

Käesolev kogumik on osa Tartu Ülikooli projektist “Tippreenerite rahvusvaheliste koolituskonverentside korraldamine ja õppematerjalide väljaandmine”

Projekti rahastab Euroopa Sotsiaalfond riikliku arengukava meetme 1.1 “Tööjõu paindlikkust, toimetulekut ja elukestvat õpet tagav ning kõigile kättesaadav haridussüsteem” raames.

© Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskond

Koostaja: Tõnis Matsin

Eesti treenerite konverents

PEKING 2008 – MIS ERISTAB VÕITJAID KAOTAJATEST?

2. – 3. november 2007

TÜ raamatukogu konverentsikeskus



Saateks

Intellektuaalne alge on tänapäeva spordis märgatavalt olulisem, kui see võistlusolukorras välja paistab. Naudib ju spordisõber võistlustel sportlase kehalist tublidust, muskliste jõudu, kaaslastest liigutuste ilus, kiiruses ja tehnikas üleolekut. Just see paneb vaimustuma, tekitab pinget ning põnevust. Sportlase ajadefitsiidi tingimustes lahendatud mõtlemisülesanded, tema hingeseisund ja motiveeritus jäävad pealtvaatajate eest varju. Nii nagu jääb spordihuviliste enamusele varjatuks see vaimne loominguine protsess, milles osalevad sportlase ja treeneri kõrval sporditeadlased, meedikud, toitumisspetsialistid ja paljud teised asjatundjad ning mille eesmärgiks on kollektiivse mõistuse abil töötada välja optimaalne strateegia ja taktika, parimad meetodid sportlase valmistumisel suurvõistlusteks.

“Peking 2008 – mis eristab võitjaid kaotajatest?”, kus esinejateks Eesti olümpiakandidaadid Pekingi olümpiamängudeks, meie silmapaistvad treenerid, sporditeadlased ning -eksperdid, püüab paotada ust sellesse sporditeadmise, -tunnetuse, -tarkuse ja -kogemuse varjatud maailma.

Mart Siimann

EOK president

Toitumine ja sport

Mikael Fogelholm

Mikael Fogelholm, DSc

Soome Akadeemia, terviseuuringute osakonna juhataja

Haridus:

1992 – Helsingi Ülikool, DSc (toitumisteadused)

Uurimisvaldkonnad: keha koostise ja füüsilise aktiivsuse hindamine, füüsilise aktiivsuse ja rasvumise epidemioloogilised uuringud
mikael.fogelholm@aka.fi

Sissejuhatus

Toitainete tasakaalu võib defineerida kui organismi toitainetega seotud võimet optimaalselt toimida. Sportlase – ka harrastussportlase – jaoks tähendab see piisavat energia, vee, mineraalainete ja vitamiinide tasakaalu. Käesoleva lühikese ülevaate fookuses on piisava toitainete tasakaalu säilitamine intensiivse treeningu jooksul, võistlusteks ettevalmistusel ja pikema võistluse jooksul. Mitte-toitainete (nt. karnitiin, kreatiin, inosiin jne) mõju käesolevas ülevaates ei kirjeldata.

Energia ja toitainete tasakaal treeningu ajal

Füüsiline tegevus suurendab energiakulu võrreldes puhkeolekuga. Keskmise päevane energiakulu täiskasvanud naistel ja meestel on ligikaudu vastavalt 9 ja 11 MJ (2100 ja 2600 kcal). Väga intensiivne treening ja võistlused, näiteks jalgrattasõit, võivad viia energiakuluni koguni 35 MJ päevas (8300 kcal) (Westertep jt. 1986). Enamik sportlaste gruppidest kulutab vähem energiat, ent tavaliselt 1,2 – 2kordselt võrreldes tervete mittersportlastega (Fogelholm jt. 1992).

Rasvad on peamiseks energiaallikaks kerge ja mõõduka füüsilise tegevuse (alla 50 – 60% VO_{2max}) puhul, ent suuremal intensiivsusel vajadus (lihasesiseste) süsivesikute järele järjest suureneb (Romijn jt. 1993). Valgu kasutamine energiaallikana jääb

umbes 3 – 5% vahele kogu tarbitavast energiast (Tarnopolsky 2004), kui ei kasutata lihaste glükogeenivarusid – glükogeeni kasutamine suurendab valkude oksüdatsiooni.

Uuringud ei ole näidanud suurenenud vajadust mingite konkreetsete rasvhapete järele. Mõned autorid on oletanud, et treeningueelne rasva tarbimine võib parandada rasva oksüdatsiooni ja lihaste vastupidavust, ent tulemused on olnud liiga ebaühtlased, lubamaks teha konkreetseid soovitusi (Hawley ja Burke 2006). Nende uuringute põhjal ei ole rasva tarbimist siiski õigustanud suurenenud vajadus, vaid pigem võimalik rasva oksüdeerimise soodustamine rasva suurenenud ja süsivesikute vähenenud tarbimise tõttu.

Intensiivne treening suurendab süsivesikute vajadust, kuna tugevaks lihaskontraktsiooniks on tarvis süsivesikuid ja lihasesisese glükogeeni hulk (süsivesikute varud) on piiratud. 1980ndatel tehtud klassikaliste uuringute kohaselt (nt. Costill ja Miller 1980) on vaja tarbida 8 – 10 g/kg süsivesikuid, et tagada lihaste glükogeenivarude täiendamine 24 tunni jooksul peale intensiivset treeningut. Paljud sellele järgnenud uuringud ei ole suutnud näidata selget erinevust väga kõrge ja mõõduka (5 – 6 g/kg) süsivesikute tarbimise vahel. Alles üsna hiljuti aga leidsid Achten jt. (2005), et 8,5 g/kg süsivesikuid päevas võrreldes 5,4 g/kg päevas tõi kaasa parema sportliku soorituse ja seisundi intensiivse jalgrattatreeningu ajal.

Võimalik järeldus on, et 5 – 7 g/kg süsivesikuid on enamikul juhtudest piisav, ent äärmiselt kõrge intensiivsusega ja kestvustreeningud vajavad 8 – 10 g/kg süsivesikuid päevas. Kui energiatarve (ja -kulu) on 20 MJ päevas (4800 kcal), siis 50% kogu energiatarbest (nt. madalaim igapäevane süsivesikute tarbimise piir 2004. aasta Põhjamaade toitumissoovituste kohaselt) võrduks 600 g süsivesikutega, mis on intensiivse treeningu jaoks selgelt piisav. On selge, et kuigi süsivesikute vajadus tõuseb, võib igapäevasest treeningust taastuda siiski üsnagi „normaalse” dieediga.

Aminohapped (valgud) on vajalikud energiaks ja valgusünteesiks. Enamik jõualadega tegelevatest sportlastest usuvad, et lihaste hüpertroofia ei ole võimalik ilma ulatusliku (3 – 4 g/kg päevas) valgutarbimiseta. Erinevalt sellest uskumusest on uuringud lämmastiku tasakaalu tehnika ja ka stabiilsete isotoopidega näidanud, et tippportlase päevane valguvajadus on rohkem kui 1,0, aga vähem kui 2,0 g/kg (Lemon 1998, Tarnopolsky 2004). Need kogused saab kerge vaevaga kätte tavalisest toidust, mille

koguenergiast moodustab valk 15 – 20%. Suurem valgutarbimine suurendab proteiini oksüdatsiooni, aga ei suurenda lihaste kasvu.

Kuigi kokkuvõttes ei pruugi valgutarbimine sportlastel olla oluliselt tõusnud, on mõned hiljutised uuringud (nt. Tipton jt. 2004) välja pakkunud, et valgutarbimine vahetult enne või pärast intensiivset treeningut või selle ajal vähendab valkude lõhustumist ning soodustab valgusünteesi. Seetõttu võib olla olulisem leida õige ajastus kui suurendada päevast tarbimist maksimaalseks.

Paljud sportlased tarbivad vitamiine ja mineraalseid toidulisandeid. Kuigi on selge, et ka vähene mikrotoitainete puudus võib füüsilist jõudlust nõrgendada, ei ole enamik uuringutest näidanud sportlastel muutunud mikrotoitainete tasakaalu (Fogelholm 1999). Seetõttu ei paista pikaajaline vitamiinide ja mineraalide tarbimine lisaainetena olevat õigustatud, kuigi on tõenäoliselt ohutu. Mõnedel naissportlastel (nagu ka istuva eluviisiga inimestel) on probleeme rauatasakaalu säilitamisega ning nad võivad abi saada raualisandite tarbimisest. Lisaks sellele võib suures koguses (>500 mg/d) C-vitamiini tarbimine vähendada ülemiste hingamisteede põletike ohtu pärast intensiivset füüsilist koormust (Hemilä 1995).

Võistluseks valmistumine

On olemas kaht tüüpi spordialasid, mis vajavad spetsiaalset toitumiskava, nimelt kaaluklassidega sport (nt maadlus, judo, karate jms) ning vastupidavusalad. Nendel spordialadel on toitumisega manipuleerimise eesmärgid väga erinevad: kaaluklassidega alade sportlased üritavad "kaalu võtta", st saavutada madalamat kehakaalu kindlas kaalukategoorias võistlemiseks. Vastupidavusalade sportlased seevastu üritavad suurendada lihaste glükogeenivarusid.

Enne võistlusi vähendatakse kehakaalu tavaliselt kiirete meetoditega, näiteks treening, vedeliku ja energia piiratud tarbimine ning mõnikord saunas higistamine (Fogelholm 1994). Lahtisteid ja diureetikume kasutatakse harva. Vedelikukaost põhjustatud kaalukaotus mõjutab kõige enam pikaajalist vastupidavust, VO_2 max ja jõud on selgelt vähem mõjutatud. Uurimusest järeldati, et vähem kui 4%line kaalulangus ei mõjuta kaaluklassidega spordialadel vajalikku saavutusvõimet, ent risk soorituse

halvenemiseks on suur, kui kaalu on tarvis alandada üle 8% (Fogelholm 1994). On tähtis, et kaalumise ja võistluse vahelist aega kasutataks keha vedelikutaseme taastamiseks, juues süsivesikuid ja naatriumi sisaldavat spordijooki (50 mmol/l) (Shirreffs ja Maughan 2000).

Lihasesiseste süsivesikute varude ammendumine võib vastupidavusaladel ja ka mõnede pallimängude, näiteks jalgpalli ja jäähoki puhul saavutusvõimet vähendada. 1960ndatel leiutasid Rootsi uurijad „klassikalise” süsivesikutega laadimise režiimi (vt Ivy 2000): väga intensiivsel treeningul lihaste glükogeenivarud vähenevad, neid hoitakse 2 – 3 päeva jooksul treeningu ja madala süsivesikusisaldusega toidu abil madalana ning siis suurendatakse 3 – 4 päeva jooksul superkompensatsiooni tasemele, tehes vaid veidi trenni ja toitudes süsivesikurikkalt. Enamik taastumisest leiab aset süsivesikute suurendatud tarbimise esimesel päeval (Bussau jt. 2002), ent intensiivsest glükogeenivarusid alandavast treeningust taastumiseks on tarvis siiski rohkem päevi (Fogelholm jt. 1991).

Võimalike taastumisprobleemide tõttu (Fogelholm jt. 1991) on paljud sportlased süsivesikute laadimise režiimi kohandanud ja lihtsustanud. Tegelikult viib mõne päeva jooksul 8 g/kg (või isegi vähem) süsivesikuid koos selgelt väiksema treeningmahu ja intensiivsusega oluliselt suurema glükogeenitasemeni ilma intensiivsest treeningust ebapiisava taastumise ohuta (Ivy 2000).

Vedeliku, naatriumi ja energia tasakaal pikaajalise treeningu ajal

Füüsiline tegevus toodab lihastes soojust ja tõstab kehatemperatuuri. Ülemäärast soojust vähendatakse higistamise abil. Higistamise miinus on vedelikukadu ja vereplasma vähenemine – mõlemad viivad lõpuks kehvema soojushajuvuseni. Üldiselt usutakse, et (vastupidavustreeningu) jõudlus hakkab langema, kui vedelikukadu ületab 2% kehakaalust (Edwards jt. 2007), ja et üle 5%line vedelikukadu kahjustab jõudlust tõsiselt (Maughan 2006). Seetõttu soovitatakse sportlastel tavaliselt võimalikult palju juua, et taastada higistamisega kaotatud vedelik.

Hiljuti on mõned uurijad väitnud, et ülaltoodud väide on eksitav (Noakes 2007). Selle argumendi peamine põhjus on, et dehüdreerumisega seotud jõudluse uuringuid viiakse tavaliselt läbi laboritingimustes. Välistingimustes takistab jahutav tuul tõenäoliselt temperatuuri liigset tõusu isegi siis, kui vedelikukaotus on suurem kui 2% kehakaalust. Teine argument on olnud, et paljud kokkukukkumised maratonidel pole seotud mitte vedeliku- vaid naatriumivaegusega (Maughan 2006). Nendele tulemustele võib alust anda suure koguse ilma naatriumita vee tarbimine.

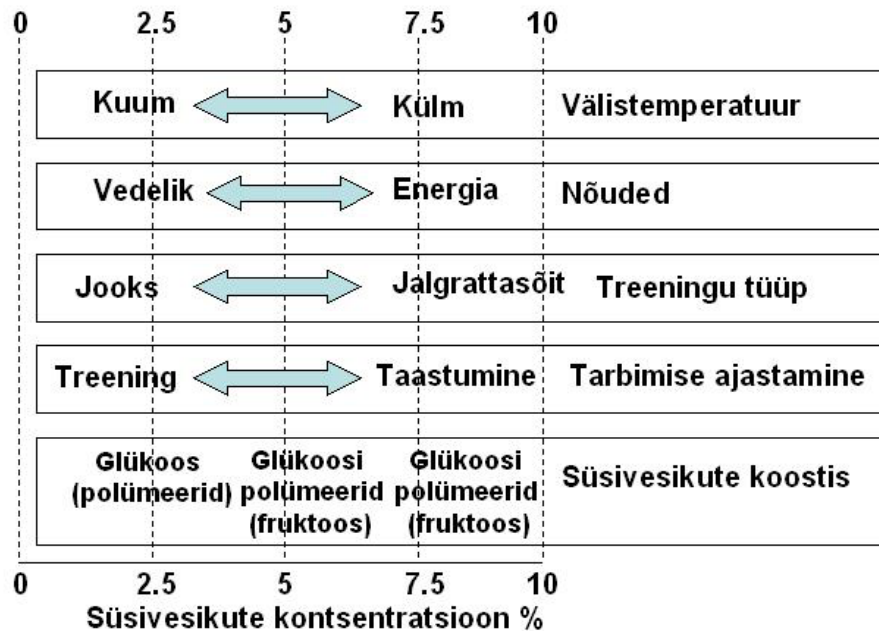
Mitmed uuringud on näidanud, et süsivesikute tarbimine treeningu ajal pikendab aega väsimuseni (Coyle 2004). Tarbitud süsivesikute imendumine tõenäoliselt piirab välist süsivesikute oksüdatsiooni, mis on maksimaalne ligikaudu 1 g/kg tarbimisel tunnis. Praegu soovitatakse süsivesikuid treeningu jooksul tarbida 30-60 g/h. Suurem manustamine võib põhjustada halvema imendumise ja tekitada seedeprobleeme.

Süsivesikute ja vedeliku imendumist mõjutab joogi koostis. Suurem osmolaalsus halvendab imendumist, aga mõju on selgelt märgatav ainult siis, kui süsivesikute kontsentratsioon on üle 7 – 8% (Coyle ja Montain 1992). Glükoospolümeeride kasutamine monosahhariidide asemel või nendele lisaks vähendab osmolaalsust ja võib seega vedeliku imendumist suurendada, vähemalt suurema kontsentratsiooniga jookide puhul (Gisolfi jt. 2001). Naatriumit on tarvis hüponatreemia vältimiseks ja vedeliku imendumise parandamiseks, ent piisab siiski mõõdukast kogusest (10 – 30 mmol/l) (Maughan 2006).

Soovitused vedeliku tarbimiseks ja selle koostiseks pikemaajalise treeningu jooksul võib kokku võtta alljärgnevalt (joonis 1):

- jooge regulaarselt,
- veetasakaalu säilitamine või ainult väikese kao tekkida laskmine on eriti tähtis kõrgemal temperatuuril ja tingimustes, kus tuule jahutav mõju on väike,
- optimaalne süsivesikute kontsentratsioon on tõenäoliselt 6 – 8%, ent spordialade puhul, milles on suurem tõenäosus seedeprobleemideks (nt jooksmine), ning väga kõrges välistemperatuuris võib vaja minna lahjemat lahust (4 – 5%),

- rohkem kontsentreeritud jookides (6 – 8%) peaks vähemalt osa süsivesikutest olema glükoosi polümeerid,
- naatriumisaldus peaks olema 10 – 30 mmol/l.



Joonis 1. Välistemperatuuri, füsioloogiliste nõuete, treeningu tüübi ja vedelikutarbimise ajastamise mõjud süsivesikute sisaldusele ja koostisele

Kirjandus

Achten J, Halson SL, Moseley L, et al. Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. *J Appl Physiol* 2004; 96:1331-1340.

Bussau VA, Fairchild TJ, Rao A, Steele PD, Fournier PA. Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. *Eur J Appl Physiol* 2002; 87:290-295.

Costill DL, Miller JM. Nutrition for endurance sport: carbohydrate and fluid balance. *Int J Sports Med* 1980; 1:2-14.

Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci* 2004; 22:39-55.

Coyle EF, Montain SJ. Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24:S324-S330.

Edwards AM, Mann ME, Marfell-Jones MJ, et al. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *Br J Sports Med* 2007; 41:385-391.

Fogelholm M. Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Med* 1994; 18:249-67.

Fogelholm M. Micronutrients: interaction between physical activity, intakes and requirements. *Publ Health Nutr* 1999; 2:349-356.

Fogelholm M, Himberg J-J, Alopaeus K, Gref C-G, Laakso J, Lehto J, Mussalo-Rauhamaa H. Dietary and biochemical indices of nutritional status in male athletes and controls. *J Am Coll Nutr* 1992; 11:181-91.

Fogelholm M, Tikkanen H, Näveri H, Näveri L, Härkönen M. Carbohydrate loading in practice: high muscle glycogen concentration is not certain. *Br J Sport Med* 1991; 25:41-4.

Gisolfi CV, Lambert GP, Summers RW. Intestinal fluid absorption during exercise: role of sport drink osmolality and [Na⁺]. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33:907-915.

Hawley J, Burke L. Nutritional strategies to enhance fat oxidation during aerobic exercise. In: Burke L, Deakin V (eds.): *Clinical Sports Nutrition*, 3rd edition. McGraw-Hill Companies, Sydney, 2006, lk. 455-483.

Hemilä H. Vitamin C and common cold incidence: a review of studies with subjects under heavy physical stress. *Int J Sports Med* 1995; 17:379-383.

Ivy JL. Optimization of glycogen stores. In: Maughan RJ (ed.): *Nutrition in Sport*. IOC Medical Commission. Blackwell Science, Oxford, 2000, lk. 97-111.

Lemon PWR. Effects of exercise on dietary protein requirements. *Int J Sport Nutr* 1998; 8:426-447.

Maughan RJ. Fluid and CHO intake during exercise. In: Burke L, Deakin V (eds.): *Clinical Sports Nutrition*, 3rd edition. McGraw-Hill Companies, Sydney, 2006, lk. 385-414.

Noakes TD. Hydration in the marathon : using thirst to gauge safe fluid replacement. *Sports Med* 2007; 37:463-466.

Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, et al. Regulation of endogenous fat and carbohydrate n relation to exercise intensity. *Am J Physiol* 1993; 265:E380-E391.

Shirreffs SM, Maughan RJ. Rehydration and recovery of fluid balance after exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 2000; 28:28-32.

Tarnopolsky M. Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition* 2004; 20:662-668.

Westerterp KR, Saris WH, van Es M, ten Hoor F. Use of the doubly labeled water technique in humans during heavy sustained exercise. *J Appl Physiol* 1986; 61:2162-2167.

Summary

Nutrition and sports

Nutritional status can be defined as the nutrient-related capacity of an organism to perform optimally. Physical activity increases energy expenditure beyond resting levels. Typical daily energy expenditure in an adult women and man would be about 9 and 11 MJ (2100 and 2600 kcal), respectively. Very heavy athletic training and competition, such as bicycling, may lead to energy expenditures of 35 MJ/day (8300 kcal) (Westerterp et al. 1986).

There are two types of sports with special dietary preparations, namely, weight-class sports (e.g. wrestling, judo, karate, etc.) and endurance sports. The objective for dietary manipulations is totally different in these sports: weight-class athletes try to “make weight”, that is, reach a lower body weight to be able to compete in a certain class. Endurance athletes, in contrast, try to increase their muscle glycogen stores.

Strenuous training increases carbohydrate requirements, because carbohydrates are needed for vigorous muscle contractions and because the size of intramuscular glycogen (carbohydrate stores) is limited. A presumable conclusion is that 5—7 g/kg

carbohydrates are adequate in most cases, but extremely high-intensity and volume training requires 8—10 g/kg carbohydrates daily.

Amino acids (or proteins) are needed as energy and for protein synthesis. Although the total protein intake may not be critically increased in athletes, some recent studies (e.g. Tipton et al. 2004) have suggested that intake of proteins immediately before and after, or during, heavy strength training reduces protein breakdown and enhances protein synthesis. Therefore, timing may be more important than trying to maximise daily intake.

Recommendations for fluid ingestion and composition during prolonged exercise can be summarised as follows:

- Drink on a regular basis,
- maintenance of water balance or only a small deficit is particularly important in hot temperatures and in conditions with only a minor cooling effect of the wind,
- an optimal carbohydrate concentration is probably 6—8%, but sports with increased probability for gastrointestinal problems (e.g. running) and very hot outdoor temperatures may require more dilute (4—5%) solutions,
- at least a part of the carbohydrate should be glucose polymers in more concentrated (6—8%) drinks,
- sodium content should be 10—30 mmol/l.

Millal on sportlane liiga paks?

Mikael Fogelholm

Mikael Fogelholm, DSc

Soome Akadeemia, terviseuuringute osakonna juhataja

Haridus:

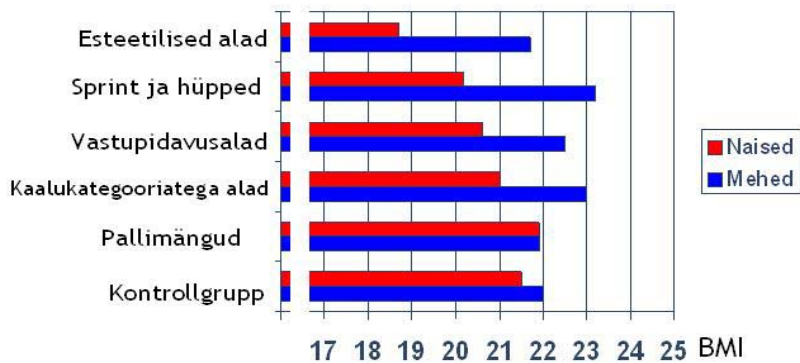
1992 – Helsingi Ülikool, DSc (toitumisteadused)

Uurimisvaldkonnad: keha koostise ja füüsilise aktiivsuse hindamine, füüsilise aktiivsuse ja rasvumise epidemioloogilised uuringud
mikael.fogelholm@aka.fi

Sportlaste kehakaal, kehamassiindeks ja keharasv

Sportlased ja treenerid spekulatsioonid sageli keha koostise (rasvamass, lihasmass jne) ja optimaalse sooritus vaheliste seoste üle. Keha koostist ja kehakaalu hinnatakse regulaarselt paljudes sportlasgruppides paljudes riikides. Lisaks sellele võivad sportlased paremate tulemuste saavutamiseks üritada kaalu langetada või mõnikord kaalus juurde võtta. Kuid kas see rõhuasetus keha koostisele on sportlaste puhul põhjendatud?

Erinevatel spordialadel on tõepoolest erinevusi keha koostises ja suhtelises kehakaalus. Soome sportlaste seas läbi viidud laiaulatuslikus uurimuses oli ainsaks naissportlaste rühmaks kehamassiindeksiga (KMI) alla 20 esteetiliste spordialadega tegelevad sportlased, st võimlejad, iluuisutajad jne (Fogelholm ja Hiilloskorpi 1999) (joonis 1). Naissprinterite, vastupidavusaladega tegelevate sportlaste ja kaalukategooria sportlaste (nt judo) keskmine KMI jäi 20 ja 21 vahele. Pallimängijate ja noorte sportlaste kontrollrühma KMI oli ligikaudu 22. Rühmadevahelised erinevused meeste seas olid väiksemad.



Joonis 1: Soome sportlaste keskmine KMI. Fogelholm & Hiilloskorpi, 1999

Teises laiaulatuslikus uurimuses Norra sportlaste kohta olid väiksema kehamassiindeksiga jällegi esteetiliste ja vastupidavusaladega tegelevad sportlased (Torstveit ja Sudgot-Borgen 2005). Peaaegu 30% esteetiliste spordialadega tegelevate sportlaste rühmast oli KMI alla Maailma Tervishoiuorganisatsiooni soovitatava madalaima piirmäära (18,5) normaalkaalu kohta.

Uuringute põhjal, nagu näiteks ülaltoodud uurimused, on võimalik teha üldisi järeldusi kehakaalu ja keha koostise olulisuse kohta erinevate spordialade puhul:

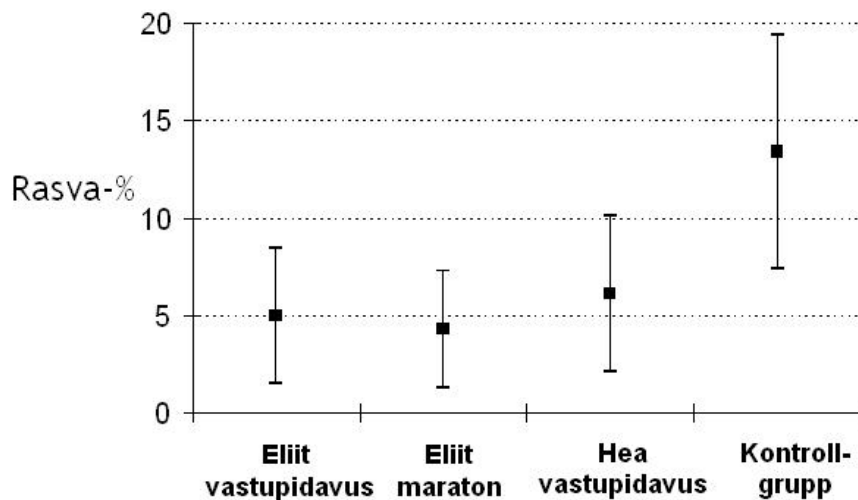
1. Liigne kehakaal (eriti liigne rasv) kahjustab sooritust: vastupidavusalad, kõrgus- ja kaugushüpe, iluusutamine, võimlemine,
2. liigne kehakaal takistab võistlustel osalemist: kaaluklassidega spordialad (nt maadlus, poks, tõstmine, judo),
3. suur lihasmass on vajalik, kuid liigne rasv kahjustab sooritust: sprint, pallimängud,
4. suur lihasmass on vajalik, ning liigne rasv ei kahjusta oluliselt sooritust: heitealad, maadluse raskekaalukategooriad, nt sumo.
5. kehakaal ei ole sooritusega seotud: oskustega seotud spordialad, nt laskmine, keegel, golf.

Kas keha koostise ja sportlike tulemuste vahel on seos?

Laiaulatuslikus uurimuses, mis kaasas osalejatena noori terveid mehi, esines negatiivne korrelatsioon ($r=-0,55$) kehamassiindeksi ja maksimaalse hapnikutarbimise vahel ning mõnevõrra tugevam korrelatsioon ($r=-0,62$) taljeümberrõõdu ja maksimaalse hapnikutarbimise vahel (Fogelholm jt. 2006). Kehamassiindeks ja vööümberrõõdu korreleerusid ka mitmete lihasjõu näitajatega, nt kätekõverdused, kõhulihaste harjutused, lõuatõstmise ja üleshüppe kõrgus. Kõikidel juhtudel oli negatiivne seos taljeümberrõõdu ja vormi vahel mõnevõrra tugevam võrreldes seosega KMI ja lihasjõu vahel.

Kehamassiindeksit ja taljeümberrõõdu kasutati ka sõltumatute muutujatena mitmeses regressioonivõrrandis, milles sõltuvateks muutujateks olid südame-hingamisteede seisund ja lihasjõu näitajad (Fogelholm jt. 2006). Andmed näitasid, et taljeümberrõõdu (kehamassiindeksi suhtes) oli negatiivne vormi indikaator, samal ajal kui KMI (taljeümberrõõdu suhtes) oli positiivne indikaator. Tulemusena oli ainsaks erandiks maksimaalne hapnikutarbimine: KMI ja taljeümberrõõdu olid negatiivsed indikaatorid isegi üksteise suhtes. Tulemused viitavad sellele, et lihaskude on positiivselt seotud lihasjõuga, kuid nõrgalt seotud maksimaalse hapnikutarbimisega. Seevastu rasvamass (millele osutab taljeümberrõõdu kehamassiindeksi suhtes) oli kõikide tulemusmuutujatega negatiivselt seotud.

Klassikalises uurimuses võrdlesid Pollock jt. (1977) tippsportlaste, heade sportlaste ja kontrollrühma meeste keha koostist (veevalusel kaalumisel). Tippsportlaste keha rasvaprotsent ei erinenud heade vastupidavusalade sportlastel mõõdetud tulemusest, kuid mõlemal rühmal oli selgelt madalam keha rasvaprotsent võrreldes kontrollrühma meestega (joonis 2).



Joonis 2: Keskmine rasvaprotsent veealusel kaalumisel Ameerika vastupidavusalade tippudel ja tippmaratonijooksjatel, headel jooksjatel ja kontrollgrupil. Pollock et al., 1977.

Ülaltoodud uurimuses võrreldi täiendavalt parimaid maratoni- ja vastupidavusjooksjaid indiviididena omavahel. Nende sportlaste seas olid nt Frank Shorter ja Steve Prefontaine, väga head sportlased 1970ndate algusest. Nende sportlaste rasvaprotsent varieerus 0,2 ja 10,8 vahel. Tuleks märkida, et see ulatus ei ole tõenäoliselt reaalsusega kooskõlas keha koostise hindamise ebatäpsuse tõttu: 0,2% keharasva on vähem, kui vajab ainuüksi aju. Seost keha rasvaprotsendi ja maksimaalse hapnikutarbimise vahel siiski ei leitud.

Kui täpne on keha koostise hindamine?

Oluline küsimus seoses „sportlaste optimaalse keha koostisega“ on see, kui täpselt (või ebatäpselt) keha koostist on võimalik hinnata. Keha koostise hindamise üksikasjalik kirjeldus jääb käesoleva ülevaate ulatusest välja. Siiski järgivad kõik *in vivo* meetodid üldiselt sama põhimõtet (Wang jt. 1995): füüsilist, keemilist või bioloogilist omadust *mõõdetakse*. Näideteks on nahavoltide paksus, elektrivoolu takistus, isotoobi kontsentratsioon uriinis või veealune kehakaal. Mõõdetav suurus on funktsionaalne suhe keha koostisega. Seejärel määratakse keha tundmatu koostisosa, asetades mõõdetud suuruse ühte või enamasse võrrandisse.

Keha koostise hindamise meetodid võib jaotada kahte rühma (Wang jt. 1995):

1) Mehhaanilised meetodid (kaudsed meetodid, mis põhinevad bioloogilistel eeldustel)

- densiomeetria (UWW), mitmekomponendilised mudelid
- lahjendusmeetodid (D2O, bromiid)
- madalsagedusliku röntgenkiire meetod (DXA)
- kogu keha mõõtmine, neutronite aktiveerimine
- kuvamismudelid (kompuutertomograafia, magnetresonantsuuring)

2) Kirjeldavad meetodid (kahekordselt kaudsed meetodid, mis põhinevad regressioonivõrranditel mehhaanilise mudeli suhtes)

- antropomeetria (nahaaluse rasvkoe paksuse mõõtmine, kehamassiindeks (KMI), übermõõdud)
- elektrijuhtivus (bioelektrilise takistuse määramine, keha elektrijuhtivuse mõõtmine)

Keha koostise meetodite vead ja ebatäpsused võivad olla süstemaatilised (puudutavad populatsiooni keskmist) või juhuslikud (puudutavad üksikväärtusi, kuid mitte populatsiooni keskmist), või mõlemat (Saris jt. 2003). Vead võivad tuleneda mõõtmisest, meetodi või võrrandi valikust ning mõõdetava isiku omadustest (nt rasva jaotus või naha elektrijuhtivus). Suur hulk uurimusi on näidanud, et kahte meetodit kasutades saadud tulemused ei ole võrreldavad (nt Fogelholm ja van Marken Lichtenbelt 1997, Saris jt. 2003). Sageli on kahe laboratooriumi tulemused tendentslikud isegi juhul, kui meetod on sarnane. Samuti tuleks kahe isiku võrdlemisega ettevaatlik olla isegi juhul, kui isikuid mõõdetakse samas laboratooriumis ning sama meetodi abil (Pollock jt. 1977).

Kehakaalu jälgimisega seonduvad probleemid sportlastel

Kehakaalu jälgimine koos kaalu langetamise, intensiivse treeningu ja ebapiisava taastumisega näib olevat eriti problemaatiline naissportlaste puhul (Fogelholm ja Hiilloskorpi 1999, Torstveit ja Sundgot-Borgen 2005). Tulemuseks võib olla üks või enam „naissportlaste kolmiku” sümptomit, st hormonaalsed ja menstruaaltsükliga seotud häired, luutiheduse vähenemine ja luude väsimusmurrud ning kerged või tõsised toitumishäired.

Suures Norra uurimuses (Torstveit ja Sundgot-Borgen 2005), esines menstruaaltsükli häireid 35 – 45% sportlastest, kes tegelesid kaugus- või kõrgushüppe, vastupidavusalade, kaalukategooriatega spordialadega või esteetiliste spordialadega. Esinemissagedus oli väiksem pallimängudega tegelevate sportlaste ja oskustega seotud spordialade puhul.

Ühes varasemas Norra uurimuses (Sundgot-Borgen 1994) nimetasid toitumishäirete diagnoosiga sportlased pikaajalist kaalu langetamist kõige levinuma (37%) toitumishäirete põhjusena. Samuti nimetati söömisprobleemide põhjustena isikliku treeneri vahetust (30%), vigastusi (23%) ja „ebasõbralikke kommentaare” kaalu kohta (19%). Soome uurimuses (Fogelholm ja Hiilloskorpi 1999) oli kaalu langetamine selgelt kõige levinum kaalukategooriatega sportlaste seas.

Isegi ilma toitumishäireteta põhjustab kaalu languse alati negatiivne energiabalanss, mis võib kaasa tuua ebapiisava taastumise. Seega ei ole kaalu langetamine kunagi lihtne lahendus paremate tulemuste saavutamiseks.

Soovitused sportlastele kehakaalu jälgimiseks

Käesolevas ülevaates on esitatud tulemusi keha koostise ja soorituse vahelise seose ning ka keha koostise hindamise täpsuse kohta. Andmetele tuginedes on selge, et „optimaalset keha rasvaprotsenti või kehakaalu“ või isegi „optimaalset keha rasvaprotsendi vahemikku” vastava spordiala kohta on äärmiselt raske määratleda. Lisaks on keha koostise täpne hindamine keeruline kui mitte võimatu.

Sportlase keha koostise hindamisel tuleks silmas pidada järgmist:

- Kas on ratsionaalne alus soovitatud kehakaaluks/koostiseks?
- Kui täpne on hindamine?
- Kui meetodit muuta, kas muutub ka keha koostise hindamise tulemus?
- Tuleks meeles pidada, et keha koostis on ainult üks paljudest sooritusega seotud muutujatest.
- Teave kehakoostise ja kehakaalu kohta on alati isiklik ja seda ei tohiks avaldada avalikkusele.

Sportlaste võrdlemine või otsus mitte toimida vastavalt „soovitustele“ võib kaasa tuua valesid järeldusi, ebavajalikku dieeti ning ebapiisavat taastumist või isegi toitumishäireid. Seega soovitatakse, et sportlane oleks iseenese mõõdupuu ning võrdlus teiste sportlastega või mingite piirmääradega ei ole vajalik. Siiski peaks kasutatava meetodi korratavus olema hea. Lisaks tuleks muutusi vedelikubalansis eristada energiatasakaalust, kui kasutatakse kehakaalul ja/või kehavedelikel tuginevaid meetodeid.

Keha koostises muudatuste tõlgendamine ei ole kahjuks probleemideta. Üheks väljakutseks on leida „optimaalne“ baasväärtus. Aluseks võib olla keha koostis võistlusperioodi tippvormis, kuid kes määratleb, mis on tippvorm? Lisaks tuleks meeles pidada, et kehakaalu ja keharasva vähenemine võib olla tõhusama treeningu ja dieedi (paremad tulemused) või liigse treeningu, vähese söömise ja ebapiisava taastumise tagajärg (halvemad tulemused).

Kui pärast kõiki hoiatusi peetakse kaalulangust siiski vajalikuks, on oluline pidada meeles järgmisi punkte:

- olla kaalu alandamise vajaduses kindel,
- konsulteerida ekspertidega,
- mitte langetada kaalu võistlushooajal,
- kasutada aeglasi kaalu langetamise meetodeid (mitte rohkem kui 500 g nädalas),

- säilitada treeningute maht, kuid vähendada intensiivsust.

Kirjandus

Fogelholm M, Hiilloskorpi H. Weight and diet concerns in Finnish female and male athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:229-235.

Fogelholm M, Malmberg J, Suni J, Santtila M, Kyröläinen H, Mäntysaari M. Waist circumference and BMI are independently associated with the variation of cardio-respiratory and neuromuscular fitness in young adult men. *Int J Obes* 2006;30:962-969.

Fogelholm M, van Marken Lichtenbelt W. Comparison of body composition methods: a literature analysis. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:495-503.

Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. The female athlete triad: are elite athletes at increased risk?

Med Sci Sports Exerc 2005;37:184-193.

Pollock ML, Gettman LR, Jackson A, Ayres J, Ward A, Linnerud AC. Body composition of elite class distance runners. *Ann NY Acad Sci* 1977;301:361-370.

Saris WHM, Antoine J-M, Brouns F, Fogelholm M, Gleeson M, Hespel P, Jeukendrup AE, Maughan RJ, Pannemans D, Stich V. PASSCLAIM – Physical performance and fitness. *Eur J Nutr* 2003; 42 (suppl. 1): 1/51-1/95.

Sundgot-Borgen J. Risk and trigger factors for the development of eating disorders in female elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:414-419.

Wang Z-M, Heshka S, Pierson RN, Heymsfield SB. Systematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. *Am J Clin Nutr* 1995;61:457-465.

Summary

When is an athlete too fat?

Athletes and coaches often speculate on the relationships between body composition (fat mass, muscle mass, etc.) and optimal performance. Body composition and weight are routinely assessed in many athlete groups in many countries. Moreover, athletes may try to lose weight or sometimes to gain weight, in order to perform better. But is the emphasis on body composition well-reasoned in athletes?

The present review presented results on the association between body composition and performance, as well as the accuracy of body composition assessment. Based on the data, it is clear that it is extremely difficult to define an “optimal BF% or weight” or even an “optimal BF%-range” for a given sports discipline. Moreover, an accurate assessment of body composition is difficult, if not impossible.

When assessing an athlete’s body composition, the following things should be considered:

- Is there a rational basis for a recommended body weight/composition?
- How accurate is the assessment?
- What if you change the method does the body composition result change?
- Remember that body composition is only one of many variables related to performance.
- Information on body composition and weight is always personal and it should not be announced in public.

Comparison of athletes or judgement against “recommendations” may lead to false conclusions, to unnecessary dietary control, and to impaired recovery and even to eating disorders. Therefore, it is recommended that an athlete should be his or her own control, so that a comparison against other athletes or some cut-off points is not necessary. However, the repeatability of the method used should be good. Moreover, changes in fluid balance should be separated from energy balance, if methods relying on weight and/or body fluids are used.

The interpretation of changes in body composition is, unfortunately, not without problems. One challenge is the find an “optimal” baseline value. Baseline may be body composition at peak competitive performance - but who will define, what is “peak performance”? Moreover, it should be remembered that a decrease in weight and body fat may be a consequence of improved training and dietary control (improved performance), or too much training, poor eating and inadequate recovery (impaired performance).

If after all warnings weigh reduction is considered necessary, the following points are important to remember:

- Be sure of the need
- Consult experts.
- Reduce weight outside competitive season.
- Use slow weight reduction (not more than 500 g/week).
- Maintain training volume, but reduce intensity.

Tehnika ja taktika ujumise tippvõistlustel

Rein Haljand

Rein Haljand, PhD

Tallina Ülikool, kinesioloogia professor

Haridus:

1975 – Moskva Kehakultuuriinstituut,

PhD

rein.haljand@tlu.ee

Täiusliku ujumistehnika valdamine ja suurte koormustega treenimine annab eelised heaks võistlustulemuseks, kuid ei kindlusta veel igal juhul edu saavutamist. Selleks on vaja teada õiget võistlustaktikat ja individuaalselt valmistuda. Igal tippsportlasel on tugevate kõrval ka nõrgemad küljed, mida pole erinevatel põhjustel (kas treeningmetoodika või individuaalsete iseärasuste tõttu) õnnestunud veel täiel määral arendada. Peab arvestama, et iga ujumisvõistlus on võistlus erinevate sportlastega, erinevates tingimustes, erineval treeningperioodil aastas, erineva sportliku vormi seisundis jne.

Võitmiseks tuleb analüüsida vastaseid, tendentse ja kogemusi eelmistel võistlustel, oma hetkeseisu ja võimekust. Sellisest analüüsist lähtuvalt tuleb kavandada ka eesseisva võistluse taktika, lihvida olemasolevate võimete maksimaalse kasutamise oskust – planeerida kõik tegevused alates stardipaugust kuni finišiseina puuteni.

Ujumisvõistluste analüüsi meetoodika, mida kasutatakse suuremate võistluste tulemuste hindamiseks, järgmiste võistluste resultaatide planeerimiseks ja arengutendentside väljaselgitamiseks, on meie poolt arendatud ja kasutusel kõikide tasemete ujumisvõistlustel. Ujumisvõistluste videoanalüüsi pioneerideks tuleb lugeda endise nõukogude liidu sporditeadlasi T. Absaljamovit ja E. Lipskit, kes juba 1970. aastate alguses alustasid ujumisvõistluste filmimise ja distantsi jaotamisega stardi, pöörete, puhta ujumise ja finišeerimise lõikudeks. Igast eraldatud lõigust saadi iseloomustavaid parameetreid ja nende järjepidev võrdlusanalüüs andis palju mõtteainet parema stardi, pöörde ja finišeerimise treenimiseks ning taktikaliselt erinevate ujumislõikude vastupidavuse ja kiiruse arendamiseks. Eriti oluline oli aga, et saadi fikseerida, kuidas maailma parimad teistega võrreldes kõike tegid.

Edasine areng toimus suure saladuskatte all koostöös endise Ida-Saksa teadlasega ja alles 1986. aastal, olles Euroopa Ujumisliigas teadusseminaride korraldamise eest vastutavad, otsustasime Bonnias Euroopa meistrivõistlustel sellise lähenemisviisiga analüüsi ka laiale avalikkusele tutvustada. Meie korraldatud ettekanne ja sellele järgnenud praktiline tegevus kõikide 1986. a. EM-finaalide analüüsil oli läbimurdeks ja selle tulemusena kuulutas LEN välja konkursi parimatele tegijatele, kus osaledes võitsime sakslaste ees õiguse ujumise võistlusanalüüsi teostamiseks kõikidel Euroopa meistrivõistlustel alates 1995. aastast. Vahepeal moodustati teadlaste rühmad peale Saksamaa ka Kanadas (D. Smith), Austraalias (B. Mason), Jaapanis, USA-s, Hispaanias (R. Arellano) ja Prantsusmaal (P. Hellard), kes viivad analüüsi läbi MM-idel ja OM-idel vastavalt sellele, kus maal võistlused parajasti toimuvad.

Kõikidel Euroopa meistrivõistlustel (sprint ja juuniorid kaasa arvatud) oleme viimase 12 aasta jooksul teostanud väga palju analüüsi. Oleme välja arendanud uue, nn Euroopa formaadi, kus pöörete lõikudeks on endise '7,5 m enne ja 7,5 m pärast' asemel '5 m enne ja 10 m pärast pööret' lõigud vastavalt FINA võistlusmääruste arengule. Samuti on finišeerimise endise 10 m asemel kasutusele võetud viimased 5 m. Üheks parameetrik on ka sooritatud tõmmete keskmine koguarv distantsi jooksul. Oleme arendanud video- ja arvutiprogramme ja analüüsi teostamise tehnoloogiat sellise tasemeni, et eelmise õhtu finaalide ja poolfinaalide andmete analüüsid on kättesaadavad järgmisel päeval.

Ujumisvõistluses võib eraldada järgmisi osi: start kui võistluse alustamise element, ujumine distantsilõikudel (algul, keskel, lõpus) ja pööre või pöörded olenevalt distantsi pikkusest ja ujula ehitusest (kas 25 m või 50 m ujula) ning finiš kui distantsi lõpetav osa. Kuidas õnnestus start; kuidas sooritati pöörded; milline oli erinevate ujumislõikude läbimise taktika, kas algul aeglasem ja pärast kiirenev või vastupidi; kuidas õnnestus viimane käelõök finišis vastu seinat – nendest olenebki kokkuvõttes võistlustulemus.

Kui jälgida ujumisvõistlusi tähelepanelikult, siis selgub, et pärast stardihüpet toimub vee all ja suhteliselt sügaval pikk tegevus ainult jalgade liigutuste abil ja ujujad peavad väljuma 15 m kaugusel stardijoonest. Siit ka stardi edukuse näitaja – kes on kõige ees 15 m liinil.

Edasi toimub ujumine kuni lähenemiseni pöördeseinale, mida tähistavad teist värvi rajanupud 5 m enne pööret märguandeks, et algab pöördeosa. Peale pöörlemise sooritamist ollakse jälle vee all ja väljuma peab vähemalt 15 m kaugusel pöördeseinast, kuid seda kasutavad ainult sprinterid ja sedagi 25 m ujulates toimuvatel võistlustel. Väljutakse tavaliselt 10 m kaugusel pöördeseinast ja seega on pöördelõigu kogupikkus $5+10 = 15$ meetrit.

Jätkatakse ujumislüigutustega kuni järgmise pöörde või finišini, kus viimasel 5 meetril tehakse tavalisest ujumisest veidi erinevaid liigutusi, et ajastada täpne lõpuseina puude ja võita distants konkurentide ees, kuigi ollakse peaaegu kõrvuti.

Stardilõiku iseloomustavad alljärgnevad parameetrid:

1. stardi aeg – signaalist kuni pea 15 m liini läbimiseni – sekundites,
2. stardi kiirus – m/sekundis.

Pöördelõiku iseloomustatakse näitajatega:

1. pöörde aeg – pea 5 m liini läbimisest enne pöördeseina kuni pea 10 m liini läbimiseni pärast pöördeseina (kokku 15 m aeg) – sekundites,
2. pöörde kiirus – m/sekundis.

Finišeerimise tulemuslikkust peegeldavad:

1. finišeerimise aeg – pea 5 m liini läbimisest enne finišiseina kuni käe või käte puuteni vastu finišiseina – sekundites,
2. finišeerimise kiirus – m/sekundis.

Ujumise edukust iseloomustavad järgmised parameetrid:

1. iga puhta ujumislõigu keskmised kiirused – m/sekundis (näiteks pea 15 m stardist liinist läbimisest kuni pea 5 m enne pööret liini läbimiseni, seejärel eelmisest pöördest järgmise pöördeni, 50 m ujulates ka lõigud kuni 25 m liinini keset ujulat, et eraldada täpsemalt esimese ja teise poole erinevused,

2. ujumisliigutuste tempo väljendatuna tsüklite arvuna minutis (tsüklit minutis) ja nn. sammupikkus - läbitud vahemaa ühe liigutustsükli jooksul (meetrites)

Selliste andmete saamiseks seatakse ujulasse üles videokaamerad igale mainitud liinile ja lindistatakse ujujate esinemised kõikidel radadel – ükskõik kas finaalid, poolfinaalid või eelujumised. Pärast võistluspäeva lõppemist analüüsitakse lindistatud videoklippe, milleks kasutatakse meie loodud spetsiaalseid videoanalüüsi arvutiprogramme.



Järgmise päeva hommikuks on analüüsitulemused välja trükitud ning need jaotatakse treeneritele ja sportlastele või pannakse üles internetti

Alljärgnevas tabelis on toodud näitena 50 m vabaujumise võistlusanalüüsi tulemused 25 m ujulas toimunud võistluselt.

Tabel 1.

50m vabaujumine	Euroopa parim	M. Foster	J. Kenkhuis
1. Resultaat (sek)	0:21.15	0:21.27	0:21.41
2. Stardi aeg 15 m	5.62	5.58	5.68
3. Stardi kiirus (m/sek) 15 m	2.67	2.69	2.64
4. Ujumise kiirus (m/sek) esimesel	2.21	2.21	2.17
5. Ujumise kiirus (m/sek) teisel 25	2.11	2.07	2.02

6. Ujumise tempo esimesel 25 m	68	56	59
7. Ujumise tempo teisel 25 m	65	51	57
8. Ujumise samm esimesel 25 m	1.95	2.39	2.22
9. Ujumise samm teisel 25 m	1.94	2.44	2.15
10. Pöörde aeg	6.34	6.42	6.38
11. Pöörde kiirus (m/sek)	2.37	2.34	2.35
12. Finišeerimise aeg viimased 5 m	2.19	2.17	2.11
13. Finišeerimise kiirus (m/sek)	2.05	2.07	2.13
14. Keskmise ujumise kiirus (m/sek)	2.16	2.14	2.1
15 Keskmise ujumise tempo	66	53	58
16 Keskmise ujumise samm	1.94	2.41	2.18

Nagu tabelist võib näha, on võitja 5,58 sekundiga parim stardilõigul, pööre on teistega suhteliselt samaväärne ja 6,42 sekundiga teistest isegi nõrgem, viimase 25 m kiirus väga hea – 2,07 m/sek ja finišeerimise kiirus teistest nõrgem – 2,07 m/sek, kuid võidu on kindlustanud hea start ja esimese 25 m läbimise oluliselt suurem kiirus. Selle ala parimale tulemusele jäädakse alla teise lõigu madalama kiiruse ja pöörde tõttu. Tempo ja sammu näitajad avavad erinevaid individuaalseid tehnikavariante ja peegeldavad ka väsimuse mõju ujumistehnikale – nn tempo äravajumine (algul 56 tõmmet minutis ja lõpus 51) või sammu lühenemine (algul 2,22 m, lõpus 2,15 m).

Sellisel saadakse väga detailne pilt, mis toimus, miks keegi võitis ja mille tõttu antud võistluse kaotas.

Mida pikemad on ujumisdistsandid, seda enam on analüüsitav väsimuse mõju ja distantsi läbimise taktika – kas hoida alguses veidi tagasi, et olla distantsi lõpu poole võimeline finišis konkureerima või kindlustada juba alguses nii suur edu, millest piisab distantsi võitmiseks.

Juba ainult sellised võistlusanalüüsi algandmed võimaldavad planeerida taktikalisi lahendusi võistluseks teiste ujujatega finaalis või poolfinaalides.

Põhjalikum analüüs aga toimub aastate vältel kogutud materjalidest juba keerulisemate matemaatiliste meetoditega nagu korrelatsioon- ja regressioonanalüüs. Siit selguvad usaldusväärsed tendentsid, kuidas võistlustel vajalikke resultate treeningutes planeerida; kuidas oma tasandi vastastega individuaalselt võistelda; millised on erinevused naiste ja meeste sama ala võistlustegevuses; millised on eripärad juunioride ja seenioride klassis; mis on omane lühiradade ujumisevõistlustele

25 m ujulates ja klassikalistes 50m ujulates peetavateel olümpiadistantside võistlustele. Väga oluline on ka fikseerida uute Euroopa või maailmarekordite püstitamise detailseid näitajaid ja mis peamine, prognoosida ja ette valmistada uute rekordite individuaalseid realiseerimisplaane.

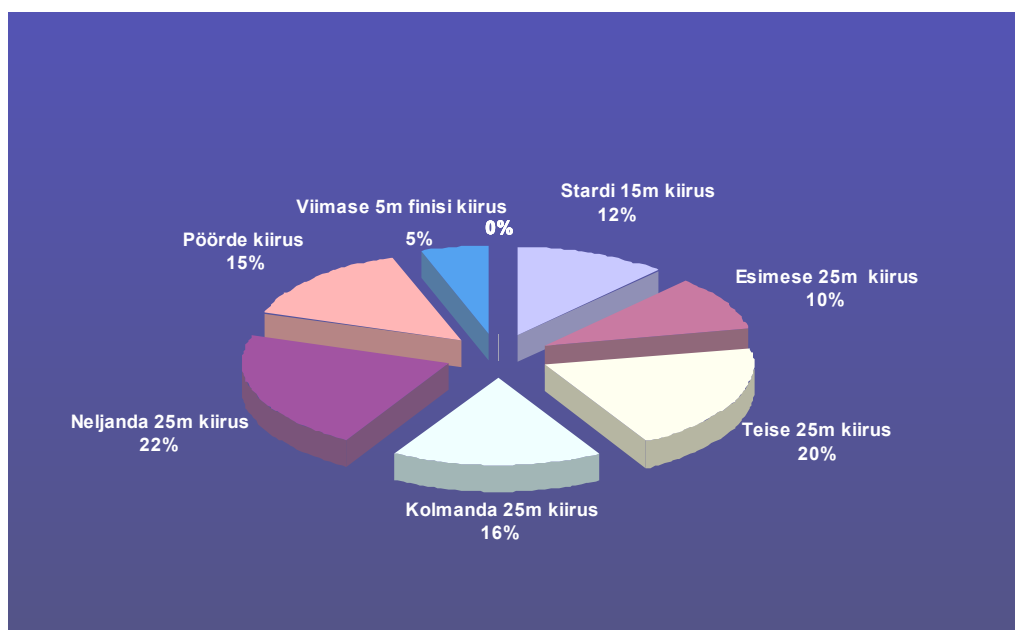
Järgnevalt analüüsime võistlusprogrammis olevate ujumisdistantside tehnilis-taktikalisi erinevusi, tendentse ja sellest tulenevaid nõuandeid võistlusteks ettevalmistamisel. Analüüsi tulemuste usaldatavus on märkimisväärne, kuna andmebaasina on kasutatud viimase viie aasta Euroopa meistrivõistluste kõiki finaali- ja poolfinaalujumistes näidatud tulemusi.

Illustratsioonid võistlustegevuse elementide protsentuaalsest osakaalust resultaadi saavutamisel on arvutatud regressioonanalüüsi tulemusena ja annavad edasi visuaalse pildi olulisemate elementide osakaalust protsentides.

Tabelitena on toodud Euroopa meistrivõistluste parimate finalistide ja poolfinaalides osalenud ujujate võistlustegevuse parameetrite keskmised näitajad korrelatsioonis resultaadiga, mis avab tugevamad või nõrgemad seosed võistluselementidega, ja regressioonikoefitsiendid, mis kajastavad võistluselementide soovitava arengu suunda ja suhtelist tähtsust. Prognoosid tulevaste rekordite purustamiseks on simuleeritud praeguste parimate sportlaste tipptulemusi 2% parandades ja siis regressioonikoefitsiente arvestades uue resultaadi saavutamiseks uusi võistluselementide väärtusi prognoosides. Parimate ujujate individuaalsed parameetrid on toodud näidetena olümpiamängude, maailmameistrivõistluste ja Euroopa meistrivõistluste finalistidest. Paljud tippujujud on mõningate võistluselementide sooritamises juba uute rekordite tasemel, kuid just oluliselt tähtsamad elemendid vajavad veel arengut.

Eraldi toome näited ka Euroopa juunioride klassi parimatest, et meie järelkasvul oleks ettekujutus, kuhupoole oma ettevalmistusprotsessis pürgida.


Tabel 2. Võistlustegevuse elementide osakaal protsentides. Meeste 100 m liblikujumise EM-finaal 50 m basseinis.



Tabel 3. Võistlustegevuse parameetrite analüüs ja modelleeritud. Meeste 100 m liblikujumise EM-finaal 50 m basseinis.

Võistlustegevuse elemendid	EM keskmine	Prognoositav areng	Korrelatsioon resultaadiga	Regressioon
Resultaat (sek)	53.24	50.90		
Stardi 15m kiirus	2.46	2.45	-0.528	-2.681
Esimese 25m kiirus	1.88	1.95	-0.486	-2.822
Teise 25m kiirus	1.83	1.94	-0.595	-5.875
Kolmanda 25m kiirus	1.77	1.86	-0.714	-4.918
Neljanda 25m kiirus	1.70	1.83	-0.616	-6.825
Pöörde kiirus (m/sek)	1.90	1.95	-0.741	-4.210
Viimase 5m finiši kiirus	1.59	1.63	-0.192	-1.825

Tabel 3. Parimate ujujate individuaalsed näitajad pikas ujulas. Meeste 100 m liblikujumise EM-finaal 50 m basseinis.

	Tiip tulemus	EM parim	EM parim juunior
	Crocker 2003	A. Serdinov 05.08.06	J. D. Natullo 07.07.06
Resultaat (sek)	50.98	0:51.95	0:54.07
Stardi 15m aeg (sek)	5.6	6.06	6.16
Stardi 15m kiirus (m/sek)	2.68	2.48	2.44
Vaheaeg (sek) 25m	10.88	11.42	11.52
Vaheaeg (sek) 75m	37.2	37.88	39.54
Esimese 25m kiirus (m/sek)	1.89	1.87	1.87
Teise 25m kiirus (m/sek)	1.87	1.87	1.77
Kolmanda 25m kiirus (m/sek)	1.86	1.86	1.73
Neljanda 25m kiirus (m/sek)	1.81	1.77	1.69
Tempo (tõmmet/min) esimesel	54	52	57
Tempo (tõmmet/min) teisel 50	56	55	58
Sammu pikkus (m) esimesel 50	2.07	2.16	1.88
Sammu pikkus (m) teisel 50 m	1.93	1.94	1.75
Pöörde aeg (sek) 50m	7.56	7.66	8.04
Pöörde kiirus (m/sek) 50m	1.98	1.96	1.87
Viimase 5m finiši aeg (sek)	2.7	2.75	2.67
Viimase 5m finiši kiirus (m/sek)	1.67	1.64	1.69
Keskmine ujumiskiirus (m/sek)	1.86	1.84	1.76
Keskmine tempo (tõmmet/min)	55	53	57
Keskmine sammupikkus (m)	2	2.05	1.81

Meeste 100 m liblikat pikas ujulas eeldab järgmist taktikat: tähtis on viimase 25 m ujumiskiirus (22%), teise (20%) ja kolmanda 25 m kiirus (18%). Prognoositav resultaat 50,90 on praeguse maailma tiip tulemuse tase ja võistlustegevuse elemendid distantsi algul täiesti saavutatavad. Puudu on distantsi alustamise julgusest kiiruse osas ning muidugi selleks vajalikust spetsiaalsest treeningust, et lõpuni vastu pidada. Pööre ja start annavad täiesti reaalse võimaluse uueks rekordiks.

Rakenduslik spordipsühholoogia: psüühikatreeningu sisu ja vorm

Aave Hannus, Anni Raudsepp, Jorgen Matsi

Aave Hannus

TÜ spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut, spordipsühholoogia teadur

Haridus:

2001 – Tartu Ülikool, psühholoogia osakond, *MSc* (psühholoogia) (*cum laude*)

1999 – Tartu Ülikool, psühholoogia osakond, *Bsc* (psühholoogia)

aave.hannus@ut.ee

Anni Raudsepp

TÜ spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut, spordipsühholoogia erakorraline teadur

Haridus:

2006 – Leuveni Katoliiklik Ülikool, Belgia. European Master of Exercise and Sport Psychology (*cum laude*)

2004 – Tartu Ülikool, psühholoogia osakond, *BSc* (psühholoogia)

anni.raudsepp@ut.ee

Jorgen Matsi

TÜ spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut, spordipsühholoogia assistent

TÜ psühholoogia osakond, magistrant

Haridus:

2006 – TÜ psühholoogia osakond, BA (psühholoogia)

jorgen.matsi@ut.ee

Sissejuhatus

Spordipsühholoogia on paari viimase aastakümnega arenenud iseseisvaks rakenduspsühholoogia valdkonnaks. Psühholoogilised protsessid vahendavad keerukat koostööd biomehhaanilise süsteemi, füsioloogiliste funktsioonide ja närvisüsteemi erinevate struktuuride vahel (Bergenheim, Johansson, Granlund, & Pedersen, 1996). Süstemaatiline sportlaste, spordiharrastajate, treenerite ja tervete võistkondade uurimine võimaldab tänasel päeval pakkuda spordi erinevates valdkondades suuniseid selleks, et psühholoogiliste tegurite tõttu ei jääks sportlasel või spordiharrastajal kehaline potentsiaal realiseerimata. Üheks rakendusliku spordipsühholoogia populaarsemaks valdkonnaks on psühholoogiliste oskuste treening, mida erinevates kirjandusallikates tuntakse ka mentaalse treeningu või psüühikatreeningu nime all. Psüühikatreeningu eesmärgiks on juhendada sportlaste, treenerite ja võistkondade psühholoogiliste oskuste arendamist sel moel, mis

võimaldaks kehalisi võimeid täiel määral realiseerida ja tagaks samal ajal psühholoogilise heaolu (Driskell, Copper, & Moran, 1994).

Käesoleva kirjutise eesmärgiks on anda ülevaade teaduslikult põhjendatud psüühikatreeningu ülesehitusest ja selle läbiviimise võimalustest. Käsitletakse psühholoogilise treeningu etappe, kirjeldatakse psüühikatreeningu meetodeid ja antakse ülevaade psüühikatreeningu efektiivsuse hinnangutest.

Psühholoogilised oskused

Millised on oskused, mis võimaldavad sportlastel ja treeneritel realiseerida oma kehaliste võimete, tehniliste ja taktikaliste oskuste potentsiaali? Vealey (1988) jagas psühholoogilised oskused nelja suuremasse kategooriasse: baasoskused, sooritusoskused, individuaalse arengu oskused ja meeskondlikud oskused.

Baasoskuste alla liigitatakse põhilised aluseks olevad individuaalsed oskused, mis võimaldavad spordis edu saavutada. Üheks selliseks oskuseks peetakse *saavutustungi* (*achievement drive*) ehk motivatsiooni, mis peegeldab intensiivset pingutamist ja takistuste ületamise soovi endale oluliste eesmärkide saavutamisel. See baasoskus sisaldab põhjaliku planeerimise ja prioriteetide seadmise ning eesmärkide püstitamise oskust (nt. Holt & Dunn, 2004).

Teiseks baasoskuseks peetakse *eneseteadvustamist* ehk oskust ausalt analüüsida oma mõtteid, tundeid ja käitumist nii reaalses kui minevikus (Bull, Shambrook, James, & Brooks, 2005). Eneseteadvustamine sisaldab enesjälgimise ja enesehindamise oskusi.

Kolmanda baasoskusena tuuakse välja *produktiivset mõtlemist*, mis tähendab oskust oma mõtteid efektiivselt juhtida. Täpsemalt mõeldakse selle all oskust keskenduda olulistele ülesannetele, strateegilisele planeerimisele, probleemilahendusele, mitte aga vigade tegemise vältimisele või ebameeldivatest tunnetest hoidumise võimalustele. Produktiivne mõtlemine võimaldab keskenduda olulisele ja ignoreerida ebaolulist, suunata oma tähelepanu realistlikele ja ratsionaalsetele mõtetele. Näitena ebaproduktiivsest mõtlemisest võiks tuua põhjendamatu unistamist või ebafunktsionaalsete rituaalide peale lootmist.

Oma sisemistesse ressurssidesse uskumist ehk *enesekindlust* peetakse kriitilise tähtsusega baasoskuseks (Bull jt., 2005). Edukaid sportlasi eristab ebaedukatest stabiilne enesekindlus (Greenleaf, Gould, & Diffenbach, 2001).

Sooritusoskused on need psühholoogilised oskused, mida läheb vaja sportliku soorituse ajal. Väga oluliseks peetakse *pertseptuaal-kognitiivseid* oskusi ehk taju ja tunnetusprotsessidega seotud oskusi. Tippsportlased arendavad pikaajalise treeningu jooksul välja kõrgetasemelise tehniliste ja taktikaliste otsuste langetamise oskuse, õpivad mängujoonist või vastase tegevust efektiivsemalt ära tundma ja ka meenutama, oma nägemistaju tõhusamalt suunama ja olemasoleva informatsiooni põhjal sündmuste käiku täpsemalt ennustama (Williams & Ward, 2003).

Teiseks sooritusoskuseks on *tähelepanu fokusseerimine*. Nii nimetatakse oskust oma tähelepanu tahtlikult ja selektiivselt suunata sellele, mis on sportliku soorituse mõttes oluline ning ignoreerida ebaolulist. Ka see oskus eristab edukaid sportlasi ebaedukatest – edukas sportlane keskendub tehniliste oskuste realiseerimisele, taktikaliste otsuste tegemisele, liigutuste koordineerimisele, ebaedukas sportlane, kelle tähelepanu fokusseerimise oskus on madal, laseb end segada vahetu tegevusega mitteseotud mõtetest, kujutluspiltidest või välistest teguritest (Privette & Bundrick, 1997).

Energia juhtimiseks nimetatakse Vealey (1988) psühholoogiliste oskuste mudelis emotsioonide (ärevus, elevus, hirm, apaatia, viha, rõõm) juhtimise oskust. Kaasaegsed seisukohad kinnitavad, et igal sportlasel on individuaalne erinevate emotsioonide ja nende intensiivsuse komplekt, mille kogemise korral on võimalik oma kehalist vormi realiseerida (vt. Harmison, 2006). Edukad sportlased suudavad oma emotsionaalset seisundit reguleerida ja sportliku soorituse jaoks endale optimaalse emotsionaalse seisundi luua.

Individuaalse arengu oskusteks peab Vealey (1988) oskusi, mis tagavad psühholoogilise heaolu ja kõrgetasemelise psühholoogilise funktsioneerimise.

Identiteedi saavutamine kujutab endast protsessi, mille käigus arendatakse välja selge identiteet, minapilt ja eneseväärtuse hinnang.

Suhtlemiskompetentsus aga iseloomustab oskust teiste inimestega efektiivselt suhelda, pakkuda teistele sotsiaalset toetust ning seda teistelt ka ise adekvaatselt otsida (Holt & Dunn, 2004).

Meeskondlikud oskused avalduvad grupi tasemel ning on vajalikud efektiivse tiimikeskkonna loomiseks. Esimesena nimetatakse *meeskonnakindlust* ehk usku võimesse ühiselt edu saavutada. Näiteks on teada, et võistkonnaliikmete meeskonnakindluse hinnang on võistkonna edukusega tugevamini seotud kui kõikide liikmete individuaalse kindlustunde koondhinnang (Gould, Greenleaf, Yongchul, & Guinan, 2002).

Sidususeks nimetatakse võistkonna ühiste eesmärkide nimel pingutamise motivatsiooni ja omavaheliste suhete kvaliteeti (Carron, Colman, Wheeler, & Stevens, 2002).

Kommunikatsiooni oskus iseloomustab võistkonna liikmete omavahelise suhtlemise kvaliteeti, efektiivne kommunikatsioon suurendab ka võistkonna ühise potentsiaali realiseerimise tõenäosust.

Neljanda meeskondliku oskusena peetakse oluliseks *eestvedamise* oskust. Eestvedamise all mõeldakse niihästi sportlaste kui treenerite oskust mõjutada teisi võistkonna liikmeid sellisel moel, mis tagaks meeskonna töö edukuse. Eestvedamist (*leadership*) eristatakse klassikalisest juhtimisest (*management*), mida võib ülekantud tähenduses sageli pidada hoopis taganttõukamiseks ehk erinevat laadi võimu rakendamiseks võistkondlike eesmärkide saavutamise nimel. Eestvedamine seevastu sisaldab endas otsustamist, motiveerimist, efektiivset tagasiside andmist, vastastikuste suhete loomist ja meeskonnakindluse loomist.

Kirjeldatud psühholoogiliste oskuste juures on psüühikatreeningu seisukohalt kõige olulisem silmas pidada, et tegemist on õpitavate ja arendatavate oskustega, mitte kaasasündinud võimetega. Seega, kõiki nimetatud oskusi saab treenida, sellega psüühikatreeningus tegeletaksegi. Psühholoogilisi oskusi võib julgelt võrrelda tehniliste või kehaliste oskustega, mida sportlased igapäevases treeninguprotsessis õpivad ja lihvivad ning võistlustel kehalisele vormile vastaval tasemel realiseerivad. Psühholoogilised oskused, näiteks tähelepanu fokuseerimise oskus või energia juhtimise oskus on õpitavad ja arendatavad, kuid selleks, et võistlustel neid oskusi

kõrgtasemel kasutada, tuleb neid oskusi igapäevaselt treenida. Järgnev alapeatükk on pühendatud psüühikatreeningu protsessile.

Psüühikatreeningu protsess

Psüühikatreening koosneb süstemaatilise eesmärkide püstitamisest, psühholoogiliste oskuste hindamisest, psüühikatreeningu vajaduste väljaselgitamisest, psüühikatreeningu tehnikate väljavalimisest, oskuste treenimisest treeningutel, oskuste rakendamisest võistlustel ja seejärel hinnangu andmisest psüühikatreeningu efektiivsusele.

Eesmärkide püstitamise all mõistetakse protsessi, mille käigus identifitseeritakse sportliku saavutuse sihid, valitakse nende saavutamise strateegiad ja sooritatakse saavutuseni viivaid tegevusi.

Rakenduslikus spordipsühholoogias kasutatakse sageli eesmärkide kategoriseerimist *tulemuseesmärkideks*, *soorituseesmärkideks* ja *tegevuseesmärkideks* (Kingston & Hardy, 1997). Tulemuseesmärgid (*outcome goals*) keskenduvad tagajärjele, tulemile sotsiaalse võrdluse kontekstis (koht, kaotus/võit), seevastu soorituseesmärgid (*performance goals*) keskenduvad protsessile, kehalisele vormile, tehnikale, arengule, sellele, milline on soovitud sooritus sõltumata konkurentidest. Kuna soorituseesmärgid on paindlikumad, kontrollitavamad, realistlikumad ja võimaldavad alati kõrgemale tasemele areneda, annab just seda tüüpi eesmärkide püstitamine paremaid tulemusi võrreldes üksnes tulemusele keskendumisega. Uuringud kinnitavad, et soorituseesmärgid on efektiivsemad kui tulemuseesmärgid, kuna nad (a) hõlbustavad tähelepanu fookuseerimist; (b) soodustavad keskendumist; (c) automatiseerivad kehalisi oskusi; (d) tõstavad kontrollitunde suurenemise läbi enesekindlust.

Tegevuseesmärgid on seotud konkreetsete tehniliste elementide, taktikaliste otsuste ja kehaliste võimetega, mille arendamisega igapäevaselt treeningutel tegeletakse.

Kirjeldatud klassifikatsiooni alusel seatakse psüühikatreeningu tsükli alguses kõiki kolme laadi eesmärke: millist tulemust sportlane teatud piiratud aja jooksul soovib

saavutada (tulemuseesmärk); millisel tasemel peaksid olema tema kehalised võimed, tehnilised, taktikalised ja psühholoogilised oskused, et sellist tulemust saavutada (soorituseesmärgid); milliseid tegevusi tuleks treeningutel läbi viia, et sellist võimete ja oskuste taset saavutada (tegevuseesmärgid). Selline eesmärkide struktuur aitab sportlasel treeningul keskenduda oma oskuste ja võimete arendamisele, mis võimaldaksid tal oma soorituseesmärke täita. Soorituseesmärkidele keskendumine võistlustel aitab ühest küljest kontrollida võistlusärevust, kuna sportlane ei pea muretsema teatava koha saavutamise või mittesaavutamise perspektiivide pärast, teisest küljest fokuseerib ta tähelepanu enda võimete ja oskuste realiseerimisele. Paradoksaalsel moel ilmneb, et võistlemise ajal just soorituseesmärgile, mitte tulemuseesmärgile keskendumine suurendab tulemuseesmärgi saavutamise tõenäosust, kuna soorituseesmärgid aitavad oma kehalist potentsiaali realiseerida.

Relaksatsiooni ehk eesmärgistatud lõdvestumist kasutatakse psüühikatreeningul iseseisva tehnikana ärevuse alandamiseks või paralleelselt teiste tehnikatega, et soodustada lõdvestumise läbi teiste tehnikate õppimist.

Läbi mitmete uurimuste spordis on leitud, et tippsooritus on tihti seotud füüsiliselt lõdvestunud seisundiga (Garfield & Bennet, 1984). Vastupidiselt, kõrget kehalist ärevust seostatakse halva sooritusega (Burton, 1988). Lisaks sellele, et kehaline ärevus võib väljenduda pulsisageduse tõusuna, peopesade higistamisena ja „liblikatena kõhus“ (Martens *et al.*, 1990), võib seda seostada ka lihaspinge suurenemisega, mis omakorda võib häirida motoorset sooritust ja seega omada otsest negatiivset mõju (Weinberg & Hunt, 1976). Seega, spordis võib osutada kasulikuks, kui sportlane on võimeline enda lihaspinget reguleerima. Lõdvestustehnikate valdamisel on ka muid eeliseid – see võib aidata lõdvestada lihast, mis on peale vigastust liigselt pinges, kiirendada taastumist peale raskeid treeninguid ning aidata kiiremini uinuda ja seeläbi tõsta une kvaliteeti.

Klassikaliseks lõdvestustehnikaks, mis on aluseks paljudele teistele, on Edmund Jacobsoni poolt välja töötatud *progressiivse relaksatsiooni* ehk järk-järgulise lõdvestumise tehnika (1938). Progressiivne relaksatsioon seisneb selles, et rahulikus keskkonnas suuri lihasgruppe järgemööda pingutades ja lõdvestades õpitakse teadlikult eristama lihaskõhvimist ja lihaspinget ning selle abil ollakse hiljem suutelised kiiresti lihaskõhvimist ära tundma ja soovi korral lõdvestuma.

Teiseks heaks näiteks lõdvestustehnikatest on autogeenne treening, mis on tuntud ka enesehüpnosi nime all. Erinevalt progressiivsest relaksatsioonist on see mentaalne tehnika. Treeningu käigus õpitakse endale sisendama füüsilist tunnet, mida soovitakse tunda – näiteks jäsemete lõtvust, otsmiku jahedaks muutumist jne. Tüüpiliselt kasutatakse sõnalist sisendamist.

Kõikide relaksatsioonitehnikate puhul on oluline, et need õpitakse ära rahulikus keskkonnas ning harjutatakse süstemaatiliselt. Seejärel on võimalik hakata neid juba rakendama olukordades, kus on lõdvestumiseks vähe aega või ümberringi segavaid tegureid.

Relaksatsioonitehnikad on rakendatav ning praktiline tööriistakomplekt, mille sportlane saab spordipsühholoogi käe all omandada ning hiljem iseseisvalt kasutada mitmetes erinevates olukordades.

Kujutlustehnikat saab kõige paremini kirjeldada kui sisemise psühholoogilise harjutamise protsessi, mille käigus kasutatakse erinevate meelte abil loodud kujutisi sportlikest situatsioonidest (Vealey & Greenleaf, 1998). Kujutluses on olulised nii visuaalsed (pildilised), auditiivsed (helilised) kui ka kinesteetilised (kehataju) komponendid.

Kujutlustehnikat rakendatakse psüühikatreeningul väga mitmetel eesmärkidel: sporditehnika õppimiseks ja harjutamiseks, strateegiliseks planeerimiseks, võistlusteks valmistumiseks, psühholoogiliseks soojenduseks, teiste psühholoogiliste oskuste kinnitamiseks, toimetulekustrateegiana, enesekindluse tõstmiseks, tähelepanu fokuseerimiseks, emotsioonide juhtimiseks ning koguni vigastustest taastumiseks (nt. Evans, Jones, & Mullen, 2004; Morris, Spittle, & Watt, 2005). Kujutlustehnikatest saadava kasu maksimaliseerimiseks tuleb tähelepanu pöörata järgmistele faktoritele: kujutlustehnika võib paremini õnnestuda lõdvestunud seisundis; kujutlused peavad olema nii realistlikud kui võimalik; tuleb luua selgeid ja täpseid kujutluspilte, kus ka spordiala spetsiifiline tehnika ja taktika on õiged; kujutluses tuleb kasutada erinevatest meeltest (nägemine, kuulmine, kehataju) tulevat informatsiooni; kujutlusse kaasatakse ka mõtete ja emotsioonide kujutlemine; kujutluses saab mängida soorituse kiirusega, kasutatakse nii aegluubis kui reaajas kujutlust.

Oluline on silmas pidada, et nii nagu on iga teise psühholoogilise oskusega, tuleb ka kujutlustehnikaid regulaarselt treenida ja rakendada, et saada soovitud kasu. Näiteks on leitud, et peale kujutlustreeningute lõpetamist hakkab selle positiivne mõju langema. Juba kaks nädalat peale kujutlustreeningu lõpetamist võib kujutlusest esialgu saadud lisaefekt väheneda 50% võrra (Driskell, Copper, & Moran, 1992).

Sisekõne on mõtete juhtimise tehnika, mida kasutatakse enesekindluse tõstmiseks ja tähelepanu fookuseerimiseks (nt. Zinsser, Bunker, & Williams, 1998). Sisekõne all mõistetakse mõtete peatamist, mõtetele vastamist, mõtete ümbersõnastamist ja mõtete kinnitamist. Negatiivsete mõtete peatamine kujutab endast negatiivsete, sooritust pärssivate mõtete äratundmist. Sportlane õpib tähele panema, millistes olukordades tekivad sooritust pärssivad mõtted ning kuidas negatiivsete mõtete jada peatada. Mõtetele vastamine tähendab irratsionaalsete mõtete tõepärasuse kontrollimist. Näiteks, kui sportlane avastab, et kaldub sageli mõtlema, et tal ei tule teatav element kunagi välja, saab ta kaaluda, kuivõrd tõene see enesekohane väide on. Võib selguda, et tegelikult see element aeg-ajalt siiski õnnestub. Harjutamise motivatsiooni aitaks hoida ratsionaalsem mõte, et aeg-ajalt tuleb selle elemendi sooritamine välja, mis on märk sellest, et püsivalt harjutades võiks ta selle elemendi sooritamise väga hästi selgeks õppida. Mõtete ümbersõnastamine seisneb selles, et sportlane õpib sündmusi interpreteerima endale soodsamas, produktiivses valguses. Mõtete kinnitamine aga tähendab produktiivsete, sooritust soodustavate ja tähelepanu olulistele asjadele fookuseerivate mõtete kordamist eesmärgiga muuta sellised mõtted oma uskumuste ja hoiakute süsteemi integreeritud ja automaatselt avalduvateks üksusteks.

Sooritusega seotud rutiine kasutatakse samuti mitmetel eesmärkidel. Rutiiniks nimetatakse teatud kindlate tegevuste jada, mida viiakse ellu kindla plaani alusel ja mille eesmärgiks on soorituse maksimaliseerimine (Taylor, 2001). Üheks rutiini näiteks on see, kuidas korvpallur enne otsustavat vabaviset seab end vabaviskejoonele just täpselt nii nagu alati, võtab asendi, hingab ja pörgatab palli täpselt samamoodi nagu iga kord enne vabaviset. Rutiinide kasutamine aitab sportlastel võistlusteks paremini valmistuda, suurendab sportlaste eneseteadlikkust, situatsioonilist paindlikkust ja kontrolli oma soorituse üle ning ühendab soorituse füüsilise, tehnilise ja vaimse külje.

Rutiinid on sportlasele suureks abiks nii treeningul kui ka võistluste eelselt, võistluste järgselt ning võistluste ajal, kuna rutiinid aitavad sportlastel toime tulla häirivate teguritega ning keskenduda vajalikule (Boutcher, 1990). Treeningutel aitavad rutiinid sportlasele oskusi parandada, andes treeningule suuna ja eesmärgi, mille läbi sportlane pöörab rohkem tähelepanu vajalike oskuste õppimisele. Võistluseelsete rutiinide abil saavutab sportlane oma ideaalse virguse taseme, optimeerib oma füüsilise ja psühholoogilise valmisoleku võistluseks ning suudab paremini toime tulla sisemiste ja väliste stressoritega. Spordialade jaoks, kus on tegu mitme lühikese sooritusega (näiteks kaugushüpe, maadlus), on soorituse kõrgel tasemel hoidmiseks olulised soorituste vahelised rutiinid. Võistlusjärgseid rutiine kasutatakse võistlustelt väärtuslike õppetundide saamiseks, et neid teadmisi kasutada tulevastel treeningutel ja võistlustel.

Psüühikatreeningu efektiivsus

Kuigi mitte kõik aja jooksul kasutusel olnud psüühikatreeningu meetodid ei ole osutunud efektiivseteks, on kindlalt põhjust väita, et käesolevas ülevaates esitatud meetodeid süstemaatiliselt rakendades on võimalik sportlikku sooritust oluliselt parandada (Martin, Vause, & Schwartzman, 2005). Oluline on hoopis silmas pidada, mil määral sportlased ja treenerid psüühikatreeningut teostavad. Nii näiteks on varasemalt leitud, et ehkki 81% tipp sportlastest pidas psühholoogilist ettevalmistust väga oluliseks, kasutas vaid 44% süstemaatilist psüühikatreeningut (Heishman & Bunker, 1989). Näib, et vaatamata psüühiliste tegurite osakaalu teadvustamisele ei jõuta sageli mõttest tegudeni.

Üheks põhjuseks, mis piirab psüühikatreeningu efektiivsust, on sportlase motiveeritus psüühikatreeninguga süstemaatiliselt tegeleda. Ebarealistlikud ootused või teadmiste puudumine psüühikatreeningu läbiviimise tehnikate ja põhimõtete osas saab takistuseks sellest kasu lõikamisele. Psüühikatreeningule seavadki ennekõike piiranguid ebarealistlikult kõrged ootused, lootus, et psüühikatreeningust on võimalik väga kiiresti ja suurema pingutuseta kasu lõigata. Sellisteks ootusteks ei ole aga alust. Nagu juba mainitud, on psühholoogiliste oskuste näol tegemist kehaliste oskuste

sarnaste oskustega, mis eeldavad pikaajalist õppimise protsessi ja vajavad pidevat harjutamist.

Kirjandus

Bergenheim, M., Johansson, H., Granlund, B., & Pedersen, J. (1996). Experimental evidence for a synchronization of sensory information to conscious experience. In S. R. Hameroff & A. W. Kaszniak & A. C. Scott (Eds.), *Toward of science of consciousness: the first Tucson discussions and debates*. Cambridge, Massachusetts: Bradford.

Boutcher, S.H. (1990). The role of performance routines in sport. In J.G. Jones & L. Hardy (Eds.), *Stress and performance in sport* (pp. 231-245). New York: Wiley.

Bull, S. J., Shambrook, C. J., James, W., & Brooks, J. E. (2005). Towards an understanding of mental toughness in elite English criceters. *Journal of Applied Sport Psychology, 17*, 299-227.

Burton, D. (1988). Do anxious swimmers swim slower? Reexamining the elusive anxiety-performance relationship. *Journal of Sport Psychology, 10*, 45-61.

Carron, A. V., Colman, M. M., Wheeler, J., & Stevens, D. (2002). Cohesion and Performance in Sport: A Meta Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 24*, 168-188

Driskell, J. E., Copper, C., & Moran, A. (1994). Does mental practice enhance performance? *Journal of Applied Psychology, 79*, 481-492.

Evans, L., Jones, L., & Mullen, R. (2004). An imagery intervention during the competitive season with an elite rugby union player. *Sport Psychology, 18*, 252-271.

Garfield, C. A. & Bennet, H. Z. (1984). *Peak performance: mental training techniques of the world's greatest athletes*. Los Angeles, CA: Warner.

Gould, D., Greenleaf, C., Yongchul, C., & Guinan, D. (2002). A survey of U.S. Atlanta and Nagano Olympians: Variables perceived to influence performance. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 73, 175-186.

Greenleaf, C., Gould, D., & Diffenbach, K. (2001). Factors influencing Olympic performance: Interviews with Atlanta and Nagano U.S. Olympians. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13, 154-184.

Harmison, R. (2006). Peak performance in sport: Identifying ideal performance states and developing athletes' psychological skills. *Professional Psychology: Research & Practice*, 37, 233-243.

Heishman, M. F. & Bunker, L. (1989). Use of mental preparation strategies by international elite female lacrosse players from five countries. *Sport Psychologist*, 3, 14-22.

Holt, N. L. & Dunn, J. G. (2004). Toward a grounded theory of the psychosocial competencies and environmental conditions associated with soccer success. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16, 199-219.

Jacobson, E. (1938). *Progressive relaxation*. Chicago: University of Chicago Press.

Kingston, K. M. & Hardy, L. (1997). Effects of different types of goals on processes that support performance. *The Sport Psychologist*, 11, 277-293.

Martens, R., Vealy, R., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Martin, G. L., Vause, T., & Schwartzman, L. (2005). Experimental studies of psychological interventions with athletes in competitions: Why so few? *Behavior Modification*, 29, 615-641.

Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). *Imagery in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Privette, G. & Bundrick, C. M. (1997). Psychological processes of peak, average, and failing performance in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 28, 323-334.

- Taylor, J. (2001). *Prime sport: Triumph of the athlete mind*. New York: iUniverse.
- Vealey, R. S. (1988). Future directions in psychological skills training. *Sport Psychologist*, 2, 318-336.
- Vealey, R., & Greenleaf, C. (1998). Seeing is believing: Understanding and using imagery in sport. In J.M. Williams (Ed.), *Applied sport psychology: personal growth to peak performance* (2nd ed., pp. 237-260). Mountain View, CA: Mayfield.
- Weinberg, R. & Hunt, V. V. (1976). Interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. *Journal Motor Behavior*, 8, 319-224.
- Williams, A. M. & Ward, P. (2003). Perceptual expertise: Development in sport. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp.219-249). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zinsser, N., Bunker, L., & Williams, A. M. (1998). Cognitive techniques for building confidence and enhancing performance. In J. M. Williams (Ed.), *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance* (3rd ed., pp.270-295). Mountain View, CA: Mayfield.

Summary

Applied sport psychology: the content and structure of mental skills training

Introduction

In the last decades sport psychology has developed into an independent field of applied psychology. One of the most popular areas of applied sport psychology is mental skills training. The objective of mental training is to assist sport participants in the development of mental skills to achieve maximal performance success and personal well-being (Driskell, Copper, & Moran, 1994). The goal of this paper is to give an overview of the structure and application of scientific mental skills training.

Psychological skills

According to Vealey (1988), the key mental skills that are related to performance success and personal well-being are foundation skills, performance skills, personal development skills and team skills. *Foundation skills* are intrapersonal resources that are the basic foundation mental skills necessary to achieve success in sport, including achievement drive, self-awareness, productive thinking and self-confidence. *Performance skills* are mental abilities critical to the execution of skills during sport performance (e.g. perceptual-cognitive skill, attentional focus, and energy management skill). *Personal development skills* are mental skills that represent significant maturational features of personal development and allow for high-level psychological functioning through clarity of self-concept, feelings of well-being, and a sense of relatedness to others. *Team skills* are group qualities of the team that are instrumental to an effective team environment and overall team success. The basic team skills are team confidence, cohesion, communication, and leadership.

Process of mental skills training

The process of mental training consists of goal setting, assessment of the current level of psychological skills, estimation of needs for mental training, selecting the mental skills to be learned, training the skills at the physical training sessions, applying the skills at the competitions and evaluating the effectiveness of mental skills training. The methods used in mental skills training are among others goal setting, relaxation techniques, imagery, self-talk, and routines.

Efficacy of mental training

There is reason to state that the different methods mentioned in this overview help to improve the athletic performance if applied systematically (Martin, Vause, & Schwartzman, 2005). Nevertheless, it seems that despite athletes and coaches acknowledge the role that psychological factors play in athletic performance, psychological skills training is not used as much as it could be. The reasons for this

are the lack of knowledge about the principles and processes of mental skills training and unrealistically high expectations. The bottom line is that mental skills are similar to physical skills in that they also require a long learning process and need to be rehearsed constantly.

Sportlase kohanemine ajavahega reisil ida suunas

Rein Jalak, Tõnis Matsin, Harry Lemberg

Rein Jalak

Rahvusvaheline Ülikool Audentes, kolledži direktor, professor

Töötanud TRÜ treeningprotsessi uurimise laboratooriumi juhatajana, Eesti korvpalli-, suusatamise ja judokoondise arstina, Eesti olümpiakoonidse peaarst 1998. ja 2000. a olümpiamängudel. Stažeerinud Heidelbergis, Freiburgis, Lüdenscheidis, Roomas.

rein.jalak@udentes.eu

Tõnis Matsin, knd (bioloogia)

TÜ spordi ja füsioteraapia täiendkoolituskeskus, juhataja

Haridus:

1970 – TÜ kehakultuuriteaduskond, treener-pedagoog

1979 – TRÜ, biol. kand.

tonis.matsin@ut.ee

Harry Lemberg, MSc

TÜ spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut, kergejõustiku lektor; TÜ Akadeemiline Spordiklubi, juhatuse liige

Haridus:

1982 – TÜ kehakultuuriteaduskond, kehalise kasvatuse ja spordi õpetaja

1991 – TÜ kehakultuuriteaduskond, MSc (liikumis- ja sporditeadused)

harry.lemberg@ut.ee

Organismi ööpäevased rütmid väljenduvad elutegevuse erinevates protsessides, nad on tingitud väliskeskkonna valguse ja temperatuuri tsüklitest ja põhjustatud eelkõige maakera pöörlemisest ümber oma telje.

Maailma spordis on võistluste arv oluliselt suurenenud, neid peetakse maailma eri paigus, kus on erinev ajavahe ja erinev õhutemperatuur. Kuuma kliimaga riikides viiakse võistlusi sageli läbi varahommikul või hilisõhtul. Tippsportlased peavad osalema väga paljudel võistlustel erinevates riikides, kõik see kokku nõuab häid teadmisi ka ajavõõtme ja treeningprotsessi omavahelistest seostest.

Organismi seisundi erinevused ööpäeva jooksul

Organismi elulised funktsioonid on enamuses tsirkaadse iseloomuga, seda eriti kehatemperatuur, hormonaalne aktiivsus, töövõime, südame löögisagedus, vererõhk, hemoglobiini sisaldus veres jt. Olenevalt kellaajast on sageli erinevad inimese psüühilised ja kehalised võimed, mis omakorda sõltuvad bioloogiliselt aktiivsete ainete sisaldusest organismis. Organismi funktsionaalne võimekus on kõige kõrgem kella 10 – 13 vahemikus, seejärel päeva jooksul langeb ja tõuseb taas kella 16 – 19 vahemikus. Kõige madalam aktiivsus on öösel kell 2 – 4. Erinevate funktsioonide ööpäevased nihked võivad olla suhteliselt ulatuslikud, näiteks

- südame löögisagedus puhkeolekus: 20 – 30%
- laktaadi maksimaalne sisaldus veres: 21%
- kehaline töövõime: 20%
- maksimaalne hapnikutarbimine: 4 – 7%

Spordiga tegelejalatel võib tekkida bioloogilise rütmi muutusi, lähtuvalt treeningu läbiviimise ajast. Spordiga regulaarselt mittetegelejalatel on näiteks vastupidavus, lihasjõud, koordinatsioon, paindumus varahommikul (kell 6 – 8) ligi 5 – 10% madalamal tasemel kui kell 11 – 13 või 16 – 19. Seevastu regulaarselt varahommikul harjutajatel ei tarvitse erinevusi ollagi, täheldatud on isegi paremaid näitajaid kui kell 11 – 12 või 16 – 18 harjutajatel.

Treening ja võistlused erineval ajal ööpäevas

Päeva esimesel poolel on organismis aktiivne tunnetuslik võimekus, spordiga tegeleja meeleolu ja tuju on head, vaimne töövõime kõrgel tasemel. Eelnevast lähtudes soovitatatakse tehnilis-taktikalisi oskusi arendadagi just hommikul kella 10 – 12 vahemikus. Seevastu kiirusjõu võimed, koordinatsioon, liigete liikuvus on parimal tasemel kella 16 – 18 paiku. Maksimaalne hapniku tarbimine, kopsuventilatsioon, lisaks vastupidavuse arendamisel olulised organismi talitluse muutused veres ja südame-vereringes on kõrgeimal tasemel kell 16 – 19, sel ajal suudab sportlane ka paremini väsimust taluda ja taastub kiiremini. Teiselt poolt oleneb sportlase koormuse taluvuse võime ka ajast, millal ta valdavalt harjutab. Kui oleme regulaarselt

harjutanud vaid varahommikul, kohaneb organism sellega ja kõrgeimad töövõime näitajad ongi vaid varahommikul. Seevastu regulaarselt vaid päevasel ajal harjutades on ka töövõime kõrgem kui õhtul, hommikul aga veelgi madalam. Harjutades kaks korda päevas – hommikul ja õhtul, on töövõime kõrgem just õhtusel treeningul.

Kõige kõrgem on kehaline töövõime siis, kui treeningaeg langeb kokku organismi talitluse füsioloogilise maksimumiga. Kindlasti arvestatakse treeninguaja määramisel ka muude teguritega, näiteks õppetöö, töö jm. Kindlasti peaksid aga treeningud toimuma enamasti samal ajal, nii kohaneb organism kõige efektiivsemalt ja kehaline töövõime suureneb.

Treeningute aeg võib ja peab muutuma siis, kui lähenevad võistlused toimuvad hoopis teises ajavööndis. Treeninguaja muutmise muudab oluliselt ka töövõimekust. Kehalistest võimetest on kõige tundlikum kiirusjõud, mille maksimum saabub taas 10. – 15. päeval. Seevastu vastupidavuse tase taastub umbes 3. nädala lõpuks. Väga peame bioloogilise rütmi taastamisega arvestama näiteks sportmängudes, võistkonnas on erinevatel mängijatel erinev töövõime, sageli erinevad bioloogilised rütmid ja erinev võime rütmimuutustega kohaneda. Eeltoodud teaduslikud põhjendused ja organismis toimuvad ümberkohanemised viitavad kahtlemata sellele, et sõites tähtsatele võistlustele teise ajavööndisse peame väga hästi tundma nii organismi talitlust, individuaalset omapära kui ka kindlasti järgima ajavööndi muutumisega kohanemise põhitõdesid.

Soovitused enne reisi

- organiseerige lennureis nii, et saabumine oleks hilisõhtul,
- lennates ida suunas on soovitatav saabuda vähemalt nii mitu päeva varem, kui mitu tundi on ajavahe,
- 2 – 3 päeva enne reisi nihutage magamamineku aega 1 – 2 tundi varasemaks,
- enne reisi tarbige kolme päeva jooksul enam süsivesikurikast toitu ja vähem valgurikast (Lemberg 2000).

Muutused organismis peale pikka lennureisi

Kiire reisimise tulemusel üle ajavööndite tekib vastuolu inimese bioloogilise kella ja kohaliku aja vahel, mida nimetatakse ajavahestressiks (inglise keeles *jet-lag*). Ajavööndite abil on kohalik aeg kohandatud päikesevalguse rütmiga nii, et igas maakera punktis tõuseb päike hommikul ja loojub õhtul. Organismi psühhofüsioloogilised funktsioonid ja töövõimekus ei kohane nii kiiresti ja see võib avalduda erinevates sümptomites, mis tekivad seoses organismi bioloogilise kella mittevastavusega kohalikule ajale:

- väsimus,
- unetus,
- unehäired,
- peavalu,
- ärrituvus,
- kehalise töövõime langus,
- seedesüsteemi häired jm.

Arvukates teadusuuringutes on leitud, et just 6 – 7-tunniline ajavahe kutsub esile ööpäevase rütmi ulatuslikud häired, mis avalduvad nii liigutusvõimetes kui füsioloogilistes ja psühholoogilistes reaktsioonides. Kohanemine keskkonna uute tingimustega nõuab aga aega. Kohanemise kiirus on erinevatel sportlastel samuti erinev, teadlased on pakkunud näiteks vahemikuks 2 – 18 päeva. Samuti on erinevate funktsioonide ümberkohanemine erineva kestvusega, järgnevalt mõned näited (Platonov 2005; Bulatova, Platonov 1996):

- uinumine, ärkamine, kehaline ja vaimne tegevus: 2 – 7 päeva,
- reaktsioonikiirus: 2 päeva,
- kehatemperatuur: 4 – 6 päeva,
- südame löögisagedus: 6 – 8 päeva,
- töövõime: 3 – 5 päeva,

- muud näitajad: 7 – 10 päeva ja enam.

Erinev aeg kulub ka erinevate liigutuste optimaalsele taassooritamisele. Kiirusjõu võimed taastuvad kiiremini kui vastupidavust nõudvad tegevused, seega on ka kohanemine erinevate spordialade puhul erinev. Uude ajavööndisse saabudes on leitud, et staatiline jõud võib olla stabiilne, samas teised jõuvõimete liigid on oluliselt langenud. Saabumise esimesel ööl võib ka uni hea olla, kuid põhjuseks väsimus, mitte kiire kohanemine. Saabumise esimestel päevadel on oluliselt langenud anaeroobne võimekus. Taastumine võib toimuda 3. – 4. päeval. Lihaskiire ja töövõime langus ning unehäired omakorda mõjuvad negatiivselt organismi seisundile – enesetunne ja tuju halvenevad, suurenevad väsimus ja depression, seda eriti just lendamisel ida suunas. On leitud ka, et eeltoodud tunnused koos koormuse kehva taluvusvõimega avalduvad ida suunas lendamisel just päeva esimesel poolel, aga põhja suunas lennul hoopis päeva teisel poolel.

Kohanemisel uue ajavööndiga on ka suured individuaalsed erinevused. Teadlaste sõnul ei tarvitse 5 – 8 tunnilise ajavahe korral ligi 25%-l sportlastest kohanemiskõhust olla, teine 25% aga kohaneb raskelt või üldsegi mitte. Paljudel võib kohanemiskõhust olla juba ka 2 – 3 ajavöötmekorral. Lendamisel põhja suunas on kohanemine enamasti 30 – 50% lihtsam ja kiirem kui ida suunas, inimesel on lihtsam põhja suunas minnes oma päeva nn “pikendada” kui idasuunas “lühendada”. On uuritud, et põhja suunas toimub bioloogiliste rütmide kohanemine kiirusega 92 min/ööpäevas, idasuunas aga oluliselt aeglasemalt – 57 min/ööpäevas (Bulatova, Platonov 1996, Makarova, Loktev 2006).

Idasuuna korral on olulised muutused nii töövõimes kui organismi talitluses. Esimese 1 – 5 päeva jooksul esineb sageli tugevaid unehäireid, langenud on nii kehaline kui vaimne töövõime, võrreldes näiteks lennuga põhjasuunas. Seepärast soovitavad teadlased ka võistlustele üle 10 – 12 ajavöötmekorral lendamisel teha seda just põhjasuunas. Idasuunas lennates on saabumispäeval uinumine alati raskendatud. Kui lend toimub öösel, võib sportlane saabumiskohas tugeva sõiduväsimuse tõttu küll esimesel ööl hästi uinuda, kuid järgmistel päevadel (kuni 5 – 6 päeva) tekivad olulised uinumishäired. Teadlaste uuringud leidsid näiteks kinnituse ka 2007. a. suvel Bangkokis toimunud suveuniversiaadil, kus mitmed sportlased peale head uinumist

saabumispäeval olid järgmistel öödel uinumiskeskustes ja pidid seejärel kasutama vastavaid vahendeid magama jäämiseks.

Oluline on sportlase psühholoogiline seisund. Stressifaktorid võivad olla nii üldise kui lokaalse toimega, samuti positiivsed või negatiivsed. Järgnevalt mõned faktorid:

- igapäevane elu,
- toitumine,
- suhted perekonnas,
- töö ja õppimine,
- kliima,
- kehaline võimekus,
- koormusest taastumine,
- lihasvalu jm.

Ajavahestress on enamasti nendega seotud ja võib seega sportlase psüühikat mõjutada.

Teadlaste sõnul mõjutab just 5 – 8 tunniline ajavahe oluliselt psüühilist seisundit, eraelust, treeningprotsessist või võistlustest lähtuvalt. Paraku ei toimu organismi täielikku ümberkohanemist idasuunalises ajavööndis alati isegi 2 – 3 nädala jooksul. Seevastu lennates põhja-lõuna suunas võib kohanemine toimuda juba 1 – 2 ööpäeva jooksul.

Järgnevalt mõned põhitõed idasuunas lennates:

- kohanemine 3 – 4 ajavöötmega toimub kiiresti, seevastu 6 – 8 vöötme korral on kohanemine aeglane,
- kohanemine põhja-lõuna suunas on kiirem kui ida-lääne suunas,
- oluline on alustada kohanemisega juba enne väljalendu,

- oluline on õige toitumine enne äralendu, lennu ajal ja saabudes,
- soovitatav on kohanemise kiirendamiseks kasutada vastavaid vahendeid ja protseduure – unerohi, ere valgus jm,
- tuleb arvestada spordiala ja liigutuste omapäraga,
- erinevates ajavöötmes sageli treenivad-võistlevad sportlased kohanevad kiiremini.

Organismi kohanemine uue ajavööndiga

Uue ajavööndiga kohanemisel eristatakse kolme faasi, mis omakorda sõltuvad ka läbitud ajavööndite arvust.

Esimene faas – kestab umbes ööpäeva, organismi kohanemine on oluliselt häiritud.

Teine faas – kestab 5 – 7 päeva. Organism kohaneb tasapisi uute keskkonnatingimustega.

Kolmas faas – kestab 10 – 15 päeva. Toimub organismi talitluse ulatuslik kohanemine

Kohanemist aitavad kiirendada:

- õigesti planeeritud treeningprogramm,
- õige toitumine,
- motivatsiooni tase,
- koormuse ja puhkuse õige vahekord jm.

Seevastu kohanemisreeglitest mitte kinnipidamine võib oluliselt sportlase kohanemist aeglustada. Suurvõistlusteks valmistudes sõidavad sportlased sageli võistluspaika 2 – 3 nädalat varem, sageli muudetakse 10 – 15 päeva enne võistlusi näiteks treeninguaega, et paremini kohaneda. Arvestada tuleb ka oma spordialaga, nii on kohanemine kiirusjõu aladel oluliselt kiirem kui vastupidavusaladel või sportmängudes. Kogenud ja paljureisinud sportlased kohanevad samuti oluliselt

kiiremini, uuringutes on leitud 30 – 40% kiirem kohanemine võrreldes vähem treenitud sportlastega.

Uue ajavööndiga kohanemisele tuleb mõelda juba varakult. Oluline on nii lennueelne aeg kui saabumise esimesed päevad. Õigeaegne magamine ja ärkamine, magamine lennukis, esimesed treeningud saabumisel – kõige selle järgimine aitab ajavahestressi vähendada. Saabumise esimestel päevadel on vajalik vähendada koormust 30 – 40%, lähtudes organismi füsioloogilisest ja psühholoogilisest seisundist. Kolmandal päeval töövõime küll paraneb, kuid jääb endiselt 15 – 20% madalamaks. Töövõime on enam-vähem optimaalne alates saabumise 4. päevast (Makarova 2003, Weineck 2007).

Idasuunas lendamiseks annavad teadlased järgmisi soovitusi:

- valmistumine ajavahe muutusteks juba nädal enne väljalendu – toit, uni, treening,
- nihutada tasapisi treeningu algusaega hilisemaks (1 tund kuni 2 – 3 tundi),
- intensiivne emotsionaalne koormus hilisel ajal (kell 22 – 24),
- viimasel nädalal jätta ära varahommikused treeningud,
- hommikused treeningud teha madalama intensiivsusega,
- tehnika ja taktika analüüs hilisõhtustel treeningutel,
- psühholoogilised protseduurid,
- lihtne reegel – iga ajavööndi kohta varuda üks päev kohanemiseks,
- lennukis seada kell uuele ajavööndile,
- idasuunas reisimisel üritada vältida eredat valgust,
- saabudes lennukiga hommikul, mitte minna magama enne õhtut.

Soovitused lennu ajal

- väljalennu ajal keerake kell uuele ajale ja reguleerige selle järgi magamine, toitumine jm,
- jooge lennukis palju vedelikku, soovitavalt puhast vett,
- hoiduge lennukis alkoholist ja kofeiini sisaldavatest jookidest,
- järgige kindlat magamisplaani,
- kasutage magamist soodustavaid vahendeid – silmade mask, kõrvaklapid, kaelapadi jm

Uude ajavööndisse saabumisel on hommikul ja lõuna ajal soovitav süüa valdavalt valgurikast toitu, seevastu õhtusöök peaks sisaldama enam süsivesikuid – nii uinume kiiremini. Kui aga õhtul tarbiksime valdavalt valku, kutsub see esile erutava toime. Saabumise 2. – 3. päeval on soovitav enne magama minekut olla veidi soojas vannis, saada lõõgastavat massaaži. Alates 3. päevast soovitavad teadlased harjutada juba sel ajal, kui toimuvad hiljem võistlused. Täismahus soovitatakse harjutada alates 10. päevast, kui bioloogilised rütmid on juba sünkroniseerunud (Kulinenkov 2006).

Soovitused peale saabumist uude ajavööndisse

- saabumisel hommikul või lõuna ajal süüa valgurikast toitu, mis on vähese süsivesikute sisaldusega; samuti tarbida kohvi või teed,
- kohandada toitumine, magamine, kehaline tegevus vastavalt uuele ajavööndile,
- mitte tarbida alkoholi, kui eeldatavat abimeest uinumise kiirendamiseks,
- hommikusöök peab olema valgurikas, õhtusöök aga süsivesikuterikas, et kiiremini uinuda,
- hoiduda päevasest magamisest, mis halvendaks kohanemist,
- enne ravimite või taastusvahendite kasutamist konsulteerige arstiga,

- kerge kehaline tegevus enne magamaheitmist kergendab uinumist,
- magamistuba peaks olema eemal kärarikkast piirkonnast,
- magama heitmisel riputage uksele silt “mitte segada”,
- lülitage võimalusel välja telefon,
- hoidke toatemperatuur suhteliselt jahedana, mis soodustab uinumist,
- vajadusel kasutage magamisel silmamaski,
- hoiduge esialgu pingutust, täpsust ja koordineerimise nõudvatest tegevustest,
- saabumispäeval (Pekingisse) viibige valguse käes ajavahemikus kell 11 – 17, vältige valgust kell 3 – 9,
- saabumise teisel päeval viibige valguse käes kell 9 – 15 ja vältige valgust kell 1 – 7 öösel,
- treeningud peavad esimestel päevadel olema kerge intensiivsusega, soovitatavalt aeroobse suunitlusega (H. Lemberg 2000).

Eesmärgiga kiiremini uinuda soovivad teadlased kasutada ka unerohu. Põhjasuunas lennates soovitatakse seda teha 1 – 2 öhtul, idasuunas aga 3 – 5 öhtul. Efektiivselt vahendiks on osutunud **melatoniin**, mis kujutab enesest käbinäärme hormooni ja seda toodab organism hilisöhtul. Melatoniini kasutamine enne uinumist mitte ainult ei vähenda unehäireid, vaid aitab ka organismil uues ajavööndis kiiremini kohaneda. Enam abi ongi melatoniinist just ida suunas lennates. Parim toime saavutatakse 5mg annusega. Enne väljalendu ida suunas soovitatakse melatoniini kasutada kella 18 – 19 vahemikus, saabumiskohas aga kella 22 – 23 paiku

Uue ajavööndiga kohanemisel kasutatakse teise abivahendina nn **ereda valguse teraapiat**. Vastava tugevusega valguse kasutamine teatud perioodil aitab kiirendada bioloogilise kella kohanemist uuele ööpäevasele rütmile. Arvestama peab ka sellega, et uues ajavööndis võivad välja ravimata kroonilised haigused ägeneda, seepärast on kindlasti vajalik eelnevalt konsulteerida oma arstiga immuunsust tugevdavate ravimite kasutamise suhtes.

Kasutatud kirjandus

1. Kulinenkov O. S. Farmakologitseskaja pomoš sportsmenu. Moskva 2006.
2. Lemberg H. Ajavahestress ja mäestikutingimused. Tallinn 2000.
3. Makarova G. A. Sportivnaja medizina. Moskva 2003.
4. Platonov V. N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiiskom sporte. Moskva 2005.
5. Weineck J. Optimales training. Balingen 2007.
6. Bulatova M. M., Platonov V. N. Sportsmen v razlitsnõh klimato-geografitseskikh i pogodnõh uslovijah. Kiev 1996.
7. Makarova G. A., Loktev S. A. Medizinski spravotsnik trenera. Moskva 2006.
8. Tomasitis J., Haber P. Leistungsphysiologie. Springer Verlag. 2003.

Summary

Adaptation with jet lag travelling in eastern direction

The number of competitions in world sport is significantly increased. Competitions are held in different regions with different jet lag and different climate conditions. In countries with hot climate the competitions are usually held early in the morning or later at the night. Athletes have to participate in many competitions in different countries, which requires good knowledge in connections between changing of time zones and training process.

Scientists have noticed that 5 – 8 hours jet lag affects psychic state concerning private life, training process and competitions.

Unfortunately, organism adapts completely not even with 2–3 weeks in far eastern time zone. On the contrary – flying the same distance north-south direction, without changing time zoneadaptation can happen even in several days.

Some principles to follow flying east:

- adaptation is comparatively quick in case of changing 3–4 time zones, but significantly slower in case of changing 6–8 time zones,
- adaptation is much quicker in case of travelling north-south direction than in case of travelling east (or west) direction,
- very important is to start use adaptation meas before flight,
- the proper diet before, during and after flight is very important,
- for quicker adaptation it's recommended to use adequate devices and procedures – sleeping pills, dazzle etc.
- individuality of sport discipline and movements should be considered,
- athletes using often training and competing in different time zones adapt quicker

Recommendations after arriving new time zone:

- arriving in morning or afternoon eat high-protein and low-carbohydrate food, also coffee or tea,
- adjust eating, sleeping, physical activity times to new time zone,
- do not consume alcoholic beverages as assumed helper for quicker slumbering,
- breakfast has to be high-protein, supper high-carbohydrate for quicker slumbering,
- avoid sleeping at daytime, which make adaptation worse,
- consult your doctor before using medications or means of recovery,
- light physical activity before going to bed lightens slumbering,
- bedroom should be far away from noisy area,
- before going to bed hang up the “Don't disturb”-label on door,
- switch off your phone,

- keep the room relatively cool which lightens slumbering,
- use eye-mask in sleeping if needed,
- avoid actions demanding great exertion, accuracy and coordination initially,
- on arriving day in Beijing be in the light at 11 – 17 o'clock and avoid light at 3 – 9 o'clock at night,
- on the second day after arrival be in the light at 9 – 15 o'clock and avoid light at 1 – 7 o'clock at night,
- trainings (better if aerobic) on the first few days should be with light intensity.

Lihtsad farmakoloogilised vahendid töövõime tõstmiseks

ja taastumise kiirendamiseks

Rein Jalak

Rein Jalak

Rahvusvaheline Ülikool Audentes, kolledži direktor,
professor

Töötanud TRÜ treeningprotsessi uurimise laboratooriumi juhatajana, Eesti korvpalli-, suusatamise ja judokoondise arstina, Eesti olümpiakoonidse peaarst 1998. ja 2000. a olümpiamängudel. Stažeerinud Heidelbergis, Freiburgis, Lüdenscheidis, Roomas.

rein.jalak@udentes.eu

Spordis heade tulemuste saavutamiseks ei aita ainult õigesti ülesehitatud treeningust, sama oluline on sportlase organismi tundmine ja õige koormusjärgne taastumine. Käesolev artikkel keskendub just lihtsate taastumisvahendite tutvustamisele, küll peab aga alustamisel kindlasti tegema koostööd oma arsti ja treeneriga ning jälgima nende täpseid soovitusi. Vale aine kasutamisel võime tervisele liiga teha, samuti ei tarvitse see kehalisele võimekusele mõjuda. Toidulisandid kujutavad endast enamasti erinevate ainete kompleksi, kuid igal sportlasel on oma nõrgad ja tugevamad küljed. Ülevaade on üles ehitatud põhimõttel, et valdavalt tutvustatakse artikli autorile ligi 15 – 20 a. tagasi igapäevaselt spordiarstina töötades tuttavaks saanud vahendeid, mida tollal spordis ulatuslikult kasutati. Paljud vahendid on täna saadaval vaid teistes riikides. Samas on lähtunud eelkõige uusimast rahvusvahelisest kirjandusest, ehk teiste sõnadega – teiste riikide tänapäevast kogemustest. Iga uus on äraunustatud vana...

Adaptogeenid - tõstavad töövõimet ja kiirendavad taastumist

Adaptogeenid kujutavad endast looduslikke aineid, mis saadakse enamasti ravimtaimedest (ka loomsetest organitest). Adaptogeenid ei muuda organismi normaalset talitlust, küll aga suurendavad oluliselt kehalist ja vaimset võimekust. Kõik adaptogeenid arendavad organismi funktsionaalseid võimeid ja suurendavad

kohanemisvõimet keerulistes tingimustes. Spordis aitavad nad kehalisi koormusi paremini taluda, kiirendavad taastumist, tõstavad organismi taluvusvõimet erinevate keskkonnatingimuste korral (kuum, külm, janu, nälg, psüühiline stress jm). Suurendades energiaressursside kasutamist ja tõkestades teiselt poolt raku energiatootmist pärssivate ühendite teket, aitavad adaptogeenid suurendada treeningkoormust ja loovad eeldused edukamaks võistlemiseks.

Adaptogeenide peamine toime on toniseeriv mõju kesknärvisüsteemile, selle kaudu ka teistele süsteemidele, organitele ja kudedele. Seetõttu aitavad nad suurendada treeningkoormuste mahtu ja intensiivsust, tõstavad organismi toonust ja töövõimet. Füsioloogiliselt avaldub adaptogeenide toime ka nägemisele, kuulmisele, tasakaaluaparaadile, südame-vereringele, immuunsüsteemile, samuti stressi vastu.

Adaptogeenidel on organismile suhteliselt erinev toime, just seetõttu soovitatakse neid omavahel kombineerida ja kasutada sageli vaheldumisi. Üldine soovitus on kasutada just päeva esimesel poolel, sest enamasti on adaptogeenid erutava toimega. Hooajaks valmistudes soovitatakse adaptogeeni kasutada ettevalmistusperioodil enamikul spordialadel, edaspidi lähtutakse juba spordiala spetsiifikast (Arndt 1999, Kulinenkov 2001, 2006, , Makarova 2003, Platonov 2003). Järgnevalt lühidalt enamkasutatavatest adaptogeenidest.

Leuzea (ehk maralijuur)

Taimse päritoluga, kasvab näiteks Siberi lõunapiirkonnas, Bulgaarias, Kazahstani idaosas. Leuzeal on tugev stimuleeriv ja toniseeriv efekt. Leuzea aitab tugevdada valgusünteesi, mis omakorda mõjub hästi maksa seisundile. Ta tõstab oluliselt väsinud skeletilihaste töövõimet, samuti suurendab sportlasele oluliste glükogeeni ja kreatiinfosfaadi hulka organismis. Teadusuuringutes on leitud ka positiivne toime erinevate keskkonnatingimuste korral, maralijuur tugevdab närvisüsteemi, parandab aju tööd, tõstab madalat vererõhku ja tugevdab neerusid. Olles anaboolse toimega, aitab suurendada lihasjõudu ja on leidnud soovituslik kasutamiseks eeskätt kiirusjõu aladel. Leuzea ekstrakti (piirituslahus suhtes 1:1) soovitatakse kasutada 20 – 30 tilka 1 – 2 korda päevas. Vastunäidustatud liigerutuvuse korral. Õhtupoolikul kasutades võib esile kutsuda unehäireid.

Ekdisten

Sisaldab 0,005 g leuzea aktiivaineid. Ekdisten on organismile toniseeriva ja anaboolse toimega. Vaatamata heale anaboolsele toimele ei sisalda aine aga testosterooni ega teisi anaboolseid steroide, mis kuuluvad dopingu nimekirja. Teadusuuringutes pole täheldatud isegi 3 – 4 nädala jooksul suhteliselt suurte annuste kasutamisel häireid vere hormoonide sisalduses, samuti kahjulikku mõju maksale. Aeroobse iseloomuga ettevalmistusperioodil soovitatakse võtta 2 tabletti (0,01 g) ekdisteni 3 korda päevas peale sööki. Intensiivsel jõutreeningul võib kasutada kuni 9 tabletti päevas (3 tbl 3 korda päevas). Kuur on tavaliselt 18 – 20 päeva.

Žen-žen

Žen-žen kasvab Kaug-Idas, on stimuleeriva toimega kesknärvisüsteemile, tugevdab südant, kaitseb stressi eest, suurendab vaimset ja kehalist töövõimet. Reguleerib endokriinnäärmete tööd, aitab alandada vere kolesteriinisaldust. Kasutatakse spordis töövõime tõstmiseks, samuti organismi kohanemisvõime suurendamiseks kestvatele kehalistele ja psüühilisele koormusele. Mõjub soodsalt erinevates kliima- ja ajavööndites. Žen-ženi kasutamine on aga vastunäidustatud kõrge erutuvuse, unehäirete, ägedate nakkushaiguste, kõrge vererõhu korral.

Toodetakse erinevate toimeainetega, soovitatakse kasutada 2 kapslit hommikusöögi ajal või 1 kapsel hommikusöögi ja lõunasöögi ajal. Kuur 1 – 2 kuud. Tinktuurina (1:10, lahustatuna 70% piirituses) aga enne sööki 15 – 25 tilka 3 korda päevas. Tableti vormis (Gerimax) 1 tablett päevas, kuur 10 – 14 päeva. Kõige efektiivsemalt mõjub sügisel ja talvel.

Rodiola ehk kuldjuure ekstrakt

Kuldjuure ekstraktil on tugev toime skeletilihastele, samuti aitab tugevdada südamelihase kontraktsiooni. Aitab oluliselt tugevdada organismi energaatikat, suurenevad raku jõujaamad ehk mitokondrid, samuti glükogeeni sisaldus lihastes ja maksas. Lisaks lihasjõu suurendamisele on kuldjuurel ka lihaseid lõõgastav toime, seega lihaste töövõime taastub kiiremini. Kuldjuureravimid pidurdavad kolesterooli teket, suurendavad vaimset ja kehalist töövõimet, aitavad säilitada organismi

jõuvarusid, suurendavad organismi vastupanuvõimet äärmuslikes tingimustes. Rodioolat loetakse üheks kõige tugevama mõjuga adaptogeeniks.

Kuldjuure ekstrakti soovitatakse võtta 5 – 10 tilka 2 – 3 korda päevas 15 – 30min enne sööki. Kuur 10 – 20 päeva.

Araalia

Araaliataimel on toonust tõstev, põletikuvastane, vererõhku alandav, vere suhkrusisaldust langetav toime. Aitab tõsta organismi vastupanuvõimet äärmuslikes olukordades, suurendab vaimset ja kehalist võimekust, pärsib kolesterooli teket. Võrreldes teiste adaptogeenidega on araalia kõige tugevam vere suhkrusisaldust langetav mõju, see kutsub aga sageli esile söögiisu suurenemise. Tinktuuri võetakse aktiviseerival eesmärgil 6 – 15 tilka, pidurdav annus on 2 – 6 tilka. 1 kord hommikul tühja kõhuga.

Eleuterokokk (*eleuterococcus senticosus*)

Kasvab Hiinas, Koreas, Jaapanis ja Amuuri taigas. Tal on üldtugevdav, põletikuvastane, diabeedivastane ning vererõhku langetav toime. Suurendab rakumembraanide vastuvõtuvõimet glükoosile, pidurdab C-vitamiini organismist eritumist. Eleuterokokk aitab tõsta organismi töövõimet, vähendab unisust, normaliseerib vererõhku, alandab veresuhkrut.

Kasutatakse termoregulatsiooni parandamiseks, rasvhapete oksüdatsioonivõime tõstmiseks, külmetushaiguste ennetamiseks, nägemisvõime teravdamiseks, spordis ületreeningu korral. Sportlastel aitab suurendada vastupidavust, vähendab väsimust, vanematel inimestel parandab veresoonkonna tegevust. Võetakse 20 – 30 tilka 30 min enne sööki, kuuri pikkuseks on 25 – 30 päeva. Vastunäidustatud on palaviku, ägedate nakkushaiguste, südameinfarkti, vererõhu kriisi korral. Üleannustamisel võib tekkida unetus, liigne erutuvus, kõrge vererõhk.

Sidrunväändik (ehk skizandra)

Kasvab Hiinas, Jaapanis, Põhja-Koreas, kultuurtaimena ka Eestis. Võrreldes teiste adaptogeenidega stimuleerib erutusprotsesse kesknärvisüsteemis. Tema stimuleeriv toime ei jää eriti alla psühhomotoorsete stimulaatoritele, viimased kuuluvad aga

dopingu nimekirja. Sidrunväändiku viljad on rikkad C-vitamiini poolest (140 – 230 mg kuivaines). Askorbiinhappe sisalduse poolest ületab ta näiteks õuna 10 – 15 korda. Viljaliha sisaldab kuni 18% erinevaid happeid (kõige rohkem sidrunhapet, vähem viin- ja õunhapet). Sidrunväändiku viljade koostises on avastatud uus kõrgelt aktiivne aine – shisandriin. Selle aine bioloogilise aktiivsuse uurimine näitas, et shisandriin stimuleerib südametegevust ja hingamist. Oma toniseerivate omaduste poolest ei jää hiina sidrunväändik palju alla žen-šennile. Joogid, mis on valmistatud sidrunväändikust, alandavad väsimust, unisust, suurendavad töövõimet, teravdavad nägemist. Sidrunväändik ergutab hingamisteid, südant ja veresoontonda, suurendab organismi vastupanuvõimet, pärsib kolesterooli imendumist.

Suurendab oluliselt vaimset ja kehalist töövõimet, just oma stimuleeriva toime tõttu kasutatakse teda spordis võistlusperioodil. Skizandra tinktuuri võetakse 20 – 30 tilka 2 – 3 korda päevas enne sööki või 4 tundi peale sööki. Soovitav on kasutada peamiselt hommikul ja päeva esimesel poolel. Kuuri pikkuseks on 3 – 4 nädalat. Ühekordne sissevõtmine tulemusi ei anna.

Leveton

Õietolmust, leuzeast, askorbiinhapest, propolisest, alfa-tokoferoolist koosnev preparaat töötati välja 1993. a. Kasutatakse peamiselt vastupidavusaladel (kergejõustik, ujumine, sõudmine, jalgrattasport jt). Aitab suurendada kehalist töövõimet, vastupidavust, immuunsust, on kergelt ka anaboolse toimega, aitab vähendada võistluseelset stressi, normaliseerib ainevahetust, parandab mäluomadusi. Kasutatakse 2 tabletti 3 korda päevas, kuur 20 – 25 päeva. Leveton on spordis kasutusel nii enne võistlusi kui intensiivsel treeningperioodil, kasutatakse ka koos teiste vahenditega.

Adapton

Töötati välja 1997. a., loetakse täna üheks kõige tugevama toimega adaptogeenide kompleksiks. Sisaldab õietolmu, rodioolat, hiina sidrunväändikku, alfa-tokoferooli, askorbiinhapet, kaltsiumi, talki, fruktoosi. Kasutatakse paljudel spordialadel. Tõstab kehalist töövõimet, aitab kohaneda kliima ja ajavöönditega, tugevdab immuunsust, ennetab haiguste teket, normaliseerib ainevahetust. Peale haigestumist kasutatakse koos teiste adaptogeenidega – näiteks eltoni ja levetoniga, et organism kiiremini

taastuks. Võetakse 2 tabletti 3 korda päevas, kuur 20 – 25 päeva.

Mineraalained – spordis väga olulised

Järgnevalt lühidalt mõnedest mineraalainetest, mis spordiga tegelejal väga olulised. Küll peaks sportlane regulaarselt oma mineraalainete sisaldust veres kontrollima. Kui mõnede ainete sisaldus on madal, ei tarvitse me seda ise esialgu tunnetada, küll hakkavad tasapisi langema koormuse taluvuse võime, kehaline võimekus ja lõpuks ka sportlikud tulemused.

Magneesium – üks tähtsamaid mineraalaineid sportlasel

Magneesium on organismis oluline ligi 300 erinevas funktsioonis. Me kaotame organismist regulaarselt mineraalaineid higistamisega, uriiniga, süljega, seepärast peame neid aineid ka regulaarselt tagasi saama. Just magneesium on üks tähtsamaid mineraalaineid, mis on just regulaarselt spordiga tegelejale ülimalt oluline. Väga suur tähtsus on magneesiumil organismi energiavahetuses, ta on oluline lüli lihastegevuses. Sama oluline on magneesiumi tähtsus südamele. Teiselt poolt on magneesiumil tihe koostöö kaltsiumiga. Kui organismis on magneesiumi vähe, suureneb lihastes kaltsiumi sisaldus ja tulemuseks lihaskrambid. Samuti on magneesium oluline organismi verevarustuses.

Kuna spordiga tegelemisel on kõik eeltoodud funktsioonid olulised, on sportlastel väga tähtis teada oma vere magneesiumisisaldust. Ühelt poolt peaks tervislik toit küll meie organismi optimaalse magneesiumisisalduse tagama, kuid just tugevate kehaliste koormuste korral sageli nii ei ole. Sportlased kaotavad palju magneesiumi higistamisega, eriti veel kuumas kliimas. Jooksmisel tunneme järsku säärelihases krampi ja ei oska seda põhjendada. Põhjus on lihtne, sportlane vajab enam magneesiumi. Kuid magneesiumivaegusele võivad viia ka tugev stress, mõned haigused, regulaarne alkoholi tarbimine, erinevad dieedid, mõned ravimid (kõhulahtistid, diureetikumid).

Järgnevalt mõned magneesiumivaeguse tunnused:

- lihased – lihaskrambid seljas, õlavöötmes, turjas, jalgasäartel, varvastel,
- südame piirkond – valu, südame kloppimine, rõhumistunne,
- peavalu, pearinglemine, migreen, hirmutunne, psüühilised tundlikkushäired, hingeldus, mäluhäired,
- seedesüsteem – iiveldus, kõhulahtisus, mao- ja soolekrambid jm.

Paljud enamlevinud toiduained – vorst, liha, rasv, suhkur – ei sisalda magneesiumi. Köögiviljad sisaldavad magneesiumi küllaldaselt, kuid peale toiduvalmistamist enam mitte. Seepärast ongi regulaarselt spordiga tegelejatel sageli oluline magneesiumi täiendav manustamine, olgu siis toidulisandi või ravimpreparaadi kujul. Naistel soovitatakse magneesiumi päevaseks annuseks 300 mg, meestel 350 mg. Sporditeadlased soovitavad regulaarselt spordiga tegelejatele ka suuremaid annuseid. Eriti tõhus abi töövõimele on magneesiumil vastupidavusalade puhul.

Spordiga tegelemisel kutsuvad täiendava magneesiumivajaduse esile:

- koormuse suur maht ja intensiivsus,
- ületreening,
- ebasoodsad kliimaatilised tingimused,
- ajavööndi muutused,
- magneesiumivaegus suurest higistamisest,
- toidu vähene magneesiumisisaldus,
- magneesiumi halb imendumine – toit liialt rasvane ja valgurikas.

Euroopas on väga levinud firma Wörwag Pharma poolt toodetav **Magnerot**. Lisaks magneesiumile sisaldab see aine ka oroothapet, mis suurendab oluliselt magneesiumi imendumist organismis. Samuti suurendab oroothape südamelihase rakkude energiasisaldust, aidates enam kohaneda nii suure kehalise koormusega kui stressiga. Keharakkudes on magneesium tihedalt seotud energiaallika ATP-ga (ehk

adenosiintrifosfaadiga), oroothape aitab aga just ATP sisaldust rakkudes suurendada. Lisaks on magneesiumorotaadil hea toime veresoonte lubjastumise ennetamisel.

Levinud ja populaarne magneesiumi ühend on **MagneB6**, mis koosneb magneesiumist ja vitamiinist B6. Magneesiumile lisatud B-rühma vitamiin aitab kaasa magneesiumi paremale imendumisele seedesüsteemis, aitab magneesiumi transportimisel raku sees, parandab rakukesta läbilaskevõimet ehk kokkuvõttes aitab ära hoida magneesiumi defitsiiti. Magneesiumi defitsiidi korral soovitatakse kasutada 2 tabletti 2 – 3 korda päevas, kindlasti juua peale vedelikku. Arvestada tuleb kindlasti sellega, et kaltsiumi soolad ja fosfaadid pärsivad magneesiumi imendumist.

Kaalium – spordis väga oluline

Kaaliumi mõju organismis on suhteliselt lai – südame töö, närviimpulsside ülekanne, lihaskontraktsioon, neerude eritusfunktsioon jm. Kaaliumivaegus avaldub peamiselt närvi-lihasaparaadi ja südame-vereringe süsteemi talitluses – koordinatsiooni häirumine, lihaskrampid, EKG muutused jm. Põhjusteks võivad olla – suur vedelikukaotus, stress, mõnede ravimite kasutamine (diureetikumid, kortikosteroidid jm). Samas on kaaliumi vaegust raske avastada, sest vere kaaliumisisaldus ei iseloomusta täpselt tema sisaldust organismis. Isegi tugeva vaeguse korral võib veresisaldus veel normis olla. Kui kaaliumisisaldus veres on 4 mekv/l piires, on kahtlus defitsiidile, alla 3,8 mekv/l aga viitab juba kaaliumivaegusele. Spordiga tegelemisel tuleb sellega kindlasti arvestada. Kaaliumi sisaldavad ravimid – kaaliumkloriid, **panangin** – on olulise tähtsusega südamelihase düstroofia ennetamisel ja ravil, mis sageli tekib just kroonilise kehalise ülepingutuse korral. Panangin sisaldab kaaliumi ja magneesiumiühendeid ning aitab parandada südamelihase ainevahetust. Kui organismis on kaaliumi sisaldus kõrge, ei tohi panangini tarvitada. Kuna kaaliumiravimid mõjutavad südamesisest elektrijuhtivust, tuleb doseerimisel kindlasti ettevaatlik olla. Seepärast soovitatakse kuuri pikkuseks mitte üle 2 – 3 nädala, seejärel paus. Panangini kasutamisel tuleb kindlasti konsulteerida arstiga.

Riboksiin

Riboksiin on kergelt anaboolse toimega, aidates tugevdada organismi energiavarusid. Tugev toime on riboksiinil ka südamele, tugevdades südame kontraktsioonivõimet ja

kiirendades lõdvestumist. See omakorda põhjustab südame minutimahu tõusu, mis aitab parandada verevarustust kudedes. Tõhus kasutamiseks tugeval kehalisel koormusel, kuid ka teatud südamehaiguste ravis. Keemilise koostise tõttu loetakse just riboksiini üheks kõige tõhusamaks intensiivsete koormuste järgseks taastumisvahendiks. Samuti aitab ravida ja tugevdada südant ülekoormuse puhul. Soovitatakse kasutada 2 – 3 tabletti päevas, 2 – 3 päeva pärast võin annust suurendada. Maksimaalne efekt avaldub 2. nädala lõpuks, kuuri lõpetamisel langeb efekt juba 3 – 4 päevaga. Riboksiini anaboolne toime avaldub eriti kasutades koos kaaliumorotaadiga – kehakaalul kuni 70kg – 0,4 g päevas, üle 70kg – 0,6 g päevas (ehk 1 tablett 3 korda päevas).

Kaaliumorotaat

Kujutab enesest oroothappe kaaliumisoola, olles keemiliselt pürimidiinaminohapete eellaseks, millest omakorda toodetakse nukleiinhappeid. Seega on kaaliumorotaat seotud valguainevahetusega, tal on organismile anaboolne toime, samuti aitab stimuleerida vereloomet. Mõlemad funktsioonid on kehalisel koormusel väga olulised. Kui kasutada samaegselt koos riboksiiniga (inosiiniga), avaldub tugevam mõju südamele. Samuti aitab kaaliumorotaat kiiremini kohaneda nii kõrgmäestikuga kui ajavahe muutustega. Kasutatakse annustes 0,25 – 0,5 grammi 2 – 3 korda päevas, kuuri pikkuseks soovitatakse 15 – 30 päeva. Vastavalt kehakaalule antakse järgmised soovitused – 1 g päevas kehakaalul kuni 70 kg, 1,5 g – kuni 100 kg, 2 g – üle 100 kg. Tablette tuleks manustada 1 tund enne sööki või 4 tundi pärast sööki. Kaaliumorotaati ei soovitata maksakahjustuste korral, samuti ei aita ta kaaliumivaeguse korral, olles valdavalt anaboolse toimega.

Raud – eriti oluline naistel ja vastupidavusaladel

Tähtsus spordis on suur. Raud osaleb organismi paljudes funktsioonides, mis on seotud kehalise pingutusega. Organismi rauavajadus kasvab eriti vastupidavusaladel, kus võib sageli esineda ka rauavaegust ja aneemiat. Sageli on sportlike tulemuste languse põhjuseks (eriti naistel) just organismi madal rauasisaldus. Organismi rauavarudest 2/3 osa asub hemoglobiinis, müoglobiinis, fermentides ja transferriniis. Raud on tähtis organismi ainevahetuses. Spordis on raua tähtsus eeskätt organismi varustamisel hapnikuga.

Rauavaegusaneemia – hemoglobiin meestel alla 130, naistel alla 120 (110) g/l, iseloomulik kahvatu nahk, väsimus, termoregulatsioonihäired. Rauavaegus tekib eriti naistel seoses menstruatsiooniga. Rauavaegus on organismi poolt veel kompenseeritav, kui ferritiini tase on küll langenud alla 20 ng/ml, kuid teised verenäitajad (transferrin, vere rauasisaldus) on veel normis. Kui aga lisaks madalale ferritiinile on langenud ka vere rauasisaldus ja transferrini tase (alla 16%), tuleb pöörduda arsti poole ja kasutada rauapreparaate. Rauavaegus on sportlaste hulgas paraku levinud, uuringutes on leitud isegi 30 – 50%, eelkõige vastupidavusaladega tegelevatel naissportlastel. Rauavaeguse oht on alati suur taimetoitlastest spordiga tegelejatel, nii ei saa organism vajalikus koguses rauda toiduga. Sportlased kaotavad rauda uriiniga, higistamisega ja süljega enam kui mittesportlased.

Oluline on regulaarselt vere rauasisaldust kontrollida

Rauakaotus sõltub seega soost ja treenitusseisundist. Kui just naissoost sportlasel esineb töövõime langus, mõelda alati vereanaüüsi tegemisele (kindlasti ferritiin). Tippportlase ferritiini tase veres peaks olema kindlasti üle 50 – 60ng/ml.

Ferritiini määramine on ka spordis olulise tähtsusega, eeskätt muidugi vastupidavusaladel. Sama tähtis on regulaarselt määrata ferritiini tase teistelgi suure treeningmahuga spordialadel, sest kõrge aeroobne töövõime on hea sportliku tulemuse aluseks paljudel spordialadel. Vere ferritiini sisalduse järgi saab sportlane otsustada, kas vajab täiendavat raua manustamist. Teadusuuringutes on leitud, et organismi madala rauasisalduse korral langeb oluliselt maksimaalne hapnikutarbimine, et teiste sõnadega kehaline töövõime (Rosenbloom 2000).

Normaalne vere ferritiinisaldus on:

- mehed 30 – 400 ng/ml,
- naised 23 – 150 ng/ml,
- ferritiin veres alla 20 ng/ml – vajalik kindlasti kliiniline uuring ja täiendavad analüüsid,
- ferritiin veres 20 – 40 ng/ml – teha kordusuuring 3 – 4 kuu pärast,

- ferritiin veres üle 40 ng/ml – kui hemoglobiin langenud alla normi, teha kindlasti läbi arstlik uuring.

Tippportlase ferritiini veresisalduse hinnanguskaala (Neumann 2007)

<12 ng/ml – rauadepoode kurnatus, suur oht rauavaegusaneemia tekkeks,

12 – 25 ng/ml – rauavarude vähenemine organismis,

<30 ng/ml – organismi rauaga varustamine ebapiisav,

35 ng/ml – meestel – alumine normiväärtus,

23 ng/ml – naistel – alumine normiväärtus.

Tippportlastel peaks keskmine ferritiini tase veres olema 40 – 90 ng/ml vahemikus, tiitlivõistluste medaliomanikel on leitud väärtused 150 – 200 ng/ml piires, vastupidavusaladel veelgi kõrgemad. Organismi rauavajadus – noorukid ja naised 15 mg, mehed 10 mg, sportlastel kuni 18 mg.

Hea toimega rauda sisaldav toidulisand on **Floradix**, mis aitab ära hoida rauavaeguse organismis. Toidulisandis olevad puuviljamahlad annavad lisaks hea maitse. Annuseks on 10 ml (ehk ½ mõõtkorgitait 2 korda päevas, hommikul ja õhtul enne sööki.

Tothema on uuema aja toode, mis sisaldab lisaks rauale ka mangaani ja vaske. Spordis kasutatakse Tothemat, kui kehalisel koormusel on suur rauavajadus, toidu vähese rauasisalduse korral, tugeval rauakaotusel treeningutel ja võistlustel, rauavaegusaneemia ennetamiseks ja raviks. Ravimit võetakse soovitatavalt tühja kõhuga, ampulli sisu lahjendatakse vedelikus (mitte alkoholis). Ennetaval eesmärgil on annuseks 50 mg rauda päevas, kuur on 1 – 3 kuud. Aneemia raviks on annus oluliselt suurem, 100 – 200 mg päevas. Küll pärsib raua imendumist liigne tee joomine. Täpse annuse määrab alati arst, üledoos võib raua puhul tervisele väga ohtlik olla. Soovitatakse kasutada erinevatel spordialadel hooaja alguse ettevalmistusperioodil.

Mõned looduslikud ained ja nende derivaadid

L -karnitiin

Looduslik aine, sarnane B-rühma vitamiinidele. Organismis on karnitiini peamiselt südamelihases ja skeletilihastes. Osaleb aktiivselt ainevahetuses, aidates viia rasvhapped läbi membraani raku nn jõujaamadesse ehk mitokondritesse. Karnitiini toimetel suurenevad glükogeenivarud maksas ja lihastes, samuti kasutatakse energiavarusid märksa ökonoomsemalt. Karnitiin aitab stimuleerida ka rasvade ainevahetust ning tugevdab organismi immuunsüsteemi. Aitab vähendada kehakaalu, lihastes väheneb rasvasisaldus. Seetõttu on karnitiin leidnud tänapäeval suure populaarsuse ka tervisespordis. Spordi vaatevinklist on karnitiinil oluline osa just organismi energiatootmises, samuti aitab suurendada treeningkoormust nii mõõdukal, suurel kui submaksimaalsel võimsusel. Karnitiin aitab oluliselt kaasa ka mürgiste ainevahetuse produktide eemaldamisele, kiirendades sellega koormusjärgset taastumist. Kasutades täiendavalt karnitiini, kasutatakse märksa enam organismi aeroobseid energiasüsteeme, samaaegselt stimuleeritakse anaeroobset energiasüsteemi. Tulemuseks on organismi energiavarude – glükogeeni ja glükoosi – senisest ökonoomsem kasutamine kestva tel intensiivsetel koormustel. Tulemuseks on üldise ja erialase töövõime suurenemine, organismi parem kohanemine koormustega, parem vastupidavus, kiirem taastumine, väiksem väsimus, kuid ka lihassmassi suurenemine. Karnitiini kasutades on vereplasmas maksimum 3 tunni pärast, toime säilib umbes 9 tundi.

Vastupidavusaladel aitab karnitiin oluliselt kiirendada taastumist, kiirusjõu aladel tugevdada lihaseid. Soovitatakse kasutada 2 grammi 70 kg kehakaalu korral (2 teelusikatäit 20% lahust) 2 korda päevas hommikul ja päeval 30 min enne sööki. Kiirusjõu aladel soovitatakse kasutada 1,5 – 3 g 70 kg kaalu korral, tinktuuri kasutades – 7,5 ml ehk pool teelusikatäit 20% lahust 2 korda päevas 20 min enne hommikusööki ja lõunasööki. Kuuri kestvus 25 – 30 päeva. Karnitiin on vastunäidustatud maopõletiku ja maohaavandi korral.

Mildronat

Keemiliselt sarnasus karnitiiniga, kuid anaboolne toime on oluliselt tugevam. Parandab tõhusalt organismi ainevahetust. Suurendab organismi töövõimet, vähendab psüühilist ja kehalist ülekoormust, tugevdab südant ja immuunsust. Veres on mildronati kasutamisel maksimum umbes 1 – 2 tunni pärast. Spordis kasutatakse peale treeninguid ja võistlusi, kehalisel ülekoormusel, ületreeningul. Seoses anaboolse mõjuga soovitatakse kasutada just intensiivsel treeningperioodil. Vaimse ja kehalise ülekoormuse korral soovitatakse 0,5 – 1,0 g 2 korda päevas enne treeningtundi. Ettevalmistusperioodil on kuuri kestvuseks 2 – 3 nädalat, võistluste perioodil 5 päeva.

Merevaikhape

Merevaikhappel on väga tugev toime nn raku jõujaamades ehk mitokondrites, seega energeetiline mõju. Ühelt poolt aitab merevaikhape tugevdada organismi energiavarusid, teiselt poolt aitab kaasa taastumise kiirendamisele. Merevaikhapet kasutatakse seepärast väga tugeval kehalisel koormusel, seda nii treeningutel kui võistlustel, kuid tal on ka taastumist kiirendav toime. Regulaarseid kuure soovitavad sporditeadlased annuses 50 – 100 mg päevas, kusjuures vahepeal teha pausid. Üheks skeemiks oleks näiteks – 5 päeva võtta-2 päeva paus-7 päeva võtta-3 päeva paus. Annused peaksid olema suhteliselt individuaalsed, lähtudes subjektiivsetest tunnustest – tuju, väsimusaste, uni, ärkamine. Antakse näiteks järgmised soovitused:

- täiskasvanud: 50 – 100 mg päevas, kuur 5 – 7 päeva,
- täiskasvanud: 50 mg päevas, kuur 3 – 4 nädalat,
- täiskasvanud: 1g päevas, ühekordselt,
- noored: 30 – 50 mg päevas, kuur 5 – 7 päeva (Kulinenkov 2006).

Mumio

Terava maitsega, tumeda värviga tahke aine, mis soojenemisel muutub pehmeks. Sisaldab väga erinevaid aineid – 28 keemilist elementi, 30 makro- ja mikroelementi, 10 erinevat metallide soola, 6 aminohapet, erinevaid vitamiine. Paljude ainete sisalduse tõttu on väga universaalse toimega – aitab organismil kiiremini kohaneda,

üldtugevdav toime, vähendab väsimust. Mumio parandab oluliselt mineraalainete ainevahetust, normaliseerib vere koostist, parandab enesetunnet ja söögiisu, vähendab valu, kiirendab luumurdude paranemist. Kasutatakse paljude haiguste ravis, eriti suur efekt on saadud luumurdude ravis. Mumio on ka üldtugevdava toimega ja seepärast on olnud kaua kasutusel ka spordis kui töövõimet oluliselt suurendav ja taastumist kiirendav aine.. Ühekordne annus on enamasti 0,2 – 0,3 grammi, mis lahjendatakse vedelikus.

Hiinas väljatöötatud adaptogeenide kompleks – tippspordis väga levinud

90ndate aastate algul töötasid Hiina teadlased välja ravimtaimedest moodustatud adaptogeenide kompleks, mis oli laialt kasutamisel juba 1992. a. olümpiamängudel. Tänapäevaks kasutatakse vastavat ravimtaimede ja teiste ainete kompleksi juba ka teistes riikides. Kompleks sisaldab üle 20 erineva ravimtaime ja veelgi enam mineraalaineid – tsink, vask, kroom, seleen, naatrium, kaalium, magneesium, raud jne – kõik keemilised elemendid, mis olulised nii tervisele kui kõrgele töövõimele. Kompleks on väga põhjalikult teaduslikult koostatud, ka erinevate ravimtaimede kogumine on ajastatud õigele ajale, vastamaks hiina meditsiini reeglitele. Kompleks aitab säilitada tervist, ennetada vananemist, ravida paljusid haigusi. Hiinlased on teinud professor Li eestvedamisel arvukalt teaduslikke uuringuid ning avastanud spordis töövõime suurendamiseks ja elanikkonna tervise tugevdamiseks suurepärase vahendi.

Lõpetuseks

Sobiva ja spordis lubatud loodusliku aine või ravimaine kasutamiseks vajalikul ajal tuleb kindlasti konsulteerida oma arsti, treeneri ja vajadusel teadlastega. Kindlasti tuleks läbi teha nii meditsiiniline terviseuuring kui kehaliste võimete testid, et leida nõrgad kohad organismis. Enne kõikide farmakoloogiliste ainete ja mitmete toidulisandite kasutamist tuleb esmalt tutvuda dopinguainetes nimekirjaga, mis võib igal aastal oluliselt muutuda.

Kasutatud kirjandus

1. Arndt K. Handbuch Nahrungs Ergänzungen. Novagenics 1999.
2. Baron D.K., Berg A. Optimale Ernährung des Sportlers. S. Hirzel Verlag. 2005.
3. Hamm M. Ernährung für Spitzenpower. Südwest.1999.
4. Kulinenkov O.S. Farmakologitseskaja pomoš sportsmenu. Moskva 2006.
5. Kulinenkov O.S. Farmakologija sporta. Moskva 2001.
6. Makarova G.A. Sportivnaja medizina. Moskva 2003.
7. Neumann G. Ernährung im Sport. Meyer&Meyer. 2007.
8. Platonov V.N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiiskom sporte. Moskva 2005.
9. Platonov V.N. Doping i ergogennõe sredstva v sporte. Kiev 2003.
10. Rosenbloom C.A. Sports Nutrition. Chicago. 2000.
11. Steffny H., Pramann U., Doll C. Perfektes Lauftraining – das Ernährungsprogramm. Südwest Verlag 2003.
12. Strunz U. Die Diät. Heyne Verlag. 2007.
13. Weineck J. Optimales Training. Spitta 2007.
14. Weineck J. Sportbiologie. Spitta Verlag.2004.
15. Makarova G.A., Loktev S.A. Medizinski spravotsnik trenera. Moskva 2006.
16. Tomasitis J., Haber P. Leistungsphysiologie. Springer Verlag. 2003.
17. Williams H.M. Ernährung, Fitness und Sport. Ullstein Mosby. 1997.
18. Wilmore J.H., Costill D.L., Kenney W.L. Physiology of Sports and Exercise. Human Kinetics. 2007.

Summary

Simple pharmacological means for better performance and accelerating the recovery

For achieving good results in sport not only well constructed training is enough, knowing the athlete's organism and correct recovery after load are as much important.

The focus of this review is on introducing simple means of recovery. It's very important to consult with your doctor and coach and follow their recommendations, when starting with the using means of recovery.

Adaptogens are natural nutrients, usually herbal but also animal origin. Adaptogens doesn't change the normal functioning of organism, but support increaseing physical and mental fitness significantly. All adaptogens enhance the functional capacity of organism and increase the adaptability in complicated conditions. In sport they help to bear physical load, accelerate the recovery and increase the tolerance of organism in different conditions (heat, cold, thirst, hunger, physical and psychic stress etc.). Increasing the use of energy resources and inhibiting the genesis of compounds which brake the producing of energy in cell, the adaptogens support rising the training load and create the premises for successful competing.

Magnesium, potassium and iron are very important minerals in sport. An athlete should regularly control the content of micronutrients in blood. If the content of some substance is low, we may not recognize it for a while, but from time to time the tolerance of training load, physical fitness are increased and finally the results impair.

For using adequate and permitted natural nutrients and medication in proper time, it's very important to consult your doctor, coach and even scientists. Medical health research and the tests of physical fitness should definitely be carried out to find the weaknesses of organism. Before using all pharmacological substances and food supplements the list of dope should be checked out, because the list changes significantly every year.

Rannavõrkpallitiimi Kais-Vesik ettevalmistus Pekingi olümpiamängudeks

Kristjan Kais

Kristjan Kais, PhD

TÜ spordipedagoogika ja treeninguõpetuse
instituut, võrkpalli lektor

Haridus:

2005 – TÜ kehakultuuriteaduskond, PhD
(liikumis- ja sporditeadused)

2001 – TÜ kehakultuuriteaduskond, *MSc*

1999 – TÜ kehakultuuriteaduskond, *BSc*

Uurimisvaldkonnad: võistluseelne ärevus ja selle
mõju sportlikule saavutusvõimele. Eliitsportlaste
sportlik tegevus

kristjan.kais@ut.ee

Sissejuhatus

Rannavõrkpalli mängiti esmakordselt 1920. aastatel USAs meelelahutuse eesmärgil, tänaseks on ala kasvanud olümpiaalaks. 1996. aastal osalesid eestlased Avo Keel- Kaido Kreen Atlanta olümpiamängudel, kus nad kaotasid 2 mängu ja saavutasid 17. koha. 2007. aasta seisuga on Eesti rannavõrkpalliduo Kais-Vesik sisuliselt taganud endale pääsu Pekingi olümpiamängudele. Ettevalmistus olümpiaks näeb ette kolme suuremat liivalaagrit hooajaeelsel perioodil ja ühte vahetult enne Pekingi turniiri algust. Lisaks sellele põhjalik jõuettevalmistus, millega tehakse algust juba oktoobris. Kais-Vesik on enda ümber loonud tõhusalt töötava tiimi, mille eesmärk pole ainult töö ühe tipp-paariga, vaid tiimi kuulub ka potentsiaalne järelkasvu paar, kes 2007. aastal tuli U-18 Euroopa meistriks.

Rannavõrkpalli ajalugu

Rannavõrkpalli sünnimaaks on USA, esimest korda mängiti seda mängu 1920. aastatel Santa Monica Beachil California osariigis. 1930. aastatel levis mäng Prantsusmaale, Bulgaariasse ja Lätisse, kus seda mängiti Riias. Esimesed ametlikud

võistlused rannavõrkpallis peeti 1947. aastal State Beachil Californias (www.fivb.org).

1950.–60. aastatel algas rannavõrkpalli tormiline areng Ameerika Ühendriikides. Üha rohkem rahvast mängis rannas palli, kas siis 2-2, 3-3 või 6-6 vastu. Turniirid muutusid üleriiklikuks, 1950. aastal organiseeriti esimene 5 etapist koosnev turnee. Ala populaarsust näitab asjaolu, et turniire käis avamas president Kennedy, turniiridel esines teiste seas ansambel *The Beatles*. 1950. aastatel korraldati esimene auhinnafondiga turniir ka Brasiilias.

1970.–80. aastatel algas ala rahvusvaheline areng, juhtivateks riikideks kujunesid USA ja Brasiilia. 1977. aastal tekkis esmane profiliiga (nüüdne AVP), aasta hiljem oli turnee auhinnafond kasvanud 52 000 dollarile. Ala lõplikku stabiliseerumist tähistas esimene Rahvusvahelise Võrkpalli Föderatsiooni (FIVB) korraldatud turniir Brasiilias 1987. aastal, kus auhinnarahaks oli 22 000 dollarit. Esimese etapi võitsid ameeriklased Sinjin Smith ja Randy Stoklos (www.fivb.org).

1990. aastal jõudsid FIVB etapid ka väljapoole Ameerika mandrit, turniiri korraldasid Prantsusmaa, Itaalia ja Jaapan, aasta hiljem lisandusid Austraalia ja Hispaania. Ala valitsesid meestest Sinjin Smith ja Randy Stoklos, kes 1992. aastaks olid juba viiekordsed maailmameistrid rannavõrkpallis. Barcelona Olümpiamängudel tutvustati rannavõrkpalli kui võimalikku tulevast olümpiaala, 1996. aastal Atlantas pääses rannavõrkpall esmakordselt olümpiamängude kavasse. Olümpiale kvalifitseerusid ka eestlased Avo Keel ja Kaido Kreen, tulemuseks 17. koht.

Ajalugu Kais-Vesik

Praegune Eesti esipaar Kristjan Kais ja Rivo Vesik mängisid esimest korda koos 2002. aasta 17. augustil. Juba septembris osaleti maailmakarika (MK) etapil Palma de Mallorcal, kus suudeti pärast maailma üheksanda paari alistamist jõuda põhiturniirile 32 parema hulka. 2004. aasta suveolümpiale pääsuks jäi koostöö siiski napiks, Kais ja Vesik jäid Ateena olümpiast eemale napimast napimalt – 26. koht (olümpiale pääsevad 24 tugevamat paari), mille tagasid 962 MK-punkti, oli vaid kaks kohta ning 72 punkti eesmärgist vähem (www.fivb.org).

Iga aastaga on toimunud meeskonna areng, suurimaks tõusuks võib lugeda 2004. aastat, kui tõusti MK edetabeli 32. positsioonilt 16ndaks, 2005. aasta lõpetati MK reitingus 10. positsioonil ja 2006. aasta 9. kohal. Parimaks tulemuseks oli 2006. aasta lõpuks 4. koht Serbia ja Montenegro MK etapil.

2007. aastaga algas Pekingi olümpiamängude kvalifikatsiooniturniir. Rannavõrkpallis kvalifitseeruvad olümpiale 24 tugevamat võistkonda (igalt mandrilt vähemalt 1), üks koht on garanteeritud korraldajatele. Kvalifikatsiooniprotsess kestab vahemikus 1. jaanurist 2007 kuni 20. juulini 2008, olümpiareitingusse lähevad arvesse 8 parimat tulemust MK-sarjas, maailma meistrivõistlustel (MM) ja vähendatud punktisummadega ka Euroopa meistrivõistlustel (EM).

2007. aasta lõpuks paiknevad Kais-Vesik edetabeli 12. positsioonil (vt. tabel 1). Olümpiakvalifikatsiooni esimene pool oli eestlastele edukas, sisuliselt on pääs Pekingisse garanteeritud ja võib keskenduda vormi ajastamisele järgmise aasta suurürituseks. Hooaeg 2007 oli Eesti rannavõrkpallile ajalooline, esimeste eestlastena õnnestus Kais-Vesikul võita MK etapp Zagrebis Horvaatias, MM-il korrati kahe aasta tagust parimat, 5. kohta ja EM-il saavutati eestlaste läbi ajaloo kõrgeim 4. koht. Hooaeg näitas, et just tiitlivõistlustel suudetakse edukalt esineda, mis annab lootust, et korralik tulemus võib tulla ka olümpiamängudelt.

Ettevalmistus 2008

Kais-Vesiku ettevalmistus Pekingi olümpiamängudeks algab 2007. aasta oktoobris. Alustatakse aeroobsete treeningutega ja jõuettevalmistuse põhja ladumisega. Treeningmahud on suured, intensiivsus väike ja treeningmetoodika jõuvastupidavuse arendamisele. Paralleelselt tehakse ka kergeid pallitreeninguid ning võistlusmomendi saamiseks osaletakse Eesti esiliiga võistkondade koosseisus vabariiklikus liigas. Alates detsembrist treenitakse põhijõudu, mis kestab kuni esimese pallilaagrini Šveitsis.

Rannavõrkpalli treeningpetsiifika juures on olulisim valida tugevaid sparringpartnereid, Pekingi-eelsel perioodil on peamisteks treeningpartneriteks šveitslased Patrick Heuscher- Sascha Heyer, kes paiknevad OM reitingus 8. kohal.

Esimene pallilaager liival viiakse läbi jaanuaris, see vältab 2 nädalat. Keskendutakse eelkõige pallingu vastuvõtu ja ründesöödu harjutustele, harjutused on tehnilise iseloomuga, treeningu intensiivsus ei ole väga kõrge. Treeningud toimuvad rannavõrkpalli sisehallis.

Liivalaagrile järgneb teine suurem jõuettevalmistuse tsükkel, kus keskendutakse põhijõu ja maksimaaljõu näitajate suurendamisele. Paralleelselt toimuvad pallitreeningud, aga põhirõhk on ikka veel jõutreeningutel.

Jõuettevalmistus, küll juba väiksemas mahus, jätkub teises liivalaagris Hispaanias. Teises pallilaagris on lisaks šveitslastele veel vanad sparringupartnerid Herrera-Mesa (Hispaania) ja Gosch-Horst (Austria), treenitakse nelja meeskonnaga, vahetades treeningpartnereid. Pallitreeningud lähevad mängulisemaks, kuigi suurt rõhku pannakse ka selles laagris üksikute tehniliste elementide täiustamisele. Laagri pikkuseks 2,5–3 nädalat.

Viimane ja kõige põhjalikum hooajaelne ettevalmistuslaager viiakse plaani järgi läbi Los Angeleses, kus läbirääkimised käivad lisaks šveitslastele veel saksa esipaari ja 2006. aasta Euroopa meistrite Brink-Diekmani (www.cev.lu) ja valitsevate maailmameistrite Rogers-Dalhauseriga. Laagri sisuks on eelkõige mängusituatsioonide treenimine, kontrollvõistlused ja mängulised tehnika treeningud, laagri pikkuseks 1 kuu.

MK-sari rannavõrkpallis algab mais ja Kais-Vesik planeerivad enne Pekingit mängida 8–12 MK etappi. Erinevalt eelnevatest hooaegadest on sisse planeeritud rohkem hooajasiseseid jõutreeninguid, mistõttu ei mängita väga palju MK-etappe järjest, oluline on ennast enne olümpiamänge mitte vaimselt ära kurnata. Vahetult enne olümpiat tehakse koos šveitslaste ja sakslastega veel viimane ettevalmistuslaager, kas kohapeal Pekingis või siis Singapuris (läbirääkimised veel käivad). Laagri pikkuseks on 10 päeva ja eesmärgiks aklimatiseerumine ja harjumine võistlustel kasutatava liivaga.

Tiim Kais-Vesik

Kui Kais-Vesik alustasid karjääri kahekesi, siis nüüdseks on nende ümber tekitatud klubi (MTÜ Rannavolle), mille eesmärgiks ei ole ainult Kais-Vesiku tippu viimine (tipus hoidmine), vaid ka järelkasvu eest hoolitsemine. Tiimi kuuluvad lisaks Kristjanile ja Rivole veel mängijatena meespaar Rikberg-Pähn (osaleb Eesti liigas), juunioride paar Kollo-Venno (U-18 Euroopa meistrid 2007), klubi teiste võistkondade treener Rainer Vassiljev, pressiesindaja Alar Rikberg, mäenedžerid Avo Keel ja Martin Jürgenson ning viimase liitujana Kais-Vesiku uus treener Raivo Simson (varasemalt Laos Lukas). Arstlikku abi annavad Toomas Tein ja Allan Oolo, massöörina aitab Kristi Singi. Tiimi prioriteediks 2008. aastal on medal Pekingi olümpiamängudelt.


Allikad













1. www.cev.lu
2. www.fivb.org

Summary

The first beach volleyball game was played 1920s in Santa Monica, California. Nowadays beach volleyball has grown to a professional sport, being olympic discipline since 1996. Estonian team Keel-Kreen was the first and only Estonian team to participate in olympics in beach volleyball. In Atlanta olympics 1996 they lost both 2 matches and finished 17th. By the end of year 2007 Estonian top team Kais-Vesik has practically qualified for 2008 olympic games in Beijing. Preparation includes 3 pre-season training camps in Switzerland, Spain and USA and one training camp just before the olympics either in Beijing or Singapur. The other main target is physical preparation, which starts already in October 2007. In 5 years Kais-Vesik have created a team around them, including coaches, managers, medical help and press delegate. Further more team includes 2 other men team, one participating in Estonian league and one junior team, who won European championships under 18 in 2007.

Tabel 1. Olümpia kvalifikatsiooniedetabel

Olympic ranking		Team	Country	Nb. part.	Points
1		Emanuel-Ricardo	BRA 	14	5.140
2		Fabio Luiz-Marcio Araujo	BRA 	14	4.740
3		Barsouk-Kolodinsky	RUS 	14	4.340
		Harley-Pedro	BRA 	14	4.140
		Franco-Cunha	BRA 	11	4.120
4		Schuil-Nummerdor	NED 	11	3.750
5		Xu-Wu	CHN 	13	3.540
6		Brink-Dieckmann Ch.	GER 	12	3.300
7		Conde-Baracetti	ARG 	14	3.260
8		Heuscher-Heyer	SUI 	11	3.100
9		Klemperer-Koreng	GER 	8	3.080
		Reckermann-Urbatzka	GER 	13	3.030
10		Schacht-Slack	AUS 	10	2.980
11		Doppler-Gartmayer	AUT 	16	2.900
		Rogers-Dalhausser	USA 	5	2.760
12		Kais Kr.-Vesik	EST 	10	2.690
13		Herrera-Mesa	ESP 	12	2.490
14		Geor-Gia	GEO 	17	2.410
15		Gosch-Horst	AUT 	14	2.360
16		Kjemperud-Skarlund	NOR 	15	1.920
17		Boersma E.-Rennes	NED 	12	1.740
		Gibb-Rosenthal	USA 	5	1.720
		De Gruijter-Rennes	NED 	14	1.710

Olympic ranking		Team	Country	Nb. part.	Points
18		Lione-Varnier	ITA 	14	1.690
19		Cadieux-Heese	CAN 	13	1.680
20		Zhou-Li	CHN 	13	1.680
21		Samoilovs-Plavins	LAT 	14	1.650
22		Asahi-Shiratori	JPN 	14	1.560
23		Maaseide-Horrem	NOR 	15	1.450

Is osteopenia a health risk in professional cyclists?

Jean Medelli, Joseph Lounana, Jean-Jacques Menuet,
Mohamad Shabani, Zaida Cordero-MacIntyre

Jean Medelli, meditsiinidoktor

Amiensi Ülikooli Keskhospital, arst-õppejõud

Uurimisvaldkonnad: vastupidavusalade
(profiratturid, triatlonistid, maratonijooksjad)
töövõime biokeemiliste ja füsioloogiliste
markerite testimine, pingutusastma,
osteopeenia.

jeanmedelli@voila.fr

Abstract

Bone mineral content (BMC) and bone mineral density (BMD) were measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) Lunar DPX-NT, software version 4.0 in 23 professional male cyclists (mean age: 28.5±3.9 years; height: 179±6.8 cm; weight: 70.9±7.1 kg⁻¹). Eight subjects had normal L1-L4 T-score values (-0.19±0.62; WHO normal L1-L4 T-score >-1.0 SD) and 15 low values (-1.57±0.45). The following significant correlations were found: L1-L4 T-scores with total and regional BMD for arms (r=0.62 and r=0.59, p<0.05); legs and ribs (r=0.49 and 0.51, p<0.01); spine and pelvis (r=0.87 and r=0.70, p<0.0001). Equations resulting from step wise and multiple regression analysis based on the General Linear Modelling Procedures to assess the independent contributions of the anthropometric variables are: L1-L4 T-score = - 3.031 + 0.346 x Fat mass (R² = 0.42; p < 0.001), Total BMC = 0.144 + 0.42 x Fat free mass (R² = 0.60; p < 0.0001) and Total BMD = 0.712 + 0.19 x BMI (R² = 0.25; p < 0.05). According to their speciality, climbers had lower BMD values in the arms (0.8±0.04 vs 0.9±0.06 g/cm², p<0.05); time-trialists had higher total BMC (3.1±0.3 vs 2.8±0.4 kg, p<0.05); BMC in the legs (0.6±0.1 vs 0.5±0.1 kg, p<0.05); and spinal BMD (1.1±0.1 vs 0.9±0.1 g/cm², p<0.05). In conclusion, two-thirds of professional cyclists had abnormally low BMD values.

Introduction

The peak bone mineral content (BMC) achieved during the first decade of adulthood is a key determinant of BMC later in life. In addition to genetic makeup and hormonal status, nutrition and exercise influence bone mineral content. Bone architecture varies with the mechanical loads imposed on the skeleton. Osteogenic effects are greatest for activities associated with high-strength, high-frequency loading distributed unevenly over the skeleton [25]. However, clinical studies of bone mineral density (BMD) changes induced by exercise have produced inconsistent or contradictory results. Jumping and running in children [17] and adults [9], as well as many other athletic activities, are associated with an increase in bone mineral content [2, 6, 8, 14, 18]. By contrast, non-weight-bearing exercise does not seem to increase spinal BMD. Thus, swimming and cycling may not improve bone status in young adults [11, 12, 15, 20, 21, 23, 24]. When used alone, prolonged non-weight-bearing activities may adversely affect bone status [26]. To the best of our knowledge, bone mineral content has not been investigated in professional cyclists. The objective of the present study was to assess BMC and BMD in the whole body and regions of interest in professional cyclists.

Materials and Methods

Subjects

We studied 23 healthy male highly trained road cyclists belonging to the same professional team, part of the Top 10 International Cycling Union Pro Tour, tested in the context of the mandatory medical monitoring required by the French Cycling Federation (FFC) and the International Cycling Union (ICU). The measurements were obtained during a routine fitness evaluation, in Dec 2003, just after the rest period and the start of training. Mean age, height and body weight were 28.5 ± 3.9 years, 179 ± 6.8 cm, and 70.9 ± 7.1 kg respectively. On the average subjects had been involved in training and competitions for more than 10 years. 6 cyclists were specialized in flat terrain races, 5 in time-trials, 7 in mountain climbing, and 5 in sprinting.

We collected information on diet, medical history, previous and current treatments, and athletic history. All subjects had competition experience of at least for 2 years in the professional category of the ICU, were employed in a licensed professional team, and had participated in at least one of the main 3-weeks stage races (Giro d'Italia, Tour de France or Vuelta a Espana). For purposes of comparison, the cyclists were divided according to their main cycling ability as defined by the team director: time-trialists (n = 5), flat terrain riders (n = 6), climbers (n = 7) and sprinters (n = 5). The competition season for professional cyclists lasts from Feb to Oct, during which cyclists combine training and racing. It is common for cyclists to observe a total rest period in Nov. Basic and extensive endurance training is performed from early December to the start of the racing season. Average distance covered in training and racing usually amounts from 25,000 to 30,000 km a year, meaning that a cyclist rides his bike an average of 3 hours a day per year. The average number of races and distance of each race is respectively 90 and 200 km. For professional road cyclists, training consists mainly, if not exclusively, of riding their bikes (3 to 6 hours a day). Any other forms of training (cross training, strength training, weight- lifting) are hardly ever performed except during a rehabilitation period following an injury. In our group 26% of the subjects have sustained a fracture in the past, of which 22% had a fracture since the beginning of their career. All participants stated that they took neither corticosteroids nor anabolic agents. Dietary analysis was supervised in two separated assessments by a hospital physician specialized in nutrition and performed with a commercially available computer program (Prodiet, Proform SARL, Arnouville-les-Gonesse, France).

Bone mineral density measurements

Total and regional body composition including BMC (kg) and BMD (gr/cm^2), were measured by using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) (Lunar DPX-NT Lunar DPX-NT, Software Version 4.0) (GE/Lunar Corp, Software Version 4.0). Even though cycling is considered a symmetric sport, both legs were evaluated separately since differences may exist due to either genetics or injury sequelas. All measurements were carried out by the same experienced technician. Quality controls included daily calibration in scanning a standard non anthropomorphic phantom with tissue equivalent material with 4 bone-simulating chambers of known bone mineral

content. Measurements were maintained within the manufacturer's precision standards of < 1%. In each participant, the T-score was computed from the mean L1-L4 BMD value. T-score values were categorized using the reference standards established by the World Health Organization (WHO) as follows: normal less than 1.0 SD, osteopenia between -1.0 SD and >-2.5 SD and osteoporosis more than -2.5 SD below the young adult reference mean [29].

Statistics

The data were analyzed using a computer software (Statview 5, SAS Institute Inc. USA). The normality distribution of the data was checked with a Kolmogorov-Smirnov test. Binary non-parametric comparisons of the means of the paired groups were performed with a Wilcoxon test. Multiple and binary non-parametric comparisons of the means of the non-paired groups were performed with the Kruskal-Wallis H and Mann-Whitney U tests. To study the effect of the Gaussian variables, we carried out simple or multiple regression analyses based on the General Linear Modelling Procedures. Correlations were calculated using a Spearman correlation test. Values of $p < 0.05$ were considered statistically significant.

Results

Table 1 shows the results of mean daily dietary intakes during the start of training (time of testing) and the competition period (June). The intake of all these nutrients was above the Recommended Dietary Allowance (RDA) for the French population, with the exception of fat intake (RDA).

Table 2 shows the total and regional body composition characteristics of all participants, and the differences between climbers, flat terrain, time trialists and sprinter cyclists. When comparing the categories of cyclists: time-trialists (n = 5), flat terrain riders (n = 6), climbers (n = 7) and sprinters (n = 5). The mountain climbers had lower BMD values in the arms. The time-trial cyclists had significantly higher values than the average value of the whole sample for body weight, total muscle mass, total BMC, BMC in the legs and spinal BMD. However, if we evaluate the right or

left leg BMC to total BMC ratio, these differences are not significant, suggesting that the differences lie mainly in the spine.

Table 3 shows the differences between cyclists with normal and low L1-L4 T-score. Of the 23 cyclists, 8 had normal L1-L4 T-score values (-0.19 ± 0.62) and 15 had low values (-1.57 ± 0.45). Among the last, 11 would be classified as osteopenic and 4 as osteoporotic.

The differences in BMC could be due to the fact that compared to the cyclists with lower T-score values, cyclists with normal T-scores have significantly higher body weight, body mass index (BMI), fat mass (FM) and fat-free mass (FFM). However, the differences disappear when total BMC is divided by body weight as well as when right and left leg BMC are divided by their respective weight. Similarly, when we evaluate the ratio of the right or left leg BMC to total BMC, these differences are not significant (0.192 vs 0.195 ; $p > 0.5$).

Table 4 shows the correlation between BMD, BMC and anthropometric measurements.

L1-L4 scores, total BMC, right leg and left leg BMC are all significantly and positively correlated with body weight ($r = 0.40$, $p < 0.05$; $r = 0.76$, 0.81 , 0.82 , $p < 0.001$ respectively). Whole body BMD, arms, legs, pelvis, total spine and ribs are also significantly and positively correlated with body weight ($r = 0.48$, $p < 0.05$; $r = 0.53$, 0.58 , $p < 0.01$; $r = 0.62$, $p < 0.001$; $r = 0.53$, 0.55 ; $p < 0.01$ respectively).

Right leg and left leg BMC are positively correlated with BMI ($r = 0.44$, 0.44 , $p < 0.05$). Whole body BMD, legs, total spine, ribs and pelvis are all positively correlated with BMI ($r = 0.49$, 0.42 , 0.40 , 0.45 , $p < 0.05$; $r = 0.55$, $p < 0.01$ respectively).

Right and left leg BMC are positively correlated with Fat Free Mass FFM ($r = 0.83$, 0.83 , $p < 0.001$). Whole body BMD, arms, legs, total spine, pelvis, and ribs BMD are all positively correlated with FFM ($r = 0.42$, 0.48 , $p < 0.05$; $r = 0.56$, 0.54 , 0.54 , $p < 0.01$ respectively).

Only L1 – L4 score, total spine and pelvis BMD were positively correlated with Fat Mass FM and percent fat % Fat ($r = 0.65, 0.67, p < 0.001$; $r = 0.60, p < 0.01$ and $r = 0.59, 0.58, p < 0.01$; $r = 0.45, p < 0.05$ respectively).

Figures 1, 2 and 3 display the correlation between L1 – L4 T-score and FM, total BMC and FFM, Total BMD and BMI respectively. When using step wise and multiple regression analysis based on the General Linear Modelling Procedures to assess the independent contributions of the anthropometric variables to bone content and bone density, we found a correlation between L1-L4 T-score and fat mass, total BMC and fat free mass and total BMD and BMI.

Discussion

The most significant finding in this study is that two-thirds of a professional cycling team had abnormally low BMD values. Time-trial cyclists had higher values for whole-body, lower-limb, and spinal BMD. The lowest values of arm BMD were found in the mountain-race subgroup.

In both men and women, bone mineral content and BMD increase throughout childhood and adolescence until they reach a peak, usually in the third decade. About 90% of the peak BMC is accrued within the period of skeletal maturation [22]. Using the World Health Organization's criteria for osteoporosis (T-score L1-L4 at or below -2.5 SD below peak young adult BMD) and osteopenia (T-score L1-L4 between -1 and -2.5), 65% of the professional cyclists would be classified as osteopenic (48%) or osteoporotic (17%). This finding is alarming, especially in light of the fact that other studies found 2% of low lumbar spine BMD in a population of 203 healthy male military 20-22 year-old recruits [7], while 25% of 16 cyclists (31 ± 3 year-old) were classified as osteopenic in the lumbar spine [19]. In comparison the results of our study to 22 normally active healthy men taken as controls (age 28 ± 5 years; height 177 ± 7 cm; weight 75.7 ± 12 kg; BMI 24 ± 2.8 kg/m²; total BMC 3.1 ± 0.3 kg; fat mass 17.2 ± 8.7 kg; % fat mass 22.7 ± 7.8 ; fat free mass 55.4 ± 5 kg; T-score L1-L4 -0.18 ± 0.9), only 1 subject (4.5%) was osteopenic in the lumbar spine.

Peak BMC is a key determinant of bone status during ageing but anthropometric characteristics have been shown to influence bone mass as well. In women, fat mass is a stronger predictor of bone mineral density than fat free mass to BMD [1] and the significant correlation between fat mass and spine density in old women suggests that adiposity may itself promote bone mass, since adipose tissue aromatizes circulating androgens into estrogens [4]. In our study we found a correlation between fat mass and T-score L1-L4, whereas total BMC and total BMD were correlated respectively with fat free mass and BMI. Since legs BMC and legs BMD are correlated with fat free mass and weight, these findings suggest a different impact of the anthropometric characteristics on the skeleton. Weight and fat free mass seem to have a mechanical impact on cortical bone, whereas trabecular bone loss is more related with fat mass. This is of particular interest when we know the obsession of the cyclists to lose weight in order to be more efficient.

It has also been suggested that the specific response of bone to loading may depend on loading force, frequency, and site [13, 23]. Muscle groups that exert forces several times greater than body weight may impose the strongest loads on the skeleton, and bone loss may be more closely dependent on exercise intensity rather than endurance [3]. High-impact activities such as jumping and running induce loads that are multiples of body weight, whereas sports such as swimming and cycling, in which the body is partly supported, may place far smaller loads on the skeleton.

Few studies have investigated BMD in elite cyclists. Heinonen [15] found no difference in BMD at any measurement site between female cyclists and controls aged 18 to 32 years. Similarly, Rico [20] reported no difference in whole-body BMD between 22 male cyclists who trained 10 hours a week for 2 years and a group of same-age controls. Fiore [12] found higher BMD values at the spine and upper pelvis in canoe-kayakers than in cyclists and controls, with no significant differences between these last two groups. In a comparison of 30 elite male cyclists and controls, Warner [27] did not detect BMD differences at any of the measurement sites.

Warner [28] compared BMC of trained male mountain-bikers and controls to evaluate potential effects of muscle loading, aerobic fitness, and androgens. Absolute BMD values were similar in the two groups. However, when BMD was normalized

for body weight, values at all measurement sites were significantly higher in the mountain bikers. BMD at the whole body and spine showed positive correlations with body weight, fat-free mass, leg strength, and leg power but not with aerobic fitness.

Nichols [19] measured whole-body and regional BMD values in young elite cyclists (25-35 years of age), older cyclists (40-60 years), and same-age same-weight controls. As compared to the young cyclists and controls, the older cyclists had about 10% reductions in BMD at the femoral head and lumbar spine, as well as significantly lower BMD values for the whole body, trochanter, femoral head, L2-L4 lumbar spine, and hip. In contrast, the young cyclists and controls had similar values for whole-body and regional BMDs. According to World Health Organization criteria, 67% of the older cyclists had osteopenia (52%) or osteoporosis (15%); in contrast, only 42% of controls and 25% of young cyclists had osteopenia, and no participants in these two groups had osteoporosis. Nichols [19] suggested that the BMC difference between the two groups of cyclists was perhaps related to the absence of muscle strength training in the older cyclists since the age of 35 years and that cycling without weight-bearing athletic activities might have adverse effects on bone with advancing age. We found a higher risk of osteopenia in professional cyclists who spent longer hours on their bicycles and were less assiduous in performing muscle-strengthening exercises during their competition career.

Other studies support a deleterious effect of cycling on bone status. For instance, Sabo and Stewart [21, 23] found low spinal BMD values in cyclists. Sabo [21] reported that lumbar spine BMD values were 10% lower in Tour de France cyclists than in controls, whereas values in weight-lifters and boxers were 24% and 17% higher, respectively. Stewart [23] compared whole-body and regional BMD values in male cyclists, runners, and controls. As compared to the controls, the runners had higher whole-body and lower-leg BMDs, whereas cyclists had lower spinal BMDs. The cyclists had significantly lower values for whole-body, spinal, and lower-leg BMDs than did the runners. These data suggest that running and cycling may differ in the “mechanostat” adjustments they cause. Stewart [23] concluded that cycling, in the absence of other activities, was associated with a reduction in BMC. The effects of running may counteract the deleterious effects seen when cycling is the only sporting activity.

In contrast to sports that impose high-frequency, high-amplitude loads distributed unevenly over the skeleton [6, 16], cycling keeps the body in a fairly fixed position that induces a pattern of regular, low-amplitude loads distributed evenly over the muscles and bones. The horizontal distribution of body weight along the axis of the skeleton and the absence of impact may result in a weak osteogenic stimulus [19]. In addition, because long hours are spent in this position during training and competitions, the spine is in a situation similar to bed rest. The cycling position requires that the upper limbs carry a large proportion of the upper body weight; however, since this load is static by definition, the increase in loads on the arm bones is probably extremely small, explaining why BMD was not increased at this site in published studies. Nevertheless, although it can be anecdotal due to the small number of subjects in the different categories, so that the results should not be over-interpreted, we found lower BMD values at the arms in the climbers than in the sprint/flat terrain riders and time-trialists. A likely explanation is the distinctive arm position used by climbers, who place their hands at the top of the handlebars and pull up when climbing. Time-trial bikers tend to hold their body close to the bicycle with their hands at the bottom of the handlebar or their forearms resting on triathlete handlebars, so that their arms carry much of their body weight and absorb the impacts and vibrations due to irregularities on the track or road surface. Heinonen [15] found similar results in a study of four groups of athletes, including cyclists. BMD was lower in the cyclists, except at the distal radius, a result ascribed to weight-bearing by the wrists while cycling. Furthermore, mountain bikers tend to use low gear ratios with faster pedalling, whereas time-trial cyclists prefer high gear ratios that require slower pedalling with far stronger muscle loading. This may explain the higher leg BMD values in time-trial cyclists in our study. Thus, the type of competition may play a major influence. For instance, Warner [28] reported that BMD normalized for body weight was higher in mountain bikers than in road cyclists. Mountain bikers spend more time with two contact points (hands and feet) than with three (hands, feet, and saddle), so that the loads imposed on the legs via the pedals are greater. Furthermore, because they cycle over varied terrain (rocks, gravel, sand, mud, etc) and up and down precipitous slopes, they must frequently change their position, gear ratio, pace, and balance control, using their upper and lower limbs as vibration-absorbers and as generators of loads on muscles, bones, and joints. Studies have shown that the

proportion of body weight resting on the pedals is 70% when pedalling standing up and reaches 90% when cycling uphill [26]. De Lorenzo [10] reported that the impact of forces on the wheel hub when cycling uphill was about 5-fold the weight of the body and might be similar to the forces applied to the legs via the pedals. In contrast, road cyclists cover smoother terrain (except when travelling over paved roads, when impacts and vibrations are greatest at the wrists), usually in the sitting position, so that loads on the skeleton are less strong.

Conclusion

In conclusion two-thirds of the professional cyclists' team that were studied had abnormally low BMD values. This, together with the high risk of occupational fractures caused by falls or overtraining (fatigue fractures), warrants a recommendation that BMD be monitored. Cyclists whose T-scores in lumbar spine are low should receive dietary advice about calcium and other nutrients required for osteo-synthesis, perform adapted muscle-strengthening exercises (weight-bearing exercises) in addition to cycling training, and be informed not to lose too much weight likely to have deleterious effects on bone metabolism.

Table 1: Daily Selected Nutrient Intake for all subjects.

	French RDA	Training	Competition
Kcal / day	2500	4210	5120
% Carbohydrates	50-55	60	68
% Protein	10-15	19	19
% Fat	30-35	21	13
Ca (mg / day)	900	1430	1360
P (mg / day)	750	1300	1614
Mg (mg / day)	450	570	700

RDA indicates Recommended Dietary Allowance

Table 2: Comparison of the cyclist categories

	All group (n = 23)	Climber (n = 7)	Flat terrain (n = 6)	- Time- trialist (n = 5)	Sprinter (n = 5)
Weight (kg)	70.9 ± 7.1	67.2 ± 6.1	67.1 ± 5.1	76.7 ± 4.4*	73.4 ±
BMI (kg/m ²)	22.1 ± 1.6	21.2 ± 1.1	21.4 ± 1.4	22.7 ± 1.03	23.7 ± 2*
Total	62.5 ± 6.4	59.7 ± 5.5	58.3 ± 4	68.3 ± 4.7*	64.3 ±
Right leg	10.7 ± 1.3	10.2 ± 1	9.7 ± 0.8*	11.6 ± 0.9	11.6 ±
Total BMC	2.8 ± 0.4	2.6 ± 0.3	2.7 ± 0.2	3.1 ± 0.3*	2.7 ± 0.2
BMC right	0.54 ± 0.1	0.49 ± 0.1	0.51 ± 0.02	0.60 ± 0.1*	0.53 ±
BMC left leg	0.54 ± 0.1	0.49 ± 0.1	0.51 ± 0.03	0.60 ± 0.1*	0.53 ±
BMD arms	0.90 ± 0.1	0.85 ±	0.90 ± 0.05	0.92 ± 0.1	0.92 ±
BMD spine	0.93 ± 0.1	0.87 ± 0.1	0.93 ± 0.2	1.09 ± 0.1*	1.07 ±

Results are mean ± SD. BMC is bone mineral content. BMD is bone mineral density. BMI indicates body mass index. FFM indicates fat free mass. Significant values * p < 0.05

Table 3: Differences between cyclists with normal and low L1-L4 T-score

	Normal BMD (n = 15)		Low BMD (n = 15)		Delta	Mann-Whitney U test
	Mean	SD	Mean	SD		
L1-L4 T-score	-0.19	0.62	-1.57	0.45	-1.38	P < 0.01
Age (years)	29.4	5.4	28.0	3.0	-1.40	NS

Height (cm)	181.6	4.9	177.6	7.3	-4	NS
Weight (kg)	76.0	4.6	68.1	6.7	-7.9	p < 0.05
BMI	23.0	1.2	21.6	1.5	-1.4	p < 0.05
Fat-free mass (kg)	66.5	5.4	60.4	6.0	-6.1	p < 0.05
Fat mass (kg)	6.8	1.4	5.0	1.3	-1.8	p < 0.01
% Fat Mass	9.3	2.2	7.6	1.7	-1.7	NS
Total BMC (kg)	3.083	0.31	2.607	0.24	-0.48	p <
BMC right leg (kg)	0.592	0.07	0.506	0.05	-0.09	p < 0.05
BMC left leg (kg)	0.601	0.08	0.508	0.06	-0.09	p < 0.05
BMD whole body	1.18	0.04	1.11	0.05	-0.07	p < 0.01
BMD arms (g/cm ²)	0.94	0.04	0.88	0.05	-0.06	p < 0.01
BMD legs (g/cm ²)	1.35	0.10	1.26	0.08	-0.09	p < 0.05
BMD pelvis (g/cm ²)	1.13	0.05	1.01	0.07	-0.12	p <
BMD total spine	1.04	0.07	0.88	0.05	-0.16	p <
BMD ribs (g/cm ²)	0.67	0.03	0.64	0.03	-0.03	NS

Mean values and standard deviation SD: Fat mass, Fat free mass, BMC (bone mineral content) and BMD (bone mineral density) are measured by dual-energy X-ray absorptiometry. Delta: difference between Low and Normal values.

Table 4: Correlations between BMD, BMC and anthropometric measurements

	Weight	BMI	Fat-free	Fat mass	% Fat
L1-L4 T-score	0.40*	NS	NS	0.65***	0.59**
Total BMC	0.76***	NS	NS	NS	NS
BMC right leg	0.81***	0.44*	0.83***	NS	NS

BMC left leg	0.82***	0.44*	0.83***	NS	NS
BMD whole	0.48*	0.49*	0.42*	NS	NS
BMD arms	0.53**	NS	0.48*	NS	NS
BMD legs	0.58**	0.42*	0.56**	NS	NS
BMD pelvis	0.62***	0.55**	0.54**	0.60**	0.45*
BMD total	0.53**	0.40*	0.43*	0.67***	0.58**
BMD ribs	0.55**	0.45*	0.54**	NS	NS

Significant correlations: *p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

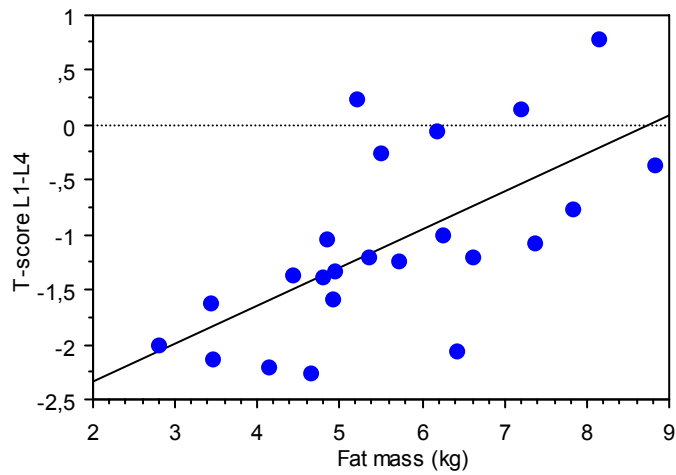


Fig 1: Scatter plot of the relationship between T-score L1-L4 and Fat mass

$$\text{T-score L1-L4} = -3.031 + 0.346 * \text{Fat mass (kg)}; R^2 = 0.42 (p < 0.001)$$

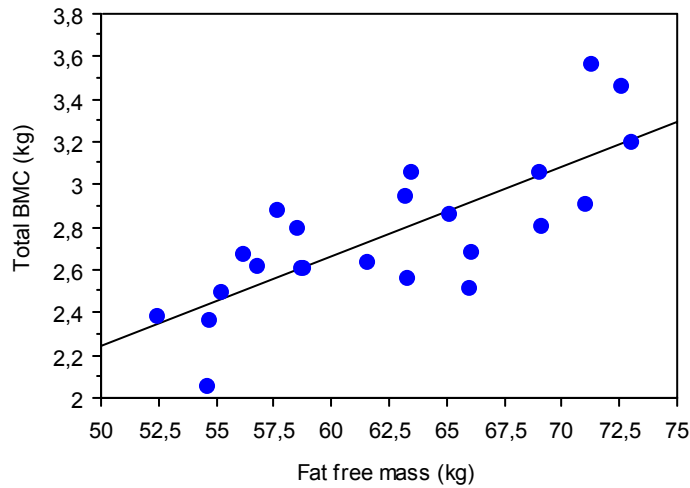


Fig 2: Scatter plot of the relationship between Total BMC and Fat free mass

$$\text{Total BMC} = 0.144 + 0.042 * \text{FFM (kg)}; R^2 = 0.60 \quad (p < 0.0001)$$

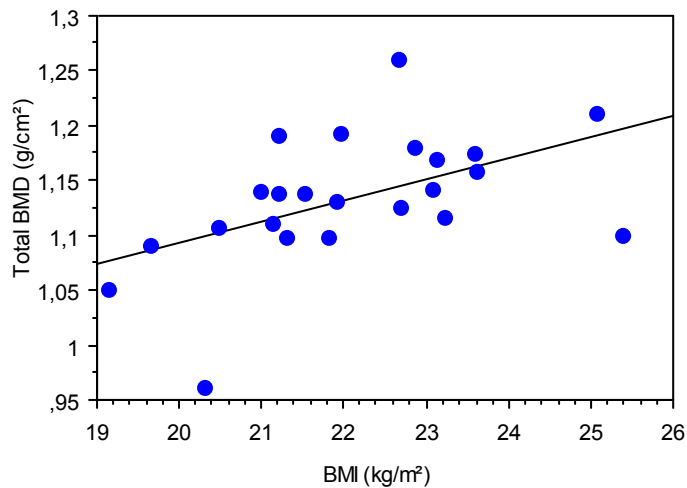


Fig 3: Scatter plot of the relationship between Total BMD and BMI

$$\text{Total BMD} = 0.712 + 0.019 * \text{BMI}; R^2 = 0.25 \quad (p < 0.05)$$

References

- 1) Afghani A, Abbott AV, Wiswell RA, Jaque SV, Gleckner C, Schroeder ET, Johnson CA 2004, Bone mineral density in Hispanic women: role of aerobic capacity, fat free mass and adiposity. Int J Sports Med 25:384.390

- 2) Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A 2001 Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 33:507.511
- 3) Baldwin K, White T, Arnaud S 1996 Musculo-skeletal adaptations to weightlessness and development of effective countermeasures. *Med Sci Sports Exerc* 28:1247.1253
- 4) Bevier WC, Wiswell RA, Pyka G, Kozak KC, Newhall KM, Marcus R 1989, relationship of body composition, muscle strength and aerobic capacity to bone mineral density in older men and women. *J Bone Miner Res* 4:421.432
- 5) Bilanin JE, Blanchard MS, Russek-Cohen E 1989 Lower vertebral bone density in male long-distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 21:66.70
- 6) Calbet JAL, Diaz Herrera P, Rodriguez L 1999 High bone mineral density in male elite professional volleyball players. *Osteoporos Int* 10:468.474
- 7) Casez JP, Fischer S, Stüssi E, Stalder H, Gerber A, Delmas PD, Colombo JP, Jaeger P 1995, Bone mass at lumbar spine and tibia in young males- impact of physical fitness, exercise and anthropometric parameters: a prospective study in a cohort of military recruits. *Bone* 17:211.219
- 8) Conroy BP, Kraemer WJ, Maresh CM, et al. 1993 Bone mineral density in elite junior Olympic weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* 25:1103.1109
- 9) Dalsky GP, Stocke KS, Ehsani AA, Slatopolsky E, Lee WC, Birge SJ 1988 Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Int Med* 108:824.828
- 10) De Lorenzo DS, Hull M 1999 Quantification of structural loading during off-road cycling. *J Biomech Eng* 121:399.405
- 11) Fehling P, Aleket L, Clasey J, Rector A, Stillman RJ 1995 A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *Bone* 17:205.210

- 12) Fiore CE, Dieli M, Vintaloro G, Gibilaro M, Giacone G, Cottini E 1996 Body composition and bone mineral density in competitive athletes in different sports. *Int J Tissue React* 18:121.124
- 13) Frost H 1987 BMC and the mechanostat: a proposal. *Anal. Rec* 2 19:1.9
- 14) Hamdy RC, Anderson JS, Whalen KE, Harvill LM 1994 Regional differences in bone density of young men involved in different exercises. *Med Sci Sports Exerc* 26:884.888
- 15) Heinonen A, Oja P, Kannus P et al. 1993 Bone mineral density of female athletes in different sports. *Bone Miner* 23:1.14
- 16) Heinonen A, Oja P, Kannus P et al. 1995 Bone mineral density in female athletes representing sports with different loading characteristics of the skeleton. *Bone* 17:197.203
- 17) Mackelvie KJ, McKay HA, Khan KM, Crocker PR 2001 A school-based exercise intervention augments bone mineral accrual in pubertal girls. *J Pediatr* 139:501.508
- 18) Morel J, Combe B, Francisco J, Bernard J 2001 Bone mineral density of 704 amateur sportsmen involved in different physical activities. *Osteoporos Int* 12:152.157
- 19) Nichols JF, Palmer JE, Levy SS 2003 Low bone mineral density in highly trained male master cyclists. *Osteoporos Int* 14:644.649
- 20) Rico H, Revilla M, Hernandez F, Gomez - Castresana F, Villa L 1993 Bone mineral content and body composition in postpubertal cyclist boys. *Bone* 14:93.95
- 21) Sabo D, Bernd L, Pfeil J, Reiter A. Bone quality in lumbar spine in high-performance athletes 1996 *Eur Spine J* 5:258.263
- 22) Slemenda, C, Reister T, Hui S, Miller J, Christian J, and Johnston C 1994 Influences on skeletal mineralization in children and adolescents: evidence for varying effects of sexual maturation and physical activity. *J Pediatr* 125:201.207

- 23) Stewart AD, Hannan J 2000 Total and regional bone density in male runners, cyclists, and controls. *Med Sci Sports Exerc* 32:1373.1377
- 24) Taaffe DR, Snow-Hatter C, Connally DA, Robinson TL, Brown MD, Marcus R 1995 Differential effects of swimming versus weight-bearing activity on bone mineral status of eumenorrheic athletes. *J Bone Miner Res* 10:586.593
- 25) Umemura Y, Ishiko T, Tsujimoto H 1995 The effects of jump training on bone hypertrophy in young and old rats. *Int J Sports Med* 16:364.367
- 26) Wang EL, Hull ML 1997 A dynamic model of an off-road cyclist. *J Biomech Eng* 119:248.253
- 27) Warner SE, Dalsky GP 1997 Bone mineral density of elite male cyclists (Abstract). *Med Sci Sports Exer* 29:S5
- 28) Warner SE, Shaw JM, Dalsky GP 2002 Bone mineral density of competitive male mountain and road cyclists. *Bone* 30:281.286
- 29) World Health Organization. Consensus Development Conference. Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis 1993 *Am J Med*, 94:646-650

Kokkuvõte

Kas profiratureid ähvardab osteopeenia?

Kõrgpunkt, milleni luu mineraalide sisaldus jõuab täiskasvanuea esimesel kümnendil, on tähtis tegur luu mineraalisisaldusel edasises elus. Peale geneetilise koostise ja hormonaalse seisuga mõjutavad luu mineraalisisaldust toitumine ning treening. Luu ehitus muutub seoses luustikku mõjutavate mehaaniliste koormustega.

Tegevustes, mis on seotud sagedase suure koormuse ebaühtlase jaotumisega luustikule on osteogeensed mõjud tugevaimad. Siiski on kliinilised uuringud kehalise koormuse põhjustatud luu mineraalitehuse muutustest seni andnud ebajärjekindlaid või vasturääkivaid tulemusi.

Hüppamise ja jooksu nagu ka teiste spordialade harrastamine lastel ning täiskasvanutel on seotud luu mineraalisisalduse suurenemisega. Seda vastupidiselt lisaraskusteta harjutustele, mis ei näi selgroo mineraalisisaldust tõstvat. Seega ei paranda ilmselt ei ujumine ega jalgrattasõit noorte täiskasvanute luude olukorda. Harrastades üht ala võib pikem väikese koormusega tegevus luude seisundile ebasoodsalt mõjuda. Teadaolevalt ei ole profiratturite luude mineraalisisaldust uuritud. Käesoleva uurimuse eesmärk oli hinnata professionaalsete jalgratturite luude mineraalisisaldust ja luu mineraaltiheduse muutusi kindlas piirkonnas ning kogu kehas.

Leiti, et kahel kolmandikul uuritud profiratturite meeskondadest on ebanormaalselt madal luu mineraalide sisaldus. See koos kõrge riskiga kutsealasteks luumurdudeks, mida põhjustavad kukkumised ja ületreenitus (väsimusmurrud) õigustab soovitusi jälgida luu mineraaltihedust. Ratturid, kelle selgroo nimmepiirkonna T-skoor on madal, peaksid saama toitumislaseid nõuandeid kaltsiumi ja teiste luusünteesiks vajalike toitainete kohta. Peale jalgrattatreeningu peaksid nad sooritama kohandatud harjutusi lihaste tugevdamiseks (lisaraskustega) ning endale teadvustama, et liigne kaalulangus mõjub luuainevahetusele kahjulikult.

Specificity of the bronchial responsiveness in professional cyclists

J. Medelli, J. Lounana, F. Messan, F. Campion, M. Petitjean

Jean Medelli, meditsiinidoktor

Amiensi Ülikooli Keskhospital, arst-õppejõud

Uurimisvaldkonnad: vastupidavusalade
(profiratturid, triatlonistid, maratonijooksjad)
töövõime biokeemiliste ja füsioloogiliste
markerite testimine, pingutusastma,
osteopeenia.

jeanmedelli@voila.fr

Abstract

Aim. Asthma affecting elite athletes has been studied mainly in subjects practicing winter sports. The aim of our study was to test the pulmonary function in order to evaluate bronchial hyper-responsiveness prevalence in a team of 25 male professional cyclists (28.4 ± 4.0 yr old with a $VO_2\text{max}$ equal to $67.5 \pm 5.0 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Methods. Using a questionnaire that queried the presence or absence of asthma history or common symptoms of exercise induced bronchospasm, 68% of the subjects had upper airway or bronchial symptoms. Using a pneumotachograph, we recorded a forced flow-volume curve at rest, after a maximal exercise test with ambient air, and after beta2-agonist inhalation, then during a methacholine challenge.

Results. 60% of the subjects showed clinical symptoms associated with bronchial responsiveness during methacholine test, a proportion which is much higher than the average population (3%-20%). However, ERS-ATS pulmonary function testing criteria at rest (reduced FEV1, FEV1/FVC, FEF25%-75%) were not fulfilled by any of them.

Conclusion. In conclusion, we have reported in this study that professional cyclists have a far higher prevalence of bronchial hyper-responsiveness than the average population, which can be regarded as a real health issue.

Introduction

According to the definition of the National Asthma Education Program report from the National Institutes of Health,¹ asthma can be summarized as “a lung disease with the following characteristics: airway obstruction that is reversible either spontaneously or with treatment, airway inflammation and increased airway hyper-responsiveness to a variety of stimuli”. The prevalence of asthma has been estimated to be 3%-20% in general population,^{35 44} and 11%-50% in specific athlete populations,^{14 23 28 43 46 47 58}. Associated or not with atopy, asthma can be noted in the athletes clinical history since childhood. Symptoms can be triggered by exercise, and/or worsened by high level exertion (EIA: exercise induced asthma). Symptoms evoking bronchospasm may also be founded in athletes only during exercise or just at the beginning of a recovery phase (EIB: exercise induced bronchospasm). For both definitions, bronchial hyper-reactivity is the common point.

As reported in literature, this airway hyper-responsiveness (AHR) is suggested according to self reported symptoms and by completing questionnaires with score scales,^{1 14 27 55}. Among those clinical symptoms, chest tightness, cough, wheezing, prolonged dyspnoea and excessive mucus formation, related or not to exercise, are commonly reported. Other prospective studies,^{14 27 48} rely on the use of baseline spirometry showing decrements of pulmonary function testing parameters as a meaningful evaluation of bronchial obstruction. Diagnosis criteria used in pulmonary

function testing are defined by the European Respiratory Society-American Thoracic Society Guidelines for the average population: decrement in FEV1 (<80% of predicted value), in FEV1/FVC (<70% or 88% of predicted value), in FEF 25%-75% (<65% of predicted value), and concave flow-volume curve. However, resting pulmonary function in asthmatic individuals may differ from normal to various degrees of impairment, relative to the state of their disease and/or treatment.

Broncho-provocation is a useful clinical tool to confirm airway hyper-reactivity in suspected asthmatics. However, there are no standardized guidelines for the testing of asthma pulmonary function in elite athletes even if some authors made recommendations about the responses to bronchial challenge submitted for approval to use inhaled beta2-agonist prior to an event,². Sophisticated tests can be used to demonstrate bronchial responsiveness: broncho-dilatation following inhaled beta2-agonist inducing a 15% increase of FEV1, broncho-constriction after a laboratory exercise challenge leading to a 10%-15% decrement of FEV1,^{44 57} after an eucapnic voluntary hyperventilation (EVH) challenge with dry air,^{15 52} after a histamine or methacholine inhalation challenge (PC20 or PD20) inducing a 20% decrement of FEV1,^{2 9 15}. More recently, an inhaled mannitol test has been proposed,^{24 51}. Finally, field exercise challenges reproducing the exact conditions of the respiratory symptoms seem to be the most relevant,⁴².

Recent investigations have mainly been carried out for winter sport athletes,^{10 14 16 30 31 32 33}. It is well established that cold and dry ambient environmental conditions are associated with exercise-induced asthma, and endurance sports are more likely to amplify it. To our knowledge few studies have focused on elite cyclists who face various climatic and environmental conditions such as pollen, industrial and car

pollutions all year long. Therefore, the aim of our study was to test the pulmonary function in order to evaluate bronchial hyper-responsiveness prevalence in a professional cycling team.

Methods

Subjects

25 cyclists (age: 28.4 ± 4.0 yr; height: 179.5 ± 7.3 cm; body mass: 71.3 ± 7.1 kg) from the same professional team were studied during the compulsory medical longitudinal follow up imposed by the French Cycling Federation and the International Cycling Union. Their mean $\dot{V}\text{O}_2\text{max}$ was 67.5 ± 5.0 ml.min⁻¹.kg⁻¹. All pulmonary function and exercise tests took place in December at the beginning of the training season.

Questionnaire

All participants completed a questionnaire that queried the presence or absence of common symptoms of EIB (coughing, wheezing, chest tightness, dyspnoea) and excessive mucus formation, the diagnoses of asthma and allergy previously made by a physician (allergy was registered if allergic rhino-conjunctivitis or atopic eczema were reported), the use of anti-asthmatic medication (though it is difficult to exactly know what these athletes use) and the family history of asthma.

Spirometric measurements at rest

Subjects were asked to clear out any medication at least 48 hours before testing. Standard pulmonary function tests (PFT) were performed in the morning, using a calibrated computerized pneumotachograph spirometer (Masterlab, Jaeger, Strasbourg, France). All pulmonary function manoeuvres involved three different normal tidal volume breathes, a maximal inhalation followed by a forced maximal exhalation lasting at least 6 s. The best of three manoeuvres based on forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in 1 s (FEV1) was recorded as the baseline PFT. FVC, FEV1, peak expiratory flow (PEF), maximal expiratory flows at different percentage of forced vital capacity (MEF75%, MEF 50%, MEF25%) as well as the forced expiratory flow at 25%-75% of FVC (FEF25%-75%) were automatically calculated by the computer. The predicted values used were those of the European Community for Coal and Steel, Luxembourg 1984.

Exercise protocol and physiological measurements

Just after the spirometric measurement, all subjects performed a conventional graded exercise in the ambient conditions of the laboratory, on a bicycle ergometer (Lode Excalibur Sport) with 50 W step increments every 3 minutes (min) until volitional exhaustion. Pedal cadence is maintained between 85 and 95 rpm. Heart rate (HR) from electrocardiogram (Marquette Case 15), ventilation (\dot{V}_E), breathing rate (BR), oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) and CO₂ production ($\dot{V}CO_2$) through a Rudolph valve connected to a calibrated Oxycon V (Mijnhart, MSR) are measured and recorded every 30 seconds during the test. Analysers were calibrated with standard gas mixture controlled on mass Spectrometer (Perkin-Elmer).

At the same time, a computer program directly calculates various parameters such as Tidal volume (V_T), O₂ consumption ($\dot{V}O_2$) and CO₂ production ($\dot{V}CO_2$), $\dot{V}O_2$ per

min relative to subject body weight ($\dot{V}O_2$ in $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) as well as the respiratory quotient ($R = \dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2$). The power attained during the last step of the test as well as the time this power is maintained by the subject are used to determine the peak power output (PPO) while the highest values for oxygen uptake, heart rate and R recorded at the end of the test correspond to $\dot{V}O_{2\text{max}}$, HRmax and Rmax. The “aerobic and anaerobic thresholds” are detected from linear regressions fitted to pulmonary ventilation curves by a least square mathematical method according to recommendations by Medelli et al.,³¹. The AT usually occurs 6 to 10 minutes before the end of the test according to the subject. The total duration of the exercise varied between 20 and 30 minutes (mean \pm standard deviation: 25 ± 2 min) depending on subjects.

Spirometric measurements after exercise

10 minutes after this maximal exercise test, all cyclists once more completed spirometric measurements. Subjects completed PFT according to the same procedure as at rest, as well as a beta2-agonist challenge (2 puffs of salbutamol = 200 μg) 20 minutes after the end of exercise.

Methacholine challenge

All subjects systematically performed a methacholine challenge in order to diagnose or to confirm a bronchial hyper-reactivity. The methacholine challenge was performed using the Aerosol Provocation System (APS Pro, Jaeger / Toeniss) which allows a multi-step provocation with a single concentration (Methacholine AHP Paris, 50 mg/5ml). The compressor (7l/min flow, 0.9 bar pressure) and the APS nebulizer unit (3.2 μm mean diameter, 240 mg/min nebulizer performance) produce

precise and reproducible inhaled aerosol doses. Each subject inhaled increasing concentration of methacholine (100, 200 or 400 μg) and each dose was inhaled during inspiration from functional residual capacity (FEC) to total lung capacity. The response measurement is performed in a body plethysmographic station Master Screen Body (Jaeger) with the following programs: spirometry / flow-volume and ROCC (determination of airway resistances via occlusion technique). Results are immediately provided in graphic and tabular views. Each subject performed basal expiratory flow volume curve before and after normal saline inhalation. FEV1 was measured at baseline 120s following the inhalation of saline and/or methacholine. The provocation test was terminated for a maximal cumulative dose of 2000 μg or stopped when a FEV1 decrease $\geq 20\%$ was reached and in case of sudden coughing or any other clinical symptoms. A standard dose of beta2-agonist is then administrated following the challenge to assist in returning lung function to baselines values. The cumulative dose of methacholine provoking a 20% decrease (PD20) was calculated from the dose response curve relating the percentage fall in FEV1 to a log methacholine concentration.

Statistical analysis

Calculation of mean values \pm standard deviation (SD) and other descriptive and statistical analysis were performed using specialized software (Statview 5, Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA). The Kolmogorov-Smirnov test was used to check distribution normality. For before and after exercise comparison, we used non parametrical tests: Mann-Whitney, and Wilcoxon tests for independent and paired groups respectively. Sign test was used to compare the distributions of paired delta values. p values <0.05 were considered statistically significant.

Results

All the subjects completed the history questionnaire. 8 subjects (32%) were free of any clinical symptoms. 17 subjects (68%) admitted to having sufficient symptoms to warrant a clinical evaluation of either bronchial or upper airways hyper-responsiveness. Among those, one had rhinitis and bronchial excess mucus. The remaining 16 had bronchial hyper-responsiveness symptoms during or after exercise. Among those, 7 (28%) had a clinical history of allergy since their childhood and 2 of them had a diagnosis of asthma, 7 (28%) had had dyspnoea during a high intensity ride climbing up a mountain pass. The remaining 2 (8%) subjects had wheezing and a tight chest during exercise in hot and stifling conditions.

Spirometry data at rest is displayed in table 1. FVC, FEV1 mean values were higher in our subjects compared to predicted values. PEF was also significantly increased as well as the maximal expiratory flows (MEF) at 75 and 50% of FVC and FEF25%-75%. However, FEV1/FVC and MEF measured at 25% of FVC were not significantly different. Except 3 subjects over 25 (12%) showing a concave flow-volume curve, none of them satisfied the main diagnosis criteria defined by ERS-ATS Guidelines. In those subjects, MEF50%, MEF25% and FEF25%-75% mean values are lower than predicted values in concave flow-volume curves, despite the fact FEV1, FVC, PEF and MEF75% are significantly higher.

Except PEF which decreases significantly, results from the flow-volume curve do not show any significant difference prior to and after exercise tests (Table 2). No subject exhibited a drop of FEV1 more than 7%.

Beta2-agonist challenge following exercise tests showed statistical significant differences with rest values for all parameters, except PEF which remains unchanged (Table 3). If there is a mean increase of 4% of the FEV₁ and 6% of the MEF 75 after the Beta2-agonist challenge, the bronchodilator effect is more significant for the small flows with a mean increase of 13% of MEF 50, MEF 25 and FEF 25/75.

15 subjects (60%) including the 3 subjects having a concave flow-volume curve, all symptomatic according to the questionnaire, were tested positive after a methacholine challenge with a decrease of FEV₁ mean value of $28 \pm 9.9\%$, a PD₂₀ mean value \pm standard deviation = $885 \pm 536 \mu\text{g}$ and a rise of lower airway resistance from 0.17 ± 0.05 up to $0.36 \pm 0.17 \text{ kPa}\cdot\text{s}\cdot\text{l}^{-1}$, namely an significant increase of $110 \pm 82\%$ ($p < 0.05$). Taking into account the total population, we found a significant correlation between PD₂₀ and FEV₁ expressed as % predicted value ($r = 0.40$; $p < 0.05$).

There is no significant difference between the group with a positive methacholine challenge and the group without any response to this challenge, concerning anthropometric and physiological parameters, spirometry data at rest, after exercise and after Beta2-agonist challenge.

In order to better estimate differences between the two groups, delta values were calculated by subtracting values obtained after treatment (exercise or beta2-agonist) to those obtained at rest. A sign test allowed comparison beyond or below the predicted value set at zero delta variation (see figure 1). Results from this kind of analysis were given in table 4.

Concerning the effect of the exercise test, a significant increase of MEF25 and FEF24/75 was observed in controls whereas asthmatics did not display any significant change. This underlines a latent bronchospasm in asthmatics which is not improved by exercise as in normal individuals. After taking a beta2-agonist, FVC, FEV1/FVC and MEF75 significantly increased in asthmatic subjects. Nevertheless, MEF25 did not remain unchanged whereas significantly increased in normal subjects. Concerning beta2-agonist challenge following exercise, FEV, FEV1, PEF, MEF75, MEF25 and FEF25/75 significantly increased in asthmatics only.

Discussion

A high prevalence of respiratory symptoms in relation to exercise has been reported in endurance athletes. The prevalence of asthma has been estimated to be 3%-20% in general population,^{35 44} and 11%-50% in specific athlete populations,^{14 23 28 43 46 47 58}.

In our study, 60% of the cyclists were considered as asthmatic according to the results of the assessment.

At first, our diagnosis relied on the questionnaire: 17 subjects (68%) admitted to having sufficient symptoms to warrant a clinical evaluation of either bronchial or upper airways hyper-responsiveness.

Diagnosis criteria used in pulmonary function testing are defined by the European Respiratory Society-American Thoracic Society Guidelines for the average population: decrement in FEV1 (<80% of predicted value), in FEV1/FVC (<70% or 88% of predicted value), in FEF 25%-75% (<65% of predicted value), and concave flow-volume curve. However, resting pulmonary function in asthmatic individuals

may differ from normal to various degrees of impairment, relative to the state of their disease and/or treatment. In our study, FVC and FEV1 mean values at rest were higher in our sample compared to predicted values. None of the subjects satisfied the diagnosis criteria defined by ERS-ATS Guidelines, except the flow-volume curve shape which was found concave in only three subjects, indicating that those criteria do not suit high level cyclist testing.

Except PEF which decreases significantly, results from the flow-volume curve do not show any significant difference prior to and after exercise tests suggesting that this kind of challenge was unable to distinguish asthmatics from normal subjects. EIB, characterized by wheezing, manifests itself at the end of or 10-15 minutes after intensive work and lasts from 15 to 60 minutes like usual asthma attacks. Work intensity must be at least equal to 70-80% of the maximal oxygen consumption and have 5 to 8 minutes duration,⁴¹. In our subjects showing only a decrease of the PEF values, the flow volume curve did not display any significant difference prior and after the exercise test. It is likely that the exercise protocol we used was unable to induce bronchospasm. Some authors found that, among all the techniques evaluating exercise-induced bronchospasm, the incremental exercise challenge provoked the smallest changes in FEV1 and PEF,⁹. The exercise test incremental pattern, leading from rest up to exhaustion, includes an extensive warm-up period prior the six to eight minutes exercise at an intensity above the anaerobic threshold. We may speculate that this warm-up period could raise circulating catecholamines, possibly smoothing the bronchial responsiveness,^{6 25}. Some authors recommend directly a steep exercise test for six to eight minutes at a high intensity,^{4 11 57}. On the other hand, no difference was found between constant work rate and rapid-incremental exercise tests in patients with a clinical history suggestive of EIB; moreover only 46,5% subjects exhibited a

significant drop of the FEV₁, which suggests that exercise tests are inconsistent in demonstrating the hyper-responsiveness. Therefore, this kind of laboratory tests inconstantly leads to the diagnosis, which makes some authors recommend performing exercise challenge in the field,^{1 13 27 28 35 42 46}.

A broncho-dilatation following inhaled beta2-agonist inducing a 15% increase of FEV₁ is usually requested to demonstrate a bronchial responsiveness. In our study, the bronchodilator effect of inhaled beta2-agonist demonstrated by results displayed in table 3, indicates that, at least, a latent bronchospasm was partly reversible in some subjects among the group.

Methacholine challenge allowed diagnosing airway responsiveness in a wide percent (60%) of our subjects. Because suggestive of bronchial dysfunction, broncho-provocation is a useful clinical tool to confirm airway hyper-reactivity in suspected asthmatics. Because no one method is universally reliable, a variety of techniques for demonstrating airway hyper-reactivity have been employed, including among them inhalation challenge with pharmacologic agents (methacholine) or dry gas (EVH). Certain authors,^{11 38} have shown a discrepancy between normal subjects with positive methacholine tests while asthmatics may have no responsiveness. Moreover, authors have described a great variability of bronchial responsiveness during longitudinal studies,^{21 38}. On the other hand, the airway responsiveness to eucapnic hyperventilation or methacholine challenges have been described as precursors to asthma and asthma symptoms,^{9 22 46 55}, even if EVH seems to be a better and appropriate challenge for elite athletes,^{2 15} while some authors find no significant difference concerning sensitivity and specificity between methacholine inhalation challenge and dry gas eucapnic voluntary hyperventilation,^{9 40}. However our results

are relevant in respect of the rate of FEV1 fall and considering that the cut off point for defining airway hyper-responsiveness in the European Community Respiratory Health Survey is a PD20 of 1000µg or less,¹⁷. Furthermore, Parker et al.,³⁷ have suggested that FEF25%-75%/FVC was an index firmly associated with a high bronchial sensitivity as well as a reactivity to methacholine. Using the EVH, Hurwitz found that FVC, FEV1, PEF and FEF25%-75% are closely interdependent and anyone of them could reasonably be used to judge the bronchial response,¹⁶. Rundell et al.,⁴⁶ also suggested that FEF25%-75% was indicative of early small airway dysfunction, resulting in asthma-like symptoms that precede airway hyper-responsiveness in some ice-rink athletes. Our data matches those findings.

Taking into account differences in airway behaviour between the two groups defined by methacholine challenge, we re-examine the spirometric data with a more accurate method based upon individual trend within each group.

Regarding the effect of exercise upon spirometry (MEF25 and FEF25/75), this method demonstrates that asthmatics and normal subjects had different small airway behaviours. This indirectly suggests that methacholine+ subjects had a latent bronchospasm not modified by exercise.

Interesting findings are given by the beta2-agonist challenge which markedly improved FVC, FEV1/FVC and MEF75 in methacholine+ subjects whereas MEF25 remained unchanged. Surprisingly, this latter was the only parameter increased in normal subjects. This provides evidence that obstruction is likely to be partially reversible in our asthmatic cyclists. Comparing the two groups through the beta2-agonist challenge following exercise, the analysis demonstrates straight consistent

spirometric differences in favour of methacholine+ subjects both volume and flow parameters.

From a clinical and functional point of view, bronchial asthma may be divided into three parts: bronchial hyper-responsiveness, episodic airway obstruction, chronic airway obstruction. Physical activity may be conditioned by functional deficits or by exacerbating situations. On the other hand, EIB is often considered a specific disease, while it is part of a complex syndrome characterized by airway narrowing as a consequence of direct action on bronchial smooth muscle receptors or indirectly by releasing a wide variety of mediators from inflammatory cells. It has been shown that in symptomatic endurance athletes, only the subjects with bronchial hyper-responsiveness presented airway inflammation, the characteristics of which are close to those observed in patients with allergic asthma. Each patient with a positive exercise or pharmacologic challenge test should be considered an asthmatic *stricto sensu*, EIB not being a unique clinical entity, but a part of the chronic airway hyper-responsiveness that is the peculiar feature of asthma,⁶⁰.

The high prevalence found in this study, questions the underlying mechanism of bronchial reactivity in this specific population. High ventilation rates during exercise in cold and dry air can cause an excessive water loss of the airway surface liquid. This may lead to an increase of airway cell osmolarity, resulting in an inflammatory mediator release in airway walls,^{4 26 36 44}. Alternatively, exercise can also cause airway cooling with subsequent vasoconstriction. Then, the rapid warming following exercise cessation leads to hyperaemia, oedema and obstruction,^{5 26}. Hyperventilation seems to be responsible for both mechanisms (respiratory heat loss and water loss), which are complementary and not mutually exclusive,⁶⁰. While taking into account

these two mechanisms, we also have to consider that bronchial reactivity may occur in warm and water saturated ambient air conditions. Several studies have suggested that airborne mineral particles may be hazardous to the peripheral lung also increasing allergic sensitizing and airway responsiveness,⁴⁶. Moreover, some authors,^{21 46} have shown that the deposition fraction of ultra fine particle matters was linear to resting FEV1 and FEF25%-75%, as well as consistent with small airway obstruction. That is also compatible with the fact that cyclists are used to training and racing at high ventilation rates through car traffic, in which a large number of diesel engines release huge amounts of mineral particles.

This study suggests that ERS-ATS criteria are probably too restrictive to diagnose asthma in a population of high level cyclists. Furthermore, by examining raw spirometric data at rest and after exercise or beta2-agonist challenge, airway responsiveness may be underestimated. Following this view, the use of more refined analysis of raw data allows to detect significant airway behaviour differences between asthmatics and normal individuals. Our results reinforce the validity of methacholine challenge as one of the main tools to diagnose asthma in high level cyclist.

Table 1. Spirometry data at rest (mean values \pm 1 standard deviation). FVC: forced vital capacity; FEV1: forced expiratory volume at the first second of expiration; PEF: peak expiratory flow; MEF: maximal expiratory flow at 75, 50 and 25% of FVC; FEF 25/75: forced expiratory flow between 25 and 75% of FVC.

Parameters	Normal Values	Mean \pm S.D.	Wilcoxon
FVC (l)	5.3 \pm 0.5	6.4 \pm 0.9	<0.0001
FEV1 (l)	4.4 \pm 0.4	5.5 \pm 0.7	<0.0001
FEV1/FVC	84 \pm 0.7	85 \pm 5.6	NS
PEF (l/s)	9.8 \pm 1.2	12.2 \pm 1.8	<0.0001
MEF 75	8.6 \pm 0.5	10.4 \pm 2.1	<0.001
MEF 50	5.6 \pm 0.3	6.3 \pm 1.2	<0.05
MEF 25	2.6 \pm 0.2	2.7 \pm 0.7	NS

FEF 25/75	5.0 ± 0.2	5.9 ± 1.2	<0.01
-----------	-----------	-----------	-------

Table 2. Comparison between values at rest and after exercise test (mean values ± 1 standard deviation). FVC: forced vital capacity; FEV1: forced expiratory volume at the first second of expiration; PEF: peak expiratory flow; MEF: maximal expiratory flow at 75, 50 and 25% of FVC; FEF 25/75: forced expiratory flow between 25 and 75% of FVC

Parameters	Best Values	After Exercise Test	Wilcoxon
FVC (l)	6.4 ± 0.9	6.4 ± 0.9	NS
FEV1 (l)	5.5 ± 0.7	5.5 ± 0.7	NS
FEV1/FVC	85 ± 5.6	86 ± 5.1	NS
PEF (l/s)	12.2 ± 1.8	11.9 ± 1.9	<0.05
MEF 75	10.4 ± 2.1	10.3 ± 2	NS
MEF 50	6.3 ± 1.2	6.4 ± 1.2	NS
MEF 25	2.7 ± 0.7	2.9 ± 0.8	NS
FEF 25/75	5.9 ± 1.2	6 ± 1.2	NS

Table 3. Comparison between values at rest and after Beta2-agonist challenge (mean values ± 1 standard deviation). FVC: forced vital capacity; FEV1: forced expiratory volume at the first second of expiration; PEF: peak expiratory flow; MEF: maximal expiratory flow at 75, 50 and 25% of FVC; FEF 25/75: forced expiratory flow between 25 and 75% of FVC.

Parameters	Best Values	After Beta2-agonist	Wilcoxon
FVC (l)	6.4 ± 0.9	6.5 ± 0.9	<0.05
FEV1 (l)	5.5 ± 0.7	5.7 ± 0.7	<0.001
FEV1/FVC	85 ± 5.6	87 ± 4.3	<0.01
PEF (l/s)	12.2 ± 1.8	12.3 ± 1.9	NS
MEF 75	10.4 ± 2.1	10.9 ± 2.2	<0.0001
MEF 50	6.3 ± 1.2	7.1 ± 1.3	<0.0001
MEF 25	2.7 ± 0.7	3.1 ± 0.7	p<0.001

FEF 25/75	5.9 ± 1.2	6.6 ± 1.3	<0.0001
-----------	-----------	-----------	---------

Table 4. Number of positive Delta (n+) / number of negative Delta (n-) subjects.

	Rest vs Exercise		Rest vs Beta2-agonist		Exercise vs Beta2-agonist	
	Meth + n = 15	Meth - n = 10	Meth + n = 15	Meth - n = 10	Meth + n = 15	Meth - n = 10
FVC (l)			14+ / 1- **	7+ / 3-	12+ / 3- *	6+ / 4-
FEV1 (l)					15+ / 0-***	7+ / 3-
FEV1/FVC (%)			12+ / 3- *	7+ / 3-		
PEF (l/s)					12+ / 3- *	5+ / 5-
MEF 75 (l/s)			14+ / 1-**	7+ / 3-	15+ / 0- ***	8+ / 2-
MEF 50 (l/s)						
MEF 25 (l/s)	9+ / 6-	9+ / 1- *	11+ / 4-	10+ / 0- **	12+ / 3- *	6+ / 4-
FEF 25/75 (l/s)	7+ / 8-	9+ / 1- *			12+ / 3 -*	8+ / 2 -

p < 0.05, ** p < 0.001, *** p < 0.0001.

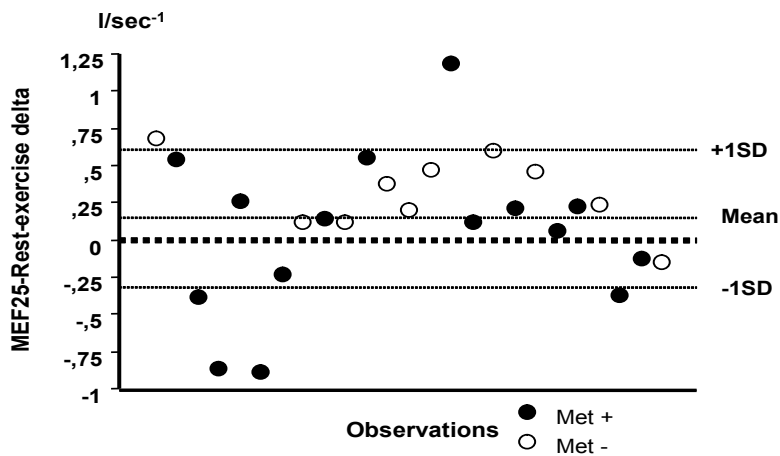


Fig 1. Differences between the two groups (methacholine + and methacholine -), in delta MEF 25 data calculated by subtracting values obtained after exercise to those obtained at rest.

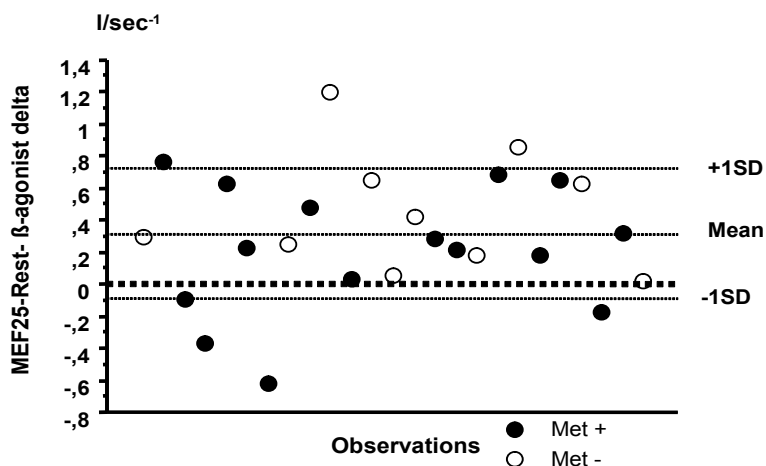


Fig 2. Differences between the two groups (methacholine + and methacholine -), in delta MEF 25 data calculated by subtracting values obtained after beta2-agonist challenge to those obtained at rest.

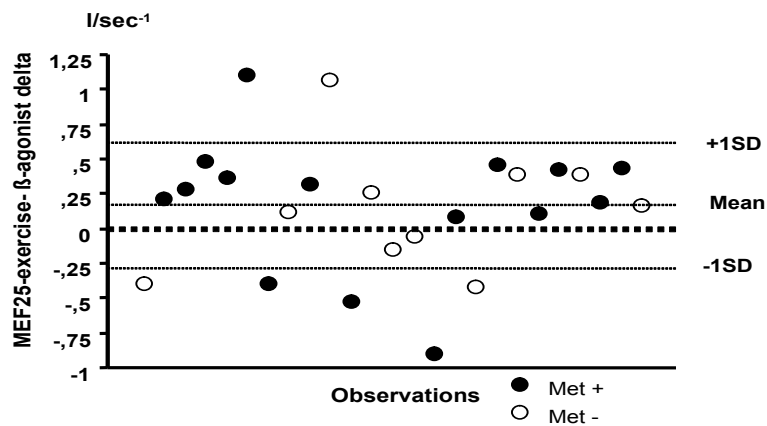


Fig 3. Differences between the two groups (methacholine + and methacholine -), in delta MEF 25 data calculated by subtracting values obtained after beta2-agonist challenge to those obtained after exercise.

References

1. Addo Yobo EOD, Custovic A, Taggart SCO, Asafo-Agyei AP, Woodcock A. Exercise induced bronchospasm in Ghana: differences in prevalence between urban and rural schoolchildren. *Thorax* 1997; 52:161-165.
2. Anderson SD, Fitch K, Perry CP, Sue-Chu M, Crapo R, McKenzie D, Magnussen H. Responses to bronchial challenge submitted for approval to use inhaled beta2 agonist prior to an event at the 2002 Winter Olympics. *J Allergy Clin Immunol* 2003; 111,1:44-49.
3. Argyros GJ, Roach JM, Hurwitz KM, Eliasson AH, Phillips YY. The refractory period after eucapnic voluntary hyperventilation challenge and its effect on challenge technique. *Chest* 1995; 108:419-24.
4. Beck KC. Control of airway function during and after exercise in asthmatics. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(suppl):S4-S11.

5. Collomp K, Candeau R, Colomp R, Carra J, Lasne F, Prefaut C, De Ceaurreiz J. Effects of acute ingestion of Salbutamol during submaximal exercise. *Int J Sports Med* 2000; 2:480-484.
6. Crimi E, Pellegrino R, Smeraldi A, Brusasco V. Exercised-induced bronchodilatation in natural and induced asthma: effects on ventilatory response and performance. *J Appl Physiol* 2002; 92:2353-2360.
7. D'angelo E, Prandi E, Milic-Emili J. Dependence of maximal flow-volume curves on time course of preceding inspiration. *J Appl Physiol* 1993; 75:1155-1159.
8. De Fuccio M, Nery L, Malaguti C, Taguchi S, Dal Corso S, Neder A. Clinical role of rapid-incremental tests in the evaluation of exercise-induced bronchoconstriction. *Chest* 2005; 128:2435-2442.
9. Eliasson AH, Phillips YY, Rajagopal KR. Sensitivity and specificity of bronchial provocation testing: an evaluation of four techniques in exercise-induced bronchospasm. *Chest* 1992; 102:347-55.
10. Freed AN. Models and mechanisms of exercise-induced asthma. *Eur Respir J* 1995; 8:1770-1785.
11. Ghatham M, Bleecker ER, Smith PL, Rosenthal RR, Mason P, Norman PS. A comparison of histamine, methacholine and exercise airway reactivity in normal and asthmatic subjects. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126:235-240.
12. Gotshall W. Airway response during exercise and hyperpnoea in non-asthmatic and asthmatic individuals. *Sports Med* 2006; 36(6):513-527.
13. Helenius IJ, Tikkanen HO, Haahtela T. Exercise-induced bronchospasm at low temperature in elite runners. *Thorax* 1996; 51:628-629.
14. Helenius I, Tikkanen HO, Haahtela T. Association between type of training and risk of asthma in elite athletes. *Thorax* 1997; 52:157-160.
15. Holzer K, Anderson SD, Douglass J. Exercise in elite summer athletes: challenges for diagnosis. *J Allergy Clin Immunol* 2003; 110,3:374-380.

16. Hurwitz KM, Roach JM, Eliasson AH, Phillips YY. Interpretation of eucapnic voluntary hyperventilation in the diagnosis of asthma. *Chest* 1995; 108:1240-45.
17. Janson C, Anto J, Burney P, Chinn S, De Marco, Heinrich J, Jarvis D, Kuenzli N, Leynaert B, Luczynska C, Neukirch F, Svanes C, Sunyer J, Wjst M, on behalf of the European Community Respiratory Health Survey II. The European Community Respiratory Health Survey: what are the main results so far? *Eur Respir J* 2001; 18:598-611.
18. Josephs LK, Gregg I, Mullee MA, Holgate ST. Non specific bronchial reactivity and its relationship to the clinical expression of asthma. *Am Rev Respir Dis* 1989; 140:350-357.
19. Karjalainen EM, Laitinen A, Sue-Chu M, et al. Evidence of airway inflammation and remodeling in ski athletes with and without bronchial hyperresponsiveness to metacholine. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:2086-91
20. Kivity S, Poterman R, Schwarz Y, Soferman R, Topilsky M. Changes in sensitivity to methacholine after inhalation with distilled water: the role of the bronchoconstrictive response. *Eur Respir J* 1995; 8:253-256.
21. Kim CS, Kang TC. Comparative measurement of lung deposition of inhaled fine particles in normal subjects and patients with obstructive airway disease. *Am J Crit Care Med* 1997; 155:899-905.
22. Langdeau JB, Turcotte H, Bowie DM, Jobin J, Desagne P, Boulet LP. Airway hyperresponsiveness in elite athletes. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:1479-1484.
23. Larsson K, Ohlsen P, Larsson L, Malmberg P, Rydström PO, Ulriksen H. High prevalence of asthma in cross-country skiers. *Brit Med J* 1993; 307:1326-1329.
24. Leuppi JD, Brannan JD, Anderson SD. Bronchial provocation tests: the rationale for using inhaled mannitol as a test for airway hyperresponsiveness. *Swiss Med WKLY*, 2002; 132:151-58.

25. McKenzie DC, McLuckie SL, Stirling DR. The protective effects of continuous and interval exercise in athletes with exercise-induced asthma. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26(8):951-956.
26. Mahler DA. Exercise-induced asthma. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25(5):554-561.
27. Maiolo C, Fuso L, Todaro A, Anatra F, Boniello V, Basso S, De Lorenzo A, Pistelli R. Prevalence of asthma and atopy in Italian Olympic athletes. *Int J Sports Med* 2003; 24:139-144.
28. Mannix ET, Farber MO, Palange P, Galasetti P, Manfredi F. Exercise-induced asthma in figure skaters. *Chest* 1996; 109:312-315.
29. Mannix ET, Manfredi F, Farber MO. A comparison of two challenge tests for identify exercise-induced bronchospasm in figure skaters. *Chest* 1999; 115:649-653.
30. Mannix ET, Manfredi F, Farber MO. Elevated O₂ cost of ventilation contributes to tissue wasting in COPD. *Chest* 1999; 115:708-713.
31. Medelli J, Maingourd Y, Bouferrache B, Bach V, Freville M, Libert JP. Maximal oxygen uptake and aerobic-anaerobic transition on treadmill and bicycle in triathletes. *Jap J Physiol* 1993; 43:347-360.
32. Medelli J, Lounana J, Messan F, Menuet J.-J, Petitjean M: The testing of pulmonary function for asthma among cycling elite athletes. *J. Sports Med Phys Fitness* 2006; 46(2):298-306.
33. NHLBI. National Asthma Education Program Expert Panel Report. Executive summary: guidelines for the diagnosis and management of asthma. NHI publication n°91-3042A, June 1991, p1.
34. Nystad W, Harris J, Borgen JS. Asthma and wheezing among Norwegian elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(2):266-270.
35. O'Donnell AE, Flink J. Exercise-induced airflow obstruction in a healthy military population. *Chest* 1993; 103:742-74.

36. O'Sullivan S, Roquet A, Dahlen B, Larsen F, Eklund A, Kumlin M, O'Byrne PM, Dahlen SE. Evidence for mast cell activation during exercise-induced bronchoconstriction. *Eur Respir J* 1998; 12:345-350.
37. Parker AL, Abu-Huleh M, Mc Cool FD. Ratio between forced expiratory flow between 25% and 75% of vital capacity and FVC is a determinant of airway reactivity and sensitive to methacholine. *Chest* 2003; 124:63-69.
38. Pattemore PK, Asher MI, Harrison AC, Mitchell EA, Rea HH, Stewart AW. The interrelationship among bronchial hyperresponsiveness, the diagnosis of asthma and asthma symptoms. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142:549-554.
39. Provost-Craig MA, Arbour KS, Sestili DC, Chabalko JJ, Ekinci E. The incidence of exercise-induced bronchospasm in competitive figure skaters. *J Asthma* 1996; 33:67-71.
40. Roach JM, Hurwitz KM, Argyros GJ, Eliasson AH, Phillips YY. Eucapnic voluntary hyperventilation as a bronchoprovocation technique: comparison with methacholine inhalation in asthmatics. *Chest* 1994; 105:667-72.
41. Rossi A. Asthma and sports. *Eur Respir J* 1993; 3:380-382.
42. Rundell KW, Wilber RL, Mayers LB, Szmedra L, Schmitz HR, Jenkinson DM, Im J. Exercise-induced asthma screening of elite athletes: field versus laboratory exercise challenge. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(2):309-316.
43. Rundell KW, Im J, Mayers LB, Wilber RL, Szmedra L, Schmitz HR. Self-reported symptoms and exercised-induced asthma in the elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(2):208-213.
44. Rundell KW, Jenkinson DM. Exercise-induced bronchospasm in the elite athletes. *Sports Med* 2002; 32(9):583-600.
45. Rundell KW, Spiering BA, Judelson DA, Wilson MH: Bronchoconstriction during cross-country skiing: is there really or refractory period? *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(1):18-26.

46. Rundell KW, Spiering BA, Evans TM, Baumann JM. Baseline lung function, exercise-induced bronchoconstriction, and asthma-like symptoms in elite women ice hockey players. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(3):405-410.
47. Storms W. Exercise-induced asthma: diagnosis and treatment for the recreational or elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(1, suppl.):S33-S38.
48. Storms W. Review of exercise-induced asthma. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(9):1464-1470.
49. Sue-Chu M, Larsson L, Bjermer L. Prevalence of asthma in young cross-country skiers in central Scandinavia: differences between Norway and Sweden. *Respir Med* 1996; 90:99-105.
50. Sue-Chu M, Henriksen AH, Bjermer L. Non-invasive evaluation of lower airway inflammation in hyper-responsive elite cross-country skiers and asthmatics. *Respir Med* 1999; 93:719-725.
51. Sue-Chu M, Brannan JD, Anderson SD, Chew N, Bjermer L. Airway responsiveness to methacholine, adenosine monophosphate (AMP), mannitol, eucapnic voluntary hyperpnea and sport specific field exercise challenge in cross country ski athletes. *Europ Respir J* 2002; 20(supplement 38):410S.
52. Tan RA, Spector S. Exercise-induced asthma. *Sports Med* 1998; 25(1):1-6.
53. Todaro A. Exercise-induced bronchodilatation in asthmatic athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1996; 36:60-66.
54. Verges S, Devouassoux G, Flore P, et al. Bronchial hyper-responsiveness, airway inflammation, and airflow limitation in endurance athletes. *Chest* 2005; 127:1935-1941
55. Weiler JM, Metzger WJ, Donnelly AL, Crowley ET, Sharath MD. Prevalence of bronchial hyper-responsiveness in highly trained athletes. *Chest* 1986; 90:23-28.
56. Weiler JM, Ryan EJ. Asthma in United States Olympic athletes who participated in the 1998 Olympic Winter Games. *J Allergy Clin Immunol* 2000; 106,2:267-271.

57. West JV, Robertson CF, Roberts R, Olinsky A. Evaluation of bronchial responsiveness to exercise in children as an objective measure of asthma in epidemiological surveys. *Thorax* 1996; 51:590-595.
58. Wilber RL, Rundell KW, Szmedra L, Jenkinson DM, Im J, Drake SD. Incidence of exercise-induced bronchospasm in Olympic winter sport athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(4):732-737.
59. Yan K, Salome C, Woolcock AJ. Rapid method for measurement of bronchial responsiveness. *Thorax* 1983; 38:760-65.
60. Zanotti E, Rampulla C. Exercised-induced asthma. *Eur Respir J* 1993; 3:358-361.

Kokkuvõte

Hingamissüsteemi kohanemise eripärad profijalgratturitel

Töö eesmärgiks oli uurida hingamisfunktsiooni eripära 25 mehel, profijalgratturil, vanuses $28,4 \pm 4$ a, kelle keskmiseks VO_{2max} e maksimaalse hapnikutarbimise näitajaks oli $67.5 \pm 5.0 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, et selgitada välja bronhiaalastma esinemist.

Uurimismeetodiks oli küsitlusanamnees, mille abil selgitati välja, et 68% vaatlusalustest on esinenud koormusastma ilminguid bronhospasmi kujul. Kasutades pneumotahhograafi, registreeriti tahtelised õhuvoolu kiiruse dünaamilised näitajad puhkeolekus, peale maksimaalkoormuse testi välisõhu sissehingamisel, peale beta-2 agonisti inhalatsiooni ja methacoliini katses.

Ekspimentaaluuringu tulemuste alusel 60% vaatlusalustest ilmnesid kliinilised sümptomid seoses bronhiaalreaktsiooniga methacoliini testis, mis on tunduvalt suurem kui populatsiooniuringus keskmiselt (3% – 20%).

Kokkuvõttes näitas uuring, et profijalgratturitel esineb bronhiaalset hüperreaktiivsust tunduvalt sagedamini tavapopulatsiooniga võrreldes, mida tuleb käsitleda reaalse terviseprobleemina.

Koormustestid.

Millist infot neist veel hankida, et paremini hinnata spordialaspetsiifilist töövõimet?

Jarek Mäestu

Jarek Mäestu, PhD

TÜ spordipedagoogika ja treeninguõpetuse
instituut, erakorraline teadur

Haridus:

2004 – TÜ kehakultuuriteaduskond, PhD
(liikumis- ja sporditeadused)

2001 – TÜ kehakultuuriteaduskond, *MSc (cum
laude)*

1999 – TÜ kehakultuuriteaduskond, *BSc*

Uurimisvaldkonnad: spordifüsioloogia,
treeningõpetus

jarek.maestu@ut.ee

Võistlusperioodil näitavad kehalise võimekuse ja eelkõige spordialaspetsiifilise töövõime seisundit kõige paremini võistlustulemused. Sellele eelneval perioodil, aga ka võistlusperioodil on vajalik iseseisev testimine, et selgitada välja, millises suunas sportlase töövõime areneb ning kas areng toimub vastavalt planeeritud ettevalmistusprogrammile. Töövõime testide eesmärgiks ongi välja selgitada sportlase töövõime (maksimaalne ja submaksimaalne) ja nad on väga laialdaselt kasutatavad testid vastupidavusalade sportlaste seas.

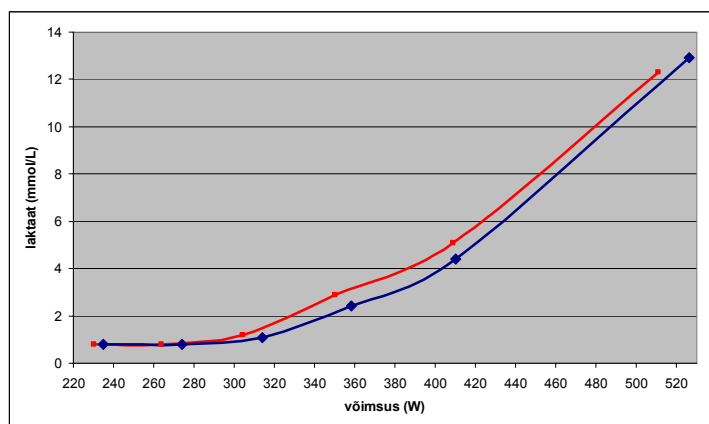
Töövõimetesti, nagu iga funktsionaalse testi puhul, kehtivad teatud kindlad reeglid, et saadud tulemused oleksid usaldusväärsed ja analüüsitavad. Üheks kõige olulisemaks, mida silmas pidada, et saada võrreldavaid ja usaldusväärsed tulemusi, on vaja iga kord luua ühesugused tingimused testimiseks, vastasel juhul me ei tea, mis tegelikult on sportlase antud testi tulemuse põhjuseks.

Kehaliste võimete testimisel on kaks suuremat eesmärki:

- määrata teatud standardid, mille suhtes hakkame edaspidi kehalise võimekuse arengut mõõtma (maksimaalne hapniku tarbimine, anaeroobne lävi jne.) e. määrata sportlase töövõime hetkeseis.

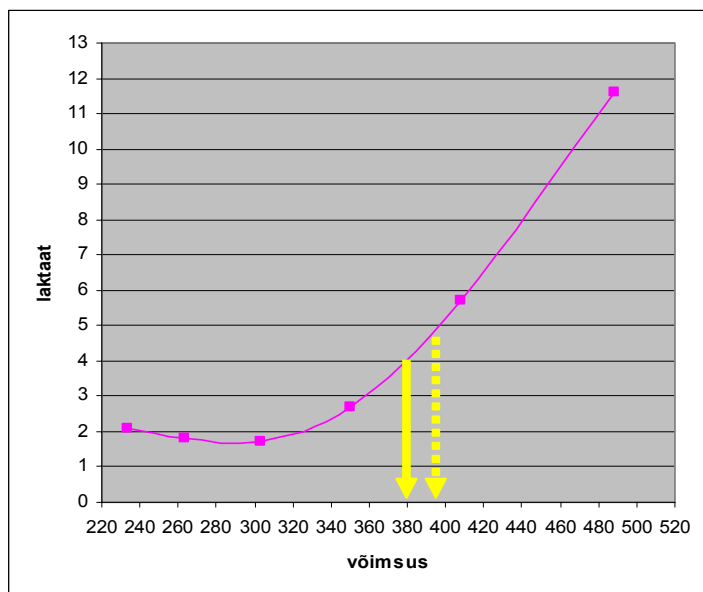
- Selgitada välja kehalise koormuse intensiivsustsoonid, eesmärgiga kasutada neid treeningplaanide täitmisel.

Keskendume antud kirjatükis sellele esimesele eesmärgile ja võtame töövõime testiks astmelise koormuse testi, mis on vastupidavusalade esindajatel enim kasutatav. Astmeline koormustest mõõdab eelkõige südame-veresoonkonna võimekust (aeroobset töövõimet) südame löögisageduse reaktsiooni ja lihasvõimsuse mõõtmise kaudu järk-järgult suureneval koormusel. Test põhineb printsiibil, et aeroobse töövõime paranedes peab südameveresoonkond tegema sama lihasvõimsuse juures senisest vähem tööd. Ehk kui lataadikõver nihkub joonisel paremale siis üldjoontes sportlase töövõime paraneb (joonis 1).



Joonis 1. Laktaadi kontsentratsioonikõver kahe erineva koormustesti puhul (Punane joon – test 1, sinine joon – test 2)

Vaatamata sellele, et enamik sportlasi ja treenereid kasutab eelpool nimetatud testimise standardiseerimise printsiipi, jäetakse sageli tähelepanuta situatsioon, kui laktaadi kontsentratsioonikõver ei kasva mitte ühtlaselt, vaid testi algul saavutud väärtustest hakkab laktaadi kontsentratsioon testi käigus langema ja hiljem uuesti tõusma (joonis 2).



Joonis 2. Laktaadi kontsentratsioonikõver ja vastav töövõime hindamine kasvavate koormustega testil. (Vt. selgitust tekstis.)

Antud situatsioon on küllalt tavaline tekkima, kui ei päärata tähelepanu testieelsele soojendusele või on esimene koormuse intensiivsus liiga kõrge ning töösse lülituvad ka anaeroobsed energiatootmise mehhanismid, mille käigus eraldub verre laktaati. Kuna laktaadi kontsentratsiooni me määrame verest, mis on tegelikult lihastest tekkinud laktaadi ja puhvermehhanismide poolt eemaldatava laktaadi vahe, siis sellise laktaadikõvera tekkides me tegelikult alahindame vastava laktaadi kontsentratsiooni ja töö intensiivsuse suhet (pidev nool), sest kuhjuvale laktaadi hulgale veres me mõõdame lisaks ka seda laktaati, mis eraldus sinna lihastest esimese koormuse ajal ja mida ei jõuta täielikult eemaldada järgnevate koormuste käigus. Seega, sportlase potentsiaalne submaksimaalne töövõime on tegelikult kõrgem (katkendlik nool), kui antud testi tingimustes määratud.

Kirjandusest on teada, et aeroobne töövõime (maksimaalne hapnikutarbimine) ei võimalda piisavalt hästi prognoosida saavutusvõimet vastupidavusalasportlastel. Samuti ei pruugi kõrge maksimaalse hapnikutarbimise näitaja korreleeruda võistlustulemusega ning ei tähenda alati kõrget kohta finišiprotokollis. On leitud, et vastupidavustööl omab palju suuremat tähtsust heale võistlustulemusele suurim intensiivsus, mida on võimalik säilitada pikema aja jooksul. Paljudel juhtudel võetakse selleks piiriks anaeroobne lävi.

Mittesportlastel on leitud, et anaeroobne lävi on umbes 50-60% VO_{2max} -st, treenitud sportlastel 80-90% ja eliitmaratoonaritel isegi kuni 95% maksimaalsest hapnikutarbimisest. Seega, kuna maksimaalne hapnikutarbimine peale 22–25 aastat enam ei suurene, siis on töövõime areng võimalik just tänu submaksimaalse töövõime mahutavuse (ökonoomsuse) paranemisele.

Väga palju on kasutatud vastupidavusalade juures submaksimaalse intensiivsuse hindamiseks astmelisel koormustel 4 mmol/L laktaadi kontsentratsiooni veres. Ühelt poolt on see hea ja kindel meetod, kuna keskmiselt on sportlastel tõesti anaeroobse läve intensiivsus just 4 mmol/L juures. Teiselt poolt jällegi on väga vähe sportlasi, kelle anaeroobne lävi oleks 4 mmol/L. Positiivsena võib veel ka välja tuua selle, et kui reeglina paraneb liikumiskiirus või töö võimsus 4 mmol/L juures, siis on ilmne, et on paranenud ka sportlase vastupidavuse tase ning tuginedes mingile kindlale fikseeritud väärtusele on tulevikus oluliselt lihtsam hinnata töövõime arengut selle fikseeritud punkti suhtes. Samas jällegi ei võimalda 4 mmol/L juures tehtav töö intensiivsus täpsemalt hinnata sportlase spordialaspetsiifilist töövõimet. Spordialaspetsiifiline töövõime iseloomustab sportlase võimet teha spordialaspetsiifilist tööd. Näiteks, kui võtame vastupidavusaladest 5000 meetri jooksu ja maratoni, siis mõlemal juhul on oluline 4 mmol/L või anaeroobse läve tasemel tehtav töö. Samas on 5000 m jooks oluliselt suurema intensiivsusega kui maraton, seega ei pruugi tipptasemel 4 mmol/L juures tehtava töö intensiivsuse paranemine mõjuda ühtviisi 5000 meetri jooksjale ja maratoonarile. Ehk on võimalik astmelisel koormustel laktaadikõverast lugeda välja ka infot, mis aitaks paremini mõista erinevatel intensiivsustel tehtavat vastupidavustööd?

Üheks võimaluseks oleks kasutada kindlaid fikseeritud laktaadiväärtusi ning siis vastavat töö intensiivsust või ka pulsisagedust, hindamaks sportlase spetsiifilist töövõimet. Näiteks 2, 3, 4, 5 mmol/L juures, mida on nii kirjanduses kui ka praktikas laialdaselt kasutatud. Fikseeritud töö intensiivsuste väärtused aga ei võimalda võtta arvesse sportlase individuaalse laktaadikõvera iseärasusi.

Lisaks fikseeritud laktaadi kontsentratsioonide väärtustele on välja pakutud ka mitmeid erinevaid submaksimaalse intensiivsuse määramise meetodeid, mille puhul võetakse arvesse ka sportlase laktaadi kontsentratsioonikõvera eripära. Joonisel 2 on toodud mõned praktilist kasutamist leidnud meetodid submaksimaalse töö

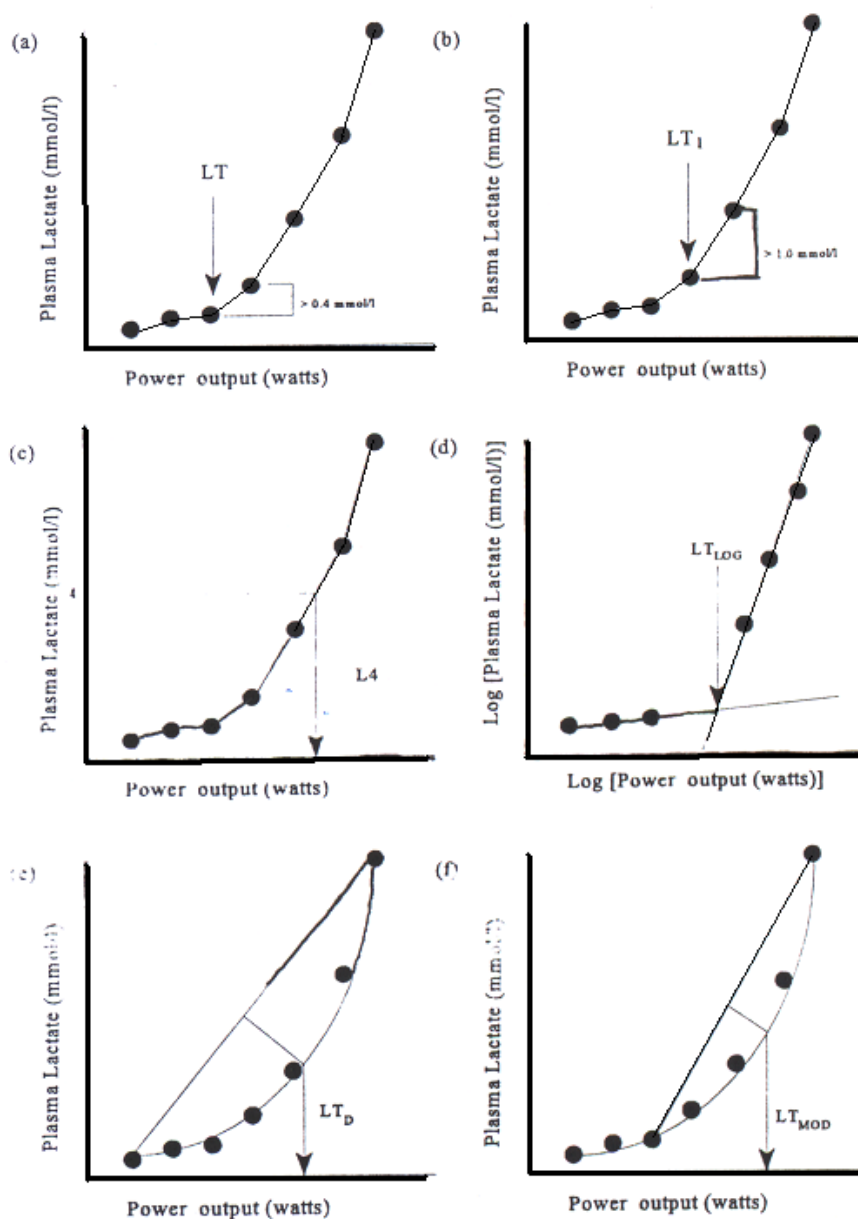
intensiivsuse määramisel ja vastavad töö intensiivsused Tabel 1. Tegemist on ühe ja sama laktaadikõveraga. Kasutades erinevaid meetodikaid on ka submaksimaalse intensiivsuse protsent maksimaalsest erinev.

Tabel 1. Erinevate meetodikatega määratud töö intensiivsused ja vastavad laktaadi kontsentratsioonid kasvavate koormustega testidel (Jürimäe et al., 2001).

	W (X±SD)	Laktaadi kontsentratsioon (mmol/L)	% max'st
P2 (W)	179.1±46.0	2.0	55,9
P3 (W)	232.8±52.2	3.0	72,8
P4 (W)	270.1±50.9	4.0	87,5
LT (W)	205.6±32.5	2.5±0.6	64,1
LT ₁ (W)	244.0±36.0	3.2±0.7	76,0
LT _{LOG}	270.3±53.2	3.7±0.8	84,3
LT _D (W)	275.6±39.1	4.5±1.0	86,2
LT _{MOD}	293.8±41.8	5.6±0.9	91,8

Kõik kasutatud meetodid olid usutavalt seotud üldvastupidavuse paranemisega (Jürimäe et al., 2001). Samas näiteks on leitud, et LT meetodil määratud töö intensiivsus iseloomustas kõige paremini maratoonarite spetsiifilist töövõimet (Tanaka & Matsuda, 1984) samas 1-tunnise eraldistardi tulemust iseloomustas kõige paremini LT_D meetod (Bishop et al., 1998). Meie uuring sõudjatel aga näitas, et kõige paremini iseloomustab sõudjate töövõimet LT_{LOG} meetod, mis on kooskõlas varem leitud tulemusega, et töö intensiivsus 4 mmol/L laktaadi kontsentratsiooni juures on liiga kõrge sõudja töövõime iseloomustamiseks (Steinacker, 1993). Praktikas tähendab see seda, et kui me jälgime sportlase töövõime arengut

spordialaspetsiifilisemaid meetodeid kasutades, siis annab see objektiivsema pildi sportlase erialasest töövõimest, kui kasutades nt. traditsioonilist 4 mmol/L meetodit.



Joonis 2. Erinevate meetoditega määratud submaksimaalse koormuse/töövõime määramise meetodid.

Paljude (vastupidavus)spordialade puhul sõltub erialane töövõime mitmest erinevast võimekusest. Näiteks sõudmises on oluline väga hea vastupidavus, samas on olulised ka võimsus- ja jõunäitajad. Selliste alade puhul on sageli ka treeneril raske otsustada, kui palju peaks tähelepanu pöörama nt. vastupidavuse ja kui palju jõu arendamisele.

Tippsõudjaid uurides on koostatud sõudjatele oluliste testide kompleks ja vastavalt nende testide osakaal erialasesse töövõimesse (Jensen, 2005) (tabel 2).

Tabel 2. Testide kompleks sõudjatele hindamaks nende erialast töövõimet.

Test	Tempo	Päev	Testi eesmärk	Referentsväärtus
10 s	max	1	Võimsus	170-175 %
6 km	26-28	1	Aeroobne töövõime	85 %
2 km	30-36	2	Aeroobne võimsus	100 %
60 s	max	3	Anaeroobne võimsus	150-155 %
60 min	22-24	4	Üldvastupidavus	73-78 %

„Kuldseks standardiks“ on siin 2 km sõudmine kui sõudja spordialaspetsiifiline töövõime ning ülejäänud testide/võimekuste tulemused kui suhe sõudja erialasesse töövõimesse (2 km sõudmine). Antud testidekompleksi analüüs peaks võimaldama treeningute planeerimisel arvestada, millised on antud sportlase piirajad tema töövõime edasise arengu juures ja koostada treeningplaan, arvestades konkreetse sportlase vajadusi. Näiteks kui sportlase 60 min testi tulemus jääb alla 70% 2 km testi tulemusest, siis on ilmne, et antud sportlase puhul on üheks väga oluliseks piirajaks tema üldvastupidavuse tase.

Kokkuvõtteks võib öelda, et sportlase erialane töövõime sõltub väga paljudest teguritest. Paljud nendest on mõõdetavad suurused ja paljud mitte. Siiski võib mõne pealtnäha lihtsa ja igapäevases praktikas kasutatava testi tulemuste analüüs viia meid oluliselt lähemale sportlase hetkeseisundi mõistmisele.

Kirjandus

1. Bishop D, Jenkins DG, Mackinnon LT. The relationship between plasma lactate parameters, W_{peak} and 1-h cycling performance in women. *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30: 1270-1275.
2. Jensen K. Monitoring athletes' physiology. In: Rowing, ed. V. Nolte. Human Kinetics, Champaign IL, 2005.
3. Jürimäe J, Mäestu J, Jürimäe T. Blood lactate response to exercise and rowing performance: Relationships in competitive rowers. *J Hum Mov Stud*, 2001, 41: 287-300.
4. Steinacker JM. Physiological aspects of rowing. *Int J sports Med*, 1993, 1. 3-10.
5. Tanaka K, Matura Y. Marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation. *J Appl Physiol*, 1984, 57: 640-643.

Summary

Performance tests. What further information can be obtained to better predict sport specific performance of the athlete?

During competition period the performance of an athlete can be measured as the results during the competition. During the preparatory period however, regular testing is necessary to monitor whether the performance of an athlete is in the accordance of the designed training plan.

In order to obtain reliable and valid results from the performance test, one should follow certain rules, like standardizing the test conditions. In other case we do not know what the real cause of the test results is. Most of endurance athletes use the graded exercise test as one of their test battery. If aerobic capacity of an athlete increases, the cardiovascular system has less stress at the same exercise intensity and the lactate performance curve is shifted to the right. Care should be taken when

analyzing the test results if the lactate concentration is decreasing during the early stages of the test. In those conditions we underestimate our athlete's performance.

It is known that if the plateau of the maximal oxygen consumption is achieved further performance enhancement can be obtained by increasing the capacity of the submaximal intensities (increases in work economy). The most commonly used criteria for this is the measurement of the work intensity done at the 4 mmol/L blood lactate concentration. The advantage of this method is that it gives us a precise intensity checkpoint and this is the intensity where the anaerobic threshold (one of the most important criteria for endurance performance) of the athletes is on the average. However, using the fixed work intensity value, we do not take into account the individual lactate response of an athlete and the overall fixed value does not allow us to predict the sport specific performance of an athlete. For example, the similar improvement of the 4 mmol/L intensity speed does not influence the performance similarly for the 1500 m runner and marathon runner. Is it possible to measure also the sport specific performance parameters using the graded exercise test?

One of the possibilities is to use several different fixed lactate values for different sport disciplines. This method however, again does not take into the account of the individuality of the athlete. In the literature, there are several methods that allow the measurement of different intensities on the same lactate performance curve. This would allow us to predict the sport specific performance of an athlete and to take also their individuality into account. Results have shown that different methods should be used when different sport disciplines are analyzed and there is not one blood lactate parameter that best predicts competition performance in all endurance events.

In conclusion, sport specific performance depends on several aspects of which some can be determined and others not. However, a more detailed analysis of the every day test may lead us closer to the knowledge what is the real condition of the athlete.

The use of blood lactate by elite swimmers

Jan Olbrecht

Jan Olbrecht

Saksamaa Sporditeaduste Ülikool; Artevelde
Kõrghariduse Instituut
Viibis Eestis EOK ja Eesti Ujumisliidu kutsel

Introduction

Winning and losing, two words charged with very contrastive but actually so close feelings and emotions. Indeed, in swimming only a few hundredths of a second may decide upon success or defeat, upon fame or failure. In former years talent used to be a guarantee for success but since the sporting performances have reached very high levels it is not sufficient anymore. Today, competition sports is still a matter of talent of course, but even more of training and especially of “training efficiency”. There is no room for any waste of time or effort. Every minute of training must be of benefit and help the athlete performing at his best on the big event.

From the conditioning perspective, maximizing training efficiency requires:

1. the determination of the right training objectives (=“*what*” do I have to train to become faster in the races I am preparing for)
2. the choice of the right type of workouts with carefully chosen intensities, volumes, rest breaks and intervals according to the training objective (=“*how*” do I have to build up the appropriate exercises)
3. the correct sequence of the various exercises within the different training periods (= “*when*” do I have to plan these exercises)

Since not every swimmer reacts and adapts in the same way to the same training program:

1. the training objectives, the type of workouts per training objective as well as the sequence of the various exercises will have to be individualised according to the actual physiological profile of the swimmer (weak and strong characteristics)
2. an ongoing individual evaluation of the evolution of the conditioning level (based on training, competition and testing results) according to the completed training program is absolutely required

A lot of reliable “tests” will therefore be included in the training program to assess the changes in the athlete’s conditioning profile. As a result of this evaluation and for an optimal training process and a continuous improvement of the “training efficiency” the objectives, the types of exercises and their sequence may need some adjustments over time. Within this scope lactate tests are a very important “link” to maximize the training efficiency.

For many years, however, the interpretation and use of lactate in training was based on empirical assumptions lacking any scientific evidence about the real significance of blood lactate readings. As a consequence, coaches were faced with contradictory results, unrealistic interpretations and with inconsistent implementations in training. Success in competition was then rather a lucky strike than the result of a systematic, purposive and scientific founded procedure.

This article will present some new findings on basic lactate research which account for the misleading lactate interpretations and provide some new ways of working with lactate in order to minimize these misinterpretations and so increase the training efficiency.

Interpretation of Lactate Readings

It is known that the test protocol, the time of testing, the warming up may and even nutrition influence the lactate readings (Olbrecht 1989, Ivy 1981) but, these factors can easily be controlled in order not to disturb the interpretation of the blood lactate values. Much more difficult is to get the right insight in the origin of a blood lactate

concentration. Over the last 5 years basic research corroborated that lactate is a very complex parameter mainly affected by the athlete's oxygen uptake, lactate production and elimination (Mader 1984). Depending on the characteristics of the effort, these 3 metabolic subprocesses will be activated differently. The same lactate concentrations measured after different types of efforts are thus the result of a different participation of the 3 metabolic processes and will consequently enclose a different message.

For a reliable interpretation of the lactate tests, we therefore tried to trace back lactate readings to the valuation of the determining "drivers" and found that the origin of most lactate values could be described as a function of the maximal oxygen uptake ($=VO_{2max}$) and the maximal glycolytic rate ($=VL_{amax}$) which are the most important physiological parameters to describe the conditioning profile in swimming and to define:

- a) **the aerobic capacity:** VO_{2max} and
- b) **the anaerobic capacity:** VL_{amax} , also called the maximal lactate production rate

The aerobic and anaerobic capacities play a decisive part not only in determining the swimmer's maximal competition performance but also in the way the aerobic and anaerobic systems contribute in the metabolic energy supply during exercise and consequently in the way training exercises trigger the metabolic system to generate adaptations.

With the advanced evaluation model for the interpretation of lactate tests (Olbrecht 2000) by means of a simulation program that was patterned after Prof. Mader's theoretical model of metabolism (Mader 1984), we can now determine both the aerobic and anaerobic capacities of technically well skilled competitive swimmers and runners. Unlike the classical method of interpretation, where the assessment of the conditioning is directly based on the relation between lactate and speed, i.e. the position of the lactate curve in the lactate-speed diagram, this new evaluation technique uses the lactate values to determine the 2 decisive factors - the aerobic (VO_{2max}) and anaerobic capacities (VL_{amax}) - that generate the lactate-speed relation.

A comparative study on calculated and measured oxygen uptake using this software for runners showed a very close likeness (fig.1).

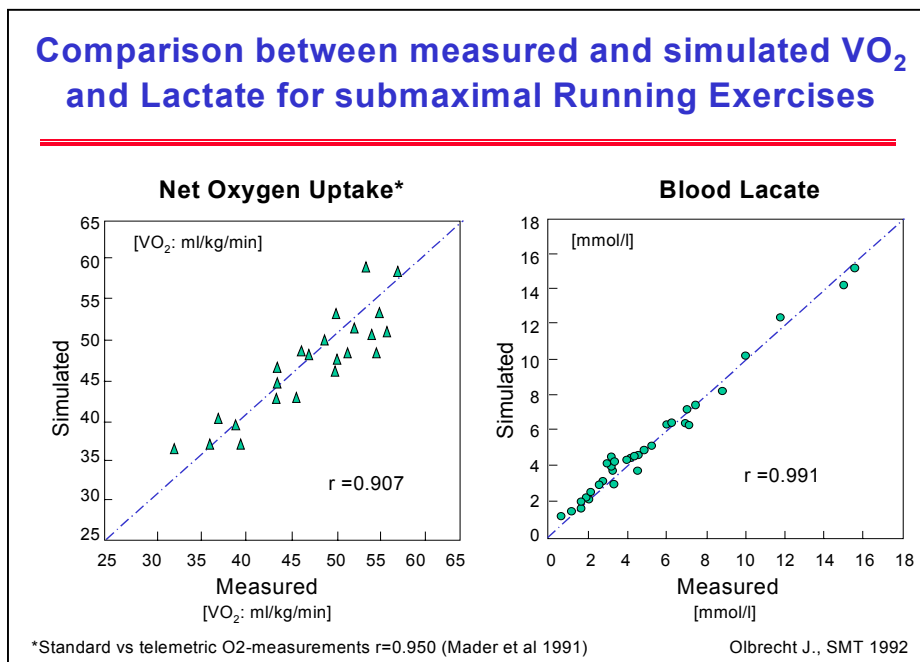


Fig. 1 Measured and simulated oxygen uptake (VO_2 , left) and lactate (right) at different submaximal running efforts have proven to be quite similar (Olbrecht 1992).

The importance of unraveling the lactate readings into both capacities becomes obvious when comparing these results with those of a “classic” representation and interpretation of lactate test results.

Example 1: The shift of the lactate curve to the right is due to a decrease of the anaerobic capacity and not to an improvement of the aerobic capacity (fig. 2)

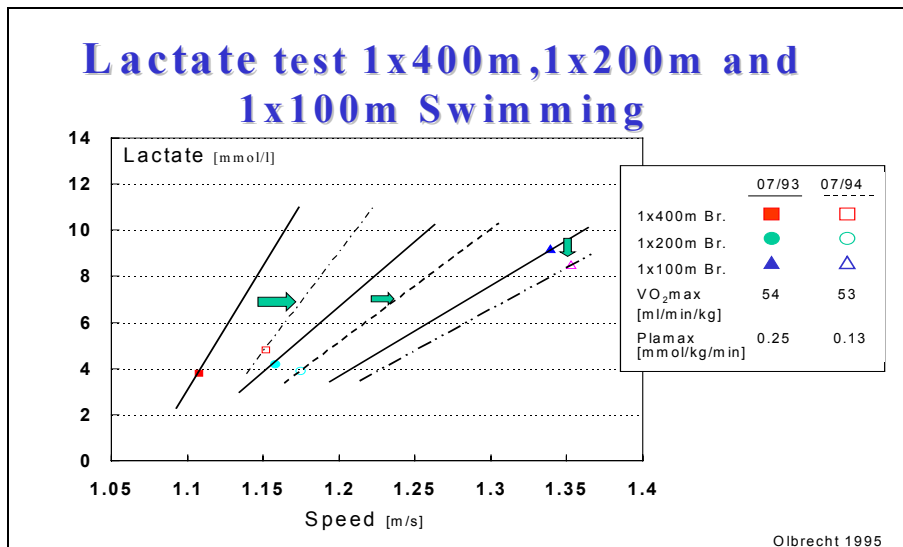


Fig. 2 The shift of the lactate curve to the right is due to a decrease of the anaerobic capacity and not to an improvement of the aerobic capacity.

Example 2: A shift of the lactate curve to the right despite a decrease of the aerobic capacity (fig. 3)

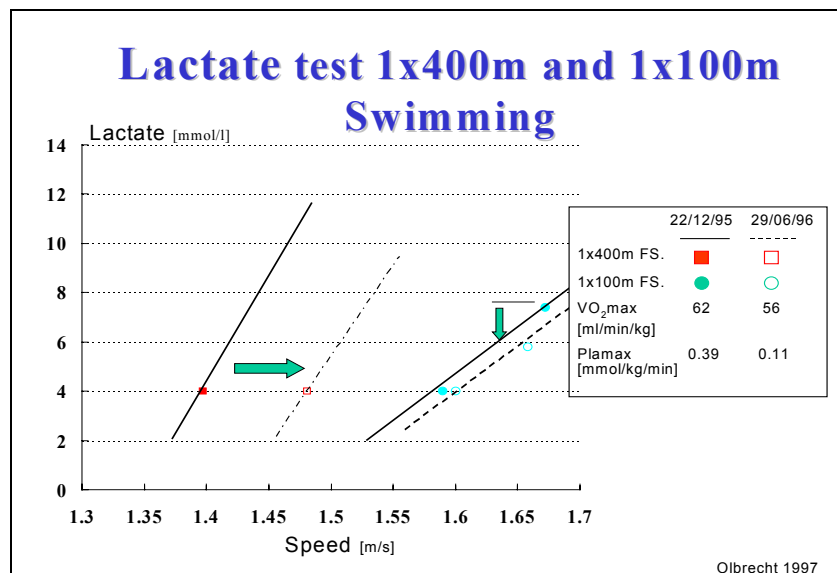


Fig. 3 A shift of the lactate curve to the right despite a decrease of the aerobic capacity.

The following table summarizes all the possibilities leading to a left, right or no shift of the lactate curve (tab. 1).

How to explain the shift of a Lactate Curve ????			
Not 3 solutions : (classic interpretation)	↓ VO_{2max}	= VO_{2max}	↑ VO_{2max}
	← shift	no shift	→ shift
But <u>13</u> solutions : (new interpretation)	VO_{2max} & PL_{amax}	VO_{2max} & PL_{amax}	VO_{2max} & PL_{amax}
	↓ =	↓ ↓	↑ =
	↓ ↑		↑ ↓
	↓ ↓ ↓		↑ ↑ ↑
	= ↑	= =	= ↓
↑ ↑ ↑	↑ ↑	↓ ↓ ↓	

Tab. 1 All the possibilities leading to a left, right or no shift of the lactate curve.

However, it would be too simplistic to assume that the coach's job only consists in improving both the swimmer's aerobic and anaerobic capacities. Indeed, the aerobic and anaerobic capacities need to be developed in the right proportion to each other in order to achieve the best performance in competition.

Examples:

- A distance swimmer with a too high anaerobic capacity cannot activate his aerobic (endurance) capacity to its highest level. He will therefore register poor performances in long distance competitions despite a good aerobic capacity.
- A sprinter with a too low aerobic capacity will acidify more quickly and will therefore not be able to activate his anaerobic capacity to its highest level. He will therefore register poor performances in short distance competitions despite an excellent anaerobic capacity.

Adjusting both the aerobic and anaerobic capacities to each other (fine-tuning) is one of the main objectives of the pre-competition phase.

The aerobic and anaerobic capacities are to be considered as the maximal performance limit. In competition, however, only a percentage of these capacities will be involved. This percentage can, to a certain extent, be improved by specific training

exercises. The ability to use the capacities is labeled as “power”, so consequently both remaining aspects of the conditioning profile are:

- c) **the aerobic power:** which represents the percentage of the aerobic capacity that can be used in competition
- d) **the anaerobic power:** which represents the percentage of the anaerobic capacity that can be used in competition

Since the aerobic/anaerobic threshold (lactate threshold or MaxLa_{ss} , fixed or individual, aerobic or anaerobic threshold) is not a primary and basic component of the conditioning profile, but rather a derivation of the contribution of the aerobic and anaerobic capacities during a long lasting submaximal effort, we chose to abandon its assessment for defining the conditioning profile and/or its use for providing training advice. This does of course not mean that the aerobic/anaerobic threshold is meaningless. Indeed, there is a very close relation between the aerobic/anaerobic threshold and the performance in a competition event lasting longer than 2 minutes. But, in order to trace back the key components of the swimmer’s conditioning profile, the assessment of the aerobic and anaerobic capacities proved to be a much more significant and appropriate procedure (for more information see internet www.lactate.com).

This approach is thus quite different from most other lactate testing procedures which, to describe the conditioning profile of the swimmer, use:

- a single speed such as the speed at the lactate or some other anaerobic threshold (e.g. the speed at 4 mmol/l) or,
- the slope and/or shape of the lactate curve

Indeed, this new model discloses the metabolic process behind blood lactate values and provides insight into the often paradoxical evaluations of the conditioning profile as well as the often contradictory and discrepant training advice emanating from the classical method of interpretation.

A comparison between the classic interpretation of the shift of the lactate curve (move to the right and the left is explained by respectively an increase and decrease of

VO₂max) and the interpretation based on the use of the simulation program for determining the aerobic and anaerobic capacities, reveals that only about 60% of the classic interpretations of the aerobic capacity fits with the more sophisticated valuation (fig. 4). This means that out of 5 lactate tests classically evaluated, on average 2 interpretations are incorrect and will inevitably lead to a wrong training advice

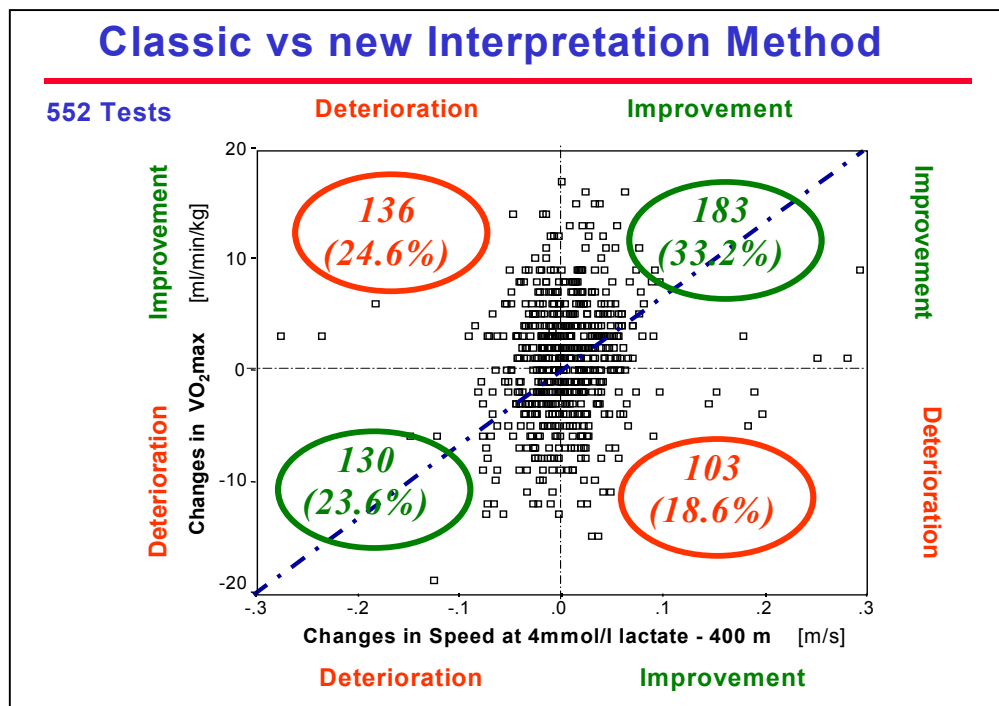


Fig. 4 About 60% of the classic interpretations of the aerobic capacity (VO₂max) fits in with the more sophisticated valuation.

To match the training exercises with the previously determined objectives we set up criteria to classify the different training exercises in 4 groups (details see Olbrecht 2000). Each group has a main training effect on one of the 4 aspects of the conditioning profile:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Aerobic capacity exercises | 2. Anaerobic capacity exercises |
| 3. Aerobic power exercises | 4. Anaerobic power exercises |

The criteria are based on 4 elements which can vary according to the biological adaptations the coach wants the exercise to induce. These features are:

1. the distance (or volume) of the exercise
2. the intensity (= speed)
3. the rest
4. the interval (length of the exercise = fraction)

Thanks to this classification system the coach can “give full vent” to his fantasy and ingenuity to create whatever training workout; as long as the exercise meets the requirements of the class corresponding to the planned training objective, he can be assured that the exercise induces the training effect he wished for. Designing an exercise to induce just one specific biological adaptation is impossible. Most of the time there is a major effect (= class effect) coupled with a secondary (minor) effect whether desired or not.

Moreover the simulation program enables to evaluate the impact on the metabolic system of a planned workout. The following example simulates the metabolic impact of a 6 x 400 m set with 30 sec rest, for 3 swimmers with different aerobic and anaerobic capacities, at 4 different paces. The paces are chosen so that each swimmer would reach blood lactate concentrations of 1, 2, 3 and 4 mmol/l at the end of the workout (fig. 5). Swimmer A has both a higher aerobic and anaerobic capacity than swimmer B (see right upper part of the graph). Nevertheless, the capacities of both swimmers result in the same lactate curve (see lower right) and in the same swimming speeds that produce 1, 2, 3 and 4 mmol/l lactate after the simulated workout (see lower left). Despite the same lactate curve, the same swimming speed and the same lactate concentration during the 6 x 400 m interval set, the aerobic and anaerobic capacities of swimmer A are definitely less charged than those of swimmer B; indeed from 1 till 4 mmol/l swimmer A uses his aerobic and anaerobic capacities respectively for 74 till 78% of $VO_2\text{max}$ (aerobic capacity) and for 6 to 10% of $V_{L\text{max}}$ (anaerobic capacity) while swimmer B, for the same range of lactate values, uses his aerobic capacity for 83 to 86% and his anaerobic capacity for 15 to 22% (see upper left). This training set will, thus, affect both swimmers differently and induce different training adaptations, i.e. an improvement of aerobic capacity in swimmer A and an improvement of aerobic power in swimmer B. If swimmers A and B perform the same training program in the same way for several weeks, swimmer B will run a

higher risk for overtraining because he will be stressing both his aerobic and anaerobic metabolism more intensely.

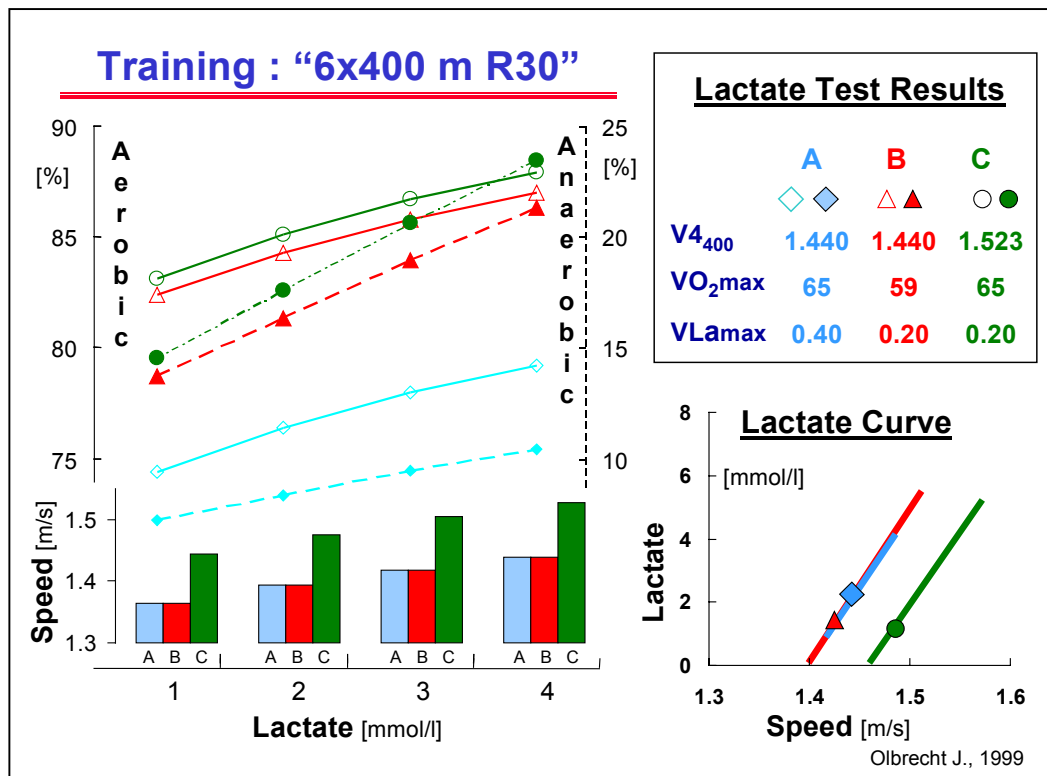


Fig. 5 Different metabolic impact of a 6 x 400 m with 30 sec rest leading to 1, 2, 3 and 4 mmol/l at the end of the set for 3 swimmers (A, B and C) with different aerobic and anaerobic capacities. These results were obtained by simulation (see text).

Swimmer C is a classic example of a good long distance swimmer with a good aerobic and a weak anaerobic capacity. For this swimmer, the 6 x 400 m at 1, 2, 3 and 4 mmol/l lactate will lead to a much higher training load on his metabolic system than for swimmers A and B. In order to decrease the training load to a normal level both swimmers C and B will have to slow down on the 6 x 400 m and train at lower lactate levels than swimmer A.

Results

We have evaluated over 200 elite swimmers in the last 6 years using this simulation approach. A lot of them belong to the National Dutch, Belgian and Brazilian Swimming Team and participated at the 2000 Olympic Games of Sydney. Figure 6 presents the mean aerobic and anaerobic capacity results observed in female and male sprinters, middle and long distance swimmers. In table 2 you will find the results of the top 3 swimmers for each stroke (freestyle, backstroke, butterfly (test in freestyle) and breaststroke).

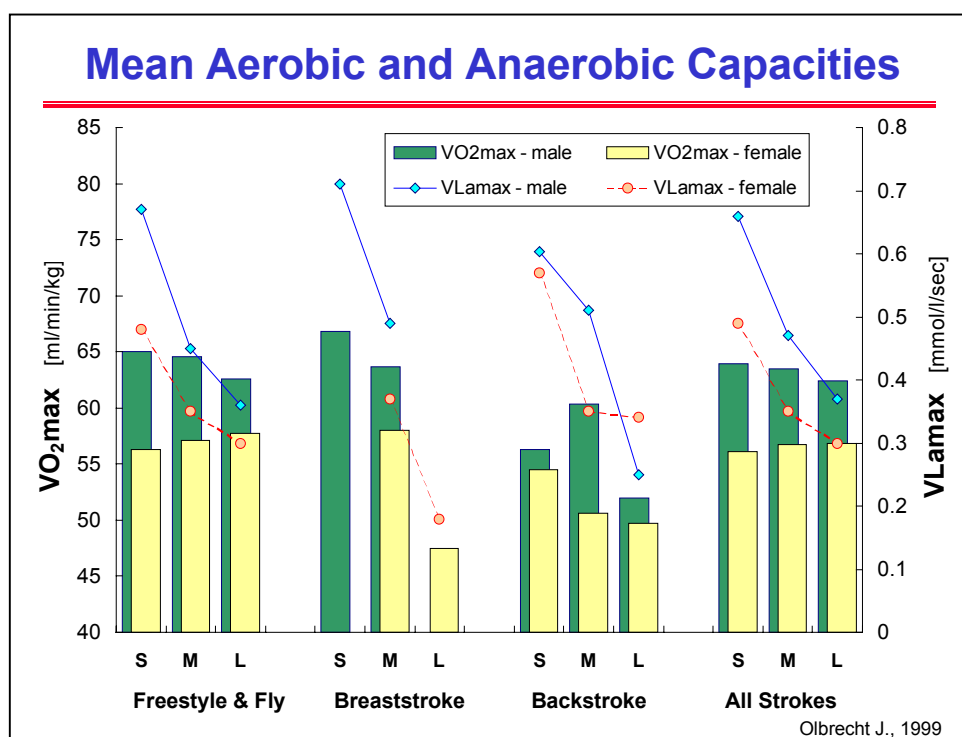


Fig. 6 Mean aerobic and anaerobic capacity calculated for female and male sprinters, middle and long distance swimmers. Due to the specific dynamics of the oxygen uptake, the measured VO₂max will always be underestimated.

WOMEN	Top 3 level			
	Range of Best Times (50 m pool)		Range of Capacities	
	(times)	(initials)	Aerobic	Anaerobic
SPRINT	24.88 - 25.91 - 26.04	IDB - GC -	64 - 64 - 64	0.55 - 0.74
FREE 100-	54.89 - 56.33 - 56.90	IDB - TB -	64 - 64 - 63	0.55 - 0.95
400m	4:10.52 - 4:11.71 - 4:12.10	KV - IA - CG	67 - 68 - 63	0.37 - 0.60
800m	8:31.60 - 8:34.56 - 8:36.51	KV - IA - CG	67 - 68 - 63	0.37 - 0.60
BACK 100-	2:16.53 - 1:03.54 - 1:05.01	SW - BS -	59 - 57 - 56	0.46 - 0.63
BREAST 100-	2:27.66 - 1:10.17 -	BB - IK - HB	66 - 73 - 60	0.74 - 1.04
FLY* 100-	58.43 - 1:01.11 - 1:01.44	IDB - GC -	64 - 64 - 68	0.55 - 0.74
MEN	Top 3 level			
	Range of Best Times (50 m pool)		Range of Capacities	
	(times)	(initials)	Aerobic	Anaerobic
SPRINT	22.06 - 22.54 - 22.87	PVH - MV -	84 - 72 - 77	1.00 - 1.25
FREE 100-	1:46.41 - 1:50.49 - 49.87	PVH - JK -	86 - 77 -	0.97 - 1.03
400m	3:54.46 - 3:55.56 - 4:02.95	MW - PVH -	80 - 80 - 73	0.88 - 0.79
1500m	15:30.61 - 15:47.55 -	MW - SR -	80 - 79 - 77	0.88 - 0.81
BACK 100-	1:59.64 - 57.10 - 2:01.51	SM - KEZ -	79 - 72 - 74	0.75 - 0.86
BREAST 100-	1:00.80 - 1:02.50 -	FDB - MW -	73 - 76 - 77	0.99 - 0.80
FLY* 100-	53.68 - 54.08 - 1:59.20	SA - KJ - FS	77 - 78 - 73	0.68 - 1.09

Tab. 2 Range of the best aerobic and anaerobic capacities of the top 3 swimmers together with a range of their long course best times. * Fly swimmers are tested in freestyle.

Conclusion

Maximal training efficiency is at least as important as talent to achieve success in big swimming events. Lactate tests are an important tool to improve training efficiency. Unlike the classical method of lactate interpretation, where the assessment of the conditioning is directly based on the relation between lactate and speed, i.e. the position of the lactate curve in the lactate-speed diagram or its shape, the new evaluation technique traces back lactate readings to the valuation of its determining factors - the aerobic ($VO_2\max$) and anaerobic capacities (VL_{\max}). Both capacities:

- are key factors in the determination of the individual metabolic profile

- reveal the missing conditioning factors to be faster in competition and consequently the main training objectives
- can be used to simulate on computer the individual metabolic response that can be expected on different types of training exercises. According to the results of the simulation we then decide whether the metabolic reaction induced by a workout serves the purpose of the training objectives or not

References

Ivy J.L., D.L. Costill, P.J. Vanhandel, D.A. Essig and R.W. Lower: Alternation in the lactate threshold with changes in substrate availability. *Int. J. Sports Med.* 2, 139-142, 1981

Busse M., N. Maasen, D. Böning: Die Leistungslaktatkurve - Kriterium der aeroben Kapazität oder Indiz für das Muskelglycogen? In: Rieckert H. (Ed): *Sportmedizin - Kurzbestimmungen*, Berlin 1987

Mader A.: Eine Theorie zur Berechnung der Dynamik und des steady state von Phosphorylierungszustände und Stoffwechselaktivität der Muskelzelle als Folge des Energiebedarfs, *Habilitation*, Deutsche Sporthochschule Köln, Köln 1984

Olbrecht J.: *Metabolische Beanspruchung bei Wettkampfschwimmern unterschiedlicher Leistungsfähigkeit*. Stephanie Naglschmidt Verlag, Stuttgart, 1991

Olbrecht J., A. Mader, H. Heck and W. Hollmann: Das Laktat-Schwimmgeschwindigkeitsverhalten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Testbedingungen. In: Böning D., K.M. Braumann, M.W. Busse, N. Maasen and W. Schmidt (eds). *Sport - Rettung oder Risiko für die Gesundheit*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 413-417, 1989

Olbrecht J., A. Mader, H. Heck and W. Hollmann: Laktaattests, hulpmiddel of bron van ergernis? Algoritme voor de interpretatie van laktaattests aan de hand van

praktische voorbeelden uit de atletiek. In: Sportmedische Tijdingen 51, 84-97, 1992

Olbrecht J.: Science of Winning: Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training, Luton UK, 2000

Synopsis

Top performances are a matter of talent but even more of “training efficiency”. Lactate is a valid parameter to structure the training process and so to monitor "training efficiency", provided it's interpretation is appropriate. This is rarely the case with the classic interpretation. We therefore developed a new interpretation methodology that enables us to trace back the origin of the lactate value in order to understand and to define the underlying capacities (aerobic and anaerobic) of the metabolic. This article will present some new findings on basic lactate research which account for the misleading lactate interpretations and provide some new ways of working with lactate in order to minimize these misinterpretations and so increase the training efficiency.

Kokkuvõte

Verelaktaadi kasutamine eliitujate poolt

Võit ja kaotus, kaks sõna, mille laeng on vastupidise märgiga, kuid tekitavad nii sarnaseid fiilinguid ja emotsioone. Ujumises eristavad tihti vaid mõned sajandiksekundid võitu kaotusest.

Varasematel aastatel garanteeris talendi avastamine edukuse, kuid savutusvõime piiridele lähenedes ainult andest ei piisa võitudeks. Võistlus- ja eriti tippспорт on ka tänapäeval talentide pärusmaa, kuid võidu saavutamisel muutub järjest tähtsamaks treeningu kvaliteet – treeningu efektiivsus.

Maksimaalne treeningu efektiivsus on vähemalt samatähtis kui suur anne edu saavutamiseks ujumises. Laktaaditesti on üheks tähtsaks abivahendiks treeningu efektiivsuse saavutamisel.

Erinevalt klassikalisest laktaadikõverate interpreteerimise viisist, mille puhul saavutusvõimet hinnati otseselt laktaat - kiirus graafiku järgi e laktaaditõusu kõvera asetuse ja kuju alusel laktaat – kiirus diagrammile, on uus, eelnevas töös kirjeldatud lähenemine, seadnud laktaadimuutuste interpretatsiooni sõltuvaks La teket mõjustavatest töövõime peamistest faktoritest – aeroobsest (VO_2 max) ja anaeroobsest (VLamax) võimekusest.

Need kaks näitajat:

- on võtmefaktoriteks, mis määravad individuaalse metaboolse ja energeetilise kohanemise,
- teevad nähtavaks puudujäägid töövõime arengus, mis võimaldavad neid kõrvaldades kiiremini ujuda ja korrigeerida treeningut vastavate efektiivsete vahenditega,
- võimaldavad simuleerida kompuutril individuaalset metaboolset kohanemisreaktsiooni erinevate treeninguskeemide kasutamisel. Vastavalt simulatsiooni tulemusele saab teha otsuse, kas konkreetse koormuse mõjul saavutatav metaboolne kohanemine ja treeninguefekt teenib kavandatud treeningu eesmärki või mitte.

The Effect of Biomechanics on Physiology

Clive Rushton

Clive Rushton

Uus-Meremaa Ujumisliidu tippspordi juht
Viibis Eestis EOK ja Eesti Uumisliidu kutsel 24. marts – 3. aprill
2007. Materjal avaldatakse Eesti Ujumisliidu loal

Haridus: Keele'i Ülikool

Treenerina töötades (Kanadas, Kreekas, Inglismaal) viinud maailma
tippu üle 75 ujuja. Osalenud korduvalt tiitlivõistlustel koondiste
peatreeneri ja võistkonna juhina.

Kaks korda autasustatud Kreeka spordi medaliga.

Edukas treener, treenerite koolitaja, uuujujate treeningu ja tulemuste
analüüsija.

clive@swimmingnz.org.nz

Introduction

The goal of physical training is to increase the production of force – either greater force, the same force for longer or, ideally, greater force for longer. Because it is a model, individuals will display characteristics apparently different to the model; however, as a general picture it seems to work well.

Muscle Construction and Muscle Contraction

The contraction of muscles allows the skeleton to fix, or change and fix, or fix and hold, or move, its position. The degree to which the muscles can do this depends on, a) the structure (mix and construction of fibre-types, cross-sectional area of the fibres and total fibre-surface area) and, b) the function (speed of neural-firing, percentage of fibres contracting at any time, ability to convert and liberate energy supplies). Two distinct classes of fibre – slow twitch (ST), and fast twitch (FT), and two type variants – fast twitch 'a' (FTa) and fast twitch 'b' (FTb) – exhibit different structural and functional qualities with the structure determining the amount of energy able to be processed (the capacity) and the function determining the speed at which the energy can be processed (the power). Generally speaking the slow twitch fibres can continue

their repetitive contraction for longer than the fast twitch fibres – they have more endurance. The fast twitch ‘b’ fibres can contract with high tension, therefore have large strength potential, and the fast twitch ‘a’ have a combination of endurance and tension but not as extreme in either quality as the other two fibre-types.

ST fibres are recruited first and, as the loading demands rise, FTa then FTb fibres each begin to be included in greater and greater numbers so at maximum loads all three types are contracting at their limit.



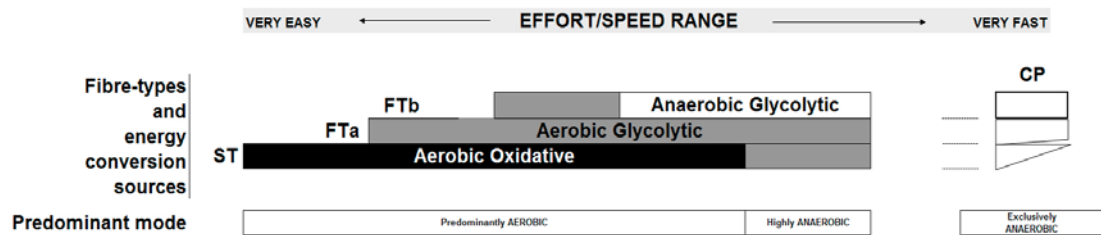
Evolution has determined that 100% of fibres will never be enervated at the same time; there are always many fibres in reserve. Additionally, efficiency of continued activity requires some of each type of fibre to relax in order to re-energise after contraction, while others of the same type within the same muscle contract to maintain the required tension. For swimming purposes the frequency of contraction is largely determined by the stroke rating (SR), or speed of cyclical actions of the swimmer – the higher the SR the *more often* the fibres are required to contract. As the rate of stroking increases greater muscle tension is required to hold “good” water due to the higher hand speed resulting from the higher stroke rate. A greater frequency of contraction means energy is required at a *higher rate* and greater tension means a consequent rise in *amounts* of energy because more fibres need to be recruited.

Energy supply sources

The different types of muscle fibre each use the same chemical compound in order to fuel their contraction – adenosine tri-phosphate (ATP). This is replaced in the muscle cells by a complex breakdown of a variety of other fuels which are each, in turn, converted to ATP. Protein (meat), triglycerides (fat), carbohydrate (muscle-stored glycogen or blood-borne glucose) and creatine-phosphate (CP) are the primary fuel sources, each of which is converted to ATP for use in fibre contraction. The fuel source depends on the loading demand on the muscles which is a consequence of the duration and frequency of fibre tension required.

Even if we stay away from protein use, fats cannot be converted to ATP fast enough to result in a successful swimming career in “pool” events – those of 1,500m and less. Fat is an important fuel source for some training exercises but the longest swimming races in pools do not require protein or fat as their energy sources. Imagine setting light to a piece of fat, a lump of sugar (carbohydrate) and a match head (phosphate) – the fat does not give off much heat but burns for a long time, the match flares brightly but burns out quickly, the sugar is a compromise between the two; shorter burning time but brighter than fat, longer burning time but not as bright as phosphate. Carbohydrates and CP are required for racing with the balance between the two dependent on time (longer or shorter races) together with the demands of speed (slower or faster).

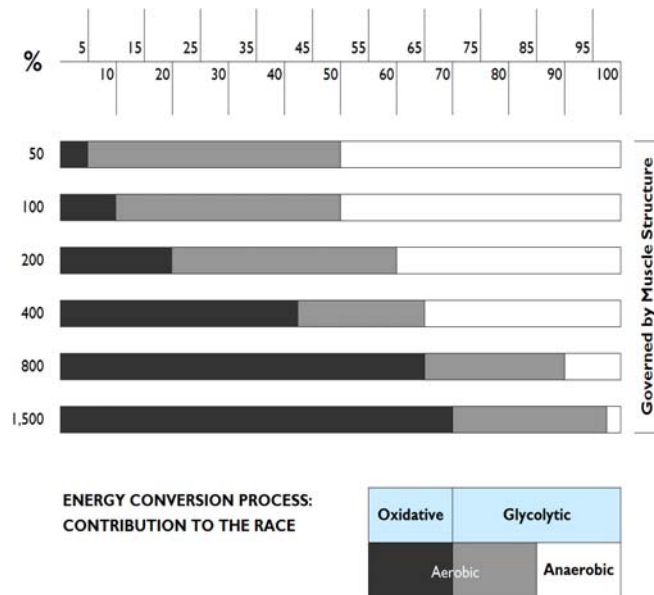
The energy conversion processes associated with each phase in the muscle tension continuum are:



At very low loads (on the left side of the diagram) the ST fibres convert fat into energy by using oxygen; it’s a drawn out process so as the load rises and energy is required in greater and faster quantities (moving left to right through the effort/speed range) the FTa fibres start to be recruited, using oxygen and glycogen as their fuel source and, still higher in the load sequence, the FTb fibres are also recruited to help the cause. Initially the FTb fibres will use the same combination of oxygen and glycogen as FTa for their energy conversion but higher loads cannot be satisfied by this aerobic method; because of the number of steps necessary to convert glycogen by oxidative processes the energy is not available fast enough to produce the required force. At these higher loads the glycogen has to be processed anaerobically – independently of oxygen – which results in high levels of pyruvate as a consequence of the faster conversion. Pyruvate is chemically very similar to lactate and is the cause of the problems encountered when attempting to swim very fast for a long time; a consequence of pyruvate is an increase of hydrogen ions in the muscle tissues which

lowers the acid-base balance and disturbs muscle function by interfering with metabolic efficiency.

Accompanying this pyruvate rise is a rise of lactate which can easily be measured in blood samples. While lactate itself is not a problem the amount of lactate in the blood reflects the degree of rise in hydrogen ions and has been recognised as a good indicator of effort or muscle tension for many years.



Contrary to popular belief the CP system is used for any training efforts over approximately 130 bpm (below that there is no need to use it as other energy sources can be converted quickly enough to provide the require energy) and throughout the whole of all races, not just in 10m sprints or the first 15m of a race. CP is converted to ATP very quickly, allowing high energy levels to be immediately available. In the initial stages of CP use there is no negative cost to this high energy availability – it is “free” energy because it is stored in the muscle and converted to ATP very quickly and efficiently. Swimmers can, therefore, attack the start of a race relatively faster than the pace they can maintain for the rest of the race, maybe up to 15% faster than the average pace for the race. Around the 25m mark (around 10 to 15 seconds and approximately 15m of actual swimming after the start) CP cannot continue supplying enough energy for continued fast swimming and, although it continues contributing throughout the whole race, its *rate* of availability reduces around this time.

Fatigue occurs through two mechanisms, 1) depletion of the fuel sources necessary for conversion to ATP, or 2) accumulation of the by-products of activity resulting in chemical disturbance inside the muscle making continued contraction difficult or impossible; the swimmer either runs out of energy (capacity) or runs out of the ability to convert the energy (power).

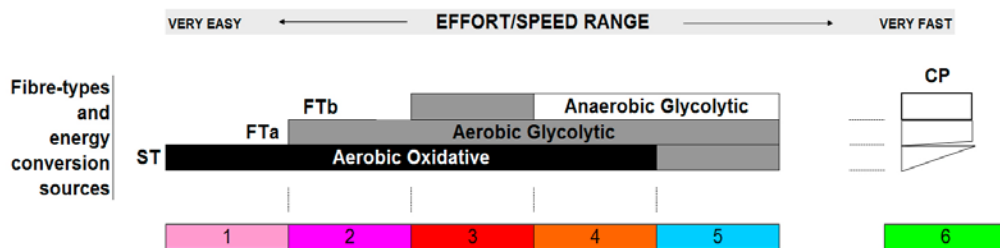
We can generalise the energy conversion mechanisms as aerobic – those depending on oxygen, and anaerobic – *those with a high degree of oxygen independent energy sources*. Neither, though, is exclusive; slow or easy exercise, while predominantly aerobic, still results in changes in lactic acid levels indicating some anaerobic metabolism, and fast or intensive exercise, while it is highly anaerobic, still requires the contribution of the slow twitch fibres which take their energy replenishment through oxidative processes. General swimming exercises are therefore never entirely aerobic or entirely anaerobic; an accurate description would be *predominantly* aerobic or *highly* anaerobic.

During 1,500m races swimmers use very high amounts of aerobic oxidative energy sources but also draw on important amounts of aerobic glycolytic and anaerobic glycolytic sources while, at the other end of the race range, in addition to the expected high degree of anaerobic supply, the 50m swimmers use surprisingly large amounts of aerobic glycolytic energy along with some small degree of aerobic oxidative. In training, of course, the 50m swimmers will use much larger amounts of aerobic oxidative.

Note this diagram illustrates the *source* of the energy supply during each race distance. Later, when we explain capacity and power, we will deal with the *amount* of energy stored and available (capacity) and the *speed* at which it can be converted in the muscle (power). The relative degree of supply lines, availability and speed of deployment will again differ between individuals and individually from week to week.

Intensity Zones

The various combinations of the three muscle fibre-types, three energy conversion mechanisms and CP make it obvious there are six distinct training intensity zones to be identified. Sporting communities across the world give a variety of names to these zones but the lack of common terminology produces misunderstanding and confusion between sports and between coaches within a sport. A colour-coding method is common in North American swimming and serves as a useful short-hand when describing training sets, eg 6 x 300 'red'.



It's important to remember that the 'zones' have fuzzy edges; they do not have absolutely clear start and finish points. On any particular day the ST fibres may be fatigued from previous extensive training and have to switch to glycolytic processes earlier than usual in the speed spectrum, or the FTa fibres may be glycogen depleted which will lead to recruitment of the FTb fibres to maintain a particular training speed, or both the FTa and FTb fibres may be severely depleted of glycogen and the aerobic processes have to work overtime to attain any given speed, maybe resulting in misleading data from test results.

The fuzzy edged concept applies no matter how we measure the zone limits – speed, stroke rate, lactate, heart rate, perceived exertion – each will blend into the next and be slightly different from day to day and swimmer to swimmer, however, an experienced coach and a response-able swimmer will be able to recognise and manage the fluctuations.

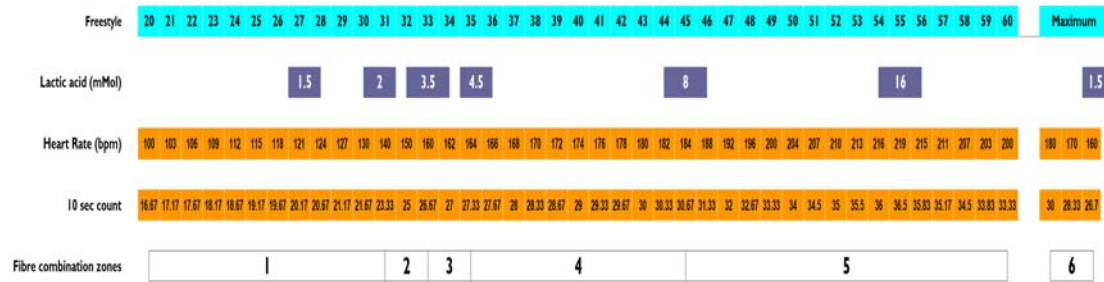
Stroke Rates

Traditionally the most convenient measures of training intensity have been heart rate; it's easy to measure and requires no equipment (finger palpation of the carotid artery is accurate enough if done by a trained swimmer but heart rate monitors can obviously be used). Another useful measure is lactate but it is not available to all swimmers all the time. These measures are interesting but they are all *effects* caused by something else; the "something else" is a rise in fibre activation.

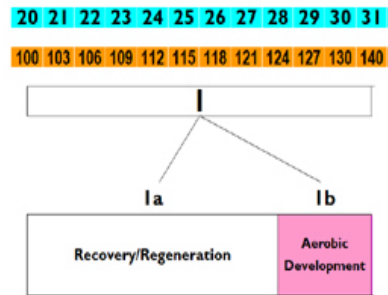
The stroke rate 'change factor' can be charted against the zones showing the sequential activation of the three fibre types during incremental exercise. The stroke

rate allows the coach a convenient measure of monitoring and controlling training in addition to the traditional heart rate and lactate measures and, unlike those traditional measures, stroke rate can be measured during the swim.

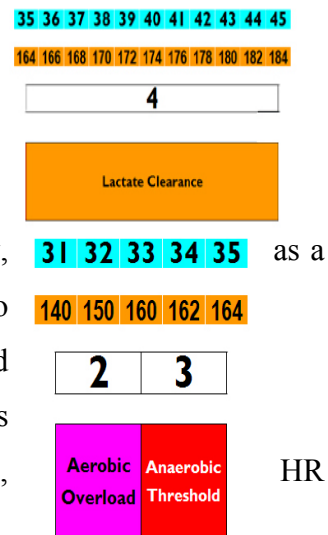
Some of the zones cover a large range of intensities so it is sensible to divide them into sub-zones:



Zone 1 can be split into two intensity levels, 1a (recovery/regeneration) and 1b (aerobic development). It is restricted to very slow SR, probably no more than 30-31 per minute for freestyle. It uses only ST fibres which handle the load demand by converting their fuel using oxidative processes.



Training at this low intensity does not stress the body much but can serve useful purposes either as a recovery level exercise between days of more intensive training or between sets or, slightly faster but still at a ST-only intensity, pure **aerobic development** exercise enabling the muscles to develop aerobic capability by greater capillarisation and increases in mitochondria. A typical training set at this intensity level may be 20 x 200 with 20 seconds rest, SR <30, <140.



Zone 2 elicits a rise in stroke rate and kick-starts the FTa fibres as the SR increases above the 30-31 range; these fibres use aerobic processes to convert muscle glycogen and blood-borne glucose for their fuel. The combined effect becomes more highly

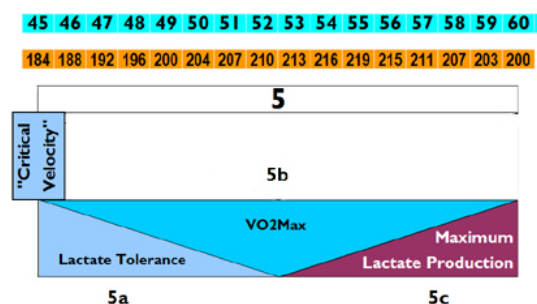
aerobic and is generally known as “**aerobic overload**” with the ST oxidative conversions occurring at a higher rate – SR rising to 31-33. A typical set here would be 10 x 200 with 20 seconds rest, SR 31-33, HR 150.

Zone 3 is the lowest intensity where all three fibre types are recruited. The FTb fibres are first recruited when the freestyle SR is around 33-35 and under these relatively low loads they convert fuel using aerobic glycolytic processes in the same way as the FTa types, so the total energy conversion is still aerobic, however, the term confusingly given to this zone is the **anaerobic threshold (AnT)**. Typical training; 8 x 200 with one minute rest, SR 33-35, HR 160-165.

Also clear from the diagram, and contrary to the understanding of many coaches, is the fact that swimming at anaerobic threshold speeds does not stress the aerobic metabolism to maximum – maximal aerobic stress only occurs towards the top end of zone 4 where the required speed already includes quite large contributions from anaerobic sources.

Zone 4 is where the FTb fibres have to introduce anaerobic processes to convert the glucose and glycogen at the higher required rate as they cannot produce the required levels of tension using only aerobic processes for fuel conversion. This consequently produces a significant rise in lactate levels inside the muscle which is ‘cleared’ either by flushing out into the bloodstream or by re-use inside the muscle; this zone, therefore, is called ‘**lactate clearance**’. (The rise in lactate is not a problem in itself but an indicator of the other debilitating chemical reactions inside the muscle which are cleared during the process, however ‘lactate clearance’ has become the commonly accepted term.) The stroke rates for zone 4 cover a range from 35 to 45 so a large degree of training design possibilities are opened up in terms of distance and speed. Typical set: 6 x 200 with 2 minutes rest, SR 35-45, HR 165-185. Obviously at the lower end of those efforts the effect will not be as acute as at the higher end.

Zone 5 starts where the ST fibres have to change from aerobic oxidative to aerobic glycolytic processes to cope with the increasing tension demands of the exercise – all three fibre-types are



now not only engaged (as they have been since zone 3) but operating towards the limit of their capabilities. Further increases in speed will be brought about by more frequent activation of the fibres but not by the availability of different energy sources, therefore, this is a critical point of the SR range. The speed at which the swimmer performs when this critical SR is reached is termed “critical velocity” or “V-Crit.”

There are three distinct effects of training described here but they can overlap to a great extent depending on the design of the training set. Stroke rate ranges are shown to illustrate the rise in intensity but, providing that intensity is within the zone 5 SR range (45-60), the effect of the set depends on *design* rather than intensity.

5a is about *tolerating* the high rates of chemical disturbance inside the muscle. Toleration is about time – how long can the swimmer tolerate the disturbance and still continue holding good technique while maintaining a high energy output? For many years it was thought lactate build-up was the problem so the zone is traditionally called ‘**lactate tolerance**’, however, the actual problem chemical is hydrogen which lowers the acid-base balance of the muscle and makes co-ordination and even continued activation difficult by breaking the calcium bond between myosin and actin fibrils in the muscle. Typical training: 5 x 200 with 2-3 minutes rest. These sets are best designed towards the longer training distances with a total set of 800m or more but done as fast as possible.

5b is maximum oxygen uptake or ‘**VO₂ Max**’. Many traditional descriptions place this intensity much lower in the speed scale but the diagram clearly shows that valid aerobic activity occurs right through to very fast swimming. The oxygen demands of the muscle need to be stressed to maximum intensity for the maximum possible time and the combination of these two factors places it mainly in the 50-55 stroke rate range. A typical set would be 4 x 200 with 30 seconds rest. The typical training sets shown so far have followed a pattern where the number of repetitions has decreased and the rest interval has increased, however, the rest interval here breaks out of the pattern because the goal is to force the maximum *take-up* and maximum *use* of oxygen rather than allow the fibres to use glycogen and glucose for fuel. The constrained rest interval does not allow the FTb fibres to ‘take over’ the load but forces the maximal use of the ST and FTa oxidative processes.

5c is **maximum lactate production**. Other things being equal, the lactate-speed relationship is quite clear – the higher the lactate the faster the swim! Of course, when the lactate is very high (say, in the region of 20mM – millimoles of lactic acid) it is a reflection of extremely high levels of hydrogen ions in the muscle which disrupt co-ordination and cause technique breakdown; factors which result in *slower* swimming. However, the ability to produce high lactate levels is an indication the swimmer can activate the FTb fibres effectively and without that genuinely fast swimming is not possible.

A suitable training set would be 3 x 200 on 16 minutes! Remember, the *design* of sets in zone 5 determines their effect; here we want to force the muscles to produce high amounts of lactate – the extended rest interval allows the FTb fibres to recover after each repetition and subsequently contribute to the load for the next effort. As lactate and speed are directly related we can increase the speed by ‘breaking’ each 200 into 4 x 50, say with 30 seconds rest, potentially allowing even higher levels of lactate to be produced. The set would be written as 3 x (4 x 50 + 30) on 16 minutes.

Zone 6 uses only creatine phosphate (CP) as a fuel source as it demands such a high degree of activation and immediate availability of energy. It is purely oxygen independent or genuinely anaerobic. In terms of time it lasts from a leap off the block of one second to, maybe, a short sprint lasting 10 seconds and, because genuine maximum speed is possible at this intensity, the zone is commonly known as “**speed**” or “**maximum speed**”. Muscle structure is changed by the very short activities (one second) and muscle function is changed by the repetitive, extremely high intensity of short sprints (5-10 seconds). Staying with the examples of multiple 200’s we could use 2 x (8 x 25) on 4 minutes with 200 easy swim between sets. 4 minutes allows regeneration of the CP stores so high stroke rates, maybe higher than 60 cycles per minute, are possible. Heart rate is irrelevant on this type of exercise because oxygen delivery to the muscles is not required for contraction.

The USA’s Mike Bottom, coach to joint Olympic gold medallists in the 50m sprint, Gary Hall Jnr and Anthony Irvin, has coined the terms gold and platinum zones to describe resisted and assisted sprinting using bungee cords. These are sprints with a rubber ‘bungee’ cord fixed to the pool deck, usually to a starting block, and attached to the swimmer by a waist belt.

Gold

To perform resisted sprints the swimmer pushes from the wall and swims away from the fixed belt; as it tightens and stretches it resists the progress of the swimmer through the water. Because the swimmer is being ‘pulled back’ the required muscle tension also increases and the swimmer has to work harder to maintain forward momentum.

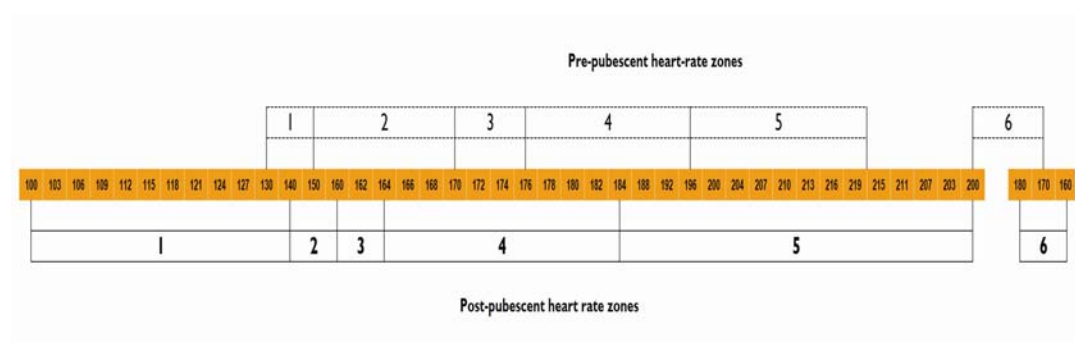
Platinum

For assisted sprints the bungee is stretched by walking away from the starting block; the swimmer then sprints in towards the wall while allowing the cord to shorten and assist the sprint at a higher speed than the swimmer could normally attain – this results in an increase in resistance caused by friction, form and wave drag and forces the swimmer to develop neurological improvement by having to deal with greater speed than they are used to. In addition to the recoil of the bungee quite often a fellow swimmer or coach will pull the swimmer in at even greater speeds.

Anomalies

Pre-pubescent age-group swimmers have rather different heart rate characteristics to post-pubescent swimmers because their anaerobic capabilities are not fully developed. This makes the relationship between SR and HR less ‘linear’ with the SR range of each zone significantly different to that of mature swimmers.

Obviously this has training implications as, for example, a heart rate of 168 will target completely different zones in age group swimmers than it will in senior, mature swimmers, and have a completely different training effect.



Capacity and Power

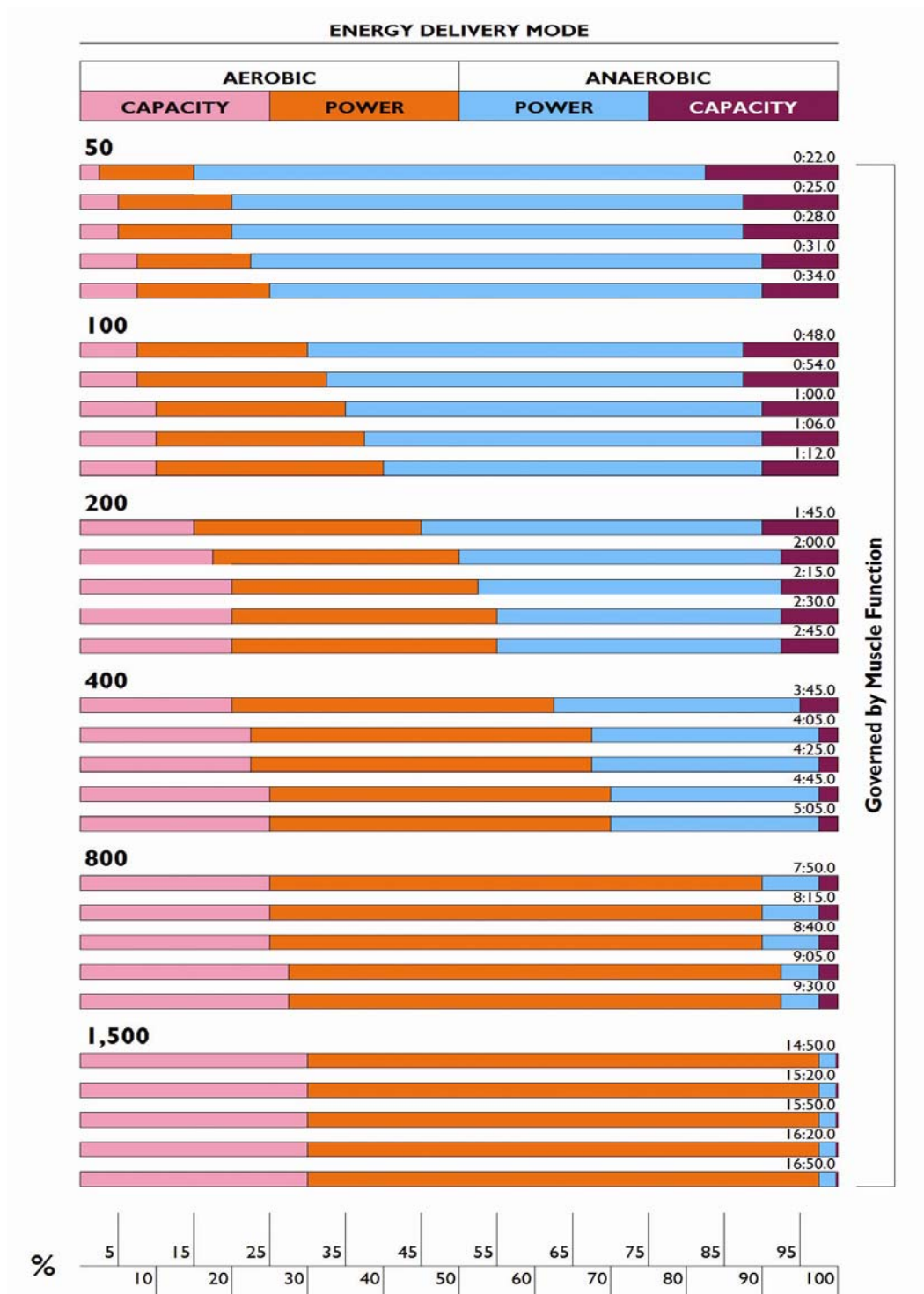
Although apparently descriptive terms like ‘*overload*’, ‘*production*’ or ‘*tolerance*’ are frequently used when communicating training information, the general effect on the muscles can be condensed down to two modes of development – capacity or power – each of which can apply to both aerobic and anaerobic energy mechanisms. Capacity, in this context, describes the *amount* of energy the muscles have available, while power describes the *speed* at which the muscles can use the available energy. According to Dr. Jan Olbrecht in ‘The Science of Winning’ to change the capacity of the muscle you must change the structure of the muscle, to change the power of the muscle you must change the function. Capacity is a bit like fitting a bigger gas or petrol tank to a car – it gives you more mileage between fills but it doesn’t make the car go faster; to do that you have to change the way the car *uses* the fuel.

Assuming a controlled and consistent stroke length, stroke rate is the particular factor determining which mode is addressed; in order to move faster the expert swimmer increases the stroke rate and, therefore, the physiological cost increases. The higher stroke rate means the hands move faster through the water and this requires an increase in muscle tension (strength) to ‘hold’ good water. The consequence of the increased stroke rate, the increased number of fibres and the change in energy-conversion mechanisms means the “mode” of training also changes from capacity to power or from power to capacity.

20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 Maximum										
Predominantly AEROBIC					Highly ANAEROBIC					
CAPACITY		POWER			POWER		CAPACITY			
		25k	10k	5k	1500	800	400	200	100	50

The capacity modes are developed towards each extreme of the speed spectrum while power aspects are developed more towards the middle. Increases in speed result in the recruitment of a) more fibres which demand more and different fuel sources, and b) different fibre types more prone to exhaustion, meaning the increased speed cannot be

maintained. Both training and racing are, therefore, shorter as we move from left to right on the diagram. Most traditional swimming races base themselves in the anaerobic power areas while the more extreme distances sit in the aerobic power or anaerobic capacity zones.

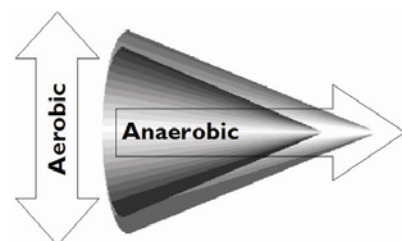


Although each race falls into a specific aerobic/anaerobic/capacity/power area, all four modes are operative during all race distances. The relative percentage of each differs by race distance and also by race speed and physiological maturity. A male world class 50m sprinter uses huge amounts of anaerobic power (blue on the diagram) and varying degrees of anaerobic capacity (plum) and aerobic energy (pink and orange). A female age group sprinter will use similar amounts of anaerobic power but she will use less anaerobic capacity due to less developed anaerobic metabolism and consequently have to use more aerobic energy contribution than the mature world class male.

Capacity

Capacity describes the total amount of energy available – this can be illustrated using the “cone” shape with speed increasing as we move from left to right through the cone. The cone illustrates the total energy available for exercise. At the right, “pointy” end the energy is very high intensity which is ideal for really fast swimming but it can be made available only for a short period of time. At the “big” end there is a lot of energy available but it is pretty low-key; fast swimming is not possible but the swimmer can continue for ages. The bigger the cone shape the more total energy is available; the “performance footprint” is bigger. If we stood the cone on its ‘big’ end it would have little chance of falling over, whereas swimmers with a narrow base or performance footprint tend to have unstable performance.

Aerobic and anaerobic *capacity* modes are perpendicular to each other. Development of the *aerobic* capacity enables the muscle to store and process greater amounts of energy, allowing distances to be swum with less stress. If *aerobic* capacity is developed the illustrative cone shape will widen along the length of the page indicating the availability of greater amounts of energy. Development of the *anaerobic* capacity makes higher degrees of muscle tension possible so short distances can be swum faster – in this case the cone will be stretched to the right.



AEROBIC CAPACITY training (zone 1) is relatively simple in its construct; long distances with low effort will stress the mechanisms delivering oxygen to the muscle

promoting greater capillarisation (enhancing the cardio-vascular system by increasing the number of tiny blood vessels distributing oxygen-rich blood to the muscles) and forcing changes in the muscle structure by development of a greater density of mitochondria – the structures which turn nutrients into energy. It is prudent to ‘spice’ these long sets with some early bursts of faster swimming in order to kick-start greater numbers of ST fibres and stimulate them into efficient activity, eg 30 x 100m at HR 130 with numbers 3, 5, 7 and 10 at HR 165. ST fibres are very resistant to fatigue so this type of low intensity training can be continued for hours and be repeated daily or even twice daily. Additionally, rest intervals can be very short as the oxygen is easily delivered to the muscle in sufficient quantities and at sufficient speed to accommodate the loading demand.

ANAEROBIC CAPACITY training (zone 6 and high-end zone 5) is also relatively simply constructed and tends to be the opposite of aerobic capacity design; instead of long and easy, it is short and fast. The faster the speed the greater amount of muscle tension required so more and more FT fibres are recruited and the more the anaerobic capacity is stressed. Because these fibres are very susceptible to fatigue this exercise cannot be continued for long distances or many repetitions. Additionally, long rest intervals are required to enable the next repetition to be performed at the required speed and allow replenishment of the energy source. A typical anaerobic capacity training set could be 2 x (3 x 50); the speed should be very fast – faster than race speed for swimmers targeting 100m events and longer – but, although this will demand maximum *effort*, it will not be maximum *speed* – genuine maximum speed is only possible on even shorter distances of 25m or even 15m, stressing the CP system and taking between six and fifteen seconds to complete. This concept of maximum speed is a difficult one for some coaches to grasp; they equate effort with speed and they are not quite the same thing at all.

The rest intervals during anaerobic capacity sets need to be long enough to allow regeneration of the glycogen supplies and allow oxygen to convert the acid-base balance of the muscle back to a level suitable for further intensive work (*‘paying back the oxygen debt’*). For a short series of 50m swims each taking, say, 25 seconds the rest interval would need to be at least 30 seconds and maybe up to 60 seconds (so, 3 x 50 on 1:25 or approximately a 1:1 to 1:2 swim-rest ratio). Even with this rest the

required intensity (speed) cannot be maintained for many repetitions so additional rest should be included eg 2 x (3 x 50) on 1:25 plus 3 or more minutes between sets. As the rest interval is about balancing the pH, resting should be *passive* – lying around on the pool deck is beneficial in this case because replenishment of glycogen and regeneration of the muscles’ neural capability to enervate at a high rate are paramount. All other types of training benefit from *active rest* when the fibres are activated at low intensity providing an opportunity to internally massage the muscle fibres back to a performance-conducive state and recycle residual lactate to use it as an additional energy source.

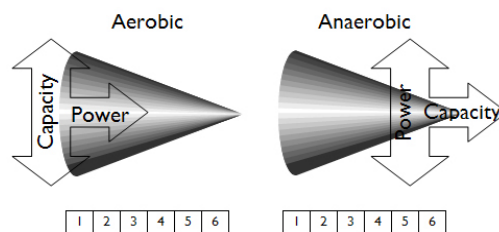
Capacity training increases the total amount of energy available for use. Aerobic capacity training increases the total amount available aerobically, and anaerobic capacity training increases the amount available anaerobically.

Power

On the cone diagram all the traditional racing distances fall in the zones covered by some degree of anaerobic metabolism – 50m races will be at the top end of zone 5 and even the 1,500m, sitting at the top end of zone 4, demands a large degree of anaerobic glycolytic energy from the FTb fibres and crosses over into the highly anaerobic zone 5 during the final stages of the race when those fibres will be fatiguing and demanding more help. In Olympic events the overwhelming majority of events (100m and 200m, including all relays) fall in the 5a, 5b and 5c overlaps demonstrating the importance of sufficient inclusion and correct application of anaerobic conditioning.

Zone	1	2	3	4	5	6				
Race	25km	10km	5km	1,500m	800m	400m	200m	100m	50m	-

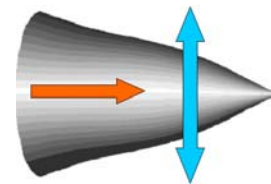
If swimmers are to race successfully they all, therefore, need to address power aspects of training and they all need to address it in both aerobic and anaerobic modes. 1500m swimmers will demand



high levels of anaerobic power from the FTa and FTb fibres in the second half of their race, and 50m swimmers will require a solid performance footprint with more base energy *available* to use *as* power. 50m swimmers will also benefit from high levels of aerobic power allowing the ST fibres to make a meaningful contribution to the muscular effort and to promote faster recovery from anaerobic training. This is especially true in long course racing where the absence of a turn adds an expensive second or so to the total duration of the effort and precludes the respite from continuous fibre recruitment which is possible in short course (25m or 25y) races because of the turn and subsequent underwater phase.

The balance of aerobic and anaerobic power requirements obviously differ between 1500m and 50m *specialists* but for all swimmers a high degree of power development is necessary for both aerobic and anaerobic modes. The aerobic and anaerobic power modes are perpendicular to each other and also perpendicular to each of the respective capacity modes.

Development of AEROBIC POWER pushes the oxygen-dependent energy possibilities towards the race zone, moving the available energy from the left through the middle of the diagram towards zone 4 meaning swimmers can swim faster, easier. The effect of this is to make more total energy available *during the race*.



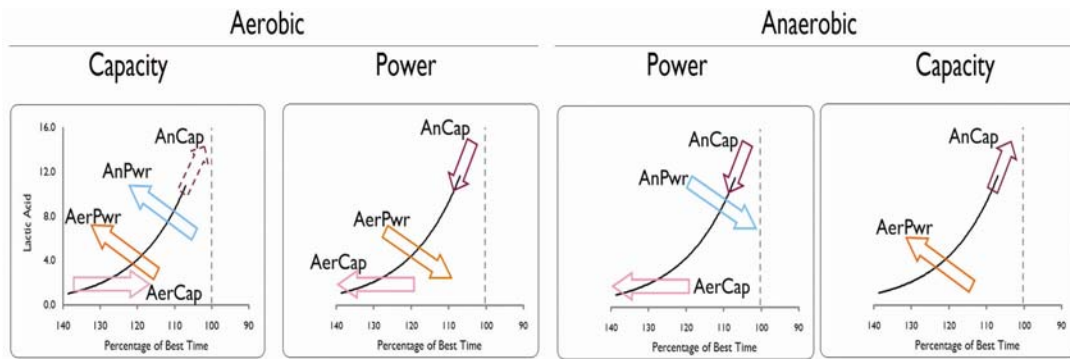
Development of ANAEROBIC POWER expands the height of the cone along the length of the page around zone 5 meaning swimmers can swim fast for longer. The effect of this is to make greater amounts of intensive energy available *during the race*.

Aerobic and anaerobic *capacity* training are compatible and assist the development of each other, but aerobic and anaerobic *power* training are incompatible and, in most cases, each of the power modes is incompatible with each capacity mode. According to Jan Olbrecht in 'The Science of Winning', the contra-indications can be summarised:

	Capacity	Power
Aerobic	Assists anaerobic capacity Works against both capacities	Works against both capacities
Anaerobic	Works against aerobic power	Works against both capacities

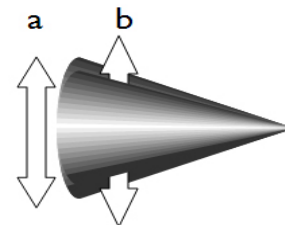
These indications help explain why traditional swimming training always includes large portions of aerobic development work although these are questioned and misunderstood by many sport scientists and “experts” in other sports. However, it also explains why sensible planning of training periodisation is essential as it is very easy to produce training improvement which is *detrimental to racing improvement* due to the consequent negative effect on other modes.

These illustrations of lactate graphed against percentage of best time show the counter-productive effects of the various types of training. Simple movement of the graph to the right has traditionally been viewed by coaches and scientists as ‘a good thing’ but that is far too simplistic an interpretation. The graphs show the positive and negative effects of the four training modes and illustrate the importance of correct timing and sequencing of each of the training phases to enable the required race performance.

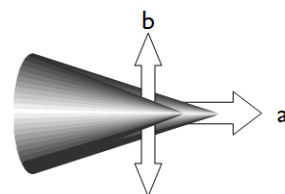


Capacity training is relatively comfortable because the goal is to “merely” stretch the fuel container – a bit like blowing up a balloon with an in-built guarantee you will run out of air before bursting the balloon. Power training, on the other hand, can be severely debilitating because the goal is to force the air out of the balloon at a faster and faster rate, by forcing the neck of the balloon to change size and dilate, and by squeezing the shape with greater tension. In the meantime the skin of the balloon will have lost some resilience and elasticity due to the capacity expansion and increased elasticity has to be re-introduced before the air can be forced out at a high rate. All these changes produce discomfort and the balloon can be easily damaged – power increase is not a simple change.

Power training should be used judiciously with young swimmers; if the cone is stretched north-south by aerobic capacity work (a) a simultaneous consequence is to make more energy available in the power zones (b); if capacity development is emphasised in young swimmers they will develop more power at the same time, just not as acutely as when power is specifically targeted.



Just as aerobic capacity training in young swimmers produces an increase in aerobic power, anaerobic capacity work also produces some increases in anaerobic power availability – stretching the pointy end of the cone to the right (a), produces more available energy in the anaerobic power zones (b).



Extremely fast swimming results from emphasising aerobic and anaerobic capacity training in young swimmers and other, vital, elements of development – technique,

pace control, neurological development; each can be perfected easier than is the case in older swimmers or during power training. Not only need success not be delayed, it can be stabilised and sustained easier when the footprint is large and stable. The diagram on page 16 shows the zones for adolescents are different in size, stroke-rate range and heart rate range than for mature swimmers, particularly zones 1, 2 and 5. The aerobic capacity is particularly small compared to developed individuals but it is incredibly sensitive to training input. To ensure a large and stable performance footprint it needs to receive large amounts of training input during this sensitive developmental period, the benefits of which will be felt for the rest of the athletic career. This does not mean no ‘power’ training sets can be included for younger swimmers, it means they must be used judiciously and imaginatively. An excellent method is to include ‘rainbow’ sets which systematically proceed through all significant training intensities, maybe including repeated sections.

Set	HR	SR	1	2	3	4	5
4 x 50	130	29-30					
6 x 50	150	32					
5 x 50	160-165	33-35					
6 x 50	150	32					
5 x 50	160-165	33-35					
4 x 50	170	38					
6 x 50	150	32					

The time spent on each phase will depend on the importance of each quality to the race performance, the individual condition of the swimmer in each particular area and the number of weeks available before the target competition. Different swimmers will exhibit different energy characteristics and combine them to produce identical race performances, eg a 100m swimmer and a 400m swimmer producing identical 200m times will combine their individual characteristics in different ways to produce the 200m performance.

Aerobic *capacity* training can be extensive and frequent but should not be developed during racing periods as it detrimentally affects both aerobic and anaerobic power. It takes at least eight weeks to produce a significant effect and has, therefore, to be included at the beginning of each training period, well in advance of race periods.

Anaerobic capacity development may take at least four months to produce significant change. This can be even longer if the swimmer's ability to produce high amounts of lactate is underdeveloped, so, for many swimmers, this type of training has to be included across large portions of the annual plan. Anaerobic capacity training is assisted by aerobic capacity training by allowing faster recovery which makes possible more frequent high intensity training bouts, therefore training at the extreme ends of the distance and speed spectrum means the two types can live comfortably with each other.

Aerobic and anaerobic *power* training each cause deterioration of both aerobic and anaerobic capacity. It is, therefore, essential that both capacities have been substantially developed before power training is introduced into the training cycle otherwise the power development will deplete the future possibilities for the swimmer. The training season is a series of stages designed to develop first capacity then power and, through the principle of supercompensation, arrive at the most important race with a physiological balance ideally suited to the specific race distance and demand.

When designing seasonal training plans, the over-riding principle is "capacity before power", therefore aerobic capacity before aerobic power and anaerobic capacity before anaerobic power. Other considerations are:

- Aerobic capacity does not fit with aerobic power or anaerobic power so these modes cannot be developed simultaneously. Both power modes are, however, extremely important and cannot be neglected or ignored so the aerobic capacity must be developed early in the career and early in each season and must be developed to a large extent if the performance footprint is to be stable.
- Aerobic capacity training assists anaerobic capacity training and, as the aerobic capacity training has to be early in the season it makes sense to also put the anaerobic capacity training early.
- Aerobic power does not fit with either of the capacity modes so, as they must be done early, the aerobic power training must be later.
- Anaerobic power training does not detrimentally affect aerobic power training but the case is not the same in reverse – aerobic power training does have a detrimental effect on anaerobic power development. The timing of the two power training modes is, therefore, critical. 1,500m swimmers must maintain high levels of aerobic power while developing some degree of anaerobic power so a balancing act is in order, while “sprinters” must develop high levels of anaerobic power while maintaining as much aerobic power as they can.

Although the general approach should follow the sequence shown coaches should plan their phases depending on the individual characteristics and current training status of their swimmers.

Significant aerobic capacity development takes around two months and anaerobic capacity around four months; for most swimmers this means anaerobic capacity development has to be planned across more than one

	Aerobic		Anaerobic		C P
	Capaci ty	Powe r	Powe r	Capaci ty	
1	□	x	x		□
2	□	x	x	□	□
3	x	□		x	□
4	x		□	x	□

competitive season because there will not be four clear months available when this can be a priority. Even if enough time were available for this extreme approach it would be inadvisable as it would cause significant losses in power and power, of course, is the main priority.

It is clear the extreme edges of the speed spectrum need to be developed before the middle sections. Many training programmes make the mistake of training all the time towards the middle of the speed spectrum in the power modes, with detrimental consequences to recovery, ability to transport oxygen, store glycogen, enervate FTb fibres and the capability to reach high intensity tension levels; most programmes, therefore, do not maximally develop their swimmers. The goal of physical training is to change the shape of the cone and make more energy available for, and during, the race.

Although in phases 3 and 4 aerobic capacity is not targeted there should still be large amounts of aerobic recovery and regeneration training (zone 1a) and enough 'aerobic development' training (zone 1b) to maintain capillarisation and mitochondrial efficiency.

Examples of Suitable Training Sets

There are almost unlimited possibilities available when designing and constructing training sets. Pool lengths, strokes, drills, repetition distances, number of repetitions, rest intervals, intensity, pace control and more can all be manipulated to result in literally many millions of options; the limiting factor is the imagination of the coach. Set design should, however, conform to accepted physiological principles and be constructed to achieve the desired effect. Stroke rates are for freestyle and sets are suitable for mature swimmers with an extensive training background – see the poster for further examples and for younger swimmers.

Zone		Repetitions	Distance	Rest interval	Heart rate	Stroke rate
1a	Recovery/regeneration	1	2km	–	120	26-28
1b	Aerobic development	20	200m	20s	125-140	29-30
2	Aerobic overload	10	200m	20s	150	31-33
3	Anaerobic threshold	8	200m	1m	160-165	33-35
4	Lactate clearance	6	200m	2m	165-185	35-45
5a	Lactate tolerance	5	200m	2-3m	185- maximum*	45- 60*
5b	Maximum oxygen uptake	4	200m	30s		

5c	Lactate production	3	200m	On 16m	
6	Maximum speed	2	8 x 25m		60+

Additional Types of Training

Jan Olbrecht (“The Science of Winning”) suggests including three other types of training in the mix for all-round development – technique training, co-ordination training and race-pace training. However, these training types need not be, and should not be, “additional” types of training – each should be integrated into all other types of training.

Technique training has two distinct approaches – easy swimming, using either full stroke or drills with isolated (eg single arm) or changed movement patterns (eg catch-up), and fast swimming to ensure the technique is stable at race speeds and under competitive stress. Although this description of “distinct” approaches may seem to cover all the requirements of technique training, it does not; technique training should be included at all effort intensities, at all speed levels all the time. A simple approach is to say, “*Every swim is a technique swim*” whether it be low intensity aerobic capacity or recovery effort swimming, maximum speed sprints at the other end of the spectrum, or any intermediate speed or effort – the technique should always be tending towards perfection on every repetition of every set of every session.

It is important to differentiate between technique and style. Swimmers will display different *styles* of swimming depending on their body type, flexibility, strength, limb length, relative ratios of limb portion length (eg upper arm to lower arm) and many other considerations. The sum total of the individual differences between swimmers, and between upper and lower bodies and left and right sides of a single swimmer will result in distinct styles. Technique, on the other hand, should conform to a fixed model obeying accepted biomechanical principles which allow maximum force

production while obeying hydrodynamic principles which minimise the effect of water resistance. There is always a trade-off between the increase of propulsion and the reduction of resistance but the style of the swimmer should not compromise that. The style of the swimmer should be adapted to embrace the correct technique; the technique should never be compromised due to style.

Co-ordination training allows movement patterns to efficiently flow into one another by the timing of intra-muscular (within a single muscle), and inter-muscular (between groups of muscles) fibre enervation. It is dependent on the quality of neural flow to each group of fibres and the precise timing of neural messages when one muscle has to overlap or take over the work of another. This is best developed at young ages when the organism is most sensitive to neurological improvement. The effectiveness of this training is highly dependent on the relative movement patterns between the arms and legs. Co-ordination training is best done at fast speeds but can be enhanced by using ‘drills’ at these high speeds, eg 25m maximum speed sprints on single arm or catch up. The effect of the drill is to force perfect co-ordination; if this is not present, maximum speed and *ease* of fast swimming will not be possible. Again, it is advantageous to include at all speeds but it is essential at high speeds.

Race pace training allows swimmers to experiment with different approaches to the various segments of a race – going out fast, negative splitting, etc It also forces the *integration* of aerobic and anaerobic power modes which are necessary at the interface of training zones 4 and 5. It combines five types of training all in one – high speed technique, co-ordination, aerobic power, anaerobic power and psychological training (maintaining technique, control and effort, under severe stress) – and can be simulated in the training environment or used ‘*for real*’ in preparatory competitions leading up to the ‘pinnacle’ event. Racing is a very special, specific and important form of training.

“Honing” race skills

In order to maintain stroke control during races it has to be practiced in training. Every set should be a “descending” set where the repetition times get progressively faster. If the descent is large, say descending from 1:20 to 1:05 during a 10 x 100m on

1:30 set, it will take the swimmer across a series of intensity zones (using the colour-coding system, this is known as a “rainbow” set) but if the descent is much ‘tighter’, say from 1:08 to 1:05, the set is constrained within a single zone and the swimmer has to exhibit much more control and ingrain the priceless habit of gradually increasing the stroke rate from swim to swim – a hallmark of well-trained and well-prepared, world-class swimmers.

Great coaches demand the swimmers take the principle one step further (Dr. Keith Bell: “*Great coaches set very high standards ... and accept nothing less.*”) by “negative splitting” each of the repetitions; the 1:08 swim would be made up of a 34.5 first 50m and a 33.5 second 50m, the 1:05 would be split 33.0 and 32.0. These strategies can only be consistently achieved by deliberately increasing the stroke rate during the swim. Tight races are won by the swimmer who maintains pace or slows down the least and when the technique starts to deteriorate (which it must if the swimmer is near their physiological limit) speed can only be maintained by increasing the stroke rate. Developing that habit takes years and is only learned by continually practising the descending set and negative split strategy on all swims in training.

None of the training modes or types of training should be totally neglected at any time (*‘use it or lose it’*) but the balance of different types should change depending on the planned periodisation (intensity, frequency and volume of each type, at each stage of the season). Each intensity level should be first stimulated, then developed to a target level, and finally maintained, as necessary, to bring the swimmer to the pinnacle event in perfectly peaked form. The secret of physiology-based training periodisation is the effective stimulation, development and maintenance of the two aspects of aerobic and anaerobic capacity, their subsequent transmogrification into power, and their ultimate integration into harmonious cooperation.

Kokkuvõte

Biomehaanika mõju füsioloogiale

Lahtiseletatult võiks antud töö pealkiri kõlada: Kuidas mõjustab lihaste töö ja tehniline sooritus energiakulu ja sportlikku tulemust ujumises.

Töös avatakse treeningu mõju ujuja lihaste struktuursetele, füüsikalistele, biokeemilistele ja energeetilistele näitajatele eesmärgiga täiendada treenerite teadmisi ja arusaamist spordifüsioloogiast

Kehalise treeningu eesmärgi ujumises võib lihtsas mudelis taandada vajadusele arendada jõuproduktiooni võimeid – kas suurendada jõumomenti, säilitada sama jõumomendi tekitamise võimet pikema aja vältel või ideaaljuhul arendada nii jõu tekitamise võimet kui võimet säilitada seda pikema aja vältel. Individuaaltasandil võib leida erandeid, kuid üldjuhul töötab see mudel hästi.

Üle 15 a võeti ujumises omaks, et energiatootmist võib arendada nii tema mahtuvuse kui võimsuse näitajaid suurendades. Kui koostame ettevalmistusperioodi treeningplaani, lähtume põhimõttest mahtuvus enne võimsust, detailsemalt lähenedes tuleb arendada aeroobset mahtuvust enne aeroobset võimsust ja anaeroobset mahtuvust enne anaeroobset võimsust.

Tulemuslikuks aeroobse mahtuvuse arendamiseks ujujal kulub ligikaudu kaks kuud ja anaeroobsele mahtuvusele ligemale neli kuud: see tähendab, et enamusele ujujatest tuleb anaeroobse mahtuvuse arendamine planeerida mitmeks järjestikuseks hooajaks, sest me ei saa võtta ühte eraldiolevat eesmärki prioriteetsena neli kuud järjest. Isegi kui see aeg oleks meie käsutuses, poleks see mõistlik teostada, sest tekitaks suure tagasimineku võimsuse näitajates, võimsuse arendamine on aga ujumises selgelt peamine prioriteet.

On arusaadav, et ujuja kiirusvõimete (võimsuse) maksimaalne spektriosa tuleb välja arendada eelisjärjekorras enne keskmist sektorit. Valdav osa treeningprogramme teevad selle vea, et kasutavad võimsuse arendamiseks treeningus ainult keskmiste kiiruste sektorit, põhjendades seda parema taastumise, O₂ transpordivõime tõusu, lihasglükogeeni taastumise, võimega rohkem innerveerida kiireid oksüdatiivseid (Ftb) lihaskiude ja tõsta treeningute keskmist intensiivsust – ja just sellepärast need treeningprogrammid ei arenda maksimaalselt ujujaid.

Treeningu peaesmärgiks on arendada ujuja võimeid selliselt, et võistlusdistanti nõuetest lähtuvalt suureneb nii energiapotentsiaal kui selle efektiivne kasutamine distantsi läbimisel.

Kehakaalu reguleerimine spordis

Vahur Ööpik, Saima Timpmann

Vahur Ööpik

TÜ spordibioloogia ja füsioteraapia instituut, spordifüsioloogia professor

Haridus:

1979 – Tartu Ülikool, kehakultuuriteaduskond, raskejõustiku treener - õpetaja
(*cum laude*)

1987 – Tartu Ülikool, bioloogiateaduste kandidaat (normaalne füsioloogia)

vahur.oopik@ut.ee

Saima Timpmann

TÜ spordibioloogia ja füsioteraapia instituut, spordibiokeemia ja
toitumisteaduse teadur

Haridus:

1975 – Tartu Ülikool, füüsika-keemiateaduskond, keemik (*cum laude*)

1997 – Tartu Ülikool, kehakultuuriteaduskond, MSc (liikumis- ja
sporditeadused)

saima.timpmann@ut.ee

Sissejuhatus

Kehakaalu kontrollimine ja vajadusel reguleerimine on paljude sportlaste puhul nende treeningu ja võistlustegevuse lahutamatu osa. Ilmselt kõige selgemini tuleb see esile spordialade puhul, kus võisteldakse määrustega kehtestatud kaalukategooriates. Kaalukategooriate rakendamisel on kaks peamist eesmärki. Esiteks soovitakse sellega laiendada mitmete spordialade kandepinda. Näiteks tõstmises poleks väikese või keskmise kehakaaluga sportlastel endast märgatavalt suuremate konkurentidega võisteldes reaalselt võimalust edu saavutada. Kahtlemata vähendaks see tunduvalt alast huvitatute ringi. Teiseks taotluseks on spordivigastuste ohu vähendamine. Kahevõitluse aladel nagu maadlus, poks, judo jt oleks oluliselt erineva kehakaaluga konkurentide vahetus võistluses alati enamohutatud pooleks väiksem ja kergem sportlane. Mõistagi oleks viimastel ka vigastuste eduka vältimise korral vähe lootust oma raskemate kolleegide vastu sportlikus mõttes edukas olla.

Kuigi eelnevat arvestades on kaalukategooriate rakendamine real spordialadel igati õigustatud, kaasneb selle praktikaga ka märkimisväärseid probleeme. Viimased seonduvad eelkõige sportlaste seas üldlevinud tavaga võistelda oma loomuliku

kehakaaluga võrreldes oluliselt madalamas kaalukategoorias. Juhul, kui kehakaalu alandamisel seatakse endale valesid eesmärke ja rakendatakse nende saavutamiseks ebakohaseid meetodeid, ohustatakse sellega mitte üksnes oma sportlikku saavutusvõimet, vaid ka tervist ja koguni elu. Selle kinnituseks on traagilised episoodid, millest viimasel ajal on enam tähelepanu pälvinud kolm järjestikust surmajuhtumit USA maadlejate seas (American Medical Association, 1998). Kõigil kolmel juhul tabas äkksurm sportlasi, kes võistlusteks valmistudes olid vähendamas oma kehakaalu.

Käesoleva kirjutise eesmärgiks on anda lühiülevaade sportlaste poolt kehakaalu reguleerimiseks kasutatavatest meetoditest, nendega kaasneva võivatest ohtudest ning viimaste vältimise võimalustest. Peatähelepanu on seejuures pööratud kahevõitluse aladele, kus võisteldakse kindlates võistlusmäärustega kehtestatud kaalukategooriates.

Kehakaalu reguleerimise eesmärgid spordis

Kehakaalu jälgimine ja vajaduse korral selle sihipärane reguleerimine on paljudel spordialadel sama süstemaatiline tegevus kui treening. Fogelholm (1994) osutab kolmele spordialade rühmale, kus sportlased teistega võrreldes oma kehakaalule suuremat tähelepanu pööravad. Need on esiteks alad, kus võistlused toimuvad võistlusmäärustega kehtestatud kaalukategooriates, teiseks alad, kus kohtunikud otsustavad võistlustulemuse üle esteetilistest kriteeriumitest lähtudes ning kolmandaks alad, kus kehakaalu vähendamise on võimalik parandada alaspetsiifilist kehalist töövõimet. Kehakaal on tähelepanu keskmes ka elukutselistel võiduratsutajatel – dzokidel. Sel spordialal on kehtestatud reeglid, mis määravad ratsaniku ja sadula lubatava summaarse miinimumkaalu. Näiteks Austraalias ei tohi ratsanik koos sadulaga kaaluda vähem kui 43,5 kg (Cox, 2006).

Peamised otsesed eesmärgid, mida erinevate alade sportlased kehakaalu reguleerimisega taotlevad, on erinevad. Maadlejad ja teised kahevõitluse alade esindajad soovivad võistelda võimalikult madalas kaalukategoorias. See võimaldab konkureerida kergemate vastastega, mis omakorda peaks suurendama edu saavutamise võimalusi. Seevastu näiteks iluvõimlejal, iluuisutajatel ja võistlustantsijatel on reeglina esikohal esteetilised taotlused, kuna neil ja mõnel teisel

alal mõjutab sportlase välimus tugevasti kohtuniku antavat hinnet ja seeläbi võistlustulemust. Vastupidavus- ja hüppealadel soovivad sportlased aga kehakaalu alandamisega suurendada kehalist töövõimet. Näiteks kui kõrgus-, kaugus- või suusahüppaja suudab oma kehakaalu 2-3 kg võrra vähendada, kaotamata seejuures liigutuste koordinatsioonis, jõus ja kiiruses, võib tõepoolest eeldada, et tema saavutusvõime paraneb. Analoogiliselt kehtib vastupidavusaladel seaduspärasus, et mida väiksem on keha mass, seda väiksem on energiakulu mis kaasneb tema liikumisega. Seega omavad suhteliselt väikese kehakaaluga sportlased vastupidavusaladel oma suuremakaaluliste kolleegide ees teatud eeliseid.

Vaatamata spordialade eripärale on peamine lõppeesmärk, mida sportlased kehakaalu reguleerimisega taotleavad, sama – suurendada edu saavutamise tõenäosust võistlustel.

Kehakaalu reguleerimise meetodid

Sõltuvalt kehakaalu vähendamise tempost eristab Wilmore (2000) kiiret (soovitud kehakaal saavutatakse kuni 72 tunniga), mõõdukat (eesmärgile jõutakse 72 tunni kuni mõne nädalaga) ja pikaajalist (kehakaalu vähendatakse järk-järgult paljude nädalate ja kuude vältel) kaaluvähendamise strateegiat.

Kaalukategooriates võistlevate sportlaste seas on enamlevinud käitumisviisiks vähendada oma kehakaal soovitud tasemele 12 – 96 tunni vältel enne võistluseelset ametlikku kaalumist. Maadlejatel on kehakaalu vähendamise tempoks registreeritud 4,5 – 4,9% 12 – 24 tunni (Zambarski *et al.*, 1976; Webster *et al.*, 1990) ning 3,4 – 8,0% 48 – 96 tunni jooksul (Zambarski *et al.*, 1976; Steen & Brownell, 1990). Selleks kasutatavad tavapärased meetmed on toidu ja vee tarbimise piiramine ning saunaprotseduuride ja kehaliste koormuste rakendamine. Harvem pruugitakse samal eesmärgil kõhulahtisteid, oksendamist esilekutsuvaid vahendeid ja diureetikume (Horswill, 1992; Wilmore, 2000). Diureetikumid kuuluvad juba aastaid dopinguinete nimekirja, mistõttu nende kasutamine on illegaalne tegevus. Teada on ka üksikud juhtumid, kus maadlejal on kaalumise ajaks eemaldatud teatud kogus verd, et see hiljem esimesel võimalusel organismi tagasi viia (Horswill, 1992).

Eelistatavaimaks kehakaalu vähendamise meetodiks peetakse negatiivse energiabilansi tekitamist suurusjärgus 500 kuni 1000 kcal päevas (Wilmore, 2000).

Kõige tõhusam viis negatiivse energiabilansi tekitamiseks on tarbitava toiduenergia piiramine ja kehalise koormusega seonduva energiakulu suurendamine. Selline lähenemisviis soodustab kaalukaotust eelkõige keha rasvasisalduse vähenemise arvel, aidates samas säilitada keha rasvavaba massi (Ballor & Poehlman, 1994). Keha rasvavaba massi säilitamine kehakaalu vähendamise foonil on oluline, vältimaks kehalise töövõime märgatavat langust kaalukaotuse tulemusena.

Paraku on kehakaalu vähendamiseks negatiivse energiabilansi tekitamise teel vaja aega. Kaalukaotus 1 kg võrra eeldab summaarset energiadefitsiiti ca 7000 kcal, mida keskmiselt 1000 kcal suuruse päevase defitsiidi puhul on võimalik saavutada 7 päeva ehk ühe nädalaga. Teisest küljest isegi mõõduka energiadefitsiidi tekitamine eeldab toitumise piiramist, pikaajaline toidupiirang on aga paljudele sportlastele raskesti talutav. See on peamisi põhjusi, miks näiteks maadlejate seas on enamlevinud praktikaks kehakaalu kiire alandamine lühikese ajavahemiku vältel enne võistlust.

Kehakaalu kiire vähenemine saavutatakse eelkõige vedelikukaotuse arvel, mida soodustab veetarbimise piiramine, saunaprotseduuride rakendamine ja kehalised harjutused eririietuses, mis stimuleerib higistamist. Keha rasvade osakaal kehakaalu kiirel vähendamisel on tühine, praktiliselt olematu. Vedelikukaotus ehk dehüdratsioon aga kutsub organismi talitluses esile muutusi, mis kahjustavad kehalist töövõimet. Vältimaks töövõime märgatavat langust, ei tohiks otseselt dehüdratsiooni arvel tekitatava kaalukaotuse ulatus ületada 2% (Walberg Rankin, 2006).

Kehakaalu vähendamise mõju sportlase organismi seisundile ja talitlusele

Dehüdratsiooni stimuleerimine on kehakaalu kiirel vähendamisel kõige enam kasutatav meetod. Veekaotuse arvel on tõepoolest võimalik saavutada võrdlemisi lühikese ajaga märgatav kaalulangus, kuid sageli ei oska treenerid ega sportlased arvestada dehüdratsiooni negatiivsete tagajärgedega organismi talitlusele. Dehüdratsiooni negatiivne mõju tuleneb seejuures suuresti vereplasma mahu langusest.

Üldiselt on vereplasma mahu langus kooskõlas dehüdratsiooniga esile kutsutud kehakaalu vähenemise ulatusega. Timpmann (1997) tuvastas, et kehakaalu kiire

vähendamisega keskmiselt 4,3, 4,8 ja 5,3% ulatuses kaasnes maadlejatel ja karatekadel plasma mahu langus vastavalt 1,8, 8,0 ja 8,2% võrra, seevastu keskmiselt 6%-line kiire kaalukaotus kutsus maadlejatel esile juba 11%-lise plasma mahu vähenemise (Yankanich *et al.*, 1998).

Vereplasma mahu vähenemisest tuleneb rida sportlase organismi normaalset talitlust häirivaid asjaolusid. Suure higikaotuse korral on erituva vee hulk suhteliselt suurem kui organismist väljutatavate elektrolüütide kogus. Selle tulemuseks on plasma osmootse rõhu tõus, mis koos plasma mahu vähenemisega kahjustab sportlase organismi termoregulatsiooni toimimist. Termoregulatsiooni häirumise tagajärjeks võib olla keha süvatemperatuuri tõus nii puhkeseisundis kui kehalisel tööol. Suutmatust töösituatsioonis efektiivselt stabiliseerida keha temperatuuri on aga üks väsimuse kiire tekkimise peamisi põhjusi (Nybo *et al.*, 2001; Nielsen & Nybo, 2003).

Teiseks tähendab vereplasma mahu vähenemine paratamatult plasma viskoossuse suurenemist. Viimane asjaolu mõjub negatiivselt nii südame löögi- kui minutimahule. Südame jõudluse langus aga vähendab hapniku transportimise süsteemi efektiivsust, mis võib kehalist töövõimet pärssida töötavate lihaste puuduliku hapnikuarustuse tõttu.

Tarbitava toidu kogust piiravad sportlased nii kiire, mõõduka kui ka järk-järgulise kehakaalu alandamise strateegia rakendamisel. Samas on hästi teada, et lihaste glükogeenivarud on toitumise suhtes väga tundlikud. Paar-kolm päeva märgatavaid piiranguid toidu koguse, eriti aga selles sisalduvate süsivesikute osas, toovad kaasa glükogeenivarude ulatusliku vähenemise lihastes ja maksas (Jeukendrup & Gleeson, 2004). Otseselt kaalukategooriates võistlevatel sportlastel on kehakaalu vähendamise mõju lihase glükogeenisisaldusele seni uuritud väga harva. Siiski, olemasolevad andmed näitavad, et 5-8%-lise kiire kehakaalu vähendamisega kaasneb oluline (36 – 54%) glükogeeni kontsentratsiooni langus sportlaste lihastes (Houston *et al.*, 1981; Burge *et al.*, 1993; Tarnopolsky *et al.*, 1996).

Piiratud toitumine kehakaalu alandamise perioodil võib vähendada ka organismi puhversüsteemide mahtuvust. Vähesed sellekohased andmed näitavad, et tagasihoidliku süsivesikutesisaldusega toit, mida kehakaalu reguleerivad sportlased sageli tarbivad, vähendab vere leelisreservi puhkeolekus (Horswill *et al.*, 1990).

Kehakaalu vähendamise mõju kehalisele töövõimele

Olemasolevad andmed kehakaalu vähendamise mõjust sportlaste kehalisele töövõimele on esmapilgul küllaltki vastuolulised. Kuigi paljude uuringute tulemused näitavad töövõime langust kehakaalu vähendamise mõjul, on teistes leitud, et vähemalt mõnede töövõime näitajate osas olulisi muutusi ei ilmne või need koguni paranevad (detailemat analüüsi vt Timpmann & Ööpik, 1998). Üheks vastuoluliste andmete peamiseks (kuid mitte ainsaks) põhjuseks on erinevate uurimisrühmade poolt kasutatud erinevad töövõime hindamise meetodid. Kahevõitluse alade sportlaste kohta olemasoleva materjali tähelepanelikum analüüs näitab, et praktiliselt kõik uuringud, kus töövõime hindamiseks on kasutatud nende alade spetsiifikat arvestavaid testimismeetodeid, on tuvastanud sportlaste töövõime languse kehakaalu vähendamise mõjul. Seevastu nendel juhtudel, kus kehakaalu vähendamine töövõimet ei mõjutanud või kus see mõnede näitajate alusel otsustades isegi paranes, on valdavalt tegemist olnud spordialade spetsiifikat mittearvestavate testimismeetoditega (Timpmann & Ööpik, 1998).

Kehakaalu vähendamisega kaasnevate negatiivsete nähtuste vältimine

Kehakaalu vähendamisel 5-8% ulatuses, mis on kaalukategooriatega spordialadel võistlevate sportlaste seas tavaline, on kaalukaotusega kaasnevaid negatiivseid kaasmõjusid organismi talitluse ja töövõime osas võimalik vähendada, kuid enamasti mitte täielikult ära hoida.

Esiteks on oluline vältida ulatuslikku dehüdratsiooni. Äärmiselt tugevasti väljendunud dehüdratsioon koos akuutse kuumastressi ja sportlaste seisundit mittearvestava ülemäärase kehalise koormusega olid peamised asjaolud, mis põhjustasid kolme noore maadleja äkksurma kehakaalu vähendamise ajal (American Medical Association, 1998). Mõõduka ulatusega dehüdratsioon ei ole muidugi nõnda ohtlik, kuid kahtluseta on veekaotus kiire kehakaalu vähendamisega kaasneva töövõime languse peamisi põhjusi. Neil juhtudel, kus sportlastel jääb pärast ametlikku kaalumist võistluste

alguseni taastumiseks vähem kui 24 tundi, on soovitatav hoiduda kehakaalu vähendamise dehidratsiooni arvel rohkem kui 2% ulatuses (Walberg Rankin, 2006).

Teiseks tuleb kehakaalu vähendamise perioodil tarbitavas toidus tagada süsivesikute suur osakaal. Tarbitava toiduenergia (toidu üldhulga) piiramine on sel ajal praktiliselt möödapääsmatu. Samas aitab süsivesikute suhteline rohkus toidus (ca 65-70% kaloraažist) võrreldes nende tagasihoidliku osakaaluga (40-55%) oluliselt paremini säilitada kehalist töövõimet (Walberg Rankin, 2006).

Kolmandaks on kasulik jälgida, et tarbitava toiduenergia vähendamisega kehakaalu alandamise eesmärgil ei vähendataks valkude hulka toidus. Uuringud näitavad, et energiadefitsiidi tingimustes organismi valguvajadus suureneb (Walberg *et al.*, 1988). Tõenäoliselt on see vähemalt osaliselt tingitud glükoneogeneesi intensiivistumisest. Erinevatele algandmetele tuginevad kalkulatsioonid näitavad, et kehakaalu alandamise perioodil on sportlasele minimaalselt vajalik valgukogus 1,2 – 1,6 g/kg päevas (Walberg Rankin, 2006). Peamine oht, mis kaasneb valkude alatarbimisega, on keha rasvavaba massi osakaalu suurenemine saavutatavas kaalukaotuses.

Kehakaalu vähendamisel on sportlasel alati eesmärgiks saavutada kaalukaotus eelkõige keha rasvamassi arvel. Kuigi rasvavaba massi langust ei õnnestu peaaegu kunagi täiesti vältida, saab selle ulatust siiski kontrolli all hoida. Seejuures võib oluliseks osutada toidukordade arv kehakaalu vähendamise perioodil. Poksijad piirasid kehakaalu alandamise eesmärgil oma toiduenergia tarbimise kaheks nädalaks 1200 kilokalorile päevas. Kaalulangus oli neil, kes jagasid selle koguse 2 toidukorra vahel päevas ja neil, kes sõid 6 korda päevas, ühesugune. Paraku neil, kes toitusid vaid kaks korda päevas tulenes teistega võrreldes oluliselt suurem osa saavutatud kaalukaotusest rasvavaba massi langusest (Iwao *et al.*, 1996).

Kõrvalepõikena olgu öeldud, et kokku 32 Eesti meessportlasega teostatud uuring näitas, et paljud ülaltoodud põhimõtted kehakaalu alandamisega kaasnevate kahjulike kõrvalmõjude vähendamiseks on neile ja nende treeneritele ilmselt tundmatud. Nii ilmnes, et võistluseelisel kehakaalu reguleerimise perioodil oli nende toidu süsivesikutesisaldus keskmiselt vaid 45,2% selle üldisest kaloraažist, valkude tarbimine aga jäi 0,9 g/kg piiresse (Beljaeva, 2002)

Taastumine pärast kehakaalu vähendamist

Pärast ametlikku kaalumist võistluste alguseni jääv aeg on erinevatel spordialadel erinev. Näiteks maadlejad kaalutakse võistluspäeva eelsel õhtul, võistluste esimese matšini jääb sportlasel pärast seda 12-14 tundi ja enamgi. Seevastu judos kutsutakse esimesed paarid tatamile enamasti juba 2 tundi pärast kaalumise lõppu (Cox, 2006). Seega on maadlejad ja judokad täiesti erinevas olukorras – esimeste päralt on piisavalt pikk aeg, mis selle mõistliku kasutamise korral võimaldab kaalukaotusest taastuda, teiste taastumisvõimalused on aga väga piiratud.

Kaalukaotuse järgselt, enne võistlust on esmatähtis taastada organismi vedelikutasakaal ja energiavarud. Sõltuvalt dehüdratsiooni ulatusest võib kaotatud veevarude täielikuks taastamiseks kuluda 6 - 8, aga ka 24 – 48 tundi. Peamiselt kulub see aeg vee normaalse jaotuvuse taastamiseks organismi erinevate vedelikuruumide vahel. Iga kilogrammi kehakaalu languse kohta, mis on saavutatud dehüdratsiooniga, tuleb vedelikutasakaalu täielikuks taastamiseks manustada ca 1,5 liitrit vett. Taastumisperioodil tarvitavate jookide oluliseks koostisosaks on naatrium. Naatrium soodustab vee imendumist, vähendab diureesi ja hoiab alal janutunnet. Enamlevinud spordijookide naatriumisisaldus on vahemikus 10 – 25 mmool/l (Brouns, 2002), kuid vedelikutasakaalu kiire taastamise vajadusest lähtudes peaks see olema vähemalt 50 mmool/l (Shirreffs & Maughan, 2000).

Töövõime taastumist pärast kehakaalu vähendamist stimuleerib süsivesikuterikas toit ja jook. Näiteks maadlejad, kes alandasid kehakaalu 5% võrra ning sõid 5-tunnise taastumisperioodi vältel 50%-lise süsivesikutesisaldusega toitu, ei suutnud selle ajaga töövõimet kaalukaotuse eelsele tasemele tõsta. Küll tulid sellega toime need, kelle toidus süsivesikud andsid 70% selle kaloraažist. Toidu üldine energeetiline väärtus oli seejuures mõlemal juhul ühesugune (Walberg Rankin *et al.*, 1996). Kuigi kõnealusel uuringus sportlaste lihastest biopsiaproove ei võetud, võib eeldada, et kõrge süsivesikutesisaldusega toidu töövõime taastumist soodustav efekt tulenes eelkõige glükogeenivarude paremast taastumisest lihases. Vähemalt mõned andmed näitavad, et kõige tugevama glükogeeni sünteesi stimuleeriva toimega ajaliselt piiratud taastumisperioodil on kõrge glükoseemilise indeksiga toiduained (Shirreffs, 2000).

Maadlejate töövõime taastumist pärast kehakaalu alandamist soodustab ka kreatiini manustamine toidulisandina. Kreatiini positiivne efekt tuli selgesti esile uuringus, kus sportlased tarbisid 17-tunnisel taastumisel pärast 5-6%-list kaalukaotust tavapärasele toidule lisaks 30 grammi kreatiini ja 320g glükoosi või siis ainult 320 g glükoosi. Kreatiini ja glükoosi tarvitamise korral kasvas maadlejate võimekus taastumisperioodil kõrge vahelduva intensiivsusega kehalisel tööl oluliselt enam kui üksnes glükoosi manustamisel (Ööpik *et al.*, 2002)

Kirjandus

American Medical Association. (1998) Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers – North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997. *Journal of American Medical Association*, 279, 824-825.

Ballor, D. L. & Poehlman, E. T. (1994) Exercise-training enhances fat-free mass preservation during diet-induced weight loss: a meta-analytical finding. *International Journal of Obesity*, 18, 35-40.

Beljaeva, T. (2002) Kahevõitluse alade sportlaste toitumise analüüs. Magistritöö liikumis- ja sporditeaduste erialal, Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskond.

Brouns, F. (2002) *Essentials of Sports Nutrition*. Chichester: Wiley.

Burge, C. M., Carey, M. F., Payne, W. R. (1993) Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 1358-1364.

Cox, G. (2006) Making weight in sports. Practice tips. In L. Burke & V. Deakin (Eds.), *Clinical Sports Nutrition* (pp. 189-199). Sydney: McGraw-Hill.

Fogelholm, M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Medicine*, 18, 249-267.

Horswill, C. A. (1992) Applied physiology of amateur wrestling. *Sports Medicine*, 14, 114-143.

Horswill, C. A., Hickner, R. C., Scott, J. R., Costill, D. L., Gould, D. (1990) Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity physical performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 470-476.

Houston, M. E., Marrin, D. A., Green, H. J., Thompson, J. A. (1981) The effect of rapid weight loss on physiological functions in wrestlers. *Physician and Sports Medicine*, 9, 73-78.

Iwao, S., Mori, K., Sato, Y. (1996) effects of meal frequency on body composition during weight control in boxers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 6, 265-272.

Jeukendrup, A. & Gleeson, M. (2004) *Sport Nutrition. An Introduction to Energy Production and Performance*. (pp. 101- 126). Champaign, IL: Human Kinetics.

Nielsen, B., Hyldig, T., Bidstrup, F., Gonzales-Alonso, J., Christoffersen, G. (2001). Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat. *Pflugers Archive*, 442, 41-48.

Nielsen, B. & Nybo, L. (2003) Cerebral changes during exercise in the heat. *Sports Medicine*, 33, 1-11.

Ööpik, V., Pääsuke, M., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Gapejeva, J. (2002) Effects of creatine supplementation during recovery from rapid body mass reduction on metabolism and muscle performance capacity in well-trained wrestlers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 330-339.

Shirreffs, S.M. (2000) rehydration and recovery after exercise. In R. J. Maughan (Ed.) *Nutrition in Sport*. (pp. 637-645). Oxford: Blackwell Science.

Shirreffs, S.M. & Maughan, R. J. (2000) Rehydration and recovery of fluid balance after exercise. *Exercise and Sport Science Reviews*, 28, 27-32.

Steen, S. N. & Brownell, K. D. (1990) Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has the tradition changed? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 762-768.

Tarnopolsky, M. A., Cipriano, N., Woodcroft, C., Pulkkinen, W. J., Robinson, D. C., Henderson, J. M., MacDougall, J. D. (1996) Effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 6, 78-84.

Timpmann, S. (1997) Kreatiini kasutamine toidulisandina kahevõitluse alade sportlastel kehakaalu reguleerimise perioodil. Magistritöö liikumis- ja sporditeaduste erialal, Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskond.

Timpmann, S. & Ööpik, V. (1998) Kehakaalu reguleerimine ja selle mõju sportlikule saavutusvõimele kahevõitluse alade sportlastel. Spordipedagoogika instituudi teadus- ja õppemetoodiliste tööde kogumik VI. Lk. 235-249. Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskond.

Walberg, J. L., Leidy, M., K., Sturgill, D. J., Hinkle, D. E., Ritchey, S. J., Sebolt, D. (1988) Macronutrient content of a hypoenergy diet affects nitrogen retention and muscle function in weight lifters. *International Journal of Sports Medicine*, 9, 261-266.

Walberg Rankin, J. (2006) Making weight in sports. In L. Burke & V. Deakin (Eds.), *Clinical Sports Nutrition* (pp. 175-199). Sydney: McGraw-Hill.

Walberg Rankin, J., Ocel, J. V., Craft, L., L. (1996) Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1292-1299.

Webster, S., Rutt, R., Weltman, A. (1990) Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 229-234.

Wilmore, J. H. (2000) Weight category sports. In R. J. Maughan (Ed.) *Nutrition in Sport*. (pp. 637-645). Oxford: Blackwell Science.

Yankanich, J., Kenney, W. L., Fleck, S. J., Kramer, W. J. (1998) Precompetition weight loss and changes in vascular fluid volume in NCAA Division I college wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 138-145.

Zambarski, E. J., Foster, D. T., Gross, P. M., Tipton C. M. (1976) Iowa wrestling study: weight loss and urinary profiles of collegiate wrestlers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 8, 105-108.

Summary

Making weight in sports

The popularity of wrestling and other combat sports is largely due to the weight category system which provides opportunities for athletes of all body sizes to be competitive and successful. However, many, or even most athletes involved in weight category sports seem to believe that it is necessary to qualify for the lowest weight class possible in order to gain a competitive advantage. The desire to be at low weight has led to common practice of cutting a substantial amount of body mass in a short time period before competition.

The methods used by athletes for achieving rapid body mass loss may cause dehydration, increased load on the cardiovascular system, impairment of the thermoregulatory system, depletion of glycogen stores, hypoglycemia and loss of body protein, electrolytes and vitamins. Therefore, it is not surprising that several studies have revealed the negative impact of rapid body mass loss on performance.

The present paper provides a short review of typical practices of the athletes to reduce body mass, of the potential negative consequences to body mass loss and of measures which can be used for reducing the negative effects of body mass loss. Main attention is paid to combat sports athletes.