

BIOENERGETSKI SISTEMI I KAPACITETI STONOTENISERA

Nikola Popov
Novi Sad, jun 2021.

Sadržaj:

1. Uvod.....	3
2. ATP.....	3
3. Bioenergetski sistemi čoveka.....	4
3.1. Fosfageni sistem.....	4
3.2. Glikolitički sistem.....	5
3.3. Oksidativni sistem.....	8
4. Bioenergetski kapaciteti stonotenisera.....	9
5. Metabolička fleksibilnost.....	12
6. Prilagođavanje treninga biodostupnosti tela.....	13
7. Zaključak.....	15
8. Literatura.....	16

1. Uvod

Stoni tenis po strukturi spada u aciklične sportove, srednjeg intenziteta, koji se igraju na zatvorenim prostorima. Grupisan je u redove Olimpijskih sportova 1988. godine, uoči OI u Seulu. Sredinom prošlog veka, ekspanzija stonog tenisa je mahom počela, pa je samim tim i sportska nauka zauzela ozbiljniji stav prema istraživanju fizičkih i psiholoških benefita koje pruža stoni tenis. Sportski stručnjaci i naučnici su došli do značajnijih otkrića u poslednjih 20 godina, do sada su dokazane korelacije između stonog tenisa i poboljšanja kardio vaskularnog sistema, respiratornog sistema, neuroplastičnosti, opšteg fizičkog zdravlja, ali i mnoštvo konekcija sa poboljšanjem kliničke slike neuropsiholoških pacijenata (najznačajniji rezultati kod Alchajmerove bolesti, ADHD-a, multiple skleroze, itd.). Naravno, očekujemo još opširniju bazu podataka u bliskoj budućnosti, međutim od velikog je značaja sumirati trenutna saznanja i reći nešto više o bazičnim fiziološkim karakteristikama koje igraju veliku ulogu u formiranju stonotenisera. U nastavku ćemo razmatrati kako stonoteniseri stvaraju, troše i konvertuju energiju tokom rada, kakve metode treninga se primenjuju pri različitim intenzitetima i kako stonoteniseri mogu da poboljšaju svoje fizičko stanje, ne bi li obezbedili sebi optimalne uslove za budući razvitak. Dakle, u nastavku teksta, fokusiraćemo se na osnove bioenergetike ljudskog tela, energetske sisteme i kapacitete.

2. Adenozin trifosfat (ATP)

Pre same podele energetske sisteme, važno je razjasniti primarne pojmove fiziologije organizma. Kada je reč o energiji koju telo proizvodi pomoću raznih izvora hrane, neizostavni deo svakog metaboličkog procesa pri stvaranju energije predstavlja adenozin trifosfat. ATP je monomerska jedinica nukleinskih kiselina čija je glavna uloga konverzija hemijske energije u mehaničku. Jednostavno rečeno, sva energija koju čovekovo telo unese, razgradi i iskoristi za mehanički rad, konvertuje se u adenozin trifosfat i troši u praksi. Njegovu hemijsku strukturu čine baza-adenin, šećer-riboza i tri grupe fosfata. ATP zapravo predstavlja "monetu" sa kojom ćelija plaća svaku energetske potrošnje. Kada je ćeliji potrebna energija, ona se iz ATP-a oslobađa odvajanjem 3 fosfatne grupe, pri čemu nastaje adenozin difosfat (ADP), nakon čega se vrši resinteza i ponovo pokreće produkcija ATPa.



ATP se proizvodi u raznim ćelijskim procesima, međutim uglavnom se proizvodnja odvija u mitohondrijama, oksidativnom fosforilacijom (ukoliko je uključen kiseonik u proces). Primarni izvori za sintezu ATPa su ugljeni hidrati i masti. Sveobuhvatna količina ATPa u ljudskom telu je vrlo mala (oko 0,5 mola ATPa i 1,5 mola CPa), stoga naše telo poseduje tek toliko energije za 2-3 maksimalne mišićne kontrakcije. Ipak, organizam čoveka poseduje alternativne bioenergetske mehanizme, pomoću kojih stvara put ka brzom obnavljanju energije, nizom biohemijskih procesa i ponavlja identičnu proceduru čak do 3000 puta tokom dana. Ove procese stvaranja energije (resintetisanja ATPa) možemo podeliti u tri makro grupe, odnosno tri bioenergetska sistema, koja ćemo analizirati paralelno uz samo igranje stonog tenisa pri različitim intenzitetima.

3. Bioenergetski sistemi

Dakle, s obzirom da telo poseduje malu količinu ATPa, neophodno je vršiti resintezu ovog jedinjenja kako bismo dobili potrebnu energiju za narednu motoričku funkciju. Postoje tri primarna sistema za resintezu ATPa i pretvaranje hemijske energije u mehaničku. Ti sistemi su: fosfageni sistem (anaerobni - alaktatni), glikolitički sistem (aerobni i anaerobni -alaktatni i laktatni) i oksidativni sistem (aerobni).

3.1. Fosfageni sistem (ATP-CP):

Resinteza ATPa ima svoj tačno definisan redosled. Prva putanja resinteze adenozin trifosfata je uz pomoć kreatin fosfata (CP). Količina energije koja se oslobodi preko kreatin fosfata je dovoljna za dvadesetak sekundi maksimalne mišićne kontrakcije. Predstavlja pomak u odnosu na osnovni izvor ATPa, ali je svakako nedovoljan sam po sebi za obavljanje fizičkih aktivnosti koje iziskuju veći, pa čak i srednji intenzitet na duži vremenski period. Ovom sistemu nije potreban kiseonik, pa samim tim i period oporavka i hemijskog regrupisanja je kratak (60-90sek). Dakle, preko kreatin fosfata, telo obezbeđuje "startnu energiju", koja se u mehaničkom dejstovanju ispoljava kroz eksplozivnost i ubrzanje, jedne od najvažnijih komponenti prilikom igranja stonog tenisa. Određenim metodama treninga moguće je blago uticati na ATP-CP sistem, povećati zalihe fosfata u mišićima i obezbediti igraču povećanu brzinsku izdržljivost i duži vremenski period manipulisanja ove energetske putanje. Posmatrajući iz prizme stonog tenisa, ovaj sistem je aktivan, međutim važno je naznačiti da se javlja periodično. Tokom odigravanja mečeva i prilikom početka poena (uzimajući u obzir kratko trajanje poena u stonom tenisu), ovaj bioenergetski sistem je značajan. Nasuprot tome, takođe je važno ukazati na ostale bioenergetske sisteme koji imaju veću ulogu u samom trenažnom procesu stonog tenisa.

3.2. Glikolitički sistem:

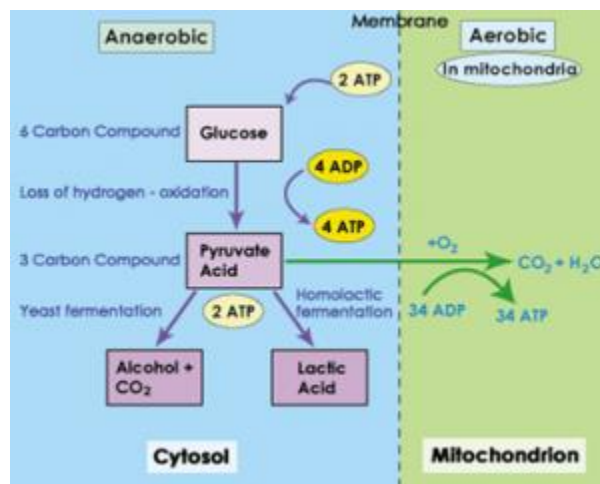
U stanju mirovanja, oko 73% energije se dobija iz masti, a 27% iz ugljenih hidrata. Stvaranje energije iz ugljenih hidrata, odnosno iz glukoze se naziva glikoliza. Glikolitički sistem, ili glikoliza, je biohemijski proces koji stvara ATP na 2 osnovna načina. Jedan način obuhvata aerobnu glikolizu, koja uz prisustvo kiseonika učestvuje u stvaranju ATPa, dok se drugi način odvija anaerobnim putem, prilikom anaerobne glikolize, kada se glukoza transformiše u piruvat (pirogroždanu kiselinu) ne bi li se naknadno obezbedila određena količina ATPa neophodna za mehaničko funkcionisanje organizma (Varburgov efekat). Tokom glikolize, ugljeni hidrati koji se nalaze u organizmu u obliku glukoze u krvi ili glikogena u glikogenskim depoima mišića, nakon niza kompleksnih hemijskih reakcija transformišu se u piruvat. Uz pomoć enzima koji katalizuju lanac glikolize (glukoza se konvertuje u glukozu 6-fosfat, zatim konverzija u fruktoza-6 fosfat, fruktoza 1,6-bifosfat, gliceraldehid 3-fosfat, dehidroksiaceton fosfat, 1,3-bifosfoglicerat, 3-fosfoglicerat, 2-fosfoglicerat, fosfoenol) konačno dolazimo do transformacije u piruvat. Piruvat, ili pirogroždana kiselina predstavlja prekretnicu u dobijanju energije za aerobno ili anaerobno fizičko aktiviranje. Ukoliko je u proces uključen kiseonik, piruvat učestvuje u formiranju energije dobijene aerobnim sistemom, ukoliko ne učestvuje kiseonik, anaerobni sistem je uključen u snabdevanju energijom potrebnom za rad.

AEROBNA GLIKOLIZA:

Prilikom razlaganja glukoze do hemijskog oblika piruvata, oslobađaju se i 2 molekula ATPa. Pri aerobnim uslovima, piruvat ulazi u mitohondriju, odakle se naknadno oksidiše u CO₂ i vodu. Ukoliko ne postoji povećana potražnja za kiseonikom (ako je umeren ili nizak intenzitet vežbi u pitanju), piruvat polazi metaboličkim putem u kojem se konvertuje u acetil-koenzim A (acetyl-coA), koji potom ulazi u mitohondriju radi proizvodnje ATPa. Stoga, ovaj proces se zove aerobna glikoliza.

ANAEROBNA GLIKOLIZA:

Međutim, ukoliko je fizička aktivnost visokog intenziteta i ako uzmemo u obzir da prilikom velikog napora ne možemo da zadovoljimo potrebu za kiseonikom, piruvat će se transformisati u laktat i u daljim procesima učestvovati u stvaranju ATPa. Na ovaj način dolazi do anaerobnog glikolitičkog sistema proizvodnje bioenergije. Na slici 1 možemo videti razliku u biohemijskim putanjama aerobne i anaerobne glikolize.



Slika 1. Razlika između aerobne i anaerobne glikolize

LAKTATNI PRAG:

Laktatni prag predstavlja plato tokom visokog intenziteta vežbanja, kada kiseonik prestaje da bude glavni izvor proizvodnje energije u aerobnim uslovima, odnosno kada količina proizvodnje laktata prevazilazi sposobnost organizma da iste laktate ukloni. Prelazak iz aerobnog u anaerobni režim se definiše kao laktatni prag. Preciznije rečeno, kada sportista pređe granicu od 4 mmol/kg, smatra se da je dostigao laktatni prag. Koncentracija laktata u krvi potpuno zavisi od intenziteta fizičke aktivnosti (ne od vremena), od stepena utreniranosti i od mogućnosti organizma da čisti laktate. Laktatni prag nije isti kod svih ljudi, zavisi od mnoštvo faktora, ali pre svega od tipa vežbi koje sportista praktikuje i od nivoa utreniranosti. Na primer, kod nevežbača se laktatni prag javlja već kod intenziteta od 50-60%, dok se kod veoma utreniranih sportista može javiti čak na 90% maksimalnog intenziteta. Precizno testiranje se uglavnom vrši u laboratorijskim uslovima, međutim postoje i indirektni načini određivanja laktatnog praga preko posebne metodologije izvođenja prilagođenih vežbi (npr. Kuperov test). Praćenje VO₂max kapaciteta (maksimalne potrošnje kiseonika) ima krucijalnu ulogu u detektovanju laktatnog praga, ali je važno istaći i da VO₂max može napredovati usled adekvatnog treninga u periodu od 10 do 12 nedelja, nakon čega gotovo da ne pokazuje jasne znakove dodatnog napretka.

MIT O LAKTATIMA I RAZLIKA OD MLEČNE KISELINE:

Razlika u terminima "mlečna kiselina" i "laktat" postoji, iako se vrlo često u literaturi poistovećuju i tretiraju identično. Laktati zapravo predstavljaju soli mlečne kiseline i krajnji produkt anaerobnog utroška energije. Mlečna kiselina se razlaže na laktate i ione vodonika. Stoga, prilikom visoko intenzivnog vežbanja, kada potreba za kiseonikom nije namirena, povećava se koncentracija vodonikovih iona, čime se snižava PH vrednost i povećava kiselost mišića (acidoza). Dakle, laktat je produkt mlečne kiseline koji ima više uloga u organizmu. Laktati često tumače ulogu negativca u ljudskom organizmu, prepisuju im se mnošto nuspojave u post trenažnom periodu, kao što je "upala mišića", peckanje i bol u mišiću, itd. Međutim, istraživanja u poslednjih par decenija tvrde drugačije. Naime, mlečna kiselina koja čini acidozu mišića (zakiseli mišić) se javlja jedino tokom kratkih visokointenzivnih aktivnosti i to isključivo tokom rada, dok se nakon rada PH vrednost postepeno, ali i konstantno, vraća na normalne nivoe. Nasuprot tome, sportista koji se bavi fizičkim aktivnostima niskog intenziteta (npr. maratonski trkač) ima veoma niske nivoe laktata tokom i nakon trke (a činjenica je da trpi ogroman napor i zamor), što samo dokazuje da zaista jačina intenziteta vežbanja, a ne kvantitet vežbanja, određuje proizvodnju laktata. Međutim, važno je reći i da laktati imaju druge funkcije koje često ostanu zanemarene, a pružaju nam mnogo benefita. Pored toga što su oruđe koje ukazuje na previsok intenzitet (kako bi ukazali na potencijalna oštećenja mišića), takođe imaju mogućnost da se ponovo konvertuju u piruvat preko oksidacije, nakon razlaganja u jetri i sačini glukozu ponovo (Korijev ciklus). Laktati nam nude alternativu u određenim biohemijskim procesima. Dakle, laktati nisu krivci za osećaj bola dan, dva ili tri nakon treninga, već su za to krive mikro traume (mikro oštećenja) mišićnih vlakana prilikom vežbanja, hormonalni disbalans nakon velikog napora i pretreniranost nervnog sistema. Ovo je veoma važno zapamtiti prilikom formiranja adekvatnog trening programa, sa posebnom pažnjom treba pristupiti oporavku nakon treninga i tretirati ga podjednako važnim kao i sam trening . Iz tog razloga, apeluje se na trenere da posebnu pažnju obrate na pretreniranost i njene nuspojave.

SUMIRANJE GLIKOLITIČKOG SISTEMA:

Prethodne tvrdnje mogu biti pomalo konfuzne jer glikoliza svakako predstavlja tok kompleksnih biohemijskih dešavanja, međutim ukoliko upoznamo osnove tih reakcija, celokupna slika može biti mnogo jasnija. Ono što je najvažnije naglasiti prilikom definisanja ovog sistema, jeste da glikoliza nastaje prilikom razlaganja ugljenih hidrata u organizmu, koji se transportuju krvotokom u vidu glukoze. Bitna informacija koju možemo iskoristiti iz datog primera se odnosi na praktičnu primenu, gde za svaki molekul glukoze dobijamo 4 molekula ATPa koja koristimo za stvaranje mehaničke energije. Stoga, ugljeni hidrati su glavni nutritivni izvor energije za snabdevanje ovog bioenergetskog sistema. Iako nije primarni sistem koji se koristi kod stonotenisera, glikoliza u određenim uslovima treninga ima veoma važnu ulogu. Na primer, prilikom "many balls" treninga, glikolitički sistem i te kako učestvuje u stvaranju neophodne energije za obavljanje vežbe. Poboljšanje laktatnog praga prilikom treniranja nosi znatna poboljšanja i kod stonotenisera, tako da je trening na ovoj granici presudan u fizičkoj spremi igrača. Anaerobna glikoliza nam obezbeđuje između 30 sekundi i 2 minuta visokog intenziteta, pa je zbog toga veoma rasprostranjena u trenažnim procesima B zone sportova (u koje spada i stoni tenis) uglavnom u pripremnim fazama.

3.3. Oksidativni sistem:

Oksidativni sistem je najkompleksniji od sva tri bioenergetska sistema. Pored toga što je najzastupljeniji (pretežno se sve fiziološke funkcije čoveka obavljaju uz prisustvo kiseonika), ovaj sistem veoma sporo obavlja svoje procese. Tačnije, najsporije vrši resintezu ATPa. Međutim, ako pogledamo sa suprotne tačke gledišta, aerobni sistem ima gotovo neograničeni kapacitet proizvodnje energije (dokle god imamo "goriva" iz hrane, ovaj sistem će proizvoditi energiju). Glukoza, masne kiseline i aminokiseline (u manjem obimu u odnosu na masti i UH) iz hrane saraduju sa kiseonikom ne bi li se oslobodila velika količina energije koja se upotrebljava za konvertovanje AMPa i ADPa u ATP. Pored aerobne glikolize koju smo naveli u prošlom primeru (ne zaboraviti da je i ona deo sistema dobijanja energije uz pomoć kiseonika), oksidativni sistem uključuje vrlo složen proces koji se naziva Krebsov ciklus (ciklus limunske kiseline) i lanac transporta elektrona. Zapravo, ove reakcije koriste glukozu iz krvi, glikogen i najviše od svega, masti kao gorivo za resintezu ATPa. Vrš se u mitohondrijama i iz tog razloga se često oslovljava mitohondrijskim disanjem. Nakon dobijanja piruvata glikolizom, u aerobnim uslovima, oksidativnom dekarboksilacijom piruvata dolazi do nastanka acetil koenzima A. On zatim postaje potpuno oksidovan do ugljen dioksida, nizom biohemijskih reakcija koje čine Krebsov ciklus. Takođe, ciklus limunske kiseline ima zajednički metabolički put stvaranja potrebne energije, tako što će oksidisati amino kiseline, UH i masti. Kao što je već rečeno, Krebsov ciklus iziskuje čitav lanac reakcija ne bi li se stvorila potrebna energija i ima veoma

ključnu ulogu u funcionisanju ljudskog tela, ali ne dejstvuje sam, već mu u daljem toku pomažu elektroni koji su upravo u njemu stvoreni. Lanac transporta elektrona vrši krucijalnu ulogu u prenošenju dobijenih elektrona i na taj način nastaju ATPa i voda. Ovaj celokupni poduhvat transporta elektrona i stvaranja potrebnog ATPa se zove oksidativna fosforilacija. Važan podatak predstavlja činjenica da kompletnom oksidacijom glukoze preko glikolize, Krebsovog ciklusa i lanca transporta elektrona dobijama 36 molekula ATPa, što je 18 puta više nego što se dobija anaerobnom glikolizom (tokom procesa se troše ti molekuli, pa ne možemo sve da ih iskoristimo za mehanički rad). Razlaganje masti se odvija nešto drugačijim putem. Masne kiseline koje se skladište u telu u obliku triglicerida u podkožnom masnom tkivu i kao intermuskulotorni trigliceridi (visceralne masti), zapravo predstavljaju najveći energetskeći magacin u organizmu. Beta oksidacijom se u mitohondrijama transformišu masne kiseline u acetyl-koenzim A, koji nakon toga ulazi u Krebsov ciklus, odakle se na isti način transportuju elektroni kako bi se stvorio ATP. Ova oksidacija donosi ogromnih 129 molekula ATPa, zbog čega ga sa opravdanim razlogom klasifikujemo kao najveću fabriku ATPa u telu. S obzirom da je stoni tenis sport koji se odvija srednjim intenzitetom i da je gotovo uvek zadovoljena potreba za kiseonikom, oksidativni sistem zauzima ubedljivo prvo mesto u stvaranju energije kod stonotenisera. Tokom treninga stonotenisera, čak 80% vremena se koristi upravo aerobni kapacitet, stoga bez ikakve dileme možemo reći da je prilagođavanje treninga ovakvom energetskećm utrošku najlogičniji potez u makro ciklusima treninga.

4. Bioenergetski kapaciteti stonotenisera

U prošlom poglavlju smo imali priliku da vidimo i razjasnimo na koji način stonoteniseri stvaraju i troše energiju, a u nastavku nam sledi uvid u energetske kapacitete koje stonoteniseri, po rećima i nalazima struke, imaju ili treba da imaju. S obzirom da postoje aerobni i anaerobni sistemi, kapacitete takođe delimo po ovom principu.

Anaerobni kapacitet stonotenisera:

Anaerobni kapacitet je sastavljen od 3 makro sistema energije, taćnije od ATPa, CPa i glikolize. Glavna karakteristika anaerobnog kapaciteta jeste da se odvija pod visokim intenzitetom, u momentu, kratkog trajanja i odvija se u citosolu ćelije. Trćanje i plivanje na kratke deonice, fudbal, amerićki fudbal, ragbi, powerlifting, weight lifting, odrećene discipline gimnastike samo su neke od aktivnosti gde je dominantan anaerobni kapacitet, a u nastavku ćemo posmatrati koliko se anaerobno većbanje odraćava na stoni tenis. Naime, merenje anaerobnog kapaciteta se

može poprilično precizno meriti. Postoje laboratorijski i indirektni (spoljašnji) testovi preko kojih možemo ustanoviti utreniranost osobe. Laboratorijsko istraživanje je daleko jasniji i precizniji ukazatelj na stepen utreniranosti, stoga se preporučuje kada god postoje uslovi. Međutim, ispitivanje pod budnim laboratorijskim okom medicinskih i sportskih stručnjaka je teško i skupo organizovati na redovnoj bazi, pa se uglavnom sportski stručnjaci okreću ka praktičnijim, indirektnim metodama, odnosno ka testiranju na atletskim i biciklističkim stazama, uz pomoć štoperice i formula za računanje dobijenih vrednosti. Test koji se može primeniti samo u laboratorijama je biopsija mišića. Kako bi se utvrdila tendencija ka aerobnim ili anaerobnim predispozicijama, sportska medicina dolazi do saznanja preko biopsije. Odnos između brzih (tip 1, belih) i sporih (tip 2, crvenih) vlakana nam je prvi pokazatelj predispozicija sportiste za aerobno ili anaerobno vežbanje. Osim biopsije mišića, niz testova se može sprovoditi u laboratorijskim uslovima, ali se takođe mogu vršiti spolja (što je uglavnom slučaj).

WINGATE ANAEROBNI TEST:

Wingate Anaerobic Power Test je jedan od najprimenjenijih testova anaerobnog kapaciteta. Ukoliko se radi laboratorijskim načinom, ovaj test daje jasnu sliku o svim parametrima kapaciteta. Obavlja se uz pomoć bicikl ergometra, sa mehaničkim kočenjem, maksimalnim intenzitetom u vremenskom periodu od 30 sekundi. Opterećenje se uglavnom dozira odnosom 1:1, 1kg na 1kg telesne težine ispitanika. Ako sportista započinje test iz stanja mirovanja, moći ćemo da dođemo i do podataka o eksplozivnoj snazi (EP). Ispoljavanjem maksimalne apsolutne snage (PP) stvaramo uvid u rezerve kreatin fosfata. Zbirno opterećenje tokom 30 sekundi vožnje na bicikl ergometru zapravo predstavlja anaerobni kapacitet sportiste. Ukoliko postoji mogućnost praćenja VO₂max tokom testa, dobićemo jasnije informacije o mnogim korisnim parametrima fizičke spremne.

Pored Wingate testa, jedni od najpopularnijih testova anaerobnih kapaciteta sportista su takođe Margarija test, minutno trčanje, Cunningham-Faulkner test, Bosco ergo skokovi, veslanje na 500m, itd. Maderov test se pokazao veoma korisnim u laboratorijskim uslovima, tako da se osamdesetih godina počeo primenjivati u velikoj meri. Problem direktnog praćenja VO₂max, laktata, VO₂defmax i ostalih parametara prilikom igranja stonog tenisa čini teška organizacija aparature i korišćenje iste dok stonoteniser radi vežbu. Iz tog razloga, stonoteniseri uglavnom koriste druge metode fizičkog opterećenja kako bi testirali svoje anaerobne sposobnosti (trčanje, bicikl ergometar, veslačka mašina, itd.).

Aerobni kapacitet stonotenisera:

Aerobni kapaciteti se namiruju uz konkretan rad aerobnih izvora energije (ugljeni hidrati i masti), odnosno preko aerobne glikolize i aerobne lipolize. Postoje razne metode i tipovi testova za određivanje aerobnog kapaciteta, međutim praćenje $VO_2\max$ vrednosti predstavlja najpouzdaniji način. $VO_2\max$ predstavlja najveću količinu kiseonika koju sportista unese i potroši u telu za 1 minut. Sportisti koji imaju razvijen aerobni kapacitet utroše oko 7 litara kiseonika u samo jednoj minuti. Relativna potrošnja kiseonika kod muškaraca nespportista u proseku iznosi oko 45 mlO₂/kg/min, dok se kod ozbiljnih aerobnih sportista ta vrednost može čak i duplirati (vrhunski trkači na skijama dostižu vrednosti od 85 mlO₂/kg/min). Podela na osnovu potrošnje kiseonika kod muškaraca u životnom dobu od 30 godina izgleda ovako:

do 28mlO₂/kg/min = veoma slaba kondiciona sprema

28-38 mlO₂/kg/min = slaba kondiciona sprema

38-46 mlO₂/kg/min = srednja kondiciona sprema

46-58 mlO₂/kg/min = dobra kondiciona sprema

preko 58 mlO₂/kg/min = odlična kondiciona sprema

Kada su u pitanju nespportiskinje i sportiskinje, procenjuje se da su vrednosti za 20% manje u odnosu na nespportiste i sportiste.

U sportskim laboratorijama, test na trendmil traci ili bicikl ergometru uz pomoć laboratorijske aparature daje izuzetno precizne rezultate. Laktatni prag možemo ustanoviti različitim tipovima trčanja ili vožnje. Dva primarna načina su progresivno povećanje opterećenja pa samim tim i intenziteta, a drugi način se odvija u vidu intervala. Uglavnom se rade uz ponavljanja od 3, 5 i 7 minuta. Pauza je u većini slučajeva minimalna (između 60 i 90 sekundi), odnosno taman tolika da se uzme uzorak krvi iz prsta. Potom, stvaramo jasniju sliku u kom trenutku je nivo laktata krenuo rapidno da raste i time određujemo laktatni prag. Kada je u pitanju direktna korelacija između meranja kapaciteta i igranja stonog tenisa, nažalost testovi se u velikoj većini primera ne odvijaju tako što se konkretno igra stoni tenis. Razlog je vrlo jednostavan, tokom igranja stonog tenisa dešava se mnogo različitih kretanja, odnosno putanja, stoga je teško održati laboratorijsku aparaturu u adekvatnom položaju. Bilo kako bilo, rad sa drugim, sličnim aerobnim vežbama svakako može dati adekvatne nalaze koji su nam potrebni, ili jednostavnije rečeno vožnja ergometra i trendmil traka mogu sasvim korektno da posluže.

STEČENE VREDNOSTI U LABORATORIJSKIM USLOVIMA:

Pored praćenja srčane frekvence, nivoa laktata u krvi, MLSS rezultata i evidentiranih vrednosti VO₂max, prilikom laboratorijskog testiranja takođe dobijamo informacije o maksimalnom kiseoničnom deficitu (VO₂defmax) i maksimalnom kiseoničnom dugu (VO₂dugmax). VO₂defmax predstavlja količinu kiseonika koja nedostaje na početku fizičkog rada. Energija se tom prilikom dobija iz anaerobnih izvora pa će iz tog razloga kiseonični deficit biti parametar koji ukazuje na veličinu anaerobnog kapaciteta. Kod vrhunskih sportista može iznositi i preko 10 litara. VO₂dugmax predstavlja količinu kiseonika koji se troši nakon vežbe, sve dok se ne uspostavi normalan ritam disanja i srčane frekvence. Organi nisu u mogućnosti da se povrate na stanje homeostaze odjednom, tako da će neko vreme trošiti veću količinu kiseonika u odnosu na stanje mirovanja. Iz tog razloga, VO₂dugmax takođe predstavlja pomoćan način za određivanje anaerobnog kapaciteta.



Slika 2. merenje VO₂max vrednosti

5. Metabolička fleksibilnost

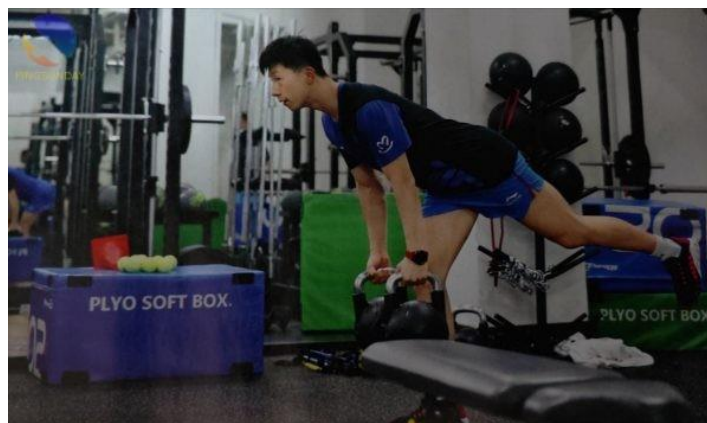
Metabolička fleksibilnost je fenomen koji se sve više pominje u sportskoj medicini. Metabolička fleksibilnost predstavlja sposobnost organizma da se što brže i na što bolji način prebaci sa jednog energetskog sistema na drugi. Sportisti koji poseduju visoku metaboličku fleksibilnost, odnosno sportisti koji su uz pomoć treninga i adekvatne ishrane uspeali da dostignu viši nivo metaboličke adaptacije u zavisnosti od potražnje za mastima i za ugljenim hidratima, mogu se pohvaliti odličnim rezultatima, ali i opštim fizičkim zdravljem. Znatno više energije imaju na raspolaganju za određeni vremenski interval i određenu aktivnost. Mnoge stvari utiču na metaboličku fleksibilnost, počevši od treninga, hormonalne homeostaze, ishrane i odmora. Jedna od glavnih stvari koja se propagira (pored fizičke aktivnosti, naravno) u potrazi za većom

metaboličkom fleksibilnošću je vremensko restriktivni fasting (intermittent fasting). Ovaj fasting se bazira na ograničenom vremenskom periodu u toku dana kada unosimo i kada ne unosimo hranu. Uglavnom se ograničava period unosa hrane na 8 sati i period restrikcije od 16 sati, kako bi se stimulisala autofagija, podstakao bazalni metabolizam na viši nivo operisanja i kako bi se mitohodrije neophodne za ćelijsko disanje i funkcionisanje adekvatno regenerisale. Više o metaboličkoj fleksibilnosti ćemo pričati u nekom od narednih tekstova.

6. Fiziološko prilagođavanje treninga stonotenisera

KONDITIONI TRENING STONOTENISERA:

U skladu sa bioenergetskim sistemima i kapacitetima, stoni tenis nosi titulu aerobnog sporta, pa je veoma bitno na ovaj način razvijati i kondicioni trening. To svakako ne znači da anaerobne parametre treba zanemariti, naprotiv. Anaerobni kapacitet treba razvijati korak uz korak sa aerobnim. Ne smemo zaboraviti da se stoni tenis zasniva u velikoj meri na eksplozivnoj snazi, pa samim tim i na anaerobne sisteme (ATP - CP sistem i anaerobna glikoliza se najviše koriste u kratkim poenima). Dakle, odgovarajući program fitness treninga stonotenisera treba raščlaniti, detaljno primenjivati, pratiti i na posletku, sabrati rezultate u jednu celinu. Preporuka je da se kondiciona priprema radi 3 puta nedeljno, na sledeći način: Eksplozivna snaga, pliometrija i koordinacija u jednom treningu (sa simulacijama igre); Apsolutna snaga, statička snaga i refleksi na drugom treningu i na trećem treningu primenjivati cardio vežbe van sale, na atletskoj stazi, za poboljšanje aerobnih i anaerobnih kapaciteta (HIIT trening, deonice, kamikaze, itd.). Odmor između treninga uglavnom traje jedan ili dva dana, kako bi se respiratorne i miofibrilne promene iskoristile na najbolji način.



Slika 3. Ma Long tokom fitness treninga

STONOTENISKI TRENING:

Poznavanjem fizioloških zakonitosti i proučavanjem reakcije tela stonotenisera na korigovane trenajne programe u skladu sa bioenergetskim sistemima i kapacitetima, možemo dostići viši nivo i postizati bolje sportske rezultate. U zavisnosti od cilja treninga koji želimo da postignemo u datom trenutku, moramo analizirati i menjati određene metode treninga, energetskog utroška i energetskog unosa. Ukoliko se nalazimo u predtakmičarskom pripremnom periodu, predlaže se ubacivanje anaerobnih treninga, kako bi se uticalo na pomeranje laktatnog praga (a u neizmjeničnom radu sa srednjim intenzitetom možemo uticati i na VO₂max). Vežbe se mogu odvijati u vidu sprint trčanja, plivanja, veslanja, ali i kroz sam stoni tenis, preko intervalnog treninga, sa visokim intenzitetom i ne dužom serijom od 2 minuta. Serije se mogu proizvoljno ponavljati, ali je važno pratiti indikatore zamora. Nasuprot tome, u takmičarskom periodu želimo veći akcenat da stavimo na tehničko-taktičke elemente treninga, stoga nam se i intenzitet treninga drastično menja, pa samim tim i energetski sistemi koji se aktiviraju. Više se orijentišemo ka treningu koji stimuliše nervni sistem, dok respiratorni sistem dolazi do predaha. U ovom slučaju dominira aerobni energetski sistem i zahteva od nas hranu bogatom masnim kiselinama. Naravno, nikada to ne treba da budu striktni treninzi sa jednoličnim metodama, iz prostog razloga što se telo sportiste relativno brzo adaptira na novonastalu bioenergetiku. Promenljivost i podsticaj svih ovih energetskih sistema tokom jednog treninga je neophodna stvar, ali u zavisnosti od cilja koji je pred nama, zahteva se od trenera da napravi plan koji će na optimalan način iskoristiti utrošenu energiju iz adekvatnog energetskog sistema. Usled loših procena, dolazimo do velikog broja povreda, pretreniranosti kako lokomotornog aparata, tako i nervnog sistema, hormonalnog disbalansa pa čak i do ozbiljno ugroženog zdravstvenog stanja. Neadekvatna ishrana koja ne snabdeva u dovoljnoj meri energetski sistem potreban za igranje stonog tenisa u različitim intenzitetima takođe je čest razlog narušenog zdravlja ili forme. Potrebno je režim ishrane podrediti energetskim sistemima koje pretežno koristimo u datom trenutku. Više o nutricionizmu u stonom tenisu ćemo razmatrati u daljim tekstovima.

8. Zaključak

Aktivno igranje stonog tenisa iziskuje mnogo pažnje ka velikom broju faktora koji obezbeđuje dalji napredak. Bioenergetika tela se nalazi na samom vrhu ove lestvice i potrebno je u skladu sa njom vršiti plan i program treniranja. Kao što smo već rekli, pogrešan "trening-oporavak" program može imati katastrofalne ishode po stonotenisera, koji neretko završavaju težim povredama ili okončanjem karijere. Stoga, trening programe treba formirati u mikro cikluse, odrediti ciljeve na kraće vremenske periode, postaviti pre svega adekvatnu ishranu koja će

odgovoriti zahtevima potrošnje energije tokom treninga u datom trenutku, obavezno uvrstiti elemente oporavka u celokupan plan i pratiti indikatore koji ukazuju na preopterećenost lokomotornog aparata i nervnog sistema. Sastavljanje ovog kompleksnog programa rada ne treba da bude briga igrača, igrači treba da se fokusiraju na tehničke, taktičke i psihološke pripreme tokom sezone. Odgovornost za plan i program rada mora preuzeti isključivo trener. Davno je prošlo vreme kada je za održavanje stonoteniskog treninga bila potrebna samo dobra volja trenera za radom i vojnički režim treniranja. Zastarele metode i pristupi ne samo da ne nude napredak, već predstavljaju kontra efekat i potencijalnu pretnju po karijeri. Danas nije dovoljno samo raditi, nego se mora raditi pametno. Svi poznajemo velik broj igrača koji su usled loše konstruisanih trening programa završili stonoteniske karijere. Poznavanje pojmova iz fiziologije, anatomije, biomehanike, bioenergetike i nutricionizma su samo jedni od mnogih karakteristika koji definišu novu normu za sportske trenere u 21. veku i u skladu sa progresijom nauke i samog sporta, moramo ozbiljnije pristupiti našem sportu ukoliko želimo da dostigne nivoe za koje svi duboko u sebi smatramo da zaslužuje.

9. LITERATURA

1. Grujić N. (2016) Fizilogija sporta. Novi Sad: Medicinski fakultet
2. Kresser C. (2017) Unconventional Medicine, SAD
3. Saladino P. (2020) The Carnivore Code, SAD
4. Ssson M. (2021) Two Meals A Day, SAD
5. McKeown P. (2016) The Oxygen Advantage, SAD
6. Lithaw P. (2015) Glycolysis, SAD
7. <https://www.foundmyfitness.com>
8. <https://www.strongfirst.com>
9. <https://en.wikipedia.org/wiki/Bioenergy>
10. <http://www.ognjenstojanovic.com/energetski-sistemi-organizma>
11. <https://hubermanlab.com>