



TARTU ÜLIKOOL

Spordipedagoogika ja treeningõpetuse instituut

Ülari Kais

Aeroobse intervalltreeningu kasutamine kesk- ja pikamaajooksudes

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatus ja spordi õppekava

Juhendaja: dotsent Jarek Mäestu

Tartu 2014

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	5
1.1 Intervalltreeningu kasutamine läbi aegade	5
1.2 Intervalltreeningu olemus	9
1.3 Aeroobse intervalltreeningu komponendid	12
1.3.1 Aeroobne lävi	12
1.3.2 Anaeroobne lävi.....	13
1.3.3 Maksimaalne hapnikutarbimine	14
1.4 Lühike intervalltreening ja tema efektid.....	16
1.5 Pikk intervalltreening ja tema efektid.....	20
1.6 Kõrge intensiivsusega aeroobne intervalltreening (HIT) ja tema efektid.....	23
2. KOKKUVÕTE	25
3. KASUTATUD KIRJANDUS	27
4. SUMMARY	32

SISSEJUHATUS

Läbi ajaloo on sportlaseid ja treenereid huvitanud kuidas saada treeningutest maksimaalset kasu. Praktikast on teada väga erinevaid meetodeid, kuidas saaks organismis esile kutsuda erinevaid füsioloogilisi muutusi, mis aitaksid kaasa sportliku saavutusvõime paranemisele, olgu siis selleks ühtlusmeetod, kordusmeetod või hoopis intervalltreening.

Valisin töö teema, kuna tegelen ka ise aktiivselt kesk- ja pikamaajooksuga ja antud teema pakub mulle huvi. Samuti loodan töö käigus saadud teadmisi rakendada oma treeningutes ja samuti tulevases treeneritöös. Oma töös keskendun aeroobse intervalltreeningu uurimisele ja proovin teada saada, kui suurt kasu on võimalik sellest saada ja mis muutusi ta organismis esile kutsub.

Esimesed kirjanduslikud viited intervalltreeningu kohta pärinevad 50ndatest aastatest kui Reindell ja Roskamann tegid sellest teaduskirjanduses juttu (Billat, 2001). Intervalltreeningut aitas populariseerida Helsingi olümpiamängude kangeline Emil Zatopek, kes läks enda kasutatavate treeningutega äärmustesse, sooritades selliseid treeninguid nagu näiteks 100x400m (Billat, 2001).

Intervalltreeningut saab jagada valdavalt kaheks, aeroobne ehk ekstensiivne või anaeroobne ehk intensiivne intervalltreening. Intervalltreeningut kasutavad mingil määral oma treeningus valdav enamus vastupidavusalade sportlasi, samuti kiirusjõualade esindajad. Intervalltreeninguks on hulganisti variante olgu siis selleks pikad, näiteks 5x1000m lõigud või hoopis lühikesed 10x200m lõigud.

Daniels (2005) on jooksja treeningute peamised eesmärgid füsioloogiliste võimete tõstmisel kirja pannud järgnevalt:

- Parandada organismi võimeid transportida verd ja hapnikku;
- Parandada jooksmisel töös olevate lihaste võimet efektiivselt kasutada hapnikku ja suurendada võimsust;
- Tõsta anaeroobsel läve jooksukiirust;
- Tõsta maksimaalset hapnikutarbimise võimet (VO₂max);
- Suurendada jooksu ökonoomsust.

Need on peamised funktsionaalsed võimed mida üritatakse treeninguga parandada, et saavutada paremaid tulemusi kesk- ja pikamaajooksudes.

Füsioloogilised tegurid pikamaajooksu saavutusvõime seisukohalt on hästi teada ja kirja pandud ja sisaldavad maksimaalset hapnikutarbimist (Billat jt., 2001; Noakes, 1991), anaeroobne lävi määratuna laktaadi kontsentratsioonist (Noakes, 1991) ja jooksu ökonoomsust (Noakes, 1991).

Käesolevas bakalaureuse töös proovin leida vastused järgnevatele küsimustele:

- Kui suurt kasu on võimalik aeroobsest intervalltreeningust saada ?
- Millistel jooksudistantsidel on kasu suurem ?
- Kui suur peaks olema aeroobse intervalltreeningu pikkus, et kasu oleks maksimaalne ?
- Milline on pikkade ja lühikeste intervallide kasutamise mõju ?

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Intervalltreeningu kasutamine läbi aegade

1910 aastal oli võimalik juba mõõta hapnikutarbimist kehaliste harjutuste vältel aga ühtegi sportlast ei testitud veel treeningute parandamise eesmärgil. Kuigi 1912 aasta 10000m olümpiasportlane jooksja Hannes Kolehmainen oli juba kasutanud oma treenigutes intervall treeningut, spetsiaalses 10km võislustempos. Ta kasutas treeningus 5 - 10 kordust, jooksis 1000m lõike ajaga 3min 5sek (19km/h). Kaheksakümmend aastat hiljem on 10km spetsifiline intervall treeningu jooks kiirusega 22.7 km/h (Billat, 2001).

Peale teist maailmasõda sai intervall treeningust laialt kasutatud treeningmeetod euroopa jooksjate poolt. Mitmed sportlased nagu Emil Zatopek, Gordon Pirie, Roger Moens ja Vladimir Kuts kasutasid intervalltreeningut. Kõige kuulsam sportlane, kes kasutas intervall treeningut oli Helsingi olümpiamängude kangelane Emil Zatopek, kes algatas intervall treeningu lühikeste amplituutide jooksmisega kriitilisel kiirusel. Tema kriitiline kiirus, arvatult isiklikest 3km kuni 10km rekorditest oli võrdne 85% VO₂max, see oli 20 km/h või 1min 12sek 400m peale või madalam tema anaeroobse läve tasemest (Billat, 2001). Sealjuures ta kordas kuni 100x400m kordusi päeva jooksul, vahelduvalt 200m taastavate jooksudega, tempoga mis oli lähedane tavajooksu tempost (Billat, 2001; Hawley, 2000).

Uurides Vladimir Kutsi intervalltreeningut nädala vältel (keskmise 5000m võistlustempo 22km/h), saame järeldada, et ta kasutas treenimiseks mitmeid seeriaid, eraldatud võimlemisega. Tänapäeval trenivad jooksjad meelsamini kaks korda päevas kui sooritada ühekordselt nii pikk treening. Kuts sooritas intervalltreeninguid valdavalt parkides ja metsades (Billat, 2001).

Vladimir Kuts-i intervalltreeningu näide (Billat, 2001). V.Kutsi 5000m tulemus oli 13min 35sek , $v_{5000m} = 22 \text{ km/h}$.

1. 30min sörkjooks
2. $8 \times 100\text{m}$ kiirendused (14sek)
3. Venitused, võimlemine
4. $20 \times 200\text{m}$ 28-29 sekundiga (118% of v_{5000m}) taastumiseks sörkjooks
5. $4 \times 400\text{m}$ (68sek, 96% of v_{5000m}) taastumiseks sörkjooks

6. 15min kergelt jooksu, kus tuli keskenduda lõdvale jooksustiilile

Taastumispaus oli vastavalt enesetundele, ei olnud eelnevalt määratletud

Reedene intervalltreeningu kava oli rohkem järjestikune.

1. 30min sörkjooks

2. $5 \times 120\text{-}150\text{m}$ maksimaalse jooksukiirusega

3. Venitamine

4. $5 \times 200\text{m}$ 28-29 sekundiga (118% of v5000m) taastumiseks sörkjooks

5. $20 \times 400\text{m}$ (60-80sekundiga in 96-109% of v5000m) taastumiseks sörkjooks

6. $5 \times 200\text{m}$ in 28-29sekundiga (118% of v5000m) taastumiseks sörkjooks

7. 15min kergelt jooksu, kus eesmärk oli keskenuda lõdvale jooksustiilile

8. 15min venitamine

v5000m = keskmine 5000m võistluskiirus

Viiekümnedatel, Franz Stamfil, kes treenis Sir Roger Bannisteri, esimest alla 4 minuti miilijooksjat, rakendas tema peal intervalltreeningut erinevates vormides (nii aeroobselt kui ka anaeroobselt) viiel päeval nädalas ja peaaegu aastaringselt nii. Ta eelistas, et tema sportlased jooksevad vähem miile aga teevad seda kvaliteetselt. Siiski korra nädalas tegid nad fartleki jookse 60 kuni 90 minutilise kestvusega. Fartleki jooks on leiutatud Rootsi treeneri Gösta Holmeri poolt 1930ndatel (Billat, 2001).

Kuuekümmendatel tulid esimesed teaduslikud uuringud intervalltreeningu kohta. Rootsi füsioloog Per Olof Astrand arendas pika intervalltreeningu kiiruste juures mis jäid kriitilise kiiruse ja ja vVO₂max-i vahele. Kolme minutilised jooksud umbes 90 – 92% vVO₂maxist kutsusid esile maksimaalse hapnikutarbimise taseme viimaste korduste aeg, hoolimata täielikust puhkusest lõikude vahel. Astrand jt. (1960) tõdesid, et see on üks parimaid vorme intervalltreeninguks, et arendada VO₂max-i, sest kõik kardiorespiatoorsed parameetrid olid oma maksimumil. Grupi uurijate poolt esitati väga lühike intervalltreening, jooks 100%-ga vVO₂max: 10 sekundilised jooksud vahelduvad 10 sekundiliste puhkustega, hapniku tarbimine saavutas VO₂max-i madala laktaadi akumulatsioonide juures. Samuti avaldati 60ndatel esimene uuring (Christensen jt., 1960), mis kirjeldas ainevahetuse muutusi intervalltreeningu vältel, küllalt lühikeste perioodide jooksul 5 kuni 30 sekundit. See oli küllalt märkismisväärne arvestades võimalusi tollal hapniku tarbimise mõõtmiseks. Uurijad tõdesid, et jooksja, kes sooritab väga lühikesi vahelduvaid jookse (15 sek) alternatiivile

lühikesed kõrge intensiivsusega kordused 100% vVO₂max-st täieliku puhkusega (15sek) püsivalt 30 minuti jooksul madala vere laktaadi tasemega (2.3 mmol/L), need sportlased saavutasid VO₂maxi harjutuse lõpuks. Kasutades lühemaid pause (10 sekundit) saavutas sportlane 95% VO₂max-st juba 18ndaks minutiks, vere laktaadi tase püsis 5.6 mmol/L juures. Siiski passiivse taastumise pärast see väärtus kõikus 89 ja 95% vahel VO₂max-ist. Lüheme töö aja ja pausidega (5 sek mõlemad), sportlane saavutas ainult 81% VO₂max-ist aga see väärtus oli rohkem püsiv, väga lühikese pausi pärast. Testi lõpus vere laktaadi tase oli ainult 2.5 mmol/L, sarnane nagu lühikeste vahelduvate jooksude ja pauside puhul 15 sek mõlemad (Christensen jt., 1960).

Samuti 60ndatel Artur Lydiard (kahekordse Rooma olümpiavõitja Peter Snell-i treener) rakendas sportlaste treenimiseks väga lühikest intervalltreeningu meetodit: jooks 100%-ga vVO₂max tasemel. Antud treeningu ülesehitus oli 10-15 sekundilised jooksud ja sama pikkusega pausid joostes 30-40% VO₂max-st (Billat, 2001).

Seitsmekümnendatel hakkati maksimaalset hapnikutarbimist sportlastel regulaarselt mõõtma, kaheksakümnendatal lisandus laktaadi kontsentratsiooni mõõtmine. Kaheksakümnendatel kerkis esile plejaad kõrge tasemega jooksjad nagu Sebastian Coe, keda treenis tema isa Peter Coe, kes oli väga inspireeritud teaduslikest meetoditest. Sebastian Coe sooritas nii aeroobseid kui ka anaeroobseid intervalltreeninguid sama hästi kui ringtreeningut jõu ja võimsuse arendamiseks (Billat, 2001). Põhja-Aafrika jooksja Said Aouita (endine maailmarekordi omanik 1500m ja 5000m jooksus) kasutas intervall treeningus lõike erinevate kiirustega. Sama harjutuskorra jooksul jooksis ta 5000m võistluskiirusega (94% vVO₂max-st) ja siis 1500m võistluskiirusega lõike 200m kuni 3000m (Billat, 2001).

Treenerid kasutasid spetsiifilisi kiiruseid 800m-st kuni 5000m, et kalibreerida intervalltreeningut, arvestamata füsioloogilisi markereid. Daniels jt. (Daniels jt., 1986) defineerisid vVO₂max parameetri, kiirus seotud maksimaalse hapnikutarbimisega, määratud kasvava töö testiga jooksulindi peal. Peale selle leiti, et vVO₂max on väga lähedane pidevale 3000m võistlustempole (Daniels jt., 1986; Lacour jt., 1991). Maksimaalse hapnikutarbimise taset on lihtne mõõta kasvavate koormustega testiga ja seda saab kasutada intervalltreeningu kalibreerimiseks.

Tabel I. Kõrgel tasemel jooksjate füsioloogilised näitajad võistluskiiruste juures (Billat, 2001)

Sportlane, parim saavutus	vVO ₂ max kiirus (km/h) VO ₂ max väärtus	vAT D	Kriitiline kiirus	90-100% Maksimaalse hapnikutarbimise jooksukiirusest D	>vVO ₂ max D
<i>Paavo Nurmi</i> ; 5000m 14 min 28 sek (20.7 km/h); 10 000m 30 min 6 sek (19.9 km/h)	22.0; 75	15-20 km/päevas		20x100m, R = 200m kõndimist	4x400m maksimaalse jooksukiirusega üle 400m, R = 15 min paus
<i>Emil Zatopek</i> ; 5000m 13 min 57 sek (21.5km/h); 10000m 28 min 54.02 sek (20.8 km/h)	23.5; 76.2	20 km/päevas	20x200m + 40x2 + 400m + 20x200m = 200m sörkjooks; või 50x200m hommikul ja õhtul	40x200m, R = 200m sörkjooks	6x400m at 90% maksimaalsest jooksukiirusest üle 400m, R = 10 min paus
<i>Kip Keino</i> ; 3000m 7min 39 sek (23.5 km/h); 5000m 13 min 36 sek (22.1km/h)	23.5; 80.0	5x45 min või 6 x60 min		10x400m, R = 2 min sörkjooks; või 6x800m, R = 3-5 min sörkjooks	10x200m +10x100m + 4x80m 90% maksimaalsest jooksukiirusest, üle sama pikka pausi , R = 300m kõndimist
<i>Lasse Viren</i> ; 5000m 13 min 16 sek (22.6 km/h); 10000m 27 min 38 sek (21.7 km/h)	24.0; 83.0	80km nädalas 100 Bpm juures	130km Fartlek (12-15km)	10x200m, R = 2 min; või 6x800m, R = 3-5 min sörkjooks	8x600m, R = 600m kõndimist

- D = Distsants (m või km) või Kestvus (sek või min)
- bpm = löögid minutis
- R = puhkeperiood
- vAT = Anaeroobse lävekiirus
- VO₂max = maksimaalne hapnikutarbimise võime
- vVO₂max = jooksukiirus maksimaalsel hapnikutarbimise tasemel

1.2 Intervalltreeningu olemus

Intervallmeetodiks nimetatakse distantsilõikude korduvat läbimist mitteküllaldase taastumise juures, eelnevalt kokkulepitud puhkeintervalliga. Kuna intervallmeetodi toime jooksja organismile saadakse põhiliselt puhkeintervalli ajal, siis nimetatakse puhkeintervalli ka toimepausiks. (Lemberg jt., 1996).

Intervallmeetodi efekti määravad viis komponenti:

- Lõigu pikkus (meetrites)
- Lõigu läbimise kiirus (sek)
- Korduste arv (1-...)
- Puhkeintervalli kestvus (sek)
- Tegevus puhkeintervalli ajal (kõnd, sörk, passiivne puhkus)

Treeningut saab defineerida kui süsteemset ja regulaarset osalemist harjutustes, et parandada sportliku saavutusvõimet. Treeningu tulemusena põhjustatud stress füsioloogilistes protsessides ja struktuurides on stiimuliks adaptatsioonile, mis kutsub esile organsimi saavutusvõime paranemise (Viru A, 1984). Pidev adaptatsioon ilmneb ainult siis kui treeningu intensiivsus on piisav adaptatsiooni esile kutsumiseks (Hawley, 2000). Treening koormus on produkt, mis koosneb intensiivsusest, kestvusest ja sagedusest (Smith jt., 1999). Treeningu intensiivsust võib pidada kõige tähtsamaks muutujaks, mida saab mõjutada, et kutsuda esile maksimaalse hapnikutarbimise võime kasvu (Daniels, 2005).

