

**TARTU ÜLIKOOL**

**Kehakultuuriteaduskond**

Spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut

**Katrin Kaarna**

**KOMPLEKSSE TREENINGU METABOOLNE JA ARENDUSLIK TOIME NOORTE  
JALGPALLURITE ORGANISMILE**

**Magistritöö**

Liikumis-ja sporditeaduste erialal

Juhendaja: Emeriitprof. A. Nurmekivi

TARTU 2009

## **SISUKORD:**

PUBLIKATSIOONID .....	3
SISSEJUHATUS .....	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
1.1. SOORITUST MÄÄRAVAD TEGURID JALGPALLIS.....	6
1.2. JALGPALLURI TÖÖVÕIMET MÄÄRAVAD TEGURID.....	10
1.2.1. Üldine ja spetsiaalne töövõime spordis.....	10
1.2.2. Spetsiaalne töövõime sportmängudes .....	11
1.2.3. Jalgpallurite töövõime.....	11
1.2.4. Töövõime taseme langus.....	13
1.3. JALGPALLURI TREENINGU- JA VÕISTLUSKOORMUS.....	15
1.3.1. Sporditreeningu koormus .....	15
1.3.2. Koormuse välimine ja seesmine külg .....	15
1.3.3. Jalgpalluri võistluskoormus.....	16
1.3.4. Jalgpalluri treeningukoormus .....	19
1.4. KOORMUSE HINDAMINE SÜDAME LÖÖGISAGEDUSE JA VERE LAKTAADISISALDUSE PÕHJAL .....	24
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED .....	27
3. METOODIKA .....	28
4. TÖÖ TULEMUSED .....	32
5. TULEMUSTE ARUTELU.....	36
6. JÄRELDUSED .....	44
KASUTATUD KIRJANDUS .....	45
SUMMARY .....	50

## **PUBLIKATSIOONID**

1. Kaarna, K., Nurmekivi, A. (2007). Possibilities of evaluating complex training load influence in junior soccer players. In: Book of Abstracts: 6th World Congress on Science and Football, Antalya, Turkey, January 16-20, 2007. Journal of Sports Science and Medicine, 6 (10).
2. Kaarna, K., Nurmekivi, A., Karu, T., Pihl, E., Kangasniemi, J. (2002). Minimängu toime ja kasutusvõimalused noorte jalgpallurite treeningus. Kehakultuuriteaduskonna teadus- ja õppemetoodiliste tööde kogumik, Tartu.
3. Karu, T., Nurmekivi, A., Pihl, E., Kaarna, K., Jürimäe, T., Slavin, G. (2002). Use of computer generated continuous lactate line in measurement of the intensity of training session. XXVII FIMS World Congress of Sports Medicine, Budapest, Hungary.

## SISSEJUHATUS

Sportlik treening on seotud sportlase kehaliste võimete arendamisega, tehnilise ettevalmistuse parandamisega, taktikalise ettevalmistusega, psühholoogiliste (tahteliste) ja teoreetiliste teadmiste taseme tõstmisega.

Jalgpallis, kus tulemuse hindamine põhineb kahe vastastikku tegutseva võistkonna tegevuse tulemusel, on kehaliste võimete ning tehnika analüüs keeruline ja raskesti hinnatav. Seda ka seetõttu, et sellises vastasmõjutuses kahe võistkonna vahel toimub olukordade pidev muutus. Jalgpalli intervallilist iseloomu mõjutab teiste komponentide seas ka puhkepauside pikkus ja tegevused puhkepausi ajal. Jalgpallur peab mängu jooksul suutma kiiresti ümber lülituda ühelt tegevuselt teisele. Sageli määratakse puhkepausi pikkus küllalt suvaliselt toetudes empiirilistele kogemustele. Kaasaegses treeningus oleks aga otstarbekas toetuda objektiivsetele näitajatele, nagu südame löögisagedus ja vere laktaadi kontsentratsioon ning nende alusel kujunevale mängija subjektiivsele tunnetusele uue pingutuse optimaalse taasalustamise aja leidmiseks. Siinkohal tuleb arvestada ka treeningu spetsiifilise eesmärgiga, ettevalmistuse etapiga, treeningu tingimustega ja sportlase seisundiga.

Viimastes uuringutes on leitud, et vere laktaadi reaktsioon harjutustele on enam tundlik suhtelise metaboolse stressi mõõt, kui südame löögisagedus või maksimaalne hapnikutarbimine. Ka tunnetatud pingutuse hindamist on peetud kasulikuks harjutuse intensiivsuse hindamisel. Kuid praktiliselt tähelepanuta on jäänud oskus tunnetada valmisolekut uue koormuse alustamiseks pärast puhkepausi, mis aitaks oluliselt objektiivsemaks muuta puhkepausi pikkust ja tegevust puhkepausi ajal.

Kuna võistlushooajal on jalgpalluritel mängude graafik tihe, keskendutakse treeningutel palju tehnilis-taktikalise poole täiustamisele, ning tihti jääb kehaliste võimete arendamine hooajaeelsesesse perioodi ja võistlusperioodil loodetakse kehaliste võimete säilimisele. Samas pole võimalik terve hooaja jooksul kehaliste võimete taset säilitada sel tasemel, mis ettevalmistusperioodil saavutati, ning hooaja lõpu poole on märgata kehaliste võimete taseme langust. Seetõttu tekib üha sagedamini jalgpallurite treenimisel küsimus, kuid võrd on võimalik võistlushooajal kehaliste võimete säilitamine ühendada palliga treeningutega. Jalgpallitreenerite seas on levinud kaks erinevat lähtenurka. On neid treenereid, kes rõhutavad maksimaalselt palli kaasamist treeningutesse sealhulgas ka kehaliste võimete, eelkõige

vastupidavuse ja kiiruslike võimete, arendamisele suunatud treeningutesse. Aga ka neid, kes on vastupidiselt veendunud, et kehaliste võimete treeningud tuleb teha ilma pallita.

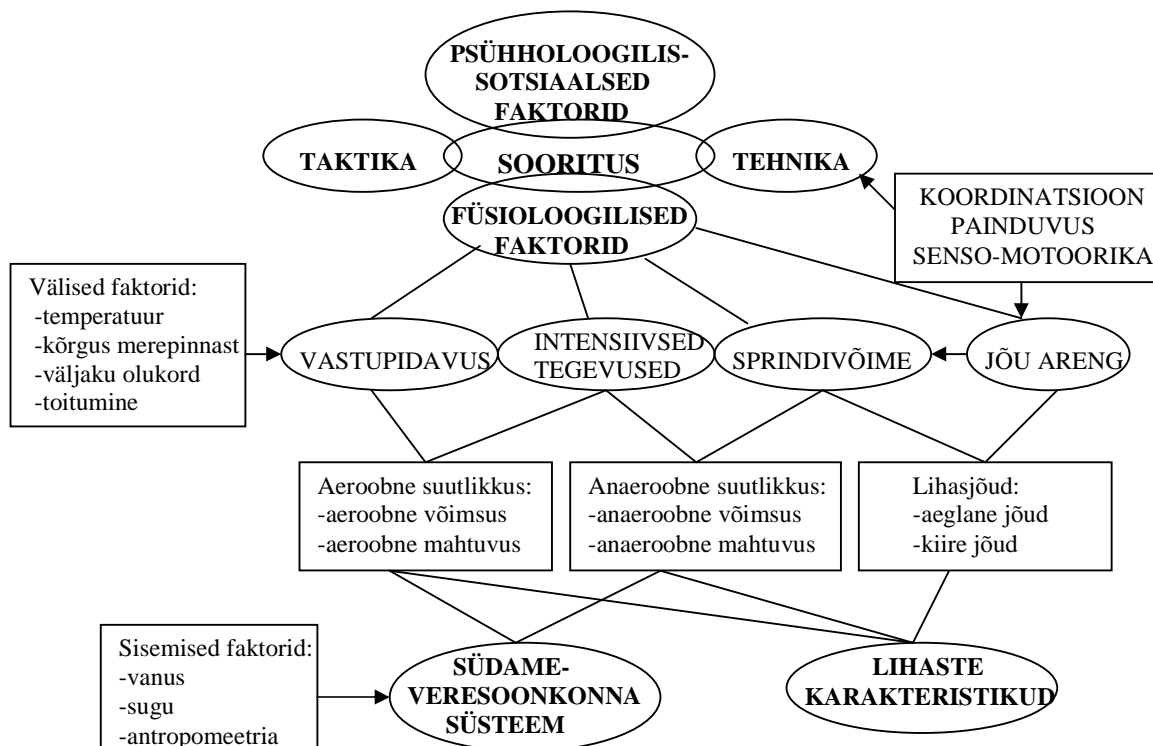
Komplekssete treeningute toimet on vähe uuritud, kuid pikka võistlusperioodi ning tiheda mängude graafikut arvesse võttes, võiks komplekstreeningu põhimõtte rakendamine pakkuda häid võimalusi jalgpalluritele vajalike kehaliste võimete tõstmiseks sel ajal.

Sellest lähtuvalt on käesoleva uuringu põhitähelepanu suunatud kompleksse treeningu ja jalgpallispetsiifilise treeningvahendi väikese mängu (4 vs 4) toime selgitamisele objektiivsete ja subjektiivsete näitajate kaudu.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. SOORITUST MÄÄRAVAD TEGURID JALGPALLIS

Jalgpall on üks populaarsemaid spordialasid maailmas, seda mängivad nii mehed kui naised eri vanuses ning tasemel. Sooritus jalgpallis sõltub väga paljudest faktoritest: kehalised, tehnilised, taktikalised, psühholoogilised ja füsioloogilised näitajad, mis on omavahel tihedalt seotud (joonis 1) (Stolen et al, 2005, Bangsbo et al, 2002).



Joonis 1. Sooritust määravad tegurid jalgpallis (Bangsbo, 1994).

Üks põhjuseid, miks jalgpall on kogu maailmas nii populaarne, on ilmselt see, et mängijatel ei pea olema eriliselt head võimed kõigis neis valdkondades, aga piisaval tasemel, saamaks hästi hakkama. Siiski kõrgemal tasemel mängijate valikul võetakse arvesse antropomeetrilisi näitajaid ning tegeletakse järjest rohkem süsteemse treeninguga. Parema tulemuse saavutamiseks pööratakse tihti enam tähelepanu tehnilis-taktikalistele oskustele kehalise võimekuse arvelt (Stolen et al, 2005).

Kehalise aktiivsuse efektiivsust mõjutab kehaline vorm, positsiooniline roll, keskkonna mõjud ja mängustiil. Profijalgpall nõuab suurt hulka oskusi ja võimeid, ühed olulisemad on võime

kontrollida ja sööta palli, löögitugevus ja -täpsus, õhust tuleva palli omaksvõtmine, oskus palli puhtalt ära võtta ja vastase ülemängimine. Mängijad, kes oskavad taktikaliselt õigesti ja õigel ajal liikuda vabasse kohta, vastasest mööda mängida või ohtlikke olukordi luua mängu võitmiseks, saavad tõenäoliselt mängus hästi hakkama. Oluline on ka mängija võime hinnata mängu käiku, väljakutunnetus, kaas- ja vastasmängijate asetuse tunnetus ning mängu käigu ettenägemine - teiste sõnadega võime "lugeda mängu" (Vilkki, Miettinen, 1994, Bangsbo, 1994, Reilly, 1993, Luhtanen, 1996, Shephard, 1999).

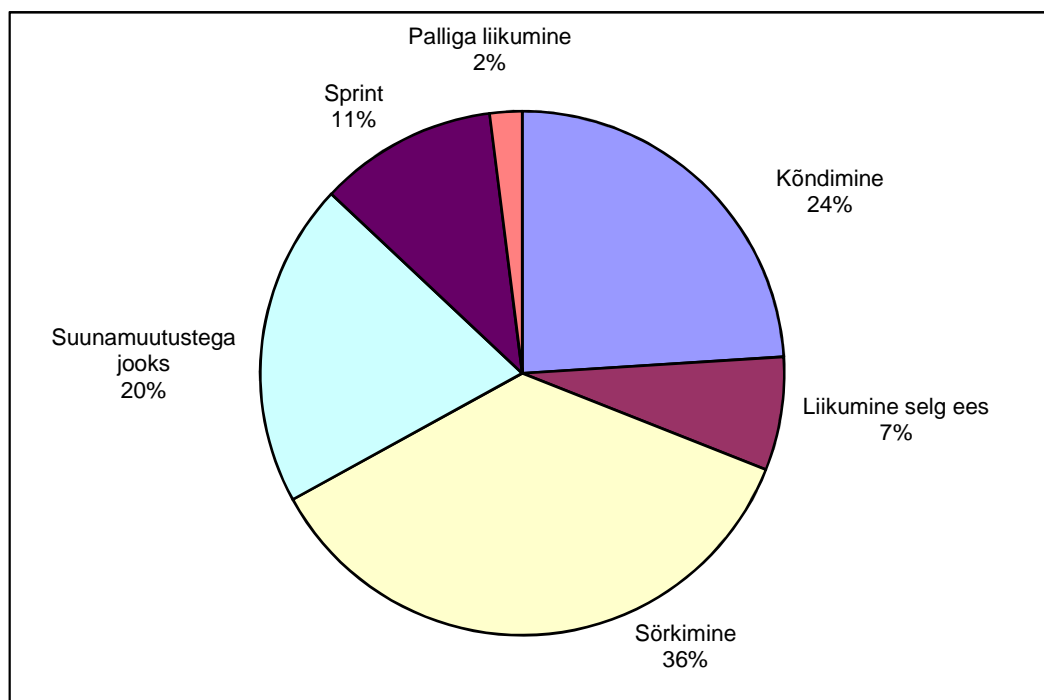
Mängijad sooritavad mängu ajal erinevat tüüpi liikumisi seismisest kuni maksimaalse kiirusega jooksmiseni ning intensiivsus võib muutuda iga hetkega. See eristab jalgpalli spordialadest, kus pidev liikumine toimub ühtlase intensiivsusega kogu tegevuse vältel (nt 400m jooks, maraton). Seega füsioloogilised nõudmised on jalgpallis komplekssemad kui enamikel individuaalaladel ja see asetab mängija füüsilisele suuri nõudmisi (Bangsbo, 1994, Shephard, 1999, Stolen et al, 2005).

Taktikalise rolli kõrval on jalgpallis füsioloogiliste nõudmiste täitmiseks olulised ka mängija tehnilised oskused. Kehvade tehniliste oskustega mängija kaotab sageli palli ja positsiooni saamisel on tarvis kasutada lisaenergiat nõudvaid tegevusi nagu spurdid ja kahevõitlus. Teised faktorid nagu võistluste tase, mängija motivatsioon ja väliskeskond võivad samuti avaldada mõju liigutuste intensiivsusele mängu jooksul (Helin et al, 1982, Bangsbo, 1994, Reilly, 1999).

Jalgpall on kiirus- ja vastupidavusmäng, kus valdava osa liikumistest moodustab sörk või kõnd-jooks. Sellise nn põhiliikumisega paralleelselt toimub ka mitmeid tsüklilisi ja atsüklilisi tegevusi. Arvestada tuleb, et mängu teises pooles kiirustegevuse ja üldtehniliste toimingute tase väsimuse tõttu ei langeks, et jalgpalluri kiiruslik tehnika säiliks kogu mängu jooksul ja tähtis on säilitada soorituse efektiivsus ka mängu viimasel 15 minutil, ajal mil kõige suurema tõenäosusega väravaid lüüakse (Reilly, Thomas, 1976, Reilly, 1998, Shephard, 1999). Mängu intensiivsus väheneb tavaliselt teisel poolajal ning distantsiliselt läbitakse 5 - 10 % vähem võrreldes esimesega. Hea aeroobse töövõimega mängijad võivad ära hoida taolist langust (Van Gool et al, 1988, Tumilty, 1993, Reilly, 1994, Stolen et al, 2005).

Mängu jooksul läbitud distantsi pikkus kirjeldab mängijate töövõime taset. Erinevate uurimuste kohaselt liiguvad kaitsemängijad mängu jooksul 8,0 - 11,4 km, poolkaitsjad 9,8 - 13,8 km ja ründajad 8,4 - 11,7 km (keskmiselt 10 - 12 km) ning väravavahid ~ 4 km.

Suurema osa sellest submaksimaalse või madala intensiivsusega (kõndimine, sörkimine, jooks suunamuutustega), siinjuures madala (sörk, kõnd) ja kõrge intensiivsuse (spurdid) suhe on 7:1 (Luhtanen, 1989, Reilly, 1996, Shephard, 1999, Stolen et al, 2005). Joonisel 2 on toodud protsentuaalselt tänapäeva tippmängijate liikumised mängu jooksul.



**Joonis 2. Mängijate tegevused mängu ajal (Reilly, 1999).**

Palli hoitakse mängu jooksul oma valduses keskmiselt 200 - 300 meetrit, mis teeb igal korral keskmiselt 1 - 2 sekundit (Luhtanen, 1989). Tippmängudes on tavaliselt 900 – 1000 erinevat tegevust palliga, sh 350 söötu ühe puutega ja 150 kahe puutega (Shephard, 1999). Takistamisi tuleb mängu jooksul ette keskmiselt 15 korda, lööke peaga 10 korda, suunamuutusi 42 - 56 korda ja hüppeid 5 - 13 korda (Stolen et al, 2005). Edukas võistkond teeb keskmiselt 16 – 30 rünnakut ja 7 – 10 pealelööki väravale (Luhtanen, 1994). Mäng nõuab jõupingutusi keskmiselt iga 30 sekundi tagant (spurdid ja suunamuutustega jooks) ja maksimaalset pingutust nõudvaid ~ 15 meetri pikkuseid spurte iga 90 sekundi tagant. Igas mängus on üle 1000 omaette tegevuse, mille muutused toimuvad iga 5 - 6 sekundi tagant. Puhkuseks on aega ainult 2 - 3 sekundit iga 2 minuti tagant (Reilly, 1999, Shephard, 1999, Stolen et al, 2005).

Ülioluline on tegevuse ajastatus aitamaks võistkonnakaaslasel, oskamaks ette näha kaitse- ja ründetegevuse strateegilisi positsioone, säilitamaks võistkonna mängujoonist ja juhtimaks vastasvõistkonna mängijad kõrvale omadest positsioonidest (luues soodsaid võimalusi

ründetegevuseks). Vähem kui 2 % läbitud distantsist toimub palli valdamisega ja suur osa otsestest kontaktidest hõlmab üht puudet ja täpset söötu. Pallita tegevustes ühendatakse kiirendused ja aeglustused, järsud suunamuutused, kõverjoonelised, külgedele ja selg ees liikumised. Põhiliselt ühendavad need tegevused vahetult palliga mängija jälitamise ja temalt palli äravõtmise (Bangsbo, 1994, Shephard, 1999).

Jalgpall on oma olemuselt muutumas üha kiiretempolisemaks (tabel 1) (Bangsbo, 1994, Shephard, 1999, Stolen et al, 2005). Aina lüheneva taastusaja kõrval nõuab mäng järjest rohkem kiirust, jõudu ja vastupidavust. Jooks, hüpped, löögid ja takistamised nõuavad nii kiiret kui plahvatuslikku jõudu (Reilly, Thomas, 1976, Bangsbo, 1994, Shephard, 1999). Mängureeglite muudatused, mis muutsid viivitamise karistatavaks, soodustasid sellega mängu pidevust ning aitasid samuti mängutempo kiirenemisele kaasa (Bangsbo, 1994).

**Tabel 1. Jalgpallurite liikumine mängu ajal.**

<b>Uurimus</b>	<b>Whithers et al (1982)</b>	<b>Reilly (1994)</b>	<b>Mohr (2002)</b>
<b>Mängijad</b>	Austraalia koondis	1994. a. MM-il	Itaalia tippjalgpallurid
<i>Seismine</i>			19,5 %
<i>Kõnd</i>	31,2 %	44,1 %	41,8 %
<i>Sörk</i>	46,5 %	34,3 %	26,2 %
<i>Kül/selg ees liikumine</i>		6,9 %	3,7 %
<i>Suunamuutustega jooks</i>	19,0 %	9,8 %	
<i>Jooks keskmise intensiivsusega</i>			4,5 %
<i>Spurt</i>	3,3 %	4,9 %	4,2 %

## 1.2. JALGPALLURI TÖÖVÕIMET MÄÄRAVAD TEGURID

### 1.2.1. Üldine ja spetsiaalne töövõime spordis

Töövõime on suutlikkus teha tööd, mida mõõdetakse töö hulga, kvaliteedi, intensiivsuse ja kestusega ning jaotatakse üldiseks ja spetsiifiliseks. Üldist töövõimet seostatakse võimega sooritada kestva mõõduka intensiivsusega lihastööd, hea taastumisvõimega, piisava üldkehalise ettevalmistusega, aeroobse võimekusega. Sportlase spetsiaaltöövõime all mõistetakse inimorganismi reaalselt funktsionaalset võimekust efektiivseks erialaseks lihastööks, mis võimaldab suure efektiivsusega lahendada konkreetseid treeningu- ja võistlusülesandeid (Shephard, Astrand, 2000).

Kehalisel tööl kasvab organismi hapnikuvajadus mitmekordselt võrreldes jõudeseisundiga. Töötavate organite ja kudede hapnikuga varustamist iseloomustab hästi maksimaalne hapnikutarbimine (Snell et al, 2007), mida nimetatakse ka aeroobseks võimsuseks. Aeroobsed allikad tagavad lihaste varustamise hapnikuga pika aja jooksul ning hapnikuvõla võimalikult kiire likvideerimise, mis võimaldab korrata efektiivselt lihastööd.

Suur osa sportlikke pingutusi toimub hapnikuvõla tingimustes. Lühiaegsetel tegevustel on sportlik saavutusvõime suurel määral organismi anaeroobsest töövõimest, mis iseloomustab organismi kõrgeimat töösuutlikkust tingimustes, kus töötavate organite ja kudede varustamine hapnikuga on ebapiisav ja energia lihastööks vabaneb suurel määral anaeroobsetest protsessidest. Pingeline lihastöö on seotud laktaadi tekkimisega organismis, mis kutsus esile olulisi nihkeid vere happe-leelistasakaalus, mõjutab organismi kõigi füsioloogiliste süsteemide tegevust, mõjub negatiivselt lihaste kontraktsioonivõimele, kutsudes esile kiire väsimuse. Treenituse tõustes väheneb happeliste produktide tekkimine standardsete koormuste ja mõõduka intensiivsusega koormustel (Hoffmann, 2002).

Tänapäeval ollakse seisukohal, et madalaim koormuse intensiivsus, millega ei kaasne märgatavat laktaadi teket, on parem vastupidavuse näitaja kui maksimaalne hapnikutarbimine. Selline laktaadi püsiseisund (anaeroobne lävi - vere laktaadi kontsentratsioon  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) saavutatakse, kui laktaadi moodustumine ja eemaldamine on võrdsed (Luhtanen, 1989, Reilly, 1999, Shephard, 1999).

### **1.2.2. Spetsiaalne töövõime sportmängudes**

Sportmängud kuuluvad spordialade hulka, mis nõuavad sportlase organismilt vahelduvat töörežiimi. Alad erinevad tingimuste ja võistlusmääruste poolest, esitades sportlase spetsiaalsele töövõimele ja spetsiaalkehalse ettevalmistuse organisatsioonile erinevaid nõudeid. Sportmängudes on peamisteks meisterlikkuse faktoriteks ümberpaiknemise ja atsükliliste tegevuste (tehnilised ja taktikalised võtted) kiirused. Need tegurid realiseeruvad tingimustes, kus on üleminekud madala intensiivsusega töölt kõrge intensiivsusega tööle, mis nõuavad kiiruse säilitamist, tehnika püsivust ka kasvava väsimuse foonil.

Spetsiifiline töövõime tagatakse nendes tingimustes anaeroobse alaktaatse ja aeroobse võimekuse kõrge taseme ja taastumisprotsesside efektiivsusega. Järsul üleminekul kiiruse tõusule ja piisavate puhkepausidega plahvatusliku tegevuse korral kasutatakse peamiselt anaeroobseid alaktaatseid energiaallikaid, kestvama kiire tempo puhul lülituvad töösse anaeroobsed laktaatsed mehhanismid (Reilly, 1996).

### **1.2.3. Jalgpallurite töövõime**

Tippjalgpallurid vajavad head aeroobset võimekust, et mängus vastu pidada 90, vahel ka 120 (lisaaja korral) minutit, võimet sooritada lühikesi kiirendusi, aeglustada või suunda muuta. Lisaks peab tippmängijal olema kõrge plahvatuslik võimekus hüppamisel, vastasmängija katmisel, palli löömisel jne ning kiirust äkilisteks suunamuutusteks. Seetõttu on jalgpallur unikaalne, vajades erinevate karakteristikute kombinatsiooni, mis võivad osutada ka sooritust limiteerivaks faktoriks (joonis 1) (Reilly, 1999, Shephard, 1999, Bangsbo et al, 2002).

Jalgpalluri üldises töövõimes on oluline koht submaksimaalse intensiivsusega aeroobsel töövõimel (Faina et al, 1988, Tumilty, 1993, Luhtanen, 1996). Seda kinnitab asjaolu, et koos aeroobse töövõime näitajate langusega teisel poolajal väheneb ka mängu jooksul läbitud distantsepikkus ning liikumisintensiivsus (tabel 2).

Hoolimata aeroobse vastupidavuse tähtsusest on mõned autorid leidnud, et mängijate positsioonid mängus (kaitsja, poolkaitsja, ründaja, väravavaht) mõjutavad pigem anaeroobse võimekuse komponente (kiirus, jõud, laktaadi talumine, võimsus) (Van Gool et al, 1988, Reilly, 1993, Shephard, 1999).

**Tabel 2. Mängijate  $VO_{2max}$ -i, südame löögisageduse ning liikumisintensiivsuste keskmised ning nende muutused poolaegade lõikes (Van Gool et al, 1988).**

<b>Muutuja</b>	<b>Esimesel poolajal (keskmine <math>\pm</math> SD)</b>	<b>Teisel poolajal (keskmine <math>\pm</math> SD)</b>
$VO_{2max}$ (ml·min <sup>-1</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	51,8 $\pm$ 5,9	49,8 $\pm$ 6,4
Südame löögisagedus (lööki·min <sup>-1</sup> )	169 $\pm$ 7,1	165 $\pm$ 8,4
Läbitud distantsi pikkus (m)	5355 $\pm$ 249	4890 $\pm$ 380
Madala intensiivsusega (%)	41	45
Keskmise intensiivsusega (%)	51	48
Kõrge intensiivsusega (%)	8	7

Mängu jooksul läbitud distantsipikkused on pikemad poolkaitsjatel, kel on tavaliselt ka kõrgem aeroobne võimekus. Lühemaid distantse läbivad keskkaitstjad, kel on pigem kõrgem anaeroobne võimekus kui aeroobne. Anaeroobne metabolism võib lühiaegselt avaldada kõrget energiatootlikkust ja seega on kõrge anaeroobne võimekus oluline kõrge intensiivsusega ja lühiaegsete tegevuste korral (Apor, 1988, Faina et al, 1988, Reilly, 1994, Luhtanen, 1996). Nendeks tegevusteks on liigutuste ajastamine, lühikeste ja kiirete liigutuste sooritamine (põhiliselt kaitsjate ja ründajate puhul), kiired ja äkilised liigutused palli võitmiseks ja vastasest möödumiseks. Samas on oluline võime taastuda spurtide vahel, et olla valmis edasisteks otsustavateks pingutusteks (Bangsbo, 1994, Reilly, 1998, Shephard, 1999). Seda on kinnitanud paljud respiratoorsed ja kardiaalsed mõõtmised. Erinevad uurimustulemused kinnitavad, et südame löögisagedused (SLS) mängu ajal on vahemikus 157 - 175 lööki·min<sup>-1</sup> (esimesel poolajal keskmiselt 164 - 173 ja teisel 154 - 169 lööki·min<sup>-1</sup>). Poolkaitsjate ja ründajate SLS näidud on mõnevõrra suuremad kui kaitsjatel (Rhode, Espersen, 1988, Van Gool et al, 1988, Bangsbo, 1994, Stolen et al, 2005), väravavahtidel ainult 124 lööki·min<sup>-1</sup> (Shephard, 1999). Hoolimata sellest, et ligi 70 % mängust liiguvad mängijad madala intensiivsusega, on leitud, et enamik mängijate, va väravavahtide, hapnikutarbimine on mängu ajal keskmiselt üle 70 %  $VO_{2max}$ -st (Bangsbo et al, 2006).

Südame löögisagedus mängu ajal sõltub mitmest tegurist ja on seepärast küllalt individuaalne. Peamiselt mõjutab seda mängija motivatsioon, mängu tempo, mängija kehaline ettevalmistus ja taktikaline positsioon (Bangsbo, 1994, Luhtanen, 1996).

Profijalgpalluri maksimaalne hapniku tarbimisvõime paraneb märkimisväärselt hooajaeelsel perioodil, kui eelistatult rõhutatakse aeroobset treeningut. Kui kaks võistkonda on oskustelt võrdsed, aga ühel on kõrgem aeroobne võimekus, siis on temal ka rohkem võimekust ja suutlikkust mängida kogu mäng kõrgema tempoga (Faina et al, 1988, Bangsbo, 1994, Reilly, 1999, Shephard, 1999, Stolen et al, 2005) (tabel 3).

**Tabel 3. Erineval tasemel mängivate jalgpallurite keskmised VO<sub>2max</sub>-i näitajad (Stolen et al, 2005).**

Tase / Liiga	VO <sub>2max</sub> (ml·min <sup>-1</sup> ·kg <sup>-1</sup> )
Itaalia Serie A (n=1)	63,2
Norra esiliiga (n=21)	60,5 ± 4,8
Saksamaa koondis (n=17)	62,0 ± 4,5
Belgia esiliiga (n=18)	56,5 ± 7,0

Eeltoodu kinnitab, et jalgpall nõuab mängijatelt väga head südame-veresoonkonna- ja hapnikutranspordisüsteemi võimekust (Reilly, 1999, Shephard, 1999).

#### 1.2.4. Töövõime taseme langus

Töövõime langeb üldjuhul mängu lõpu poole (tabel 2) (Reilly, 1999, Mohr et al, 2005). Vähenemine ei ole niivõrd märgatav kõrge aeroobse võimekuse korral ning langusel on tugev seos glükogeeni varude vähenemisega jalalihastes ja maksas.

Saltin (1973) leidis, et neli mängijat, kes alustasid mängu lihase glükogeeni sisaldusega alla normaalse (tänu eelmisel päeval tehtud treeningule), olid enam mõjutatud väsimusest, kui viis mängijat, kel olid mängu eel lihase glükogeeni varud normaalsel tasemel. Väsinud mängijad tegid mängu jooksul ka vähem spurte pallita. Tõenäoliselt vähendavad pidevad kõrge intensiivsusega tegevused mängu vältel maksa ja lihaste glükogeeni varusid tunduvalt (Jacobs, 1988, Bangsbo, 1994, Reilly, 1998, Shephard, 1999, Mohr et al, 2005).

Jalgpalluri töövõime taseme profiil tavatseb alahinnata energiavajadusi mängu jooksul. Peapõhjus on see, et kiiruse ja liigutuste muutusi ei võeta arvesse distantspikkuse arvutamisel. Külg ja selg ees liikumised nõuavad rohkem energiat kui tavalised liikumised ning spetsiifilised oskused, nagu tribling palliga, tõstavad energiakulutusi ja vere laktaadi

taset rohkem kui lihtne jooks sama kiirusega. Järelikult need tegevused peaksid olema treeningprogrammides, kus vähegi võimalik (Luhtanen, 1996, Reilly, 1999).

Aeroobne ja anaeroobne energiaproduksioon on tihedalt seotud. Mida tugevam on aeroobne baas, seda vähem peab jalgpallur tegema tööd anaeroobses režiimis seoses laktaadi hilisema kuhjumisega veres ja lihastes, ning seda hiljem töövõime langeb (Reilly, 2000a, Helgerud et al, 2001). Aeroobne töö parandab lihaste hapnikuga varustamist, seetõttu hakkab organism kasutama energiaproduksioonis rohkem aeroobseid energiaallikaid, mille tagajärjeks on väiksem kreatiinfosfaadi sisalduse langus ning väiksem laktaadi kuhjumine veres ja lihastes. Väga hea aeroobne baas soodustab oluliselt skeletilihaste kreatiinfosfaadi resünteesimehhanismi, võrreldes treenimatu organismiga. Tugev aeroobne baas vähendab ka vigastuste teket (Tumilty, 1993, Reilly, 1999, Shephard, 1999).

## **1.3. JALGPALLURI TREENINGU- JA VÕISTLUSKOORMUS**

### **1.3.1. Sporditreeningu koormus**

Sporditreeningu koormuse all mõistetakse kehaliste harjutuste mõju organismile, mis kutsub esile funktsionaalsete süsteemide reaktsioone. Seda nimetatakse ka organismi täiendavaks funktsionaalseks aktiivsuseks - organismi mõjustamise füsioloogiliseks määraaks, mis peegeldub organismis konkreetsete funktsionaalsete reaktsioonidena (Bompa, 1999).

Eristatakse treeningu- ja võistluskoormusi, mille eesmärgipärane ja optimaalne kasutamine võimaldab viia sportlase seisundi kvalitatiivselt uuele tasemele ning koos sellega sportlike tulemuste tõusule.

### **1.3.2. Koormuse välimine ja seesmine külg**

Välimine külg on koormuse summaarne maht, mis väljendub kestuses, harjutuste korduste arvus, vastupanu suuruses, treeningute ja võistluste arvus. Selle hindamiseks kasutatakse intensiivsust, mahtu, tihedust, kestust, sagedust. Intensiivsuse määramisel ja suurusel on spordialadel oma iseärasused, nt sportmängudes määratakse see mängu intensiivsuse alusel.

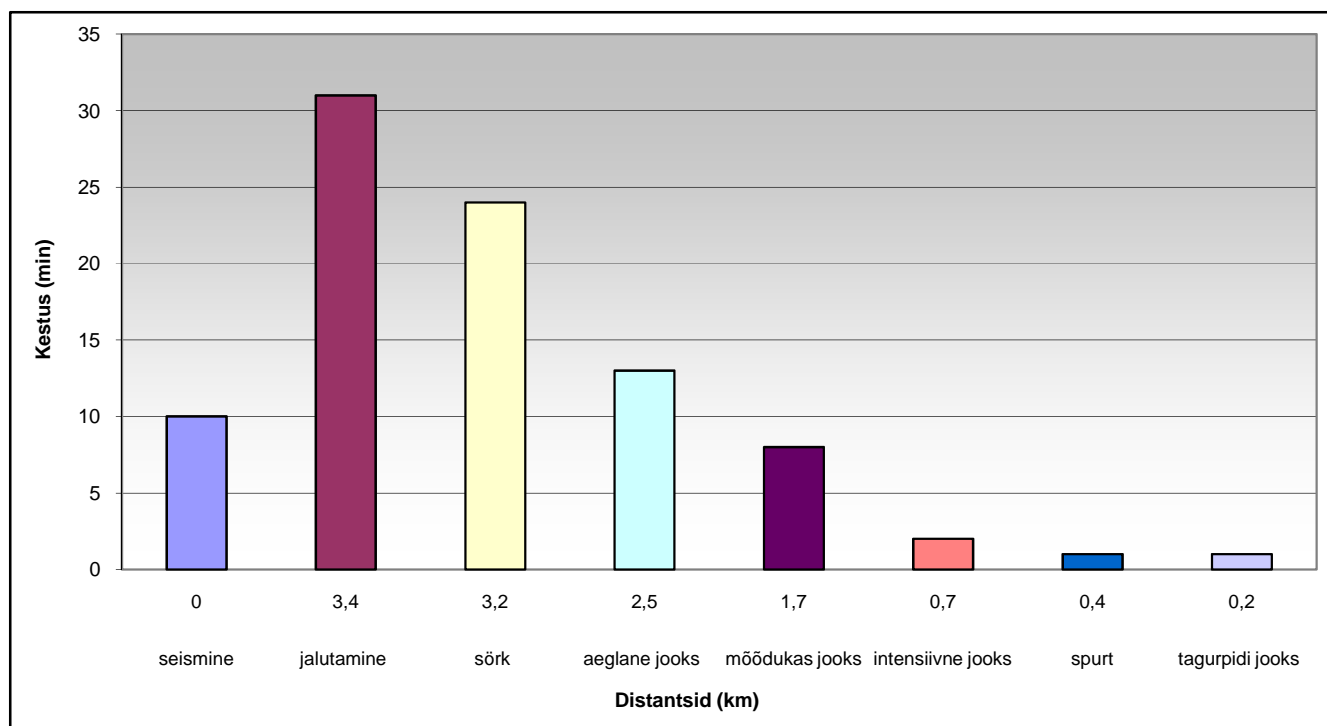
Koormuse seesmine külg tähendab organismi reaktsiooni tehtavale tööle, mis väljendub funktsionaalsete süsteemide mobiliseerimises vahetult töö ajal ja muutustes pärast töö lõppu. Koormuse suurust hinnatakse funktsionaalsete süsteemide aktiivsuse järgi, mis tagavad töö sooritamise (liigutusreaktsiooni aeg, üksikliigutuste sooritamise kiirus, arendatava pinge suurus ja iseloom, lihaste bioelektriline aktiivsus, südame löögisagedus, hingamissagedus, südame minutimaht, hapnikutarbimine, laktaadi tekkimise kiirus ja hulk lihastes), seda näitavad ka töövõime, glükogeeni ja närviotsesside taastumise kiirus.

Koormuse välised ja seesmised iseloomustajad on omavahel tihedalt seotud. Koormuse seesmise reaktsiooni suure variatiivsuse põhjusteks ühesuguste välismõjude korral võivad olla: organismi erisugune funktsionaalne seisund, sportlik kvalifikatsioon, individuaalsed iseärasused. Näiteks mahult ja intensiivsusele võrdsed koormused kutsuvad eri tasemega sportlastel esile erineva reaktsiooni. Eelkõige väljendub see töövõime taastumises, mis trenitud sportlastel on tunduvalt kiirem (Bompa, 1999).

### 1.3.3. Jalgpalluri võistluskoormus

Vastavalt Thomas Reillyle (1976) annab mängu jooksul läbitud kogudistantsi pikkus ülevaate jalgpallurile avalduvast koormusest. Erinevatest uurimustest varieeruvad tulemused 3360 - 13260 m Liigutuste intensiivsuse arvestamine annab lisainfot (Van Gool et al, 1988, Bangsbo, 1994, Reilly, 1999, Shephard, 1999).

Mängijale avalduvad füsioloogilised koormused mängu ajal on kõrged. On leitud, et läbitud distantsipikkus ei peegelda maksimaalse aeroobse võimekuse kasutamise ulatust, vaid kombinatsioonis jooksudistantsidega erinevates võimsuse tsoonides ja tegevustes (joonis 3) võib aidata selgitada mängijate maksimaalse aeroobse võimekuse kasutamise ulatust mängus. Füsioloogilised mõõtmised viitavad sellele, et keskmised treeningintensiivsused peavad olema kõrged (keskmiselt 75 %  $VO_{2\max}$ -st), et mängijaid mänguks ette valmistada (Van Gool et al, 1988). Chamari et al (2005b) uuringust järeldub, et tõstmaks mänguintensiivsust peab keskmine treeningintensiivus olema 75 %  $VO_{2\max}$ -st ja ~ 85 %  $SLS_{\max}$ -st.



**Joonis 3. Taani koondise poolkaitsja tegevus võistlusmängu ajal (Bangsbo, 1994).**

Jalgpallimängus vaheldub kehalise koormuse intensiivsus periooditi. Mängijad on tegevuses keskmiselt iga 30 sekundi tagant ja teevad 2 – 3 sekundilisi maksimaalseid spurte iga 90 sekundi tagant. Puhkepausid on keskmiselt 2 - 3 sekundit pikad (Reilly, 1990, Shephard,

1999). Kõrgemal tasemel mängivad jalgpallurid sooritavad rohkem ja sagedamini kõrge intensiivsusega tegevusi kui madalamal tasemel mängivad jalgpallurid (Mohr et al, 2003).

Kuni 90 % tegevustest mängus on aeroobne, vaheldudes aeg-ajalt kõrgema intensiivsusega tegevustega. Keskmise mänguintensiivsus on anaeroobsel lävel (80 – 90 % SLS<sub>max</sub>-st). Kuigi ollakse selles intensiivsustsoonis vaid ~ 20 minutit on mängijad ülejäänud aja kõrgemas (anaeroobne metabolism) või madalamas intensiivsustsoonis (La eemaldamine) (Chamari et al, 2004). Maksimaalne jooksukiirus ulatub 9 m·s<sup>-1</sup>, tulemused on mõnevõrra kõrgemad ründajatel ja kaitsjatel, keskmine jooksukiirus mängus on aga ~ 7,2 km·h<sup>-1</sup>. Keskmiselt läbivad mängijad mängu jooksul kogudistantsi pikkusest 42,9 % madala intensiivsusega, 42,6 % keskmise intensiivsusega ja 7,5 % kõrge intensiivsusega (Luhtanen, 1994, Tumilty, 1993, Shephard, 1999, Reilly, 1999).

Jalgpallis olenevad mängijale avalduvad koormused tema mängupositsioonist ja mängutemperst. Poolkaitsjad jooksevad kõige pikemad distantsid peamiselt keskmistel kiirustel (Reilly, 1996). Seega vajavad nad aeroobset võimekust ja võimet säilitada pingutus anaeroobse läve piiril (Bangsbo, 1994). Kaitsjad ja ründajad peavad tegema rohkem spurte ning vajavad seega kõrgemat anaeroobset võimekust. Väravavaht läbib aga keskmiselt 4 km mängu jooksul ja omab palli sellest umbes 10 % (Luhtanen, 1994).

Mängu intensiivsust mõjutab ka mängustiil, pidev surve vastasele ja rünnaku kiire organiseerimine tõstab mängijaile esitatavaid füsioloogilisi nõudmisi. Taoline mängustiil on omane mitmetele Euroopa profiliigade võistkondadele (Hispaania, Itaalia, Inglismaa). Nende mängijatel on seetõttu ka kõrgem töövõime (Bangsbo, 1994, Reilly, 1999). Intensiivsust mõjutavad ka väliskeskkonna tingimused (kõrgus merepinnast, temperatuur ja niiskus, väljaku olukord) (Luhtanen, 1989, Bangsbo, 1994).

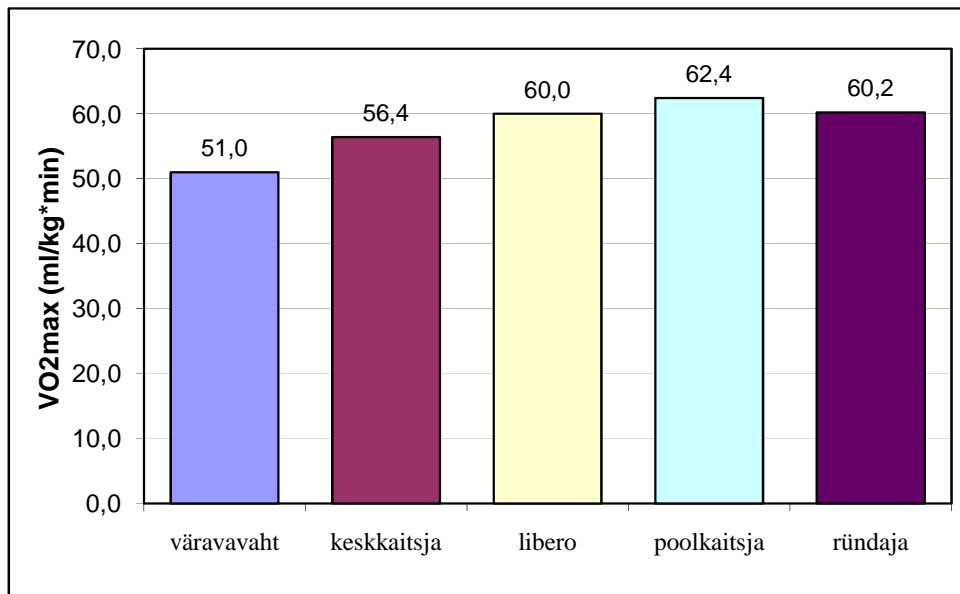
Mitmed liikumised väljakul sõltuvad mängija positsioonist, näiteks hüppavad liberod ja ründajad pallini jõudmiseks keskmiselt 20 korda mängus, keskkaitsete ja poolkaitsjate samad näitajad on vastavalt 11 ja 10 korda. Takistamine on enamasti sama suhtega – kaitsjatel, kelle ülesandeks on vastaselt palli äravõtmine, kõrgem ja ründajatel madalam (Bangsbo, 1994, Luhtanen, 1996).

Mängu lõpupoole suurenev löödud väravate hulk viitab väsimuse tõusule (Reilly, 1999, Abt et al, 2002). See on ilmselt tingitud mitmetest mängu lõpu lähenemisega ilmnevatest nähtustest,

näiteks suurem riskimine tagaajaja rollis oleva võistkonna poolt, taktika muutus mängu lõpu lähenedes ja keskendumisvead ning emotsionaalne väsimus. Jalgpallispetsiifiliste oskuste soorituse halvenemine mängu lõpupoole on enam nähtav vähete oskustega mängijate juures (Reilly, 1998, Luhtanen, 1996). Väsimuse staadiumi saabumisele aitavad kaasa ka mängutempo ning toitumisstrateegia. Tähtsustatakse kõrge süsivesikuterikka dieedi vajadust mänguks ettevalmistamisel ja koormuse vähendamist kaks päeva enne võistlusmängu. Sel juhul on lihaste glükogeenivarud kõrgendatud enne mängu ja mängu lõpuks pole need ka täielikult tühjenenud (Jacobs, 1988, Luhtanen, 1996, Reilly, 1999).

Jalgpallurile avalduva koormuse määramisel tuleks arvestada ka spetsiifilisi füsioloogilisi parameetreid. SLS ja hapnikutarbimise väärtused mängu ajal näitavad, et jalgpall on valdavalt vastupidavust nõudev spordiala. Uurimutes on saadud keskmiseks mänguaegseks südame löögisageduseks 155 - 170 lööki·min<sup>-1</sup>, mis näitab, et enamikel mängijatel (va väravavaht) on hapnikutarbimine keskmiselt üle 70 % maksimaalsest hapnikutarbimisest (Bangsbo, 1994). Selles intensiivsustsoonis on mängijad siiski vaid keskmiselt 20 minutit mänguajast, ülejäänud ajal ollakse kõrgemas või madalamas intensiivsustsoonis. Üks olulisemaid faktoreid, mis mõjutab mänguintensiivsust on VO<sub>2max</sub>. Hiljutine uurimus tõestas, et 11 %-ne VO<sub>2max</sub>-i paranemine tõstis mänguintensiivsust 5 % võrra ning mängus läbiti distantsiliselt 1800 m rohkem (Chamari et al, 2004). Lisaks mõjutab VO<sub>2max</sub>-i ja jooksuökonoomsuse paranemine positiivselt ka mängijate tehnilist-taktikalist esitust võistlusmängus (Chamari et al, 2005b). Maksimaalse hapnikutarbimise erinevused sõltuvalt mängija positsioonist väljakul on suhteliselt väikesed (joonis 4). Kõrgeimad näidud on keskväljaku mängijatel ja liberotel on veidi kõrgemad tulemused kui keskkaitsetel.

Vere laktaadisisalduse määramine aitab hinnata organismi metaboolset seisundit. Laktaadi sisaldus näitab, mis toimub lihastes kehalise koormuse ajal ning sõltub pingutuse pikkusest ja pingest astmest. Vere laktaaditase kõigub mängu jooksul ja kohati võib tõusta 8 mmol-ni (Van Gool et al, 1988, Luhtanen, 1996, Reilly, 1999), mõnedes uuringutes on saadud ka kõrgemaid tulemusi. Vere laktaadi tasemed mängu lõpul sõltuvad viie viimase minuti aktiivsusest. Madalam vere laktaadi tase pärast mängu, võrreldes esimese poolaja lõpul olnuga, näitab nii rasvhapete kasutamist töötavates lihastes kui ka väsimuse tõttu pingutuse intensiivsuse halvenemist.

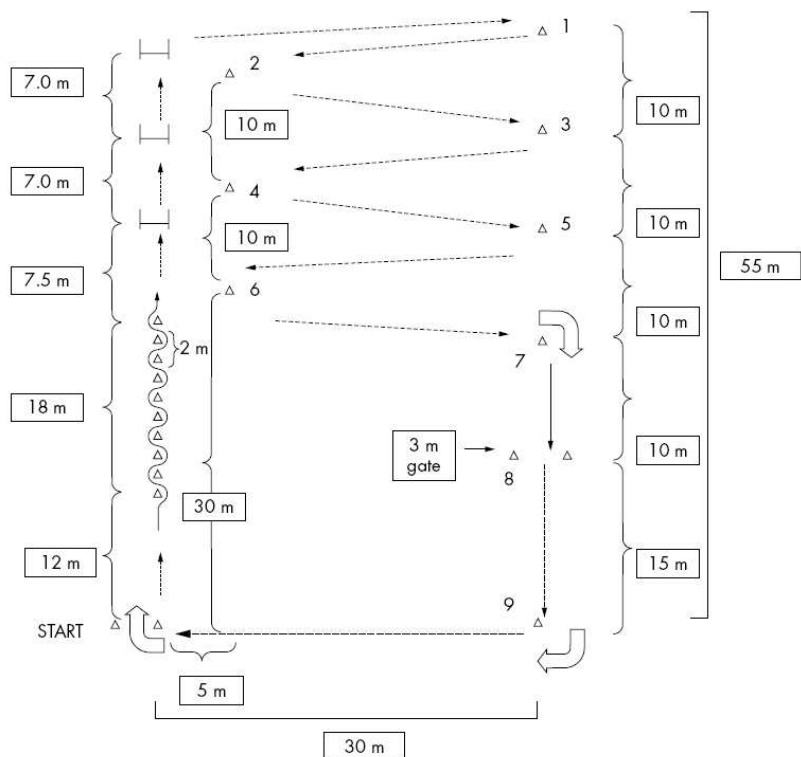


**Joonis 4. Maksimaalse hapnikutarbimise erinevused sõltuvalt mängija positsioonist väljakul (Bangsbo, 1994, Bangsbo et al, 2002).**

#### 1.3.4. Jalgpalluri treeningukoormus

Tippjalgpallis tegeletakse suurem osa treeningajast aeroobse võimekuse parandamisega, kuna on leitud, et mängijate aeroobne võimekus on väga oluline ning avaldab otsest mõju ka tehnilisele-taktikalisele sooritusele. Üldjuhul testitakse mängijate aeroobset võimekust laboratoorses tingimustes, kuid hiljutised uurimused on tõestanud, et VO<sub>2max</sub>-i on võimalik määrata ka jalgpallispetsiifilise testiga spetsiaalsel triblamisrajal (joonis 5). Mängijatel tuleb liikuda palliga tähistele vahelt läbi seejärel tõsta pall üle 30 cm kõrguste tõkete. Punktide 7 ja 8 vahel liiguvad mängijad palliga selg ees. Test kestab 4 minutit, mille jooksul tuleb tõsta tempot järk-järgult iga 60 sekundi tagant 90 – 95 %-ni maksimaalsest südame löögisagedusest (SLS<sub>max</sub>-st). Südame löögisagedust jälgisid mängijad Polari monitoriga. On tõestatud, et test triblamisrajal korreleerus aeroobse võimekusega (Hoff et al, 2002, Chamari et al, 2005b, McMillan et al, 2005a). Üha rohkem uuritakse - kas jalgpallispetsiifiline treening (peamiselt intensiivsusel 90 – 95 % SLS<sub>max</sub>-st 3 - 8 minuti jooksul) täidab efektiivse vastupidavustreeningu kriteeriume VO<sub>2max</sub> parandamiseks. On kindlaks tehtud, et koordinatsiooni nõudvad liigutused ja anaeroobsed ning aeroobsed treeningud on ühendatavad läbi funktsionaalse treeningu. Uurimustest on selgunud, et jalgpallispetsiifiline treening täidab aeroobsele intervalltreeningule esitatavaid nõudeid. Seega jalgpallispetsiifilist vastupidavustreeningut on võimalik läbi viia väikese mänguga (4 vs 4, 5 vs 5) või spetsiaalsel

triblamisrajal (joonis 5) intensiivsustsoonis 90 – 95 %  $SLS_{max}$ -st, mis sobib  $VO_{2max}$ -i efektiivseks arendamiseks, olles samas vastavuses ka mänguintensiivsusega.



**Joonis 5. Triblamisrada aeroobse võimekuse arendamiseks (Hoff et al, 2002).**

Hoff et al (2002) on leidnud, et väikeste mängude juures on oluline hea organiseerimine, piisavat treeningintensiivsust ei saavutatud treeneri aktiivse juhendamiset (juhiste andmine ja ergutamine). Eelmainituga nõustusid ka Rampinini et al (2005) kinnitades, et treeneripoolne kontroll treeningu käigus on oluline sobiva intensiivsuse saavutamiseks ning selle säilitamiseks. Treeneripoolsete juhiste andmist ning ergutamist peeti oluliseks ka Kaarna (2002) uuringus 4 v 4 mänguaegse intensiivsuse hoidmiseks.

Jalgpallispetsiifilise aeroobse vastupidavustreeningu ettevalmistamisel tuleb arvesse võtta, et intensiivsus peab olema kõrgem kui jalgpallimängus. Hoff et al (2002) leidsid, et kõrgema  $VO_{2max}$  näitajaga mängijatele sobib pigem treening triblamisrajal kui väike mäng, kuna viimases ei saavutanud nad piisavalt kõrget treeningintensiivsust aeroobse võimekuse arendamiseks. Rhode ja Espersen (1988) uuringus tehniliste ja taktikaliste oskuste treening sisaldas väikest treeningmängu (3 vs 3, 4 vs 4 jne). Balsom (1998) on välja toonud taolise treeningu 8 erineva töö ja puhkuse suhtega varianti (tabel 4).

**Tabel 4. Jalgpallispetsiifiliste treeningute variandid (Balsom, 1998).**

	<b>KOORMUSE KESTUS</b>	<b>PUHKUSE KESTUS</b>	<b>TREENINGU KESTUS</b>
<b>1.</b>	3 min	2 min	18 min
<b>2.</b>	70 sek	20 sek	18 min
<b>3.</b>	30 sek	15 sek	18 min
<b>4.</b>	30 sek	30 sek	18 min
<b>5.</b>	30 min	0 min	30 min
<b>6.</b>	8 min	2 min	30 min
<b>7.</b>	4 min	2 min	30 min
<b>8.</b>	2 min	30 sek	30 min

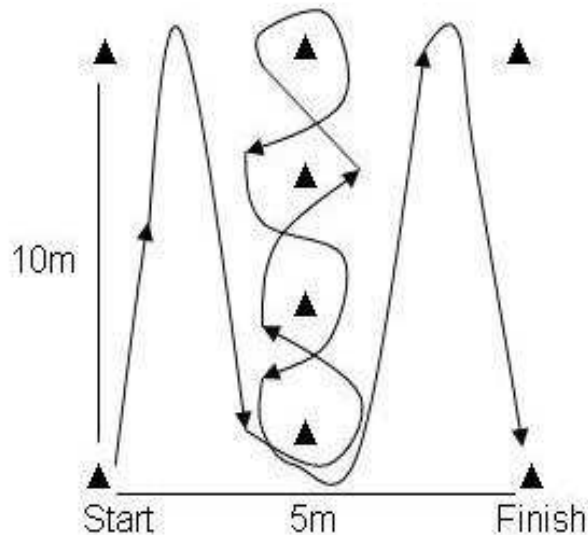
Nimetatud uuringu tulemused viitavad sellele, et väikest mängu võib kasutada võimsa vastupidavuse treeningute vormina jalgpallis. Uurimuse põhiliseks tulemuseks oli, et väikese mängu ajal täheldatud aeroobsed nõudmised olid piisavad säilitamiseks või arendamiseks jalgpallurite vastupidavuslikke omadusi. Oluline tähelepanek oli, et väikestes mängudes on südame löögisagedused sama suured, või veidi suuremad, kui vastavas ilma pallita sooritatavas kestusjooksus. Balsom (1998) järeldas, et väikse mängu vormis sooritatud vastupidavuse treeningut võib võrrelda pallita tehtud jooksmisega. Sarnaseid tulemusi on saanud oma uurimustes ka Sassi et al (2005) ja Reilly ning White (2005), et väike mäng on hea alternatiivne treeningvahend hooaja jooksul pallita treeningule. Olles võimas jalgpallile omane vastupidavuse treeningvorm, võib väikest mängu kasutada ka pallivaldamise ja taktikaliste omaduste samaaegseks arendamiseks.

Suurim erinevus võistlus- ja treeningkoormuse vahel on kõrge intensiivsusega perioodide kestus. Võistluste ajal on mängijate tegevus kõrge intensiivsusega tsoonis 26 % mänguajast, mis on märkimisväärselt kõrgem kui treeningu ajal (4 % treeningajast). Seega võib eeldada, et tõstes treeningu intensiivsust võistluste tasemeni, kasvab treeningul tehniliste ja taktikaliste oskuste kasutamise efekt (Rhode, Espersen, 1988).

Jalgpallispetsiifilist vastupidavustreeningut  $VO_{2max}$ -i parandamiseks on läbi viidud ka intervalltreeninguna. Helgerud et al (2001) uuringus paranes intervalltreeningu etapi järgselt mängijate  $VO_{2max}$  10,8 %. Treening koosnes neli korda 4-minutilise jooksust intensiivsusel 90 – 95 %  $SLS_{max}$ -st, millele järgnes 3-minutiline sörk intensiivsusel 50 – 60 %  $SLS_{max}$ -st. Lisaks tavalisele treeningule tehti kaks korda nädalas 8 nädala jooksul ka intervalltreeningut,

mille tulemusena mängijate  $VO_{2max}$  paranes. Intervalltreening anaeroobsel lävel ilma, et kasutataks anaeroobset laktaatset energiatootmist (sisuliselt ekstensiivne intervalltreening), mis viib laktaadi kontsentratsiooni märgatavale tõusule veres, parandab mängijate jalgpallispetsiifilist vastupidavust ning selle tulemusena suudetakse ka mängus rohkem liikuda, tõuseb mänguintensiivsus ja spurtide arv ning ka palliga kontaktide arv (McMillan et al, 2005a).

Kirkendall et al (2005) viisid läbi uurimuse, kus võrdlesid mänguaegset intensiivsust erinevate kehalise võimekuse määramise testidega. Olulisim uurimuse tulemus oli, et mängu jooksul läbitud distants korreleerus kõige paremini kiirusliku liikumise testiga (Illinois Agility Run, joonis 6), kuigi eeldati, et parim korrelatsioon võiks olla Yo-Yo testi tulemustega. Samas Metaxas et al (2005) leidsid, et ka Yo-Yo testi saab edukalt kasutada mängijate kehaliste võimete taseme tõstmisel. Need tulemused näitavad, et lühikeste intensiivsete lõikudega treenimine sarnaneb kõige enam liikumistega jalgpallimängu ajal.



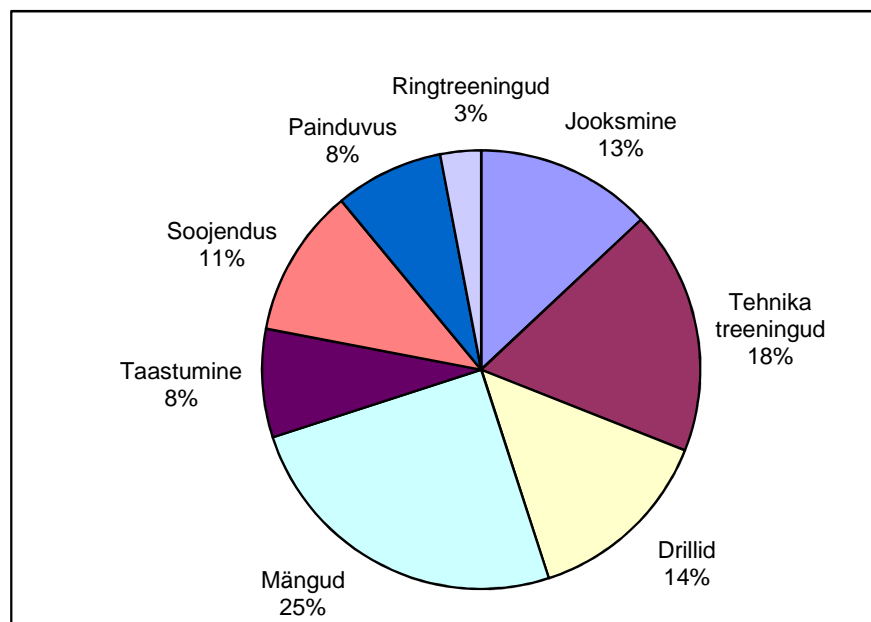
**Joonis 6. Illinois Agility Run (Kirkendall et al, 2005).**

Mitmetes uurimustes on püütud leida jalgpallispetsiifilist testi, mida saaks kasutada jalgpallurite vastupidavuse taseme hindamisel. Spetsiaalsed testid, mis on koostatud jalgpallispetsiifilise vastupidavuse testimiseks ei pruugi olla võrreldavad klassikalise  $VO_{2max}$ -i testiga jooksulindil. Chamari et al (2004) leidsid oma uurimuses, et Bangsbo testi tulemused korreleerusid  $VO_{2max}$ -ga. Testi on lihtne läbi viia ja jälgendab mängu jooksul sooritatavaid

kõrgemaid intensiivsusi. Liikumised testis on sarnased liikumistele mängu vältel, mille jooksul liiguvad mängijad vaheldumisi kõrges ja madalas intensiivsustsoonis.

Komplekssed treeningud on viimastel aastatel hakanud muutuma üha populaarsemaks. Komplekstreeningu puhul on tegemist nagu üksikult võetud treeningutega, mis järgnevad üksteisele minutite, mitte tundide või päevade järel kui kasutatakse samasuunalisi üksikuid treeninguid nädalase tsükli kestel. Kasutades julgemalt spetsiifiliste ja mittespetsiifiliste treeningukoormuste vaheldamist, võib ära kasutada positiivse järeelmõju efekti, luues tingimused taastumisprotsesside efektiivseks kulgemiseks nii närvi kui energeetilisel tasemel, aga ka väsimus-taastumis tasemel. Ebben (2002) kinnitab, et hiljutised uurimused on kasulikud treeneritele arendamiseks komplekstreeningute programme. Oma uurimuste põhjal järeldas Ebben (2002), et võimete parandamiseks on vaja 3-4 minutilist puhkust treeningu osade vahel ning leidis, et 3-nädalane komplekstreening parandas kehaliste võimete taset. Komplekstreeningu ülesehituse juures tuleb arvestada harjutuste valiku, koormuse ja puhkepausidega. Täiendavaid uurimusi vajab veel spetsiifiliste harjutuste efektiivsus, kasutamise efektiivsus erinevate vanuste ning tasemetega mängijatel.

Mäng iseenesest on väärtuslik treeningstiimul mängijale (joonis 7). Mängud, milles mängija osaleb, on samuti osa treeningust. Paljud võistkonnad mängivad ligi 70 võistlusemängu hooajal (Rohde, Espersen, 1988).



**Joonis 7. Jalgpallitreeningu komponendid. Väärtused näitavad igale komponendile kulutatud aega hooaja jooksul (Reilly, 1999).**

#### 1.4. KOORMUSE HINDAMINE SÜDAME LÖÖGISAGEDUSE JA VERE LAKTAADISISALDUSE PÕHJAL

Mängija koormust mängu olukordades on mõõdetud südame löögisageduse, laktaadi tekkimise, aeroobse ja anaeroobse energiakulutamise abil (Luhtanen, 1996).

SLS peegeldab mängija tegelikku töövõimet, kuna viimase taseme, hapnikutarbimise ja südame löögisageduse vahel on leitud, ning mitmetes uuringutes ka tõestatud, lineaarne suhe (Reilly, 1996). Südame löögisagedust võib kasutada hapnikutarbimise hindamisel ja koormuse pinge astme näitajana (Van Gool et al, 1988). Südame löögisagedust võib aga mõjutada võistlustest tingitud emotsionaalne pinget (stress). Mingil määral kõrge keheline töövõime neutraliseerib sportlasele avalduvat pinget (Rohde, Espersen, 1988).

Südame löögisageduse ja hapnikutarbimise väärtused mängu ajal näitavad, et jalgpall on vastupidavust nõudev spordiala. 70 kg kaaluval mängijal on keskmine  $VO_{2max}$   $60,5 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ , mängu jooksul kasutab mängija umbes 75 % maksimaalsest aeroobsest võimekusest, SLS esimesel poolajal on keskmiselt  $169 \text{ lööki}\cdot\text{min}^{-1}$  (86,7 %  $SLS_{max}$ -st) ja teisel  $165 \text{ lööki}\cdot\text{min}^{-1}$  (84,4 %) (Bangsbo, 1994, Shephard, 1999, Reilly et al, 2000b).

Südame löögisageduse varieerumine mängu jooksul on suhteliselt väike, vaatamata töövõime langusele mängu lõpu poole. Jalgpalluri keskmiseks aeroobse ja anaeroobse läve väärtusteks on saadud vastavalt  $165$  ja  $185 \text{ lööki}\cdot\text{min}^{-1}$  (Bangsbo, 1994, Shephard, 1999).

Pärast poolaegasid võetud vere laktaadisisaldust tuleb anaeroobse laktaate energiatootmise osakaalu määramisel arvesse võtta. Laktaadisisaldus veres kõigub mängu jooksul ja kohati võib tõusta  $8 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ -ni (Ekblom, 1986). Keskmiselt on vere laktaadi kontsentratsiooniks fikseeritud jalgpalluritel mängu ajal  $4 - 6 \text{ mmol/l}$  (Tumilty et al, 1988, Shephard, 1999). Vere laktaaditasemed mängu lõpul sõltuvad viimaste minutite aktiivsusest. Madalam tase pärast mängu, võrreldes esimese poolaja lõpul olnuga, näitab nii rasvhapete kasutamise suurenemist energiaallikana töötavates lihastes kui ka väsimusest tingitud pingutuse intensiivsuse halvenemist. Laktaadi taseme tõus on sõltuvuses pingutuse intensiivsusest ja energeetilistest kulutustest. Liikumised külge või selga ees ning palliga nõuavad rohkem energiat ja vere laktaadi sisaldus on kõrgem kui lihtsal jooksul sama kiirusega (Reilly, 1996, Shephard, 1999). On leitud, et vere laktaadi kontsentratsiooni muutused kehalistel tegevustel iseloomustavad vastupidavusvõimet paremini kui  $VO_{2max}$  (Weltman, 1995).

Töövõimet on defineeritud tegevuse kestuse ja intensiivsuse abil. Jalgpallimänge ja treeninguid analüüsid on kestust võimalik määrata ajaihikutega, intensiivsust on aga keeruline hinnata. Seetõttu on teostatud mitmed uurimused koormuse hindamiseks erinevates treening- ja mängusituatsioonides. Flanagan ja Merrick (2002) leidsid intensiivsuse väärtused, mis määrati tegevuseaegse südame löögisageduse abil (tabel 4).

**Tabel 4. Erineva intensiivsusega koormusaegsed südame löögisagedused,  $VO_{2max}$  ja intensiivsuse väärtused (Flanagan, Merrick, 2002).**

<b>Intensiivsuskategooria</b>	<b>SLS (lööki·min<sup>-1</sup>)</b>	<b><math>VO_{2max}</math>(ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	<b>Intensiivsuse väärtused *</b>
Väga kõrge intensiivsus	> 178	> 54	10
Kõrge intensiivsus	155 – 178	42 – 54	7,8
Keskmine intensiivsus	135 – 155	32 – 42	5,9
Madal intensiivsus	114 – 135	22 – 32	4,1
Aktiivne taastumine	93 – 114	11 – 22	3,2
Passiivne taastumine	< 93	< 11	1,3

\*intensiivsuse väärtused leiti iga koormuse keskmise SLS-i järgi, kasutades lineaarse regressiooni võrrandit.

Samas esitavad Flanagan ja Merrick tegevuseaegse SLS-i põhjal ka jalgpallispetsiifilised tegevuste intensiivsuskategooriad (tabel 5).

**Tabel 5. Erinevate treeningkoormuste intensiivsuskategooriad ja keskmised SLS väärtused (Flanagan, Merrick, 2002).**

<b>Tegevus</b>	<b>Mängijate arv</b>	<b>Väljaku suurus</b>	<b>Keskmine SLS (lööki·min<sup>-1</sup>)</b>	<b>Intensiivsuskategooria</b>
Väike mäng	8 v 8	1 / 2 väljakut	170 ± 2	Kõrge
Väike mäng	6 v 7	1 / 3 väljakut	180 ± 6	Väga kõrge
Väike mäng	5 v 5	1 / 2 väljakut	161 ± 9	Kõrge
Löögiharjutus			143 ± 9	Keskmine
Mäng	11 v 11		171 ± 8	Kõrge

Jalgpallitreeningutel püüavad treenerid üha enam ühildada tehnika-taktika treeninguid kehaliste võimete arendamisega. Sama tegevuse ajal võib mängijate südame löögisagedus suuresti erineda. Flanagani ja Merricku (2002) (tabel 4) intensiivsuskategooriate süsteemis on üsna suured SLS-i vahemikud, mistõttu võivad mängijate keskmised südame löögisagedused küll erineda ligi 20 löögi võrra minutis kuid on ikkagi samas intensiivsuskategoorias.

Bachev et al (2005) on oma uurimuses mänguaegset koormust hinnanud südame löögisageduse, laktaadi kontsentratsiooni ning liikumiskiiruse järgi (tabel 6).

**Tabel 6. Koormuse intensiivsuse hindamise kvantitatiivne mudel (Bachev et al, 2005).**

Intensiivsus	La kontsentratsioon (mmol·l <sup>-1</sup> )	SLS (lööki·min <sup>-1</sup> )	Pallita tegevuste kiirus (m·s <sup>-1</sup> )	Palliga tegevuste kiirus (m·s <sup>-1</sup> )
Väga madal	2	< 120	1	0,7
Madal	4	120 – 140	2	1,35
Keskmine	6	140 – 160	3	2
Kõrge	8	160 – 170	4	2,65
Väga kõrge	10	170 – 180	5	3,65
Maksimaalne	12	180 – 190	6	4
Maksimaalne	12	190 – 200	7	4,65
Limitt	> 14	> 200	> 7	> 5

Bachev et al (2005) uurimuses saadi noormängijate keskmiseks südame löögisageduse väärtuseks  $165 \pm 19$  lööki·min<sup>-1</sup> ja maksimaalseks 197 lööki·min<sup>-1</sup>. Maksimaalne laktaadi kontsentratsiooni väärtus samal grupil oli 10,3 mmol·l<sup>-1</sup>. Tulemuste põhjal saab öelda, et keskmiselt olid noormängijate mänguaegse koormuse väärtused kõrged.

Mänguaegse koormuse määramine ja analüüsimine on oluline efektiivse treeningute planeerimise juures. Seega on koostatud tegevuse intensiivsuse hindamise mudel treeningute planeerimisel kindlasti kasulik.

## 2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Kirjanduse ülevaatest selgus, et väikese mängu (4 vs 4 jms) metaboolset ja arenduslikku toimet jalgpallurite aeroobsele töövõimele on väga vähe uuritud. Seepärast on ka treeningu juhtimine selle treeningvahendi kasutamisel raskendatud. Probleemi komplitseerib ka asjaolu, et väikse mängu toime peaks olema vastav erinevate treeningu perioodide konkreetsetele ülesannetele. Meile teadaolevatel andmetel ei ole teaduslikult uuritud jalgpallurite komplekstreeningu varianti, kus on ühendatud väikese mängu ja jooksukoormus toime. Seejuures on huvipakkuv, kuidas üks kompleksi osa võib mõjustada järgmist. Koormuse toime hindamisel on otstarbekas lähtuda nii objektiivsetest (südame löögisagedus, vere laktaadi kontsentratsioon) kui subjektiivsetest kriteeriumitest (pingutuse tunnetus, tunnetatud valmisolek uue tegevuse alustamiseks).

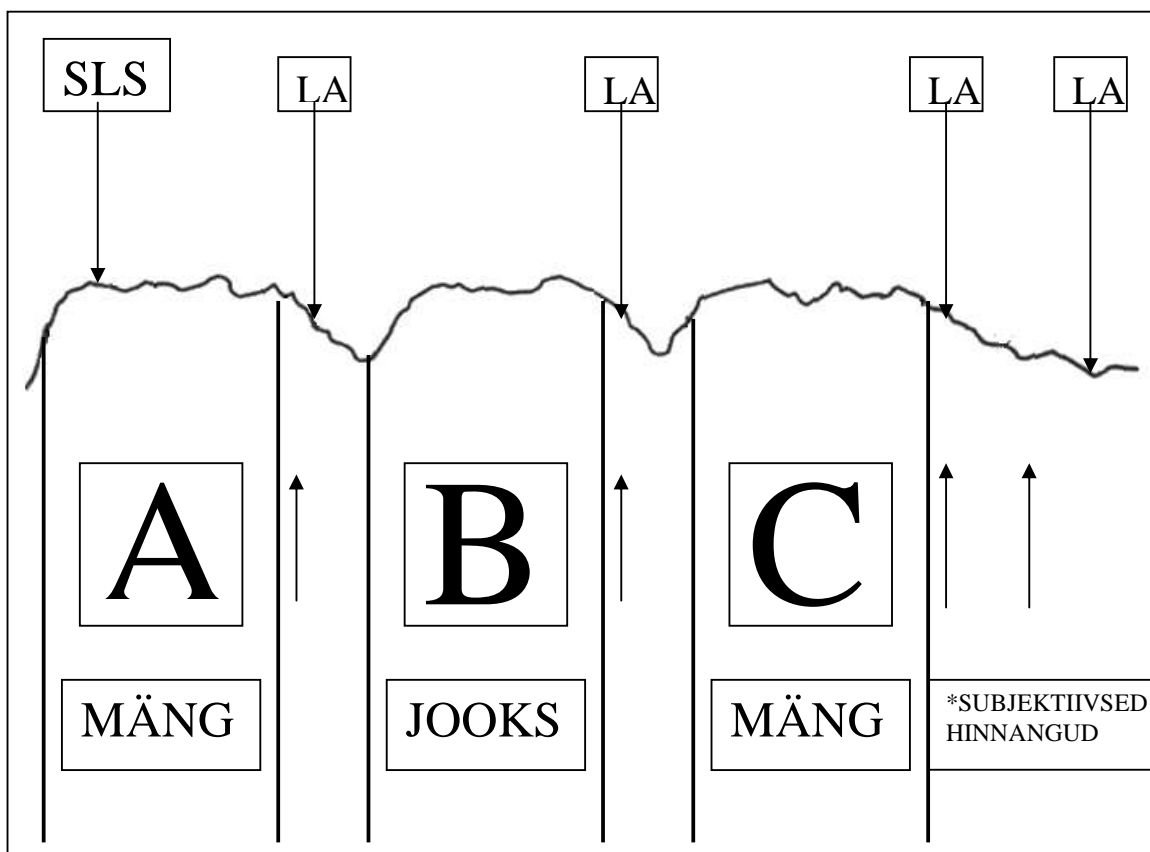
Eeltoodust tulenevalt seati käesoleva uuringu eesmärgiks selgitada jalgpallispetsiifilise treeningu väikese mängu toimet noorte jalgpallurite organismile ja selle doseerimise võimalusi erinevatel ettevalmistuse etappidel. Eesmärgi lahendamiseks püstitati tööle järgmised ülesanded:

1. Selgitada jalgpallispetsiifilise treeningu väikese mängu 4 vs 4 metaboolset ja arenduslikku toimet noorte jalgpallurite organismile aeroobse vastupidavuse mõjustamise seisukohast,
2. registreeritud objektiivsete ja subjektiivsete koormuse pingelisuse näitajate dünaamika põhjal selgitada kompleksse treeningu (mäng + jooks + mäng) üksikute osade toimet noorte jalgpallurite organismile,
3. anda soovitusi nii väikese mängu 4 vs 4 kasutamiseks noorte jalgpallurite treeningus kui ka selle seostamiseks jooksukoormusega.

### 3. METOODIKA

Vaatlusalusteks olid 20 noort jalgpallurit, kelle keskmine vanus oli  $18,5 \pm 2,0$  aastat, pikkus  $178,6 \pm 8,1$  cm, kehakaal  $69,6 \pm 7,3$  kg. Eelnevalt laboratoorses tingimustes määratud vaatlusaluste aeroobse võimekuse näitaja  $VO_{2max/kg}$  ja anaeroobse läve südamelöögisagedus olid vastavalt  $62,1 \pm 8,3$  ml·kg<sup>-1</sup> ja  $173,6 \pm 10,5$  lööki·min<sup>-1</sup>. Mängijad treenisid 6 korda nädalas ja nende keskmine treeningstaaž oli  $9,3 \pm 2,1$  aastat. Test viidi läbi hooaja lõpus.

Kehapikkus mõõdeti 0,1 cm täpsusega Martini antropomeetriga ja kehakaal elektroonilise kaaluga 0,05 kg täpsusega. Maksimaalne hapnikutarbimine määrati veloergomeetril kasvavate koormustega, südamelöögisagedust mõõdeti Polari NV sporttestriga (Polar Electro, Kempele, Soome). Anaeroobse läve SLS määrati graafiliselt Karu-Slavini tarkvaraga LAKTAAT (Karu et al, 2000a).



**Joonis 8. Komplekse testi üldskeem.**

\*Vaatlusaluste subjektiivsed hinnangud koormusele ning uueks koormuseks valmisolekule.

Enne testi viidi läbi 15-20 minuti pikkune soojendus, mis sisaldas sörkjooksu, venitusarjutusi ning passiivset taastumist 5 - 6 minutit. Kompleksne test koosnes 8-minutilise intensiivsest mängust 4 vs 4 (väravavahtidega) muruväljakul mõõtmega 20 x 30 m. Mängu intensiivsuse hoidmiseks kasutati kümme palli, selle väljumisel väljaku piiridest pani treener koheselt mängu uue palli. Mängu intensiivsust aitas hoida ka treeneri pidev suuline ergutus maksimaalsele pingutusele. Sellele testiosale järgnes 8-minutiline anaeroobse läve tasemel jooks staadioni 400 m pikkusel ringil ning jälle 8-minutiline mäng maksimaalse intensiivsusega. Testiosade vahel oli pausid 3 minutit (joonis 8). Kompleksse treeningu koostamisel tuginesime Balsomi (1998) poolt välja pakutud erinevate treeningute variantidele.

Südame löögisagedus mõõdeti pidevalt Polar-Vantage sporttestriga (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Kapillaarvere proovid võeti pärast iga koormuse lõppu (joonis 8). Vere laktaadi kontsentratsioon määrati Lactate Pro analüsaatorit (Jaapan) kasutades. Lisaks sellele leiti Karu-Slavini tarkvaraga LAKTAAT (Karu et al, 2000a) anaeroobse läve muutused kogu treeningu vältel. Kasutatud arvutiprogramm võimaldab mõõta pidevat laktaadi taset ja anaeroobset läve igas uuritud komplekstreeningu osas.

Jalgpalluri subjektiivse koormuse hindamiseks kasutati Borgi CR 10 skaalat (Borg, 2001) (tabel 7), milles 0 tähistab koormuse tunnetuse puudumist ja 10 ekstreemselt tugevat pingutuse suurust. Tunnetatud pingutuse hindamist on peetud väga kasulikuks harjutuse pingelisuse kirjeldamisel (Steed et al, 1994, Weltman, 1995, Borg, 2001). Borgi skaala on väärtuslik ja usaldusväärne indikaator individuaalse koormuse taluvuse uuringutes. Selle suurim väärtus on, et see võimaldab anda kõikidel tasemetel treenijatele kergesti mõistetavaid juhtnööre arvestades treeningu intensiivsust (Weltman, 1995).

Mängija subjektiivse valmisoleku hindamiseks kasutati 5 pallilist skaalat (PRR skaala – Perceived Readiness Ratings) (Karu et al, 2000b) (tabel 8), milles hinnang 5 palli näitas täielikku valmisolekut uue koormuse alustamiseks ja 1 pall näitas, et mängija ei ole üldse valmis uut koormust alustama. Skaalat kasutatakse kordus- ja intervalltreeningute puhul subjektiivse hinnangu saamiseks organismi valmisoleku kohta järgmise koormuse sooritamiseks. Hinnangut võis anda 0,1 pallilise täpsusega. Enne testimise alustamist tutvustati skaalasid ning seletati vaatlusalustele, et hinnangu aluseks on kõikvõimalikud tunnetused - hingamissagedus, lihaste seisund, üldine väsimus jne.

**Tabel 7. Borgