj potrošnji kiseonika koristeći solidne metodološke postupke.

Sva kasnija brojna ispitivanja uglavnom proširuju saznanja iz tog doba, ali dovode i do većeg broja modifikacija metodologije merenja. Danas na ovom području nalazimo prilično haotično stanje, koje se karakteriše velikom varijabilnošću rezultata merenja aerobnog kapaciteta. Prema mišljenju znatnog broja priznatih autora, pri merenju energetskog potencijala ne možemo govoriti o aerobnom kapacitetu u slučajevima motoričke aktivnosti, gde nije aktivno barem dve trećine skeletne muskulature. Ako polazimo od ove pretpostavke, logično bi bilo da je vrednost izmerenog aerobnog kapaciteta veća, što je angažovana (posmatrano biomehanički) veća mišićna grupa u

strukturi odreduog kretanja. U velikom broju radova različitih autora, ova "logika" nije u potpunosti potvrđena.

Astrand i Rodahl (1977) su izneli faktore koji limitiraju aerobni kapacitet (za preciznu dijagnostiku aerobnog kapaciteta važno je u testu koristiti parametre limitirajućih faktora). Ti faktori su:

1. ~~Količina kiseonika u udahnutom vazduhu~~
2. ~~Ventilacija pluća~~
3. ~~Difuzija kiseonika iz alveola do hemoglobina~~
4. ~~Količina hemoglobina~~
5. ~~Volumen krvi~~
6. ~~Sposobnost srca da pumpa krv~~
7. ~~Sposobnost mišićnog tkiva da prokrvljenostu~~
8. ~~Difuzija kiseonika iz kapilara do aktivnih ćelija~~
9. ~~Venuli povrat~~
10. ~~Efikasnost mitohondrijalnog transfera aerobne energije u ATP-ADP sistemu~~
11. ~~Prisup onergetskih supstanci~~
12. ~~Neuro-mišićni sistem~~
13. ~~Motivacija~~

Ovi limitirajući faktori su prihvaćeni od strane mnogih autora, međutim oni još uvek nisu dali preciznije i detaljnije odgovore na pitanje o mehanizmima koji dovode do znatnih intraindividualnih razlika između uzastopnih merenja (od 3 do 12%). Te razlike su kod sportista znatno manje. Ovo upućuje na oprez prilikom zaključivanja iz samo jednog izvršenog merenja, tj. ukazuje na potrebu više uzastopnih merenja (pri preciznijoj analizi i prognostičkoj interpretaciji rezultata merenja maksimalnih oksidativnih energetskih mogućnosti). Velik broj autora navodi znatne individualne razlike pri merenju aerobnog kapaciteta koristeći iste merne instrumente u slučajevima, kada se doziranje maksimalnog opterećenja vršilo različitim uređajima (ergometrija). Mnogi autori su potvrdili značajno manje vrednosti aerobnog kapaciteta pri vožnji bicikl-ergometra, nego pri trčanju na pokretnoj traci. Utvrđeno je da vrhunski biciklisti imaju više vrednosti na bicikl-ergometru, a da vrhunski plivači imaju niže vrednosti aerobnog kapaciteta procenjene na pokretnoj traci i/ili na bicikl-ergometru, nego pri plivanju.



Navedena zapažanja autori su objasnili time, da vrhunski sportisti mogu angažovati svoju miškulaturu u znatno većoj mjeri za vreme motoričkih aktivnosti koje su specifične za određenu vrstu sporta.

Koeficijent varijacije između direktnog merenja i raznih indirektnih testova (tipa Astrand), iznosi (prema različitim autorima) od 10 do 20%. Hollman (1972) navodi da se najveće vrednosti direktno merenog aerobnog kapaciteta dobijaju pri trčanju na pokretnoj traci sa inklinacijom od 3 do 6 stepeni. Samo na osnovu ovoga nameće se zaključak o potrebi uvođenja standardne metodologije za merenje aerobnog kapaciteta, koja bi omogućavala bolju komparaciju i veću tačnost rezultata merenja aerobnog kapaciteta. Kako je u praksi ovakvu standardizaciju teško izvršiti (zbog materijalnih, kadrovskih i drugih razloga), neophodno je da svaki autor uz rezultate svojih istraživanja i rutinskih merenja, precizno navede i metodologiju prema kojoj je izvršena procena maksimalne potrošnje kiseonika.

### Testovi za procenu aerobnog energetskeg kapaciteta

Aerobni kapacitet (tj. sposobnost predstavlja sposobnost obavljanja rada kroz duži vremenski period u uslovima aerobnog metabolizma. Aerobni energetski kapacitet je po svojoj definiciji mera energetskeg tempa, tj. Intenziteta oslobađanja energije u jedinici vremena. Parametri za procenu aerobnog kapaciteta (dugotrajne izdržljivosti) su maksimalna potrošnja kiseonika ( $\dot{V}O_{2max}$ ), aerobni i anaerobni prag.

#### Laboratorijski testovi za procenu aerobnog energetskeg kapaciteta

Laboratorijskim testovima opterećenja, merenjem ventilacijskih i metaboličkih parametara u kontrolisanim laboratorijskim uslovima mogu se precizno vrednovati sposobnosti kardiovaskularnog, respiratornog i mišićnog sistema (dobijamo uvid u pojedine biohemijske i fiziološke sposobnosti ispitanika).

Testiranje se vrši na pokretnoj traci, bicikl-ergometru ili veslačkom ergometru uz korišćenje metodologije progresivnog

opterećenja, u toku kojeg se metodom "In walk-by breath" osigurava direktno  $\dot{V}O_{2max}$  praćenje i kasnija analiza ventilacijskih i metaboličkih parametara. Za razliku od trčanja na otvorenom (atletskoj stazi), pri trčanju na pokretnoj traci nema otpora vodenja, koji raste kao kubna funkcija brzine trčanja. Zbog toga različiti autori preporučuju manji nagib trače (od 1 do 2%), radi kompenzovanja smanjenog opterećenja usled nedostatka otpora vazduha. U tom slučaju vrednosti fizioloških parametara verno simuliraju opterećenja u trčanju na otvorenom. U testovima koji koriste veću ili promenljivu inklinaciju teško je opterećenje pretvoriti u odgovarajuću brzinu trčanja na ravnoj stazi, zbog veće energetske potrošnje (koja raste proporcionalno sa inklinacijom), ali i promene biomehaničkih parametara (dužine i frekvence koraka, amplitude kuka, ugaone brzine u zglobu kuka, kolena i skočnom zglobu, aktivacije specifične miškulature...). Na osnovu sprovedenog testiranja na tredmilu dobija se niz izmerenih i izvedenih parametara, pomoću kojih se utvrđuje nivo funkcionalnih sposobnosti i određuju individualne trenajne pulsne zone opterećenja. Protokol opterećenja započinje potpunim mirovanjem u prvoj minuti (uz praćenje svih ventilacijskih i metaboličkih parametara. Inklinacija trače je konstantna i iznosi 1.5%. Nakon faze mirovanja u trčanju od 1 minute, ispitanik započinje hodanje pri brzini od 3 km/h (koje traje 2 minute). Nakon toga se brzina trače povećava svakih 30 sekundi za 0.5 km/h. Ispitanik hoda dva četiri nivoa opterećenja (do 6 km/h), a pri brzini od 7 km/h započinje trčanje. Po pravilu se test izvede do iscrpljenja ispitanika, ukoliko nema kontraindikacija ili ograničavajućih faktora. Ispitanik u oporavku nastavlja hodati 2 min pri brzini od 5 km/h, uz dalje praćenje spiroergometrijskih parametara.

Da bi se dobila objektivna potvrda da se aerobni sistem kompletno angažovao, postoje kriterijumi koji to i pokazuju. Za utvrđivanje postignutih stvarnih maksimalnih vrednosti u testu, koriste se različiti kriterijumi, kao što su: porast  $\dot{V}O_2$  do platoa (porast manje od 2 ml/kg/min ili < 5%) s porastom opterećenja, frekvencija srca u okviru 10 otkucaja/min ili 5% u odnosu na predviđeni maksimum za dob, RQ (respiratorni koeficijent) > 1.10 ili > 1.15, VE/ $\dot{V}O_2$  (disajni ekvivalent) > 30, koncentracija mlečne kiseline u krvi > 8 mmol/L, subjektivni osećaj iscrpljenosti iznosi 13 bodova - po modifikovanoj Borgovoj skali (Green i Dawson, 1996; Antonutto i Di Prampero,

1995). Najviša potrošnja kiseonika zabeležena u testu  $VO_{2max}$ , tokom bilo kojeg intervala od 30 sekundi, označena je kao pik  $VO_2$  ( $VO_{2max}$ ). Ventilacioni aerobni i anaerobni prag ( $VO_2VT_{1,2}$ ) određuju se metodom V-slope (veći porast  $VCO_2$  u odnosu na  $VO_2$ ) te praćenjem promena  $VE/VO_2$  i  $VE/VCO_2$  (prema Walshu i saradnicima, 1990). Anaerobni prag se postiže pri intenzitetu od oko 80-90%  $VO_{2max}$  (kod nesportista pri 65-70%  $VO_{2max}$ , u kod treniranih osoba čak i pri 95%  $VO_{2max}$ ) zavisno od trenažnog ciklusa u kojem se izvršilo merenje (priprema, predtakmičarski ili takmičarski), uz koncentraciju laktata u krvi od 3 do 5 mmol/L (Viru, 1995). Kada govorimo o anaerobnom pragu procenjenom u laboratorijskim uslovima na pokretnoj traci, jedan od najčešće praćenih parametara jest brzina trčanja na nivou praga (VANP). Brzina pri anaerobnom pragu je proporcionalna maksimalnoj potrošnji kiseonika i dobar je pokazatelj nivoa treniranosti aerobnog kapaciteta.

Tabela 22. Prikaz rezultata vrhunskih sportista različitih sportova, dobijerikih spiroergometrijskim testiranjem na pokretnoj traci

Broj	ID	Jedinica	F	K	B	ST	A
1.	$VO_{2max}$	$lO_2/min$	4.35	5.26	5.44	4.63	4.35
2.	$RVO_2$	$mlO_2/kg/min$	57.6	53.5	68.6	62.4	57.6
3.	$FS_{max}$	$otk/min$	192	178	194	205	206
4.	$VO_2/HR$	$mlO_2$	21.5	28.8	28.7	23.8	21.5
5.	$VE_{max}$	$L/min$	149.6	202.4	214.8	189	149.6
6.	$VT_{max}$	l	2.91	3.37	5.59	3.03	2.91
7.	$Rf_{max}$	$l/min$	52	60	56	66	52
8.	$V_{cEq}$		44	41	42	40	34
9.	$VVO_{2max}$	$km/h$	20.5	19	18	21	21
10.	$V_{max}$	$km/h$	20.5	19	19	22	23
11.	$VO_{2vT}$	$lO_2/min$	3.47	4.05	4.52	4.12	3.70
12.	$VO_{2vT/kg}$	$mlO_2/kg/min$	45.9	41.3	57	55.5	63
13.	$FS_{vt}$	$otk/min$	168	155	177	178	183
14.	$V_{vt}$	$km/h$	15.5	14.5	15	16	14
15.	Tempo <sub>vt</sub>	$min/km$	3:50	4:10	4:00	3:45	4:20
16.	$\%VO_{2vT}$	%	84	82	83	89	80

Legenda: F - fudbal, K - košarka, B - boks, ST - skijaš. trčanje, A - atletika (400m)

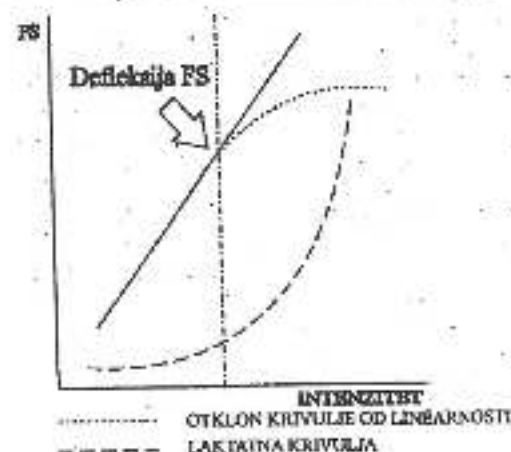
Prilikom ovakvih testiranja treba omogućiti sportistima da aktiviraju onu mišićnu masu koju koriste i u sportu kojim se bave, jer se jedino tada njihov energetska kapacitet u potpunosti procenjuje. Potpunije

angažovanje specifične muskulature se postiže ako se trkači testiraju na tredmilu, biciklisti na bicikl-ergometru, veslači na veslačkom ergometru, plivači na plivačkom-ergometru, trkači na skijama na ergometru sa skijama itd. Visok nivo aerobnog kapaciteta je neophodan za sve sportove, posebno za sportove tipa izdržljivost (zbog čega i određivanje  $VO_{2max}$  ima veliki značaj).

#### Conconi test

Conconi test je nazvan po italijanskom doktoru Francescu Conconiju, koji je 23.01.1984 pomogao čuvenom biciklisti F. Moseru pri postavljanju svetskog rekorda u kružnoj vožnji bicikla za jedan sat. Test je pristupačna neinvazivna metoda određivanja anaerobnog praga (ANP) preko frekvence srca i brzine kretanja (intenziteta opterećenja). Doktor Conconi je još tada upotrebio postojeću korelaciju frekvence srca i intenziteta opterećenja. Došao je do zaključka da kod aktivnosti visokog intenziteta, vrednosti srčane frekvence i intenzitet opterećenja nisu linearno zavisni.

Grafikon 14. Odnos intenziteta i srčane frekvence - Tačka defleksije (Bochner i sar., 2000)



Linearna zavisnost navedena dva parametra prestaje u tački anaerobnog praga (ANP), gde dolazi do defleksije krive srčane frekvence u desno. Ta tačka defleksije označava maksimum brzine (opterećenja) koja se može održavati duži vremenski period. Dalje

povećanje brzine (opterećenja) prouzrokuje nagomilavanje laktata u krvi, budući da aerobno dobijena energija postaje nedovoljna, pa se uključuje i anaerobni deo glikolize čiji je rad praćen povećanim stvaranjem mlečne kiseline. Na osnovu navedenih zakonitosti doktor Conconi je u cilju utvrđivanja ANP-a preko tačke defleksije (HRdef), konstruisao test kontinuiranog progresivnog opterećenja. On se može izvoditi: trčanjem, plivanjem, vožnjom bicikla (u situacionim uslovima), na trenažeru, bicikl-ergometru i veslačkom ergometru (laboratorijski uslovi). Sve modifikacije ovog testa se zasnivaju na principu postepenog povećanja opterećenja pri kontinuiranom naprezanju.

#### Conconi test na trenažeru (uz pomoć monitora srčane frekvence)

*Opis testa:* Nakon što se ispitanik individualno zagreje i pripremi za ispitivanje, potrebno je da se privikne na kretnu aktivnost po pokretnoj traci. To se najčešće sprovodi traminutnim hodom, pri brzini od 3 km/h. Početna brzina testa je sa 5 km/h. Brzina se progresivno povećava, svaki minut za 1 km/h. Ispitanik peve 2 minute, dakle do 7 km/h hoda, a kad pokretni traka dostigne brzinu od 7 km/h, započinje trčati. Kraj testa nastupa u trenutku kad ispitanik ne može više da prati brzinu kretanja trake. Poželjno je ispitaniku objasniti modifikovanu Borgovu skalu subjektivnog napora (gde je 6 oznaka za lagano, a 20 za maksimalno opterećenje).

Tabela 23. Borgova skala subjektivnog stepene napora

6	Bez opterećenja
7	Vrlo, vrlo lagano
8	
9	Vrlo lagano
10	
11	Lagano
12	
13	Ništa teže
14	
15	Teško
16	
17	Vrlo teško
18	
19	Vrlo, vrlo teško
20	Maksimalno teško

Nju možemo koristiti kao oznaku za kraj testa gde će se pri subjektivnoj oceni opterećenja 20, test nastaviti još za sledećih 30 sekundi, a potom će se prekinuti. Na kraju testa je potrebno brzinu smanjiti na 5 km/h, te je na tom nivou zadržati naredna 3 minute (radi kvalitetnijeg oporavka ispitanika). Korišćenjem Borgove skale subjektivnog napora (*engl. Ratings of Perceived Exertion*) može se dobiti jednostavna verbalna ili vizuelna ocena stepena opterećenja koju je ispitanik podneo tokom testa (Borg, 1985).

Za dobijanje realnih podataka, na dan testiranja ispitanik treba da bude odmoran i da dva dana pre testa bude oslobođen napornih treninga. Ukoliko se test radi pomoću monitora srčane frekvence koji ima mogućnost prenosa podataka u računar, tačka defleksije (HRdef) se određuje automatski pomoću softvera (*Polar ProTrainer 5*). Isertava se krivulja srčane frekvence (otk/min) i brzine trčanja (km/h). Na horizontalnoj osi se unosi brzina, a na vertikalnoj vrednost srčane frekvence. Na krivulji se jasno vidi početak nelinearnog odnosa srčana frekvencija-opterećenje. Ta tačka se obeležava kao HRdef, izražena u vrednostima srčane frekvence (otk/min) i brzine trčanja (km/min). Prema doktor Conconiju, brzina u ovoj tački se naziva (*eng. Velocity deflection - Vd*). Potrebno je imati na umu da se sa razvojem izdržljivosti pojedinca određene vrednosti dobijene ovim tipom testiranja, menjaju. Tako će se nakon izvesnog vremena, brzina trčanja (intenzitet vežbanja) na anaerobnom pragu povećati, tj. krivulja odnosa srčane frekvence i brzine trčanja će imati veći otklon u desnu. Sama vrednost frekvence srca na anaerobnom pragu će se možda nešto sniziti (može ostati i nepromenjena). Važno je znati da su vrednosti maksimalne frekvencije srca i frekvencije srca u mirovanju, a posebno frekvence srca na anaerobnom pragu, strogo individualne. Pojedini sportisti imaju maksimalnu FS od 170 otk/min, te slično tome FS na anaerobnom pragu ima je oko 140 otk/min. Drugi imaju maksimalnu frekvenciju srca od 210 otk/min (pa čak i 220 otk/min), a na pragu im je 185 otk/min ili 190 otk/min.



kontinuirano izvodi skokove maksimalnim intenzitetom, sa tim da svaki skok izvodi iz polučučnja s istog mesta, ruku fiksiranih na bokovima. Rezultat se izražava u prosečnoj visini skoka (cm) i mehaničkoj snazi u 15, 45 ili 60sek podeljenoj sa telesnom masom ispitanika (W/kg).

~~Cunningham~~ i ~~Faulkner~~ test na trčanju. Trčanjem na trdnjalu brzinom 2.8 km/h i pri inklinaciji od 20%, meri se vreme koje je potrebno da dovede do potpunog iscrpljivanja.

~~Test T-lim~~ je test za procenu anaerobnoga kapaciteta koji se vrši tek nakon što se u progresivnom testu opterećenja proceni brzina trčanja (ili neka druga vrste lokomocije: veslanja, vožnje bicikla i sl.) pri kojoj sportista dostiže  $VO_{2max}$  ( $vVO_{2max}$ ). Nakon definisanja vrednosti  $vVO_{2max}$  vrši se test T-lim u kojoj sportista mora trčati (veslati ili voziti bicikel) što je duže moguće pri toj zadanoj brzini. Rezultat je izražen u vremenu izdržaja trčanja (ili neke druge vrste lokomocije) pri  $vVO_{2max}$ .

**Submaksimalni 60 sekundni test na pokretnoj traci** procenjuje peaka SF, brzinu akumulacije laktata i pHi krvi. Ispitanik ima zadatak da pri konstantnoj inklinaciji od 4% i brzini (22 km/h za muškarce i 20 km/h za žene) ističi zadati interval od 60 sekundi. Uzorci krvi za analizu se uzimaju: pre početka testiranja i u drugoj, četvrtoj i šestoj minuti oporavka.

~~Specifični veslaški testovi na 250 i 500 m, trčanje na 300, 400 ili 800m, plivanje na 300 ili 400m, kanjak na 500m ili vožnja bicikla na neku zadanu kratku deonicu ili zadanu vreme, može se sprovesti i u laboratoriji na specifičnim ergometrima i/ili na terenu u specifičnim uslovima koji tamo vladaju. U svim ovim testovima, cilj je da se zadata udaljenost prođe u što kraćem vremenu, a rezultat se izražava u sekundama. Kao dodatna informacija za procenu anaerobnog kapaciteta meri se maksimalna koncentracija laktata u krvi nakon testa (1, 3, i 5. minut oporavka). Ona je indirektna mera anaerobnoga kapaciteta. Anaerobni kapacitet se može proceniti i na osnovu razlike između intenziteta opterećenja na anaerobnom pragu i maksimalnog postignutog opterećenja u progresivnim testovima na ergometrima. U tom slučaju govorimo o izdržljivosti u anaerobnoj zoni, a kao mera anaerobnog kapaciteta se uzima vrednost - pretrčanih, izvesanih ili odvozenih metara od trenutka prelaska praga~~

do trenutka prekida testa (zadnjog završnog nivoa opterećenja u progresivnom testu).

### Terenski testovi za procenu anaerobnog energetskog kapaciteta

Kontinuirani maksimalni terenski testovi za procenu anaerobnoga kapaciteta tipa: veslačkog i kajakaškog testa na 250 i 500m, trkačkog na 200 do 800m ili plivačkog testa na 200 ili 400m su testovi koji se mogu sprovesti na ergometrima u laboratorijskim uslovima ili u specifičnim uslovima (na vodi, na atletskom stadionu itd). U analizi anaerobnog energetskog kapaciteta (brzinske izdržljivosti) sportista, primenjuju se i različite modifikacije intervalnih ili kontinuiranih sprinterskih testova.

U najpoznatijem diskontinuiranom intervalnom sprinterskih testu, RAST testu (eng. *Running Anaerobic Sprint Test*), sportista izvodi sprint od 35 metara, pet do šest puta sa pauzom od 10 sekundi. Test služi za procenu anaerobne ciklične izdržljivosti. Analiziraju se vremena najboljeg i prosečnog vremena sprinta, to pad rezultata kroz deonice. Pad posledica umora i što je manji pad, to je sposobnost regeneracije bolja. Zavisno o modifikacijama (da li su deonice od 10m ili 35m) test traje između 45 i 90 sekundi. U sprintu od 10 metara troše se fosfagene rezerve (što se to rezerve sporije troše, to je mogućnost pada brzine sprinta manja). Sportisti treba dobra sposobnost obnavljanja fosfatnih rezervi, a što je obnavljanje bolje i rezultat je bolji.

Test za procenu brzinske izdržljivosti je test 300 jardi (ili evropska izvedena verzija test 300 metara. U njemu se uzastopno bez odnora, trče deonice od 20 metara (u testu 300m se istrčava 15 deonica od 20m) ili 25 jardi (testu 300 jardi u kojem se istrčava 12 deonica po 25 jardi, tj. 22,87m). Preporuka je da se mere prolazna vremena kako bi se omogućila naknadna analiza pada brzine kroz deonice i analiza % od maksimalne postignute brzine trčanja na 20m (istrčane u zasebnom testu sprinta na 20m).



od

pune  
line.  
test  
bnog  
kao i  
taje.  
čane  
testa,

ravka,

## POGLAVLJE 8

### MOTORIČKI TESTOVI U DIJAGNOSTICI

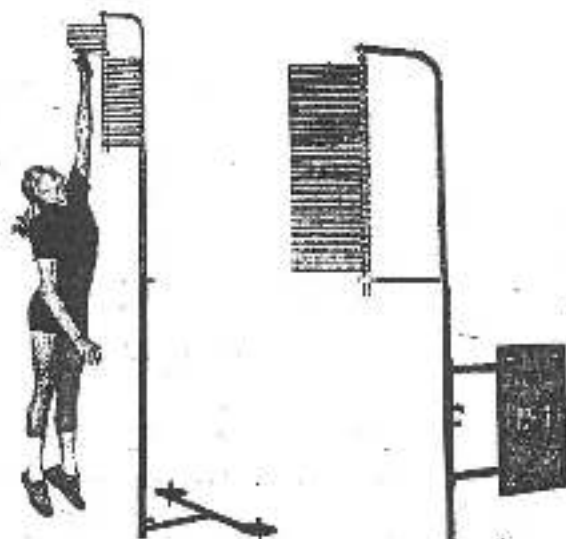


*Pobednici traže načine, a gubitnici razloge.*

(skokovi se izvode iz skočnog zgloba). Vrednosti su izražene u obliku visine izmerenog skoka (cm) ili kao reaktivni indeks (trajanje faze leta i kontakta sa podlogom).

### **Terenski testovi za procenu skočnosti**

**Vertikalni skok sa zamahom rukama** je test za procenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta. Zadatak ispitanika je da izvede maksimalan odraz i dominantnom rukom dodirne što je više moguće postavljeni mereni listić (*Merni sistem Vertec*) ili ostavi otisak prsta na mernoj skali na zidu (*Sardžent*). Potrebno je izvesti dva ispravna vertikalna skoka. Odmor između skokova je 30 sek. Od izmerene visine dohvata u skoku oduzima se visina dohvata zabeležena u stojećem položaju. Dobijeni rezultat u centimetrima (cm), predstavlja visinu skoka ispitanika.



Slika 36. Prikaz izvođenja vertikalnog skoka (primena sistema Vertec)

**Skok u dalj iz mesta** je test za procenu eksplozivne snage tipa skočnosti.

**Traskok u dalj iz mesta jednonožnim odrazom** je test za procenu eksplozivne snage tipa daljinske skočnosti.

## Testovi za procenu eksplozivne snage tipa sprintsa

### Terenski testovi

**Sprint 30m sa prolaznim vremenom na 5m i 10m** je test za procenu akceleracije (5m i 10m) i max brzine (sprint 30m). Prilikom merenja vremena neophodna je upotreba sistema foto-čelija (imaju tačnost merenja od 1/100 sekunde, u svakom drugom slučaju se javljaju visoke greške). Ispitanik iz položaja visokog starta, nakon vizuelnog signala ima zadatak da maksimalno brzo pretrči označenu udaljenost. Test se završava nakon dva ispravno izvedena sprintsa (odmor između sprintsa je 2 minuta).



Slika 37. Prikaz izvođenja testa "sprint 30m"

## Testovi za procenu eksplozivne snage tipa bacanja

**Bacanje medicinke (3kg) iz ležećeg položaja** je test za procenu eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa. Bacanje se izvodi sa obe ruke (aut tehnika), vodeći računa da leđa sve vreme ne gube kontakt sa strunjačom. Meri se daljina na koju je ispitanik bacio medicinku.

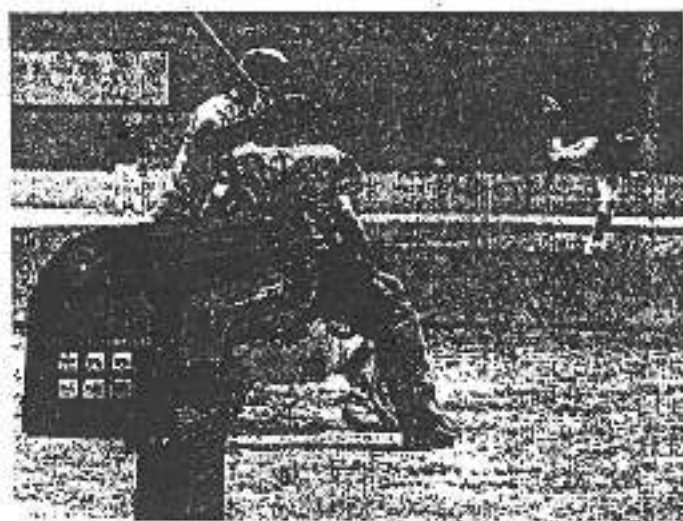
**Bacanje medicinke (3kg) "aut tehnikom"** je test za procenu eksplozivne snage kinetičkog lanca izbačajnog tipa (noge-trup-ruke i rameni pojas). Meri se daljina na koju je ispitanik bacio medicinku.

**Bacanje lopte sa grudli** je test za procenu eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa. Meri se udaljenost na koju je ispitanik bacio loptu.

**Bacanje rukometne lopte jednom rukom iz sedla** je test za procenu specifične eksplozivne snage ruku. Meri se brzina kretanja lopte. Radar za merenje brzine je postavljen na udaljenosti od 4m.

**Bacanje rukometne lopte jednom rukom iz osnovnog stava** je test za procenu specifične eksplozivne snage ruku. Meri se brzina kretanja lopte. Radar za merenje brzine je postavljen na udaljenosti od 6m.

**Bacanje rukometne lopte jednom rukom iz skok šuta** je test za procenu specifične eksplozivne snage ruku. Meri se brzina kretanja lopte. Radar za merenje brzine je postavljen na udaljenosti od 9m.



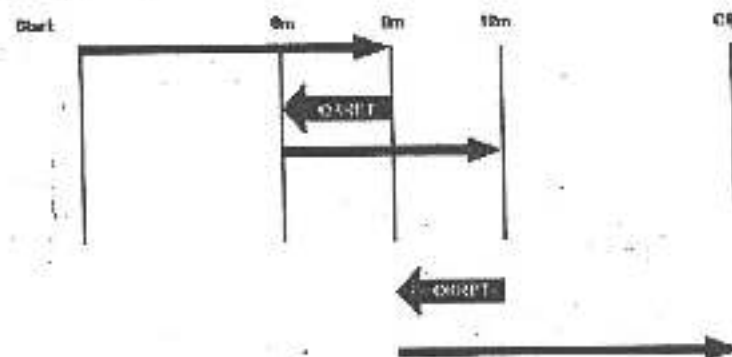
Slika 38. Radar za merenje brzine kretanja lopte

## Testovi za procenu agilnosti i koordinacije

### Laboratorijski i terenski testovi

**Test 9-6-3-6-9 sa okretom za 180°** se koristi za procenu brzine promene pravca kretanja sa zadanim rotacijama oko ose tela za 180°, sa naglaskom na frontalnu agilnost. Ispitanik zauzima položaj visokog starta tako da je grudima okrenut ka cilju. Na znak merioca, počinje da trči maksimalnom brzinom do linije udaljene 9m od starta, dotakne liniju stopalom, okrene se za 180° i nastavi da trči (grudima okrenut prema startnoj liniji) do linije udaljene 6m od starta. Ponovo dotakne liniju, po drugi put se okrene i nastavi da trči do linije udaljene 12m

od starta. Još jednom dotakne liniju, okrene se po treći put za 180° i nastavi da trči do linije 9m udaljene od starta. Na toj liniji po četvrti put menja smer kretanja za 180°. Zadatak je završen kada ispitanik, trčeći maksimalnom brzinom, grudima prođe zamišljenu liniju cilja (udaljena 18m od starta). Test se izvodi tri puta. Upisuju se vremena sva tri pokušaja, a uzima se najbolji rezultat. Prilikom merenja vremena neophodna je upotreba sistema foto-čelija (imaju tačnost merenja od 1/100 sekunde, u svakom drugom slučaju se javljaju visoke greške).

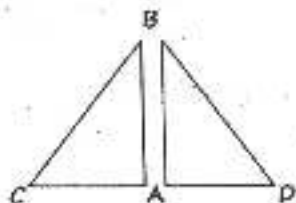


Slika 39. Izvođenje testa 9-6-3-6-9

**Test 9-6-3-6-9 napred-nazad** (Vučelić, 2009b) se koristi za procenu koordinacije i agilnosti ispitanika, sa naglaskom na čeonu agilnost. Test se izvodi na identičan način kao i prethodno opisan (razlika je u tome što se sada nakon dodira linije, započinje trčanje unazad). Zadatak je završen kada ispitanik, trčeći maksimalnom brzinom, grudima prođe zamišljenu liniju cilja (udaljena 18m od starta). Test se izvodi tri puta. Upisuju se vremena sva tri pokušaja, a uzima se najbolji rezultat. Prilikom merenja vremena neophodna je upotreba sistema foto-čelija (imaju tačnost merenja od 1/100 sekunde, u svakom drugom slučaju se javljaju visoke greške).

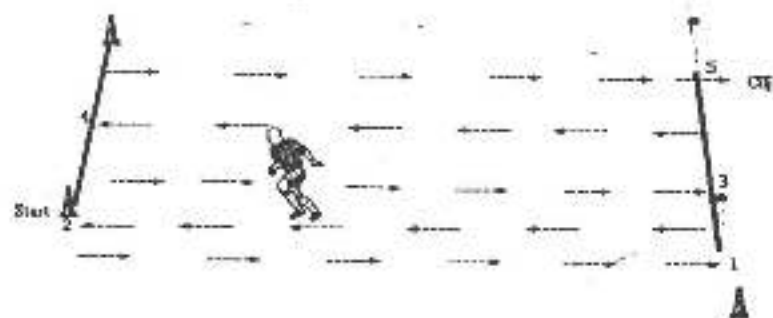
**Kretanje u dva trougla** je test za procenu čeonu i bočnu agilnosti. U njemu ispitanik ima zadatak da se kreće dokoračnom tehnikom. Započinje kretanje tako što mu je leva noga napred (od tačke A do tačke B), zatim u levom dijagonalnom stavu kretanjem u nazad (od tačke B do tačke D), a zatim bočnim kretanjem (od tačke D

do tačke A) završava prvi ciklus. Ciklus se ponavlja i u drugom smeru (bez pauze između dva ciklusa), što znači: dokoračnom tehnikom kretanja - desna noga napred (od A do B), u desnom dijagonalnom stavu kretanjem u nazad (od B do C), a zatim bočnim kretanjem (od C do A) se završava drugi ciklus. Test se završava nakon dva ispravno izvedena kretanja.



Slika 40. Izvođenje testa kretanje u dva trougla

Ajaksovog testa 5 x 10m se koristi za procenu agilnosti (Marković i Bradić, 2008). Prilikom merenja vremena neophodna je upotreba sistema foto-čelija (imaju tačnost merenja od 1/100 sekunde, u svakom drugom slučaju se javljaju visoke greške). Ispitanik iz položaja visokog starta, nakon vizuelnog signala ima zadatak da maksimalno brzo protrči udaljenost od 10m pet puta. Test se završava tako što ispitanik nakon petog sprinta protrči između fotočelija. Test se izvodi dva puta, sa odmorom od tri minuta između ponavljanja.

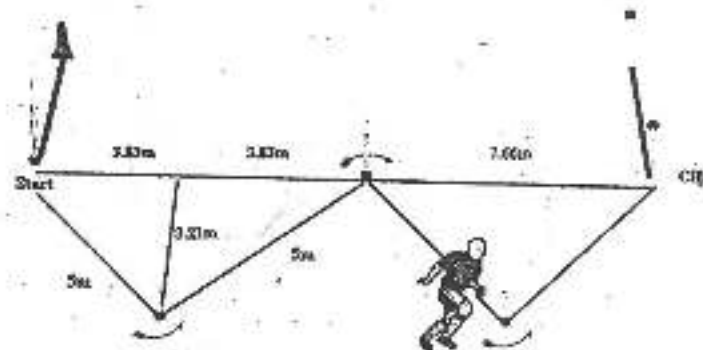


Slika 41. Prikaz izvođenja Ajaksovog testa 5 x 10m

Testa Cik-Cak trčanje bez i sa loptom se koristi za procenu agilnosti i veštine vođenja lopte. Prilikom merenja vremena

neophodna je upotreba sistema foto-čelija (imaju tačnost merenja od 1/100 sekunde, u svakom drugom slučaju se javljaju visoke greške). Ispitanik iz položaja visokog starta, nakon vizuelnog signala ima zadatak da maksimalno brzo pretrči postavljenu cik-cak stazu ukupne dužine 20m. Ispitanik zauzima isti položaj kao u prethodnom slučaju, ali sa fudbalskom loptom pored noga koja je bliže startnoj liniji. Ponavlja prethodni zadatak ovoga puta vodeći loptu. Test se ponavlja dva puta, sa odmorom od 90 sekundi između ponavljanja.

*Index veštine (sposobnost kontrole lopte u kretanju) = Najbolji rezultat bez lopte / Najbolji rezultat sa loptom*



Slika 42. Prikaz izvođenja testa Cik-Cak trčanje bez i sa loptom



## 026. Testovi za procenu brzine ponavljajućih pokreta

### Laboratorijski i terenski testovi

**Catting – naizmenični preskoci** je test za procenu brzine frekvencije pokreta donjih ekstremiteta (fleksora i ekstenzora koljenice). Ova motorička sposobnost je odgovorna za sva mikropomeranja i izvođenje ponovljenih pokreta. Test se izvodi u mestu, a beleži se broj promena pretkoračne noge.

**Tapping rukom** je test za procenu brzine frekvencije ruku i ramenog pojasa. Ova sposobnost je usko povezana sa startnom reakcijom, startnim ubrzanjem i brzinom promene smera kretanja. Dominantnom rukom se izvodi test. Za to vreme druga ruka se nalazi u relaksiranom položaju u područjenju, između dve okrugle ploče prečnika 12cm. Zadatak je da ispitanik za što kraće vreme napravi 25 punih ciklusa (50 tappinga), dodirujući naizmenično ploče koje su na međusobnom rastojanju od 60cm (prelazi dominantnom rukom iznad i preko ruke koja miruje na središnjem delu).



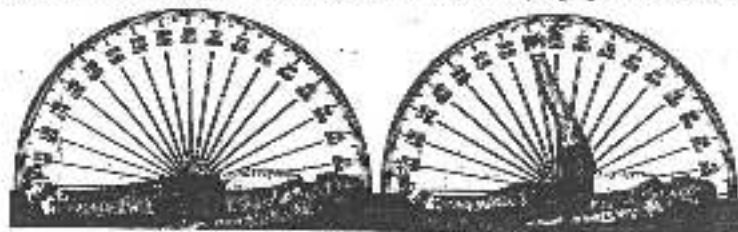
Slika 43. Test tapping rukom

**Tapping nogom o zid** je test za procenu brzine frekvencije donjih ekstremiteta (aduktora i abduktora). Ispitanik stoji u spetnom stavu licem okrenut zidu, na kojem je označen kvadrat. Zadal ispitanika je da za 15 sekundi što je brže moguće, naizmenično jednom po drugom nogom, udara prednjim delom stopala u obeleženi prostor dvostrukim udarcima. Rezultat je broj ispravno izvedenih udaraca. Zadatak se ponavlja tri puta.

## 025 Testovi za procenu fleksibilnosti

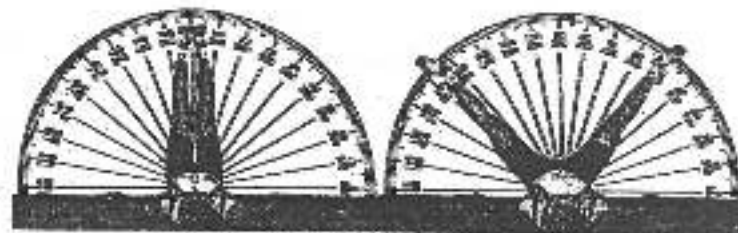
### Laboratorijski i terenski testovi

**Prednoženje iz ležanja na leđima** je test za procenu fleksibilnosti zadnje lože buta. Merilac postavi ispitanika da leži leđima na stranjači, tako da mu se kraj natkoljenice (kuk) poklapa sa osom rotacije uglomera. Na znak, ispitanik podiže opruženu nogu (prednoži) i primiče je prema telu. U trenutku dostizanja maksimalne amplitude, testirana noga ne sme biti pogrčena u kolenu niti se druga noga sme odvajati od stranjače. Potrebno je izvesti po dva ispravna pokušaja svakom nogom. Odmor između ponavljanja je 10 sekundi.



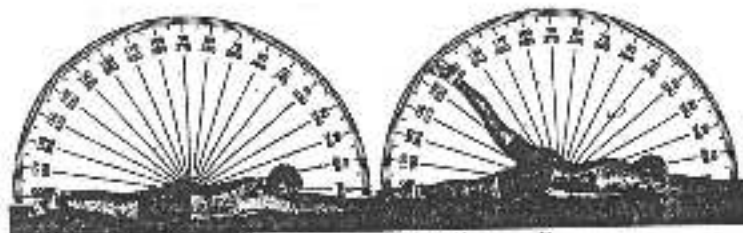
Slika 44. Test prednoženje iz ležanja na leđima

**Raznoženje iz ležanja na leđima** je test za procenu fleksibilnosti preponske regije. Ispitanik bez obuće leži leđima na stranjači, sa opruženim nogama u vis i oslonjenim na zid. Merilac postavi ispitanika, tako da mu se sredina tela poklapa sa osom rotacije uglomera. Na znak, ispitanik maksimalno raširi opružene noge (raznoži). Prilikom izvođenja testa noge se ne smeju grčiti u zglobu kolena. Potrebno je izvesti po dva ispravna pokušaja. Odmor između ponavljanja je 10 sekundi.



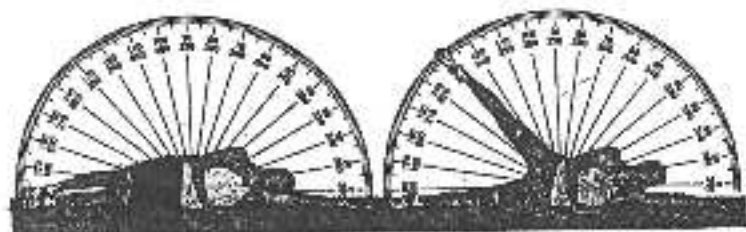
Slika 45. Testi raznoženje iz ležanja na leđima

**Zanoženje ležeći na grudima** je test za procenu fleksibilnosti prednjeg dela natkolennice i dela karličnog pojasa. Ispitanik legne na stomak, bokom je prislonjen na mernu skalu tako da linija koja označava 90° bude u tački *spinæ iliacæ anterior*. Ruke se nalaze opružene po podu u uzručenju, a noge su opružene u nastavku trupa. Zadatak ispitanik je da nogu bližu mernoj skali, opruženu u kolenu i sa punom ekstenzijom u stopalu, maksimalno podigne u zanoženje i zadrži 3 sekunde. Pri tom, ispitanik ne sme odvajati kukove od podloge niti izvoditi fleksiju u zglobu kolena. Zadatak se završava nakon izvođenja 3 ispravna pokušaja, svakom nogom.



Slika 46. Test zanoženje ležeći na grudima

**Test odnoženje ležeći o bok** je test za procenu fleksibilnosti abduktora i aduktora donjih ekstremiteta. Ispitanik leži o bok priljubljen ledima uz zid, a zatim maksimalno odnoži i zadrži taj položaj dok mu merilac ne kaže da prinoži. U položaju maksimalne amplitude odnoženja merilac uz pomoć goniometra sa dugačkim kracima izmeri ugao između tla i odnoženja, to rezultat izražen u stepenima ugla upisuje u mernu listu. Test je ponavljan tri puta sa pauzama za odmor do 15 sekundi.



Slika 47. Test odnoženje ležeći o bok

**Test "Sit and Reach"** je test za procenu fleksibilnosti lumbalnog dela trupa i karličnog pojasa. Ispitanik se nalazi u sedećem položaju bez obuće, sa potpuno opruženim nogama i oslonjenim stopalima o prednju stranu klupice. Ruke su opružene i postavljen na početak gornje strane (dodiruju klizni graničnik). Na znak merioca, ispitanik se spušta u pretklon (noge moraju biti opružene). Test se završava nakon izvođenja dva ispravna pretklona u sedu. Odmor između ponavljanja je 10 sekundi.



Slika 48. Test Sit and Reach

**Pretklon raznožno iz sedu** je test za procenu fleksibilnosti lumbalno-karlično-natkolennog dela ligamentarno-zglobno-mišićnog kompleksa. Ispitanik sedne na pod tako da su mu trup i glava oslonjeni o zid, noge su u položaju raznoženja pod uglom od 45°, a ruke se postavljaju na pod ispred tela tako da se dlanovi preklone. Zadatak je da ispitanik izvrši što dublji pretkloni, tako da vrhovi prstiju klize po mernoj površini koja je postavljena u produžetku ruku. Tokom izvođenja testa kolena se ne smeju savijati. Zadatak se završava nakon izvođenja 3 ispravna pokušaja.



Slika 49. Test pretklon raznožno iz sedu

**Iskret palicom** je test za procenu fleksibilnosti ruku i ramenog pojasa. Ispitanik u stojećem stavu ispred sebe drži palicu tako da desnom šakom obuhvati palicu neposredno do nulte tačke, a levom šakom obuhvati palicu neposredno pored merne skale. Iz početnog položaja, ispruženim rukama ispred sebe, ispitanik lagano podiže palicu i razdvaja ruke klizajući desnom rukom (leva ostaje fiksirana na početak palice). Zadatak je da ispitanik izvede iskret iznad glave držeći palicu pruženim rukama, trudeći se da pri tom ostvari najmanji mogući razmak između unutrašnjih ivica šaka. Zadatak se bez pauze izvodi tri puta.



Slika 50. Test iskreć palicom

## 26. Testovi za procenu ravnoteže

### Laboratorijski i terenski testovi

**Stajanje na jednoj ili obe noge poprečno - uzdužno (otvorenih ili zatvorenih očiju)** su testovi za procenu ravnoteže, poprečno na obe ili na samo jednoj proizvoljno izabranoj nozi (drugom dodiruje tlo održavajući ravnotežni položaj). Dlanovi su sa strane, priljubljeni uz natkolenicu. Zadatak ispitanika je da održi ravnotežni položaj što je duže moguće. Rezultat ispitanika predstavlja vreme od momenta odvajanja noge od tla, do momenta narušavanja propisanog položaja. Meri se vreme sa preciznošću od 1/10 sekunde (maksimalno 180 sekundi). Zadatak se ponavlja 3 puta.

## ✓27 Testovi za procenu repetitivne i statičke relativne snage

### Laboratorijski i terenski testovi

**Podizanje trupa u 30 ili 60 sek** je test za procenu repetitivne relativne snage mišića trupa.

**Bench press sa 70% telesne težine** je test za procenu repetitivne relativne snage mišića ruku i ramenog pojasa.

**Čučnjevi u 60 sek** je test za procenu repetitivne relativne snage mišića donjih ekstremiteta.

**Isdržaj u ekstenziji trupa** je test za procenu statičke relativne snage mišića leđa.

## ✓28 Testovi za procenu brzine

### Laboratorijski i terenski testovi

**Modifikovani Bangshoov test** služi za procenu specifične brzine i brzinske izdržljivosti. Prilikom merenja vremena neophodna je upotreba foto-čeliju koje imaju tačnost od 1/100 sekunde (u svakom drugom slučaju se javljaju visoke greške). Ispitanik iz položaja visokog starta, nakon vizuelnog signala ima zadatak da maksimalno brzo pretrči postavljenu cik-cak stazu i ciljnu ravninu (tačka B). Nakon toga ispitanik usporava i nastavlja se kretati laganim tempom do tačke C. Zadat je da za 23 sekunde ispitanik ponovo bude na startnoj liniji. Nakon isteka pauze od 25 sekundi, ispitanik ponovo sprinta (svaki put menja smer u kom sprinta). Sprinteve treba izvoditi maksimalno brzo. Test se izvodi samo jednom, a kraj je takon što ispitanik šesti put prođe kroz ciljnu ravninu. Rezultat u testu predstavlja: najbolji rezultat (najbrži sprint) - mera specifične brzine sprinta, prosek rezultata svih 6 sprinteva-mera brzinske izdržljivosti, razlika između najboljeg i najslabijeg rezultata (Indeks zamora) - mera brzinske izdržljivosti.





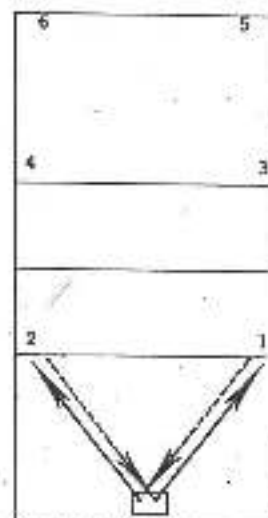
Slika 51. Prikaz izvođenja modificiranog Bangabooovog testa

**Test 300 yardi** se koristi za procenu brzinske izdržljivosti anaerobnog kapaciteta. U njemu se uzastopno bez odmora, trče deonice od 20 metara (u testu 300m se istrčava 15 deonica od 20m) ili 25 jardi (testu 300 jardi u kojem se istrčava 12 deonica po 25 jardi, tj. 22.87m). Preporuka je da se mere prelazna vremena kako bi se omogućila naknadna analiza pada brzine kroz deonice i analiza % od maksimalne postignute brzine trčanja na 20m, istrčane u zasebnom testu sprintsa na 20m (pogledati grafikone 16. i 17. u poglavlju 7).

**Test trčanja po linijama odbojkaškog terena - "Jelka"** se koristi za procenu specifične brzinske izdržljivosti u odbojci. Merenje se izvodi u dvorani, na odbojkaškom igralištu. Na sredini i neposredno iza osnovne linije nalazi se kvadrat dimenzija 30 x 30 centimetara. Udaljen je 4.35m od bočnih linija, tj. postavljen je na sredini zone za serviranje i odmah do osnovne linije. Na spojevima bočnih linija i linija napada postave se čunjevi, kao i na spojevima bočnih linija i osnovne linije suprotnog polja (suprotno od startnog mesta). Na igralištu nema odbojkaške mreže ili je podignuta, te ne ometa ispitanike u izvođenju trčanja.

Ispitanik se nalazi iza i na sredini osnovne linije odbojkaškog igrališta u visokom odbojkaškom stavu. Stopalo noge koja je napred, postavljeno je na oznaku (kvadrat napravljen od samolepljive trake dimenzija 30 x 30cm). Zadatak je da ispitanik nakon zaka "Pozor - sad!" maksimalno brzo trči udesno do desnog čunja koji ruši desnom rukom, te se vraća do startnog mesta gde mora nagaziti u postavljeni kvadrat. Nastavlja trčati u levu stranu, te levom rukom ruši prvi čunj. Ispitanik se vraća maksimalno brzo prema startnom mestu i sve isto

ponavlja naizmenično rušeći čunjeve na desnoj, pa na levoj strani. Kada sruši poslednji čunj na levoj strani, trči prema startnom mestu. Vreme se zaustavlja kada ispitanik pretrči osnovnu liniju, tj. nagazi u zadani kvadrat. Zadatak se izvodi samo jednom. Test se ponavlja ako ispitanik ne ugazi u kvadrat, tokom bilo kojeg od 6 povratnih trčanja, ili ako sruši čunj pogrešnom rukom. Čunjevi na desnoj strani ruše se desnom rukom, a čunjevi na levoj strani ruše se levom rukom. Merilac stoji sa strane igrališta u produžetku startne osnovne linije. Meri se vreme ispravno izvedenih trčanja.



Slika 52. Prikaz testa "Jelka" rađenog na odbojkaškom terenu

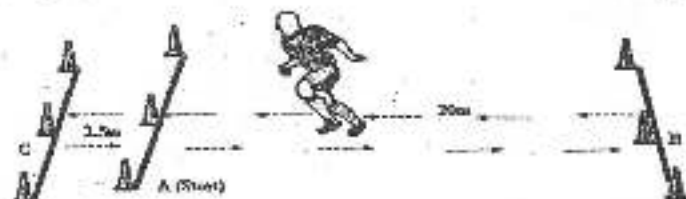
## 29 Testovi za procenu izdržljivosti

### Terenski testovi

**Yo-Yo Intermittent Endurance Test** je test za procenu aerobne anaerobne izdržljivosti. Može se istovremeno testirati veći broj ispitanika. Na zvučni signal sa CD uređaja svi igrači trče do drugog čunja udaljenog 20m (oznaka B) i nazad na start. Nakon dolaska na start, ispitanici imaju pauzu od 5 sekundi tokom koje moraju otrčati lagano do trećeg čunja (oznaka C) udaljenog 2.5m i vratiti se nazad.

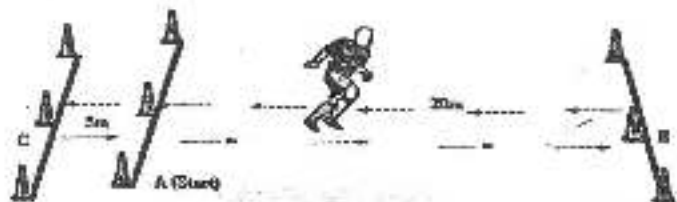


Na novi signal ponavlja se trčanje. Brzina trčanja progresivno raste. Test se prekida kada ispitanik dva puta uzastopce ne uspe istrčati deonicu, zadanom brzinom. Rezultat u testu je ukupno pretrčana deonica u metrima.



Slika 53. Prikaz izvođenja Yo-Yo Intermittent Endurance Testa

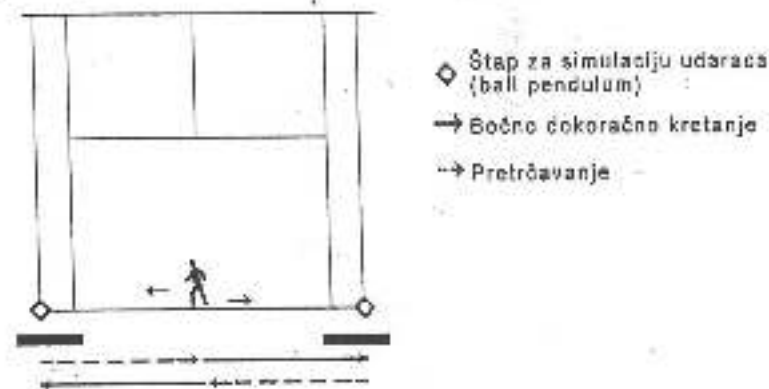
**Yo-Yo Intermittent Recovery Test** je test za procenu brzine oporavka tokom intenzivne aciklične aktivnosti, aerobno-anaerobnog karaktera. Na zvučni signal sa CD uređuju svi igrači trče do drugog čunja udaljenog 20m (oznaka B) i nazad na start. Nakon dolaska na start, ispitanici imaju pauzu od 10 sekundi tokom koje moraju otrčati lagano do trećeg čunja (oznaka C) udaljenog 5m i vratiti se nazad. Na novi signal ponavlja se trčanje. Brzina trčanja progresivno raste. Test se prekida kada ispitanik dva puta uzastopce ne uspe istrčati deonicu, zadanom brzinom. Rezultat u testu je ukupno pretrčana deonica u metrima.



Slika 54. Prikaz izvođenja Yo-Yo Intermittent Recovery Testa

**Water Polo Intermittent Shuttle Test (WIST)** je test za procenu aerobne izdržljivosti (Mojica, McFaden, Hubbard, Royal & Ilahn, 2006).

**Hit & Turn Tennis Test** se koristi za procenu specifične izdržljivosti (Ferrauti, 2008). Ispitanik započinje kretanje sa centralnog dela osnovne linije terena do jednog od štapova za simulaciju udaraca (*ball pendulum*), koji su postavljeni na uzdužnim stranama terena i međusobno su udaljeni 11m. Ispitanik izvodi udarce forhendom i bekhendom (moraju imati tu jačinu, da vrh štapa prilikom udarca dodirne tlo). Nakon udarca ispitanik se do centralnog mesta vraća bočnim dokoračnim korakom (*side steps*), dok je prilaz sledećem štapu moguć i pretrčavanjem (*sidewards*). Test se sastoji od 20 intervala, gde se vremenski interval u svakoj sledećem intervalu smanjuje za 0.1 sek. Pauza između intervala je 10 sek, dok je pauza između nivoa 4, 8, 12 i 16 nešto duža (iznosi 20sek zbog mogućnosti uzimanja uzorka krvi za određivanje koncentracije laktata). Brzinu kretanja ispitanika određuje zvučni signal koji se reprodukuje sa CD-a. Test je završen kada ispitanik u zadanom vremenu ne uspe da stigne do zadanog mesta, tj. više nije u mogućnosti da izvrši udarac prihvatljivom tehnikom.



Slika 55. Prikaz "Hit and Turn Tennis Testa"

## Testovi za procenu aerobnog kapaciteta

**Harvard step test** je po svojoj prirodi vrlo stresan, a svoju primenu je pronalazio u testiranju osoba koje se rekreativno bave sportom. Gotovo obavezna je pojava upale mišića donjih ekstremiteta nakon obavljenog testa (što potvrđuje veliku opterećenost mišića prilikom testiranja), tj. pored opšteg javlja i lokalni mišićni zamor. Potvrđeno je da fizički napor tipa penjanja i silazanja niz stepenice primarno predstavlja opterećenje i meru lokalne mišićne snage i izdržljivosti (više nego opšte cirkulatorne efikasnosti). Brojnim istraživanjima je potvrđeno da ispitanici sa višom telesnom visinom lakše podnose ovaj test, od ispitanika nižeg rasta. Na rezultate testa mogu da utiču antropometrijski parametri - dužina noge i telesni sastav (mada ima rezultata studija koji su kontradiktorni po ovom pitanju).

U novije vreme su izradeni posebni tipovi step-ergometara sa pokretnim stepenikom, koji se podiže i spušta pomoću elektromotora. Harvardski step test uveden u praksu od strane Brouha i sar. (1943) u Harvard-laboratoriji za zamor, danas predstavlja klasičan test za ispitivanje fizičkih sposobnosti rekreativaca. Vrednost Harvardskog step testa je višestruka:

- Kada se testira grupa rekreativaca nepoznatih fizičkih sposobnosti, ovaj test dobro diferencira: slabije, prosečne, dobre i odlične rezultate.
- Izvođenjem testa, pre i posle planiranog i programiranog treninga, mogu se ustanoviti razlike u rezultatima koje treba prepisati samom treningu.
- Kod potpuno identično sprovedenog treninga, doći će do značajnijeg poboljšanja rezultata testa kod onih rekreativaca, koji su imali slabije početne funkcionalno-motričke sposobnosti.
- Test je jeftin za izvođenje, a rezultati se dobijaju u kratkom vremenskom roku.
- Velika praktična izvodljivost testa.

Za izvođenje Harvard step testa potrebna je klupica visine 50.8 cm, metronom i štoperica. Testirana osoba se penje i silazi sa klupice

u neprekinutom vremenskom intervalu od 5 min (u jednoj minuti izvrši 30 penjanja i 30 spuštanja sa klupice). Test se izvodi ovim redosledom:

- Ispitanik zakorači desnom nogom na klupicu / zakorači levom nogom i ispravi se na klupici / silazi desnom nogom sa klupice / silazi levom nogom sa klupice.
- Ako ispitanik ne može da izdrži 5 min, treba test prekinuti i zabeležiti broj sekundi koliko je test trajao.
- Nakon završenog testa ispitanik vreme oporavka od 3 minuta, provede u sedećem položaju. Frekvencu srca u oporavku se beleži 3 puta, nakon svake pune minute od završetka testa. Na osnovu izmerenih vrednosti srčane frekvence u oporavku, izračunavaju se bodovi. Algoritam je:

$$B = n \times 100 / 2 \times (P_1 + P_2 + P_3)$$

B - broj postignutih bodova, n - trajanje testa u sekundama, P - srčana frekvencija.

Tabela 33. Interpretacija rezultata originalnog Harvard step testa

Bodovi	Nivo sposobnosti
do 55	slaba sposobnost
55 do 64	nizak prosek
65 do 79	visok prosek
80 do 89	dobra sposobnost
preko 90	odlična sposobnost

Originalan Harvardski step test je za 55 godina svoje primene, modifikovan od strane mnogih autora. Menjala se visina klupice, ublažavao ritam penjanja, skraćivalo vreme trajanja testa, dodatno se opterećivao ispitanik određenim teretima... Određeni autori su uveli i klupicu sa dva stepenika. Neke od modifikovanih testova su:

### The Harvard "Pack test" (Johnson)

Test je sličan originalnom samo što se sportista prema telesnoj težini opterećuje odgovarajućim teretom (kako bi sam test bio još teži za izvođenje).

**Step test za žene (Sloan)**

Razlika je u smanjenoj visini klupice (40cm), sve ostalo je identično originalnom testu.

**Bergmanova modifikacija**

Koristi za praćenje ženske populacije svih uzrasta i muške populacije mlađe od 18 godina. Izvođenje testa i izračunavanje indeksa je identično originalnom, samo je skala za rangiranje sposobnosti izmjenjena (započinje sa 30 do 40 poena za lošu, a iznad 60 poena za odličnu funkcionalnu sposobnost).

**Modifikovani step test po Master-u**

Test se izvodi na klupici sa dva stepenika, svaki je visok 23cm. Traje 12 minuta, sa tim da se opterećenje povećava svako 3. minute. Počinje se sa 10 ciklusa, a zatim sledi povećanje intenziteta na 15, 20 i 25 ciklusa. Kod slabijih ispitanika test se započinje sa 8 ciklusa i povećava na 12, 16 i 20.

Postoji još mnogo modifikacija originalnog testa, ali su ona uglavnom prilagođena kliničkim ispitivanjima (starije osobe i osobe sa određenim zdravstvenim problemima). Cilj ovog izlaganja je istaći važnost poznavanja specifičnosti svakog sporta i sportske discipline, kako bi se mogao odabrati onaj test koji će najbolje proceniti baš tu specifičnost. Iz tog razloga treneri moraju dobro poznavati fiziološke specifičnosti sportske discipline, kao i svakog sportistu individualno. Samo u tom slučaju će moći da interpretiraju rezultate testiranja na valjan način.

**Diskontinuirani progresivni test plivanja (7 x 200m)** se koristi za prikupljanje informacija o ekonomičnosti plivanja i proceni aerobnog kapaciteta. Stepenusto rastuće opterećenje provocira organizam i pruža mogućnost praćenja same reakcije organizma na aplikovano opterećenje, putem kardiovaskularnog (srčana frekvencija) i metaboličkog parametra (vrednosti laktata u krvi). Test se sastoji od isplivanja sedam deonica od 200m prvom tehnikom (specijalisti za delfin i mešovito plivanje, test plivaju kraul tehnikom) u petominutnom režimu (tehnika prsno u šestominutnom). Pre početka testa ispitanik se zagreje na standardni način (1000 - 1500m).

Preporučljivo je završiti zagrevanje isplivanjem jedne do dve deonice od 100m, tempom kojim će se započeti test (brzina prve deonice 200m). Svaka deonica se započinje startom "iz vode", a zadati tempo plivanja se određuje na osnovu najboljeg ličnog rezultata (LR) za deonicu od 200m, na sledeći način:

Interval	Tempo plivanja (sek)	% od LR
1	30 sek sporije od najboljeg ličnog rezultata	70
2	25 sek sporije od najboljeg ličnog rezultata	75
3	20 sek sporije od najboljeg ličnog rezultata	80
4	15 sek sporije od najboljeg ličnog rezultata	85
5	10 sek sporije od najboljeg ličnog rezultata	90
6	5 sek sporije od najboljeg ličnog rezultata	95
7	Maksimalna brzina plivanja	100

Belože se prolazna vremena na svakih 100m, krajnje isplivano vreme, broj zaveslaja tokom poslednjih 50m u svakoj deonici, srčana frekvencija se memoriše u petosekundnom intervalu uz pomoć POLAR monitora srčane frekvencije (zabeležite pik vrednost HR). Uzorak krvi se uzima iz resice uha pre početka testa i nakon svake isplivane deonice (kraj prvog minuta oporavka). Ispitanik startuje naredni interval po isteku petog minuta od početka deonice (pauza nije 5 min, nego je to režim plivanja!!!). Ispitanik ulazi u bazen 15 sek pre početka narednog intervala i startuje odgurujući se nogama od ivice bazena. Nakon isplivane sedme deonice uzima se uzorak krvi (u 1 minuti oporavka - max vrednost La), u četvrtoj minuti (rana faza oporavka) i 10 minuti (kasna faza oporavka).

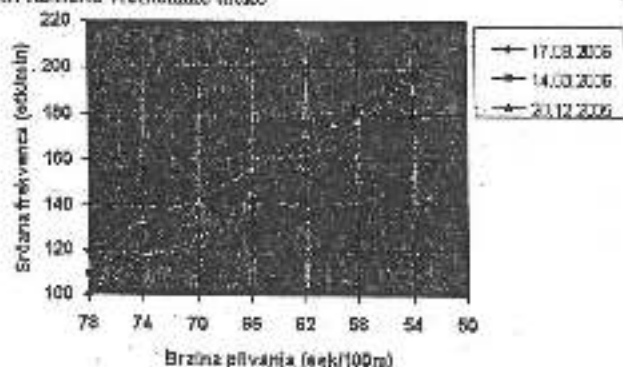
Tabela 34. Primer dobijenih vrednosti za "Test 7 x 200m"

Int	200m (min:s)	Prvih 100m (sek)	Drugi 100m (sek)	AV 100m (sek)	Puls (ot/min)	Laktat (mmol/L)	Broj zaveslaja na 50m
1	2:21.40	71.0	70.4	70.7	120	1.8	38
2	2:18.10	69.3	68.9	69.1	133	1.9	37
3	2:11.15	65.1	66.1	65.6	142	2.2	38
4	2:05.13	62.5	62.6	62.6	156	3.3	38
5	1:59.47	59.5	60.0	59.7	172	5.7	38
6	1:55.99	57.5	58.3	57.9	178	8.2	38
7	1:51.91	56.1	55.9	56.0	181	11.3	38



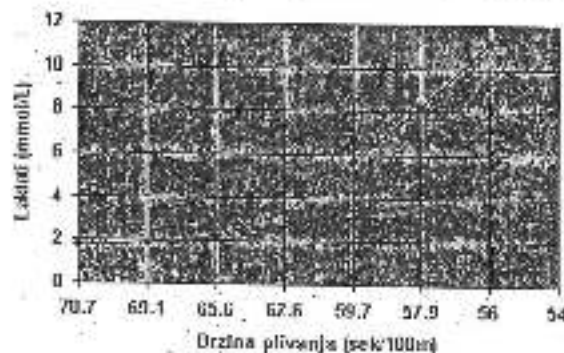
Na osnovu izmerenih podataka moguće je iscrtati grafikone u kojima će se pratiti korelacija srčane frekvence i vrednosti laktata (y - osa) sa srednjom brzinom plivanja (x - osa).

Grafikon 18. Odnos srednje brzine plivanja i srčane frekvence tokom testa 7 x 200m, u tri različite vremenske tačke



Posmatrajući grafike može se zaključiti da li dolazi do pada ili do poboljšanja nivoa treniranosti. Ukoliko kriva ima tendenciju skretanja na levo i ponaše se strmo u vis, to je siguran pokazatelj da je došlo do pada u nivou treniranosti. Nasuprot ovome - ukoliko kriva ima tendenciju skretanja na desno i ponaše se strmo u vis, sigurno je došlo do poboljšanja nivoa treniranosti i povećanja brzine plivanja na nivou ANP.

Grafikon 19. Odnos srednje brzine plivanja i koncentracije laktata tokom testa 7 x 200m



Vrednosti laktata na kraju testa i tokom oporavka, predstavljaju senzitivni pokazatelj stepena adaptacije organizma na trening. Rana faza oporavka se ocenjuje merenjem razlika u koncentraciji laktata dobijenim 4 minuta nakon opterećenja i u 10-oj minuti oporavka. Vrednosti oporavka su dobre, ako je razlika u koncentracijama laktata najmanje 1.5-2.0 mmol/L.

Za samog trenera veliki značaj imaju sledeći podaci, dobijeni ovim testom: brzina plivanja na nivou ANP, vrednost srčane frekvence na nivou ANP, vrednost laktatnog praga, maksimalna koncentracija laktata i brzina oporavka.

**Modifikacija ovoga testa za vaterpolo** je sledeća: igrači plivaju 5 x 200m kraul tehnikom, a golmani 3 x 200m prsnom tehnikom.

Int	Igrač	% od LR	Golman	% od LR
	Tempo plivanja (sek)		Tempo plivanja (sek)	
1	25 sek sporije od LR	80	30 sek sporije od LR	75
2	20 sek sporije od LR	84	15 sek sporije od LR	85
3	15 sek sporije od LR	88	6 sek sporije od LR	95
4	10 sek sporije od LR	92		
5	5 sek sporije od LR	96		

**Test trčanja na različitim deonicama (ACSM)** se koristi za indirektnu procenu maksimalne potrošnje kiseonika (pomoću ponuđenih algoritama i prosečne brzine trčanja (km/č) na deonicama od 1500m, 3000m, 5000m, 10.000m i 42.195m). Tabela 35, pored algoritama za izračunavanje pokazuje i visinu korelacije indirektno procenjenog  $VO_{2max}$  sa stvarnom vrednošću (direktno izmerenom).

Tabela 35. Procena  $VO_{2max}$  preko srednje brzine trčanja na određenim distancama

DISTANCA	FORMULA	KORELACIJA
1500m	$METS = 2.4388 + (0.9343 \times km/č)$	.95
3000m	$METS = 2.5042 + (0.8400 \times km/č)$	.98
5000m	$METS = 3.1747 + (0.9139 \times km/č)$	.98
10.000m	$METS = 4.7226 + (0.8698 \times km/č)$	.88
42.195m	$METS = 6.9021 + (0.8246 \times km/č)$	.85

Primer: 1 MET = 3.5 ml/kg/min

$$5000m = 18min \ 30sek = 16.2 km/č (5 \times 60 / 18.5)$$

$$METS = 3.1747 + (0.9139 \times 16.2) = 18 METS$$

$$18 \times 3.5 = 63 ml/kg/min$$

**Test trčanja na 1.5 milju** se koristi za određivanje fitness kategorije. Ukupna dužina koju treba pretrčati u sopstvedom maksimalno brzom tempu je 1.5 milja (2414 metara). Rezultat se izražava u minutama i sekundama (procenjuje se nivo kardiorespiratorne izdržljivosti). Kategorije su prikazane u tabeli 36.

Tabela 36. Kategorije kardiorespiratorne izdržljivosti na osnovu testa trčanja na 1.5 milju (2414 metara)

Kategorija	Pol	13-19 godina	20-29 godina	30-39 godina
Vrlo slabo	M	> 15:31	> 16:01	> 16:31
	Ž	> 18:31	> 19:01	> 19:31
Slabo	M	12:11 - 15:30	14:01 - 16:00	14:44 - 16:30
	Ž	16:55 - 18:30	18:31 - 19:00	19:01 - 19:30
Srednje	M	10:49 - 12:10	12:01 - 14:00	12:31 - 14:45
	Ž	14:31 - 16:54	15:55 - 18:30	16:31 - 19:00
Dobro	M	9:41 - 10:48	10:46 - 12:00	11:01 - 12:30
	Ž	12:30 - 14:30	13:31 - 15:54	14:31 - 16:30
Odlično	M	8:37 - 9:40	9:45 - 10:45	10:00 - 11:00
	Ž	11:50 - 12:29	12:30 - 13:30	13:00 - 14:30
Vrhunsko	M	< 8:37	< 9:45	< 10:00
	Ž	< 11:50	< 12:30	< 13:00

**UKK test hodanja na deonici od 2km** je razvijen na Finskom Institutu "President Urho Kaleva Kekkonen" kao doktorska disertacija dr Raija Laukkanena. Cilj je bio istražiti korelaciju, između pretpostavljene i direktno izmerene  $VO_{2max}$ . U testu se koriste parametri: vreme postignuto hodanjem na 2km, SF na kraju intervala, godine života i indeks telesne mase (BMI). Pre početka testa potrebno je da se ispitanik zagreje 10-15 minuta. Važno je da ispitanik održa konstantnu brzinu hodanja (bez trčanja).

*Primer:*

Testirana osoba je stara 20 godina, telesne težine 83 kg, visine 188 cm, a BMI je 23.5 kg/m<sup>2</sup>.

Tabela 37. Vrednosti BMI

BMI	TEŽINA
< 20	Težina ispod idealne
20 - 25	Idealna težina
26 - 30	Blago povećana težina
> 30	Velika gojaznost

Algoritam za izračunavanje Fitness indeksa glasi:

*Za muškarce od 18 do 65 godina*

$$420 - (11.6 \times \text{min} + 0.2 \times \text{sec} + 0.56 \times \text{FS} + 2.6 \times \text{BMI}) + 0.2 \times \text{godine starosti}$$

*Za žene od 18 do 65 godina*

$$304 - (8.5 \times \text{min} + 0.14 \times \text{sec} + 0.32 \times \text{FS} + 1.1 \times \text{BMI}) + 0.4 \times \text{godine starosti}$$

Min i sec – vreme postignuto u testu hodanja 2 km, FS – frekvencija srca na kraju testa

Dobijene vrednosti se uporede sa tabličnim vrednostima, a zatim se odredi Fitness kategorija.

INDEX	FITNES KATEGORIJA	FREKVENCA VRŽBE	TRAJANJE VRŽBE
< 70	Značajno ispod proseka	2 do 5 puta nedeljno	20 - 30 min
70 - 89	Malo ispod proseka	3 do 4 puta nedeljno	30 - 40 min
90 - 95	Slab prosek	3 do 4 puta nedeljno	30 - 40 min
96 - 105	Prosečno	3 do 4 puta nedeljno	30 - 40 min
106 - 110	Dobar prosek	3 do 4 puta nedeljno	30 - 60 min
111 - 130	Malo iznad proseka	Svak drugi dan	45 - 60 min
> 130	Značajno iznad proseka	Svak drugi dan	60 min

Podaci dobijeni upotrebom softvera Polar ProTrainer su prikazani u nastavku.

2KM UKK WALKING TEST	
Datum testiranja: 17/10/2008	
PERSONALNE INFORMACIJE	
Ime i prezime: V.B.	
Godine: 20	
Telesna visina: 188 cm	
Telesna težina: 83 kg	
BMI: 23.1 kg/m <sup>2</sup>	
REZULTATI TESTA	
Postignuto vreme u testu: 12min 13sec	
Srednja frekvencija: 196 o/min	
Energy expenditure: 197 kcal/826 kJ	
Fitness Index: 113	
Fitness kategorija: Malo iznad proseka	
Predviđeni $VO_{2max}$ : 55.1 ml/kg/min	

### Testovi za procenu anaerobnog kapaciteta

*Wingate test* se koristi za procenu anaerobnog kapaciteta. Tokom testa dobijamo sledeće rezultate: Peak Power - maksimalnu maksimalovanu snagu (apsolut, vrednost-W i relativ, vrednost-W/kg), vremena u kom je dostignut pik, prosečna snaga tokom testa i ukupnog ostvarenog rada. Kazivica je tokom 1970. godine od strane Wingate testova iz Izraela i pripada grupi testova koji se izvode na bicikl-ergometru. Vremenski period izvođenja (30 sekundi) je dovoljan da obezbedi maksimalno naprezanje ispitanika tokom kojeg se protiv energija obezbeduje anaerobnim radom. Opterećenje koje se aplicuje na točak bicikl-ergometra je 0,075kg po 1kg telesne mase ispitanika. Sportovi u kojima je dominantna snaga ili su sprinteri, koriste opterećenje od 1 do 1,5kg po 1kg telesne mase ispitanika.

Gráfico 20. Profil krive manifestovane snage tokom Wingate testa