Kui me võtame näiteks intervalltreeningu 3 minutit kiirusega, mis on 100% maksimaalse hapnikutarbimise kiirusest ($vVO_2\max$) määratud kasvava testiga segamini 3 min taastuspausidega 50% $vVO_2\max$ kiirusest.

Tooksin näitena intervalltreeningu karakteristikud, mis on defineeritud Saltini poolt (Saltin jt., 1976).

(i) intensiivsus on defineeritud kui keskmine võimsus; eelpool kirjeldatud intervalltreeningu jaoks on keskmine intensiivsus võrdne $(100 + 50)/2 = 75\% vVO_2\max$ [75% maksimaalse hapniku omastamise kohta ($VO_2\max$)]

(ii) Koormuse ja taastumise suhe; üleval pool kirjeldatud intervalltreeningu aja-suhe $3/3=1$;

(iii) Amplituud on suhe erinevuste vahel töö perioodide intensiivsuse (rasked ja taastavad jooksud) keskmise kiirusega jooksud; üleval pool kirjeldatud intervalltreeningu jaoks amplituut on $100 - 75/75 = 33\%$, sest keskmine kiirus oli $75\% vVO_2\max$.

(iv) kestvus ja distantsi läbimine kõrge ja madala jooksukiirusega

Intervalltreening kiirustel, mis on lähedaselt seotud $VO_2\max$ tasemega võivad maksimeerida $VO_2\max$ arengut, samuti näitavad tulemused märkimisväärset arengut mitokondrite tiheduse kasvus. (Brooks jt., 1996). Lisades aeroobse treeningu kasutegureid, intervalltreening stimuleerib laktaadi eemaldamise mehhanisme, mis sõltub otseselt laktaadi tasemest veres, mida suurem on laktaadi tase veres seda suurem on laktaadi eemaldamine. (Brooks jt., 1996). Seega intervalltreening mis tõstab vere laktaadi taset, samuti stimuleerib selle eemaldamist. Selle pärast on soovitatud teha aktiivseid taastumispause intervallide vahel, et stimuleerida laktaadi eemaldamist ja vältida laktaadi kuhjumist (Brooks jt., 1996). Peale väsitavat harjutust on kuhjunud laktaadi eemaldamine tõhusam kui sportlane jätkab harjutustega taastumisperioodil aga madalama intensiivsusega, mis tavaliselt ei kuhja lisa laktaati (Brooks jt., 1996). Vaatamata kõrgele laktaadi produktsioonile võistluskiiruste juures, mida intervalltreeningus kasutatakse, on täheldatud, et kõndimine või sörkimine puhkuse ajal vahelduva harjutuse puhul stimuleerib oksüdatiivset taastumist (Newsholm, 1986). Seega soovitatakse rohkem aktiivset pausi intervallide vahel kui passiivset, aktiivse pausi ajal mitte ainult ei kutsu esile ja säilita $VO_2\max$ taset aga samal ajal stimuleeritakse laktaadi eemaldamist.

Tabel II. Erinevat tüüpi intervalltreeningute tutvustus (Billat, 2001).

Intensiivsus (% vVO ₂ max)	Füsioloogiline ja võistluskiirus	Ajaliimit antud kiirusel (min)	Ajaliimit VO ₂ max tasemel (min)	Maksimaalne vere laktaadi tase (mmol/L)	Aeroobse ainevahetuse osakaal energiatootmises (%)	Anaer. Intervall-treening	Aeroobne intervall-treening
115-130	v1000m; v800m	3-2	2-1	15-18	75-65	6 x 30 sek; R = 30 sek (rest); 60 sec, 45 sec, 30sec, 45sec, 60 sec, R = 5 min	20x10 sek R = 10 sek (rest)
105-115	vmiles; v1500m	6-4	4-2	13-15	85-80	6 x 1min; R = 3 min 3 x 500m v1500m; R = 3 min	15x15 sek R = 15sek 50% vVO ₂ max
100-105	vVO ₂ max; v3000m	8-6	5-4	11-13	90-85	3x1000m v3000m; R = 3 min	20 x15sek R = 15sek 50% vVO ₂ max
95-100	v5000m	15-8	10-5	9-11	95-90	5x1000m v5000m R = 3 min	25x15 sek R = 15 sek 50% vVO ₂ max 6x3 min R = 3min 50% vVO ₂ max
90-95	v10 000m ja kriitiline kiirus	30-15	1-10	7-9	97.0		3 x3000m v10 000m; R = 3 min
85-90	„Ühe tunni kiirus“	60-30	0	5-7	98.0		2 x 20min R = 3 min 70% vVO ₂ max
80-85	Anaeroobne lävi	80-60	0	3-5	99.0		2 x 30min R = 3 min 70% vVO ₂ max
75-80	Maratoni kiirus	150-80	0	3-3.5	99.9		2x15km R = 1km 70% vVO ₂ max

R = taastusperiood; vVO₂max = maksimaalse hapnikutarbimise kiirus;

1.3 Aeroobse intervalltreeningu komponendid

1.3.1 Aeroobne lävi

Sõltuvalt töö intensiivsusest ja kestusest kasutatakse energiatootmiseks erisuguseid energiaallikaid. Vastupidavusalade seisukohalt etendavad peamist osa aeroobsed energiatootmisallikad. Maksimaalsel pingutusel (kestus üle 10 minuti) saadakse 80% ja rohkem energiat aeroobsete mehhanismide arvelt. See on üldse energeetikas domineeriv mehhanism. Vastupidavuse arendamise seisukohalt on treeningukoormuse intensiivsuse kaks olulist astet: aeroobne lävi, mille juures aeroobsetele protsessidele hakkavad vähesel määral lisanduma anaeroobsed protsessid ja anaeroobne lävi, mille juures lihasenergeetikas hakkab järsult tõusma anaeroobsete protsesside osa (Lemberg jt., 1996). Aeroobne lävi on suurim töö intensiivsus, millega treenides arendatakse põhiliselt rasva-ainevahetust ja mis on baasvastupidavuse aluseks (Lemberg jt., 1996).

Aeroobselt saadakse energiat läbi oksüdatiivse fosforüülimise, see mehhanism kindlustab ATP taastootmise aeroobsetes tingimustes hapniku pideva juurdevoolu juures. Energiaallikana kasutatakse glükogeeni ja rasvu. Kui energiaallikana kasutatakse glükogeeni, siis limiteerib töö kestust glükogeeni hulk lihastes ja maksas. Suurim energeetiline mahtuvus saavutatakse siis, kui energiaallikaks on rasvad. Rasvade kasutamise piiravaks teguriks on väike energiatootmise võimsus. Oluline on teada, et sportliku pingutuse ajal ei ole tegemist ainult ühe energiatootmismehhanismiga, vaid need toimivad samaaegselt. Tegemist on ühe või teise mehhanismi ülekaaluga, mis lubab meil rääkida ühe või teise mehhanismi eelistatud kasutamisest ning ka vastavate limiteerivate tegurite eelistatud sisselülitamisest. (Lemberg jt., 1996).

Tabel III. Erinevad võistlusdistsid jooksisel ning aeroobsete ja anaeroobsete energiatootmismehhanismide omavaheline suhe (Perronnet ja Thibault, 1989).

Distsid	Tulemus	Aeroobne energia tootmine (%)	Anaeroobne energia tootmine (%)
1000 m	2:12.18	65	35
1500 m	3:29.46	76	24
3000 m	7:32.10	88	12
5000 m	12:58.39	94	6
10000 m	27:13.81	97	3
Poolmaraton	1:00:55	99	1
Maraton	2:07:12	99	1

Antud tabeli põhjal saab järeldada, et kõige tähtsam on aeroobne energia tootmine, isegi juba 5000m distantsil on aeroobse ainevahetuse osakaal ligikaudu 95% ja treeningus tuleks sellele pöörata suuremat tähelepanu.

1.3.2 Anaeroobne lävi

Anaeroobne lävi on suurim töö intensiivsus, millega on võimalik treenida aeroobseid protsesse ning mida ületades hakkab lihastesse kuhjuma järsult laktaati, mis põhjustab kiire lihaskrampsimise. Treeningutel anaeroobse läve tasemel ja allpool seda on küllaltki kompleksne toime organismi eri süsteemide arendamiseks, millest sõltub jooksja vastupidavuse tase (Lemberg jt., 1996):

- Paraneb kapillarisaatsioon, koos sellega verevarustus
- Suureneb mitokondrite arv
- Kiireneb laktaadi eemaldamise võime
- Suureneb vabade rasvhapete hapendumine ja väheneb glükogeeni kasutamine energiaks
- Tõuseb müoglobiini hulk
- Suureneb südamelihase kontraktiilsus

Anaeroobne lävi vastab individuaalselt erinevale laktaadi kontsentratsioonile veres, mis on enamasti vahemikus 2,5 ja 5,5 mmol/l, kuid kokkuleppeliselt seostatakse läve kõige enam kontsentratsiooniga 4 mmol/l. On leitud, et hästitreenuvad pikamaajooksjad on anaeroobne lävi umbes 88% VO₂max tasemest ning suudavad sellisel intensiivsusel võistelda umbes 50 kuni 60 minutit (Daniels, 2005; Ghosh, 2004; Livingstone, 2009), seevastu madalama tasemega sportlased suudavad anaeroobsel lävel pingutada umbes 30 minutit.

Vastupidavuse arendamisele ehk võimet kauem seista vastu väsimusele, on vaja järjepidevalt treenida, et saavutada parim võimalik tulemus. Kõrge maksimaalne hapnikutarbimise näit on siinkohal küll suureks eeliseks hea tulemuse saavutamisel, aga olulisem on võime säilitada pikka aega kõrge hapnikutarbimise taseme protsent. Selline intensiivsus balansseerub anaeroobsel lävel, mis määrab suuresti pikamaajooksu võistlustempo (Foster ja Lucia, 2007; Ghosh, 2004; Hawley, 2000; Lemberg jt., 1996).

Anaeroobselt saadakse energiat kas kreatiinfosfokinaaselt või glükolüütiliselt. Kreatiinfosfokinaasi mehhanism kindlustab ATP väga kiire taastootmise kreatiinfosfaadi varude abil. Sellel energiatootmismehhanismil on kõrge võimsus ja kiire taastumisvõime, kuid väikesed varud. Seetõttu on tema energeetiline mahtuvus väike. Maksimaalse võimsusega tööd on võimalik säilitada ligikaudu 10 sekundit (Lemberg jt., 1996)

1.3.3 Maksimaalne hapnikutarbimine

Maksimaalne hapnikutarbimine on suurim hapniku hulk, mida organism on võimeline pingelise lihastöö ajal kasutama (Lemberg jt., 1996). Maksimaalne hapnikutarbimine ehk VO₂max on seotud indiviidi hingamissüsteemi ja südame-veresoonkonna võimekusega transportida hapnikku ning lihaste võimekusega hapnikku omastada (Ghosh, 2004). Treeningu juhtimise seisukohast on samuti oluline teada töö intensiivsus, mille juures organism saavutab maksimaalse hapnikutarbimise taseme. Sellise tööintensiivsuse juures toodetakse energiat ka anaeroobselt, kuid aeroobne energiamoodustamine on siiski põhiline. Kui aeroobne ja anaeroobne lävi peegeldavad aeroobsete mehhanismide efektiivsust, siis maksimaalne hapnikutarbimine peegeldab aeroobsete mehhanismide võimsust. Vastupidavuse arendamisel etendavad suurt osa nii aeroobse kui anaeroobse läve kiiruste tõstmine kui ka maksimaalne hapnikutarbimise taseme tõstmine. Maksimaalse hapnikutarbimise tase on väga suurelt osalt

määratud geneetiliselt (Lemberg jt., 1996). Ta näitab rohkem vastupidavusaladel eduka esinemise potentsiaali ning tema taseme parandamine on limiteeritud. Vastupidavustreeningute alustamine kõrgelt maksimaalse hapnikutarbimise tasemelt on eelduseks, et sportlasest võib saada hea keetusjooksja. Sellepärast on headel keetusjooksjatel kõrged maksimaalse hapnikutarbimise väärtused (Lemberg jt., 1996). Kõigest mõne üksiku erakordse erandiga saab väita, et on suhteliseltvõimatu saavutada tippulemuse pikamaajooksus, kui VO₂max on alla 70 ml/min/kg. Maailma parimate pikamaajooksjate seas on eeldatav keskmine VO₂max 75–80 ml/min/kgning mõningatel isegi kuni 85 ml/min/kg (Foster ja Lucia, 2007; Hawley, 2000).

Tabel IV. Erinevate tasemetega jooksjate maksimaalsed hapniku tarbimise väärtused (Lemberg jt., 1996)

Dave Bedford	10000m	27.30,8	85,0 ml/min/kg
Steve Scott	1 miil	3.49,68	80,1 ml/min/kg
Aivar Tsarski	3000m tak.	8.29,7	80,0 ml/min/kg
Grete Waitz	maraton	2.24.54	73,0 ml/min/kg
Svetlana Ulmassova	3000m	8.26,78	76,2 ml/min/kg

Maksimaalne hapnikutarbimine on füsioloogiliselt üks tähtsaim ja tavalisim mõõdetav parameeter hästitreenitud sportlaste füsioloogilise võimekuse hindamisel. Seetõttu on mitmed uuringud kirjeldanud seoseid VO₂max ja pikamaajooksu võistlustulemuse vahel. Uuringute tulemused näitavad, et korrelatsioon varieerub 0,52 kuni 0,98 (Ghosh, 2004) sõltuvalt jooksudistantsist.

Lisaks VO₂max tasemele on jooksja seisukohast oluline ka kui kaua suudetakse antud intensiivsust hoida. Hästitreenitud sportlane suudab hoida VO₂max taset 8–10 minutit, mille tõttu on ka maksimaalse hapniku tarbimise võime suurim tähtsus ja kõrge korrelatsioon 3000m jooksu võistlustulemusega (Daniels, 2005; Livingstone, 2009)

1.4 Lühike intervalltreening ja tema efektid

Lühikest intervalltreeningut on nähtud kui võimalust vältida glükogeeni varude ammendumist, kasutades selle asemel lipiide, võrreldes kestvate harjutustega sama kiiruse juures (Essen, 1978).

Maksimaalseks hapniku transpordi süsteemi koormamiseks soovitatakse vahelduvalt 10 sekundit jooksu ja 5 sekundit pausi, et saavutada VO₂max. (Astrand ja Rodhal, 1986). Hästi treenitud sportlased (VO₂max=5.3 l/min) on võimelised antud konfiguratsiooniga treeningut tegema 30 minutit, efektiivse jooksu ajaga 20 minutit vVO₂max tasemel.

Gorostiaga uuringust (Gorostiaga jt., 1991) selgub, et intervalltreening kordustega 30 sekundit tööd 100% vVO₂max juures, eraldatud 30 sekundilise puhkusega, parandas vVO₂max kasvu rohkem kui pidev treening 70% vVO₂max tasemel. Antud uuringus mõlemad nii vahelduv kui ka kestva töö puhul kutsuti esile ainult hapnikutarbimine mis oli 70% VO₂max-ist. Antud uuring toetus oletusele, et VO₂max paranemine on sõltuvuses stiimuli spetsiifilisusega (koormata kardiovaskulaarne ja aeroobne ensümaatiline süsteem oma maksimumini) seda suurem on VO₂max tõus. Antud uuringus ei mõõdetud aega mille jooksul sportlane oli maksimaalse hapnikutarbimise tasemel, samuti viidi antud uuring läbi veloergomeetri peal ja saadud tulemused võivad natuke erineda kesk- ja pikamaajooksjate puhul.

Lühike intervalltreening, mida sajandi vahetusel kasutati jooksjate poolt ja uuriti teadlaste poolt oli 30-30 sekundit tööd/puhkust (Billat, 2001). Kolmkümmend – kolmkümmend sekundiline lühike intervalltreening, kus 30 sekundiline puhkepaus oli aktiivne (50% vVO₂max) ja jooksjad püsisid VO₂max juures isegi taastusperioodil peale 5ndat intervalli kuni viimase (18nda) intervallini. Antud lühike intervalltreening aktiivse pausiga lubas sportlastel püsida VO₂max juures 10 minutit (83% kogu jooksu ajast vVO₂max juures), keskmine vere laktaadi tase lõpus oli 7.4 +/- 1.8mmol/l (Billat jt., 2000). Jooksjad saavutasid VO₂maxi intervalltreeningu käigus, vere laktaadi tase püsis 3ndast kuni 6nda minutini alla 4 mmol/l. Teatatud on, et ainult kõrge laktaat kaasneb hapnikutarbimise maksimaalse tasemega (Astrand jt., 1960). See oli selle pärast, et antud uuringus kasutati pikki 2 kuni 3 minutilisi intervalle koos täieliku puhkusega korduste vahel, et saavutada VO₂max. Seega, kui kasutada 30 sekundilisi harjutus/puhkus intervalle koos mitte aktiivse puhkusega siis katsealused ei saavutanud VO₂max taset.

Vere laktaadi kontsentratsioon on saadud peale vahelduvaid teste (6.8 ± 2.2 mmol/L) sarnased suurused raporteeris Gimenez (Gimenez jt., 1982). Need autorid kasutasid 45 minutilist vastupidavus testi, mis koosnes 9 x 1 minut vVO_2 max ja 4 minutit 50% vVO_2 max, samasugusest vere laktaadi tasemest raporteeris samuti Billat (Billat jt., 2001) intervalltreeningu perioodide ajal joostes vVO_2 max (intervallid olid koostatud individuaalste aegade järgi kurnatuseni vVO_2 juures) eraldatud aktiivse pausiga, milleks oli sama kestvusega jooks 50% juures vVO_2 max-ist.

Noakes (1991) on leidnud, et treeningu kasutegurid samuti sõltuvad distantssi pikkusest, mis on kaetud võistluskiirusega, määrav on lihaste adaptatsioon, et maksimineerida jõuliste lihaskontraktsioonide arvu (Noakes, 1991). Selle pärast vahelduv treening vVO_2 ga ainult ei luba südame-veresoonkonnal olla stimuleeritud maksimaalsel tasemel pikemat aega vaid lubab ka joosta kiirema kiiruse juures (+1.6 km/h). Seega mõlema südame-veresoonkonna ja lihas adaptatsiooni vaate vinklist, intervalltreening vVO_2 max taseme juures suure tõenäosusega tõstab saavutusvõimet keskmaajooksjatel.

Franch jt., (1998) võrdlesid erinevaid intervalltreeningu tüüpide efektiivsust: lühike (30-40 kordust 15 sekundit tööd, 15 sekundit puhkust) võrreldes pikk (4-6 kordust, 4 minutit tööd, 2 minutit puhkust) läbi 130 ja 115% vVO_2 max vastavalt harrastajooksjatel (Franch jt., 1998). Kolmas treeningu tüüp oli kestvusjooks 20 kuni 30 minutit 90% vVO_2 max-ist. Erinevate treeningute kestvus oli sarnane (3 gruppi, 3 trenni nädalas ja 6 nädala vältel). Maksimaalse hapnikutarbimisevõime paranemine oli parim pikal intervalltreeningul ja kestvusjooksul (+6%) kui lühikesel intervalltreeningul (+3.6%). See võis olla tingitud, kuna kasutati täieliku puhkust, et ennetada hapnikutarbimise kiiret maksimaliseerimist hapnikutarbimiseks lühikese intervalltreeningu puhul. Lisaks viidi kestav jooks läbi suure kiirusega (90% kohta vVO_2 max pannes katsealused saavutama 92,5% VO_2 max-st), et indutseerida VO_2 aeglast osa ja suurendada hapnikutarbimist VO_2 max suunas (Demarie jt., 2000). Lisaks sellele intensiivsele programmile tegid jooksjad aeglases tempos jookse 78% maksimaalsest südame löögisagedusest (HRmax). Suurim kasv oli näha kestvusjooksu gruppi puhul, kus aeg väsimuse tekkeni kasvas 94% 35 minutilt 68 minutini; pika intervalltreeningu grupi aeg väsimuse tekkeni pikenes 67% võrra ja lühikese intervalltreeningu aega väsimuse tekkeni pikenes 65%. Kestvusjooks paistab olevat palju efektiivsem, et suurendada maksimaalset hapnikutarbimist ja vastupidavust submaksimaalse kiiruse juures. See tuleneb ilmselt mitteaktiivsest puhkusest, mida kasutati intervalltreeningu puhul. Submaksimaalne VO_2 ja sama kiirusega (85% VO_2 max enne treeningut) vähenes suhtes ventilatsiooniga. Vere laktaadi

tase mõõdetuna peale submaksimaalse kiirusega jooksu oli vähenenud $6,6 \pm 0,4$ - $5,1 \pm 0,3$ mmol / l peale treeningut.

Antud uuringu tulemused näitasid selgelt, et mõõdukalt treeninud harrastusjooksjad saavad selgelt parandada nii jooksu ökonoomsust kui ka maksimaalset hapnikutarbimist küllalt lühikese perioodi vältel (6 nädalat), muutes oma tavalist aeroobset treeningut rohkem intensiivsemaks kestvusjooksuks või pikaks intervalltreeninguks. Vähenenud kopsude ventilatsioon edasises treeningus on korrelatsioonis märkimisväärselt paranenud jooksu ökonoomsusega ja viitab sellele, et hingamise kohanemine võib aidata kaasa jooksu saavutusvõime kasvule. Teised võimalikud tegurid nagu suhe protsendina I tüüpi lihaskiududesse. *Vastus lateralis* lihases, sammupikkuse, sammusagedus ja hingamisteede asendussuhe koormuse ajal submaksimaalse perspektiivis ei muutunud (Franch jt., 1998).

Aastal 1971 (Davies jt., 1971) rõhutasid, et avaldada efekti maksimaalsele hapnikutarbimise paranemisele peab inimene olema valmis töötama oma VO₂max kiirusega või lähedasega sellele ja isegi siis võib hapniku tarbimise paranemine olla märkimisväärselt väike. See on eriti oluline eelnevalt treenitud jooksjate puhul võrreldes treenimata üksikisikutega. VO₂max oli stabiilne pärast 4-nädalast treeningut ja ei suurenenud kuni kaheksa nädalat pärast treeningut.

Henriksson ja Reitman (1976) näitasid, et intervalltreening (5 x 4 minutit 100% VO₂max-ga pausiga 2 minutit lõikude vahel) suurendab oksüdatiivset võimsust II tüüpi kiududest võrreldes pideva tööga sama ajalise kestvusega 79% VO₂max-st. Need andmed on huvitavad keskmaajooksjatele, kellel on rohkem II tüüpi lihaskiude kõrge oksüdatiivse võimsusega.

Rahvusvahelisel tasemel maratonijooksja P.L kasutas oma treeningutes sarnast intervalltreeningut (Loskutov, 2009).

- 5X1000m, paus 200m 3.08.0; 3.05.8; 3.03.6; 3.03.5; 2.56.4
- 6X1000m, paus 250m 3.09.5; 3.08.7; 3.06.7; 3.07.6;3.07.6; 3.03.8.
- 8X1000m, paus 400m 3.05.8; 3.04.5; 3.04.0; 3.06.3;3.05.7; 3.04.0; 3.04.9;2.59.0
- 10X1000m, paus 400m 2.56.4; 2.55.6; 2.56.8; 2.56.0;2.56.6; 2.55.8; 2.55.8; 2.56.2; 2.53.9; 2.48.8.
- 6X1000m, paus 400m 2.49.1; 2.49.1; 2.49.3; 2.49.9; 2.49.1; 2.47.1.

P.L isiklik rekord maratonis 2:08.53 (2002)

Tulemused kõrvaldistantsidel:

1500 m - 3:48.37 1997

2000 m - 5:13.54 1998

5000 m - 13.46.61 2001

10000 m - 29:14.03 1999

Tabata jt., (1996) leidsid, et supramaksimaalsed harjutused (8 x 20 sekundit 170% VO₂max-ga 10 sekundit puhkust) suurendab maksimaalset hapnikutarbimist peale 7 nädalat, kui inimesed (VO₂max 53 ml/min/kg) tegid 5 treeningut 5-l päeval. See väga lühike intervalltreening lubas neil suurendada mõlemat nii maksimaalne akumulatsioon hapnikupuudust, mis näitab anaeroobset võimekust (28%) ja VO₂max (13%) (Tabata jt., 1996). Väga lühike paus tähendab, et võimsus on ikka väga suur (115% VO₂max) ja võimaldab hapnikutarbimist suurendada VO₂max-ni.

Hazell jt., (2010) uuringust selgub, et lühikesi 10 sek sprindi intervalle kasutades 4-6 korda treeningus, puhkeperioodida 2 või 4 minutit ja sooritada antud treeningut kolm korda nädalas, siis isegi nii lühikese perioodi jooksul nagu kaks nädalat suureneb VO₂max, maksimaalne võimsus ja 5 km ajasõidu sooritusvõime. Uuringu tulemusena selgus, et 10 sekundilised intervallid olid sama tõhusad kui 30 sekundilised intervallid, saadud tulemustest järeldasid uurijad, et lühikese sprindi intervalltreeningu põhistiimul on võimsuse rakendamise hulk. 48 uuringus osalejat, 35 meest ja 13 naist (vanus 24 ± 3.2 aastat, pikkus 173 ± 9.3 cm, kaal 74 ± 13.7 kg, Keharasva % 17 ± 8.1% , VO₂max 47 ± 6.7 ml kg⁻¹ min⁻¹). Kõik katsealused olid olnud eelnevalt füüsiliselt aktiivsed ja terviseprobleeme neil ei esinenud. Osalejad jagati nelja gruppi vastavalt nende soole, temposõidu tulemusele ja maksimaalsele hapnikutarbimisele. Uuring viidi läbi veloergomeetri peal (Hazell jt., 2010). Võib järeldada, et sarnased muutused toimuksid samuti kesk- ja pikamaajooksjate peal.

1.5 Pikk intervalltreening ja tema efektid

Pika aega on oldud seisukohal, et tüüpiline vastupidavus treening koosnedes 1-8 minutilistest jooksudest 90 kuni 100% maksimaalse hapnikutarbimise juures on kõike efektiivsem treeningviis parandamaks maksimaalset hapnikutarbimise võimet ja saavutusvõimet keskmaajooksjatel. (Billat, 2001).

Intervalltreeningu ajal kestvusega 7x2min pVO₂max (piisava taastumispausiga, et südamelöögi sagedus taastuks 130 löögi juurde minutis), hapnikutarbimine saavutas 70% VO₂max-ist esimese minuti jooksul ja 100% VO₂max teisel minutil. Seega aktiivne paus, kus südamelöögisagedus on 130 löögi juures puhkepausi lõpus, lubab saavutada ühe minutiga VO₂max kui joosta 100% vVO₂max-iga. Kogu aeg mis kulutati VO₂max-ile oli 7 minutit kõigil 7-l tööintervallil (Demarie jt., 2000).

Intervalltreeningu õige intensiivsuse määramiseks treenerid sageli viitavad jooksu kiirustele, seotult VO₂max-i saavutamise kasvava kiirusega jooksulindi testi puhul (vVO₂max) ja jooksu kiirusele, mille juures algab vere laktaadi akumulatsioon (vOBLA). Mõlemad on asjakohased indikaatorid saavutusvõimele kesk- ja pikamaajooksu võistlutel (Billat jt., 2001). Optimaalne paranemine südame-veresoonkonna võimekusele on saadud treeningul, mille intensiivsus vastab 90 – 100% le maksimaalsest hapnikutarbimisest (Robinson jt., 1991).

Treenimine vahelduvate jooksudega 60% ja 100% vVO₂max (kestvusega pool individuaalsest väsimuse tekkest vVO₂max tasemel) lubab pikamaajooksjatel kahekordistada distantsi, mis on kaetud vVO₂max-iga võrreldes kestvustreeningu jooksudega vVO₂max tasemel. (Billat jt., 2001). Ainult üks treeningkord nädalas (4 nädala vältel) antud individuaalse intervalltreeninguga (50 kuni 75% ajast kurnatuseni vVO₂max) tõstis märkimisväärselt vVO₂max taset gruppil kesk- ja pikamaajooksjatel. (Billat jt., 1999; Smith jt., 1999).

Pikk intervalltreening, aeg väsimuse tekkeni, mis on seotud VO₂max kiirusega võib olla üks parameeter, mida saab kasutada intervalltreeningu ratsionaalseks määramiseks kõrge tasemega kesk- ja pikamaajooksjatel. (Billat jt., 2001). Seega kasutades intervalltreeningu intensiivsuse määramisel aega kurnatuse tekkeni vVO₂max juures lubab kõrge tasemega pikamaajooksjatel joosta pikemaid distantse vVO₂max intervalltreeningu jooksul. Aeg kurnatuseni on väga erinev isegi sama vVO₂ga jooksjatel, hüpoteesitakse, et see võib olla ratsionaalne alus määrata tööintervallide pikkused. Pikaajalised uuringud on näidanud teatud

kiiret $vVO_2\text{max}$ -i kasvu pika intervalltreeningu kasutamisel (4 nädalat, 2 intervalltreeningut nädalas) (Billat jt., 1999). Antud uuringus heal tasemel jooksjad suurendasid oma $vVO_2\text{max}$ kiirust $20,5 \pm 0,7$ kuni $21,1 \pm 0,8$ km / h ($p = 0,02$) pärast 4 nädalat. Üks intervalltreening nädalas, koosnedes 5x50% Tlim $vVO_2\text{max}$ tasemel tööga: töö ja aktiivne taastumise suhe oli 1:1. Taastumiseks oli jooks 50%-ga $vVO_2\text{max}$ -ist. Teine intensiivne treening viidi läbi anaeroobse läve tasemel 2x20min tööd, aktiivse taastumise suhe oli 4:1, see on 5min 60%-ga $vVO_2\text{max}$ tasemel (Smith jt., 1999).

Intervalltreeningu kestvus $vVO_2\text{max}$ -l võib olla pikem 60 ja 75% ajaliimidist $vVO_2\text{max}$ -l (Billat jt., 1999). Kasutades eelpool toodud intervalltreeningu protokollid 2 korda nädalas, saavutusvõime üle 3000m $vVO_2\text{max}$, $VO_2\text{max}$ ja ajaliimti eelmise $vVO_2\text{max}$ kiiruse juures paranes juba peale 4 nädalat (Billat jt., 1999). Nagu Billat-i (Billat jt., 1999) ja Smith-i (Smith jt., 1999) uuringus kasutati töö taset 1 ja taastav jooks oli 60%-ga $vVO_2\text{max}$ -ist. Kolmas treening oli taastava iseloomuga 30min 60%-ga $vVO_2\text{max}$ -ist. Hea tasemega sportlastel ei pruugi olla vajadust kasutada selliseid pikki intervalle, sest vähem kui 2 minutiga (Billat jt., 1999) saavutab hapniku tarbimisvõime $VO_2\text{max}$ taseme kui nad jooksevad $vVO_2\text{max}$ -ga ja ajaliimit $vVO_2\text{max}$ -il on kõrgem kui 4 minutit (Billat jt., 2001). Smith (Smith jt., 1999) testis keskmise tasemega jooksjaid saavutusvõimega 3000m aeg üle 10 minuti. On leitud, et hapniku kineetika kiireneb treeningu tulemusena (Henson jt., 1989; Womack jt., 1993). Kasutades individuaalse pikkusega intervalltreeningut soovitusena ajaliimidele ette antud kiirusega lubab sportltsel joosta sama arv kordusi (5) vaatamata suurele variatiivsusele kestva harjutuse puhul (Billat jt., 2001).

Oluline on, et tulemuslikkuse parandamine kõigi katsealuste puhul Smithi uuringus (Smith jt., 1999) oli ühtne vaatamata suhteliselt heterogeensele vaatlusaluste grupile $vVO_2\text{max}$ (18-22,7 km / h) ja 3000m aeg (9 kuni 11 minutit). Seetõttu treeneritel koos rühma jooksjatega heterogeensel tasandil võib olla kasulik kasutada aja piirangut kalibreerimiseks intervalltreeningu kestvust.

Burke jt. (1994) näitasid, et kui kasutatud harjutuse intensiivsus on sama (95% $VO_2\text{max}$) siis intervalltreening suurendab $VO_2\text{max}$ -i (+ 7%) ja vere laktaadi eemaldamise kiirust (+ 25%). Antud muutused paistavad olevat sõltumatud intervalli pikkusest (30 sekundit või 2 minutit tööd, paus 1 minut). Antud tulemused saadi 21-e kehakultuuri üliõpilase peal, $VO_2\text{max}$ kasvas 40 ml/min/kg pealt 43-le ml/min/kg. Uuring viidi läbi seitsme nädalase tsükli jooksul,

mille jooksul tehti 4 treeningut nädalas. Laktaadi püsiseisundis jooksukiirus kasvas 64%-lt 78%-le VO₂max-ist.

Mõistlik on eeldada, et kõrge hapnikutarbimine saadud mõne vahelduva treeningvormi tulemusena, toob kaasa kõrge koormuse aeroobses süsteemis ja toob kaasa suure VO₂max-i tõusu (Astrand ja Rodahl, 1986; Billat jt., 2000). Kuid vVO₂max kiiruse tõus võib olla põhjustatud jooksu ökonoomsuse langusest, mitte VO₂max-st, eriti sportlastel kellel juba on hea maksimaalse hapnikutarbimise tase (üle 70 ml/min/kg) (Billat jt., 1999). Isegi kui intervalltreening koormab VO₂max-i siis VO₂max-i tõus ei ole kindel. Mõned võimalused vVO₂max-i suurendamiseks on distantsi läbimine kõrge kiirusega, mis võib olla määrav vVO₂max-i ja saavutusvõime parandamisel (Noakes, 1991), sest vVO₂max on rohkem seotud saavutusvõime kui maksimaalse hapnikutarbimisega (Daniels jt., 1984).

1.6 Kõrge intensiivsusega aeroobne intervalltreening (HIT) ja tema efektid

Kõrge intensiivsusega aeroobset intervalltreeningut on defineeritud kui korduvad lõigud kestvusega 1-8 minutit, mis kutsuvad esile hapniku vajaduse 90 – 100% maksimaalsest hapnikutarbimisest, eraldatud 1 – 5 minutiliste puhkeperioodidega (Seiler ja Hetlelid, 2005). HIT stimuleerib skeletilihase ainevahetust ja sooritusvõimet, mis meenutavad tavalist vastupidavustreeningut vaatamata madalale treeningmahule (Seiler ja Tonnessen, 2009).

Poole ja Caesser (1985) avaldasid uuringu, kus nad võrdlesid 3 nädala jooksul kolme erinevat treeninggruppi. Esimene grupp sooritas treeningut 55min 50% VO₂max tasemest, teine grupp 35min 75% VO₂max tasemest ja kolmas grupp 10x2min 105%-ga VO₂max-st, puhkeperioodiga 2 minutit. Uuringu tulemusena ei leitud gruppide vahel erinevusi maksimaalse hapnikutarbimise muutustes, samuti ei muutunud anaeroobse läve kiirus.

Weston jt., (1997) uuringus lasi kuuel kõrgelt treenitud jalgratturil sooritada 3 nädala vältel kuus kõrge intensiivsusega intervalltreeningut (8x5min 80%-lise võimsusega, puhkeperioodiks oli 60 sekundit). Uuringu tulemusena leidis Weston märkimisväärseid paranemisi intensiivse harjutuse sooritamise võimes, kasvas võimsus enne väsimuse saabumist, samuti paranes 40km temposõidu sooritusvõime. Võib järeldada, et sarnased muutused toimuksid samuti kesk- ja pikamaajooksjate peal.

Iaia jt., (2008, 2009) palusid jooksjatel, kes tavaliselt treenisid 45km nädalas vähendada oma treeningmahtu ainult 15km peale nädalas neljaks nädalaks ja sooritada vähenenud mahu asemel kiiruslikuvastupidavuse treeningut (8 – 12 x 30 sekundilised kiirendused, kolm kuni viis korda nädalas). Pärast seda märkimisväärset muutust treeningus, kiiruslikuvastupidavuse gruppis osalenud jälgitavad säilitasid oma 10km jooksu sooritusvõime, samuti maksimaalse hapnikutarbimise taseme võrreldes 45km nädalas treeninud grupiga (Iaia jt., 2009). Kuid 30 sekundiline sprinditest paranes kiiruslikuvastupidavuse grupil (17%), samuti paranes yo-yo vahelduv taastumise test ja supramaksimaalne jooksuvõimekus kasvas kiiruslikuvastupidavust treenindu grupil (Iaia jt., 2008). Antud uuring näitab, et väikse mahuga, kõrge intensiivsusega intervalltreening aitab säilitada sportlastel vastupidavusliku võimekust (Iaia jt., 2009) ja lisaks tõsta intensiivsete harjutuste sooritamise võimekust (Iaia jt., 2008). Kokkuvõtvalt on selge, et kui kõrge intensiivsusega intervalltreeningu periood lisada juba suure mahuga treenivatele ja kõrge vastupidavusliku tasemega sportaste treeningprogrammi siis mõlemad nii intensiivsed kui pikaajalised vastupidavusliku sooritusvõime muutused on võimalikud.

Teaduslikult on põhjendatud, et 80:20 suhe madala intensiivsuse ja kõrge intensiivsusega treeningute vahel annab väga häid pikajalisi tulemusi saavutusvõime paranemisele vastupidavusalade sportlaste treeningplaanides (Seiler ja Tonnessen, 2009).

Kõrge intensiivsusega aeroobne intervalltreening peaks olema osa treeningprogrammist nii harrastajatel kui sportlastel. Kaks HIT treeningut nädalas parandab saavutusvõimet ilma liigset stressi kuhjamata (Seiler ja Tonnessen, 2009).

Kui juba hästi treenitud sportlased suurendasid HIT-i osakaalu oma treeningutes siis mõju ei olenud enam nii selgesti arusaadav (Seiler ja Tonnessen, 2009).

2. KOKKUVÕTE

Kesk- ja pikamaajooksu distantsidel omab suurimat osakaalu aeroobne energiatootmine ja treeningutes tuleb enam tähelepanu pöörata antud energiatootmis-mehhanismi võimsuse parandamisele.

Kui vaadelda tempo variatiivsust 300m lõikude ulatuses näiteks maailmarekordite puhul, et valida õiget intervalltreeningu pikkust ja kestvust siis tundub, et sobilik on treenida võistluskiirustega.

Minu arvates on kesk- ja pikamaajooksu saavutusvõime seisukohalt kõige tähtsam küllaldase aeroobse baasi olemasolu, et organism peaks vastu kõrge intensiivsusega treeningutele. Ettevalmistushooajal laotav aeroobne baas säilib küllalt pikka aega ja võistlushooajal kasutatav intensiivsem periood toob küllalt kiirelt esile ajutised positiivsed muutused ning selle abil viiakse organismi sooritusvõime maksimaalsele tasemele.

Tänapäeva sportlased ja treenerid otsivad pidevalt uusi võimalusi, kuidas saavutada paremaid sportlike tulemusi. Käes olevas töös selgub, et olulisimat füsioloogilist parameetrit, maksimaalset hapnikutarbimist mõjutab kõige paremini maksimaalse hapniku tarbimise intensiivusel tehtav töö, nagu selgub Burke jt. (1994) uuringust. Intervalltreeningu peamine kasutegur on maksimaalse hapnikutarbimise võime suurendamine ja läve kiiruse tõstmine aga samas ei ole ühest seisukohta, mis intervalltreeningu tüüp parandab sooritusvõimet kõige kiiremini. Intervalltreeningu ühe plussina saab esile tuua veel küllalt lühikese aja, mis kulub antud treeningu läbiviimiseks võrreldes tavapärase kestvusjooksuga.

Treeningplaanide koostamisel tuleb kindlasti arvestada, et iga sportlase organismi reaktsioon treeningkoormusele pole identne ning treeningute planeerimisel tuleb arvestada sportlase individuaalseid iseärasusi. Pole olemas kahte täiesti identset inimest ja samuti ei anna identne treeningplaan erinevate sportlaste puhul täpselt samasi tulemusi.

Tsiteerides Astrandi ja Rodahli (Astrand ja Rodahl, 1986) "See on oluline, kuid lahendamata küsimus, mis treening on kõige tõhusam: Kas säilitada taset, mis vastab 90% VO₂max-st 40 minutit või koormata 100% ulatuses hapnikutarbimise mahtuvust umbes 16 minutit. "

Tänapäeval on see küsimus veel vastuseta. Edasised uuringud on vajalikud, et välja selgitada parimad intervalltreeningu võimalused, mida kasutada sportlaste treeningus, et saavutada parimaid sportlike tulemusi.

3. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Astrand I, Astrand PO, Christensen EH, et al. Intermittent muscular work. *Acta Physiol Scand* 1960; 48: 448-53
2. Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of work physiology*. 3rd ed. New York (NY): McGraw-Hill, 1986
3. Billat VL. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle-and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Medicine* 2001; 31 (1): 13
4. Billat V, Flechet B, Petit B, et al. Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sport Sci Exerc* 1999; 31: 156-63
5. Billat V, Slawinski J, Bocquet V, et al. Intermittent runs at vVO₂max enables subjects to remain at VO₂max for a longer time than submaximal runs. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81:188-96
6. Billat VL, Demarle A, Slawinski J, Paiva M, Koralsztein JP. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine and science in sports and exercise* 2001; 33 (12): 2089–2097
7. Brooks GA, Fahey TD, White TP. *Exercise physiology: human bioenergetics and its application*. 2nd ed. Mountain View (CA): Mayfield Publishing, 1996: 191-5
8. Burke J, Thayer R, Belcamino M. Comparison of effects of two interval training programmes on lactate and ventilatory thresholds. *Br J Sp Med* 1994; 28: 276-2

9. Christensen EH, Hedman R, Saltin B. Intermittent and continuous running. *Acta Physiol Scand* 1960; 50: 269-86
10. Daniels J, Scardina N. Interval training and performance. *Sports Med* 1984; 1: 327-34
11. Daniels J. Daniels' running formula. *Ameerika Ühendriigid: Human Kinetics*; 2005.
12. Daniels JT, Scardina N, Hayes J, et al. Elite and subelite female middle- and long-distance runners. In: Landers DM, editor. *Sport and elite performers*. Champaign (IL): Human Kinetics Publishers, 1986: 57-72
13. Davies CTM, Knibbs A. The training stimulus. The effects of intensity, duration, and frequency of effort on maximum aerobic power output. *Int Z Angew Physiol* 1971; 29: 299-305
14. Demarie S, Koralsztein JP, Billat V. Time limit and time atVO₂max during a continuous and an intermittent running. *J Sports Med Phys Fitness* 2000; 40 (2): 96-102
15. Essen B. Glycogen depletion of different fibre types in human skeletal muscle during intermittent and continuous exercise. *Acta Physiol Scand* 1978; 103: 446-55
16. Foster C, Lucia A. Running economy. The forgotten factor in elite performance. *Sports Medicine* 2007; 37 (4-5): 316-319
17. Franch J, Madsen K, Djurhuus MS, et al. Improved running economy following intensified training correlates with reduces ventilatory demands. *Med Sports Sci Exerc* 1998; 30:1250-6

18. Ghosh AK. Anaerobic threshold: its concept and role in endurance sport. *Malaysian Journal of Medical Sciences* 2004; 11 (1): 24–36
19. Gimenez M, Servera E, Saunier C, et al, Square-wave endurance exercise (SWEET) for training and assessment in trained and untrained subjects. *Eur J Appl Physiol* 1982; 49: 369-77
20. Gorostiaga EM, Walter CB, Foster C, et al. Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *Eur J Appl Physiol* 1991; 63: 101-7
21. Hazell TJ, Macpherson RE, Gravelle BM, Lemon PW. 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *Eur J Appl Physiol*. 2010 Sep; 110(1):153-60
22. Hawley JH. *Handbook of sports medicine and science running*. Victoria, Australia: Blackwell Science Ltd 2000.
23. Henriksson J, Reitman JJ. Quantitative measures of enzyme activities in type I and type II muscle fibres of man after training. *Acta Physiol Scand* 1976; 76: 891-4
24. Henson LC, Poole DC, Whipp BJ. Fitness as a determinant of oxygen uptake response to constant-load exercise. *Eur J Appl Physiol* 1989; 59: 21-8
25. Iaia FM, Hellsten Y, Nielsen JJ, Fernstrom M, Sahlin K, Bangsbo J. Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume. *J Appl Physiol* 2009; 106: 73–80.
26. Iaia FM, Thomassen M, Kolding H, Gunnarsson T, Wendell J, Rostgaard T, Nordborg N, Krstrup P, Nybo L, Hellsten Y, Bangsbo J. Reduced volume but

- increased training intensity elevates muscle Na⁺-K⁺ pump alpha1-subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008; 294: R966–R974
27. Lacour JR, Padilla-Magunacelaya S, Chatard JC, et al. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol* 1991; 62: 77-82
28. Lemberg H, Nurmekivi A, Jalak R. *Kestusjooksja tarkvara*. Tartu: Tartu Ülikooli
29. Livingstone K. *Healthy intelligent training: the proven principles of Arthur Lydiard*. Maidenhead: Meyer & Meyer Sport Ltd; 2009.
30. Loskutov P. 2009. Rahvusvahelise tasemega maratonijooksja aeroobse võimekuse potentsiaal ja selle realiseerimine mitmeaastases ettevalmistuses. Bakalaureusetöö. Käsikiri Tartu Ülikooli raamatukogus.
31. Newsholm EA. Application of principles of metabolic control to the problem of metabolic limitations in sprinting, middle distance, and marathon running. *Int J Sports Med* 1986; 7: 66-70
32. Noakes T. *Lore of Running*. Champaign (IL): Leisure Press, 1991
33. Perronnet F, Thibault G. Mathematical analysis of running performance and world running records. *Journal of Applied Physiology* 1989; 67(1): 453– 465
34. Poole DC, Gaesser GA (1985). Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. *Journal of Applied Physiology* 58, 1115-1121

35. Robinson DM, Robinson SM, Hume PA, et al. Training intensity of elite male distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 1078-82
36. Saltin B, Essen B, Pedersen PK. Intermittent exercise: its physiology and some practical applications. In: Joekle E, Anand RL, Stoboy H, editors. *Advances in exercise physiology*. Medicine sport series. Basel: Karger Publishers, 1976: 23-51
37. Seiler S, Hetlelid KJ (2005). The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37, 1601-1607
38. Seiler S, Tonnessen E. Intervals, Thresholds, and Long Slow Distance: the Role of Intensity and Duration in Endurance Training. *Sportscience* 13, 32-53, 2009
39. Smith TP, McNaughton LR, Marshall KJ. Effect of 4-wk training using Vmax/Tmax on VO₂max and performance in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 892-6
40. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, et al. Effects of moderate intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 1327-30
41. Weston AR, Myburgh KH, Lindsay FH, Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA (1997). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology* 75, 7-13
42. Viru A. The mechanism of training effects: an hypothesis. *Int J Sports Med* 1984; 5: 219-27
43. Womack CJ, Davis SE, Blumer JL, et al. Slow component of O₂ uptake during heavy exercise: adaptation to endurance training. *J Appl Physiol* 1993; 79: 838-45

4. SUMMARY

Aerobic interval training using in middle- and long distance running

Ülari Kais

The purpose of this study was investigate aerobic interval training and find some useful tips that can use in middle- and long distance runners training programmms.

Interval training was first described by Reindell and Roskamm and was popularised in the 1950s by the Olympic champion, Emil Zatopek. Interval training involves repeated short to long bouts of rather high intensity exercise interspersed with recovery periods. To appreciate both the immediate and the long term effects of interval training programmes, modern, technological progress has provided devices allowing field measurements of the physiological responses of athletes during interval running. The different types of interval training which have been used to improve performance. As stated by Astrand and Rodahl (Astrand ja Rodahl, 1986) ``it is an important but unsolved question which type of training is most effective: to maintain a level representing 90% of the VO₂max for 40 minutes or to tax 100% of theVO₂ capacity for about 16 minutes'. Today, this is still an open question. More studies are needed to answer this question.



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Ülari Kais

(sünnikuupäev: 06.09.1988)

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Aeroobse intervalltreeningu kasutamine kesk- ja pikamaajooksudes

mille juhendaja on dotsent J.Mäestu

1.

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace´i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 30.04.2014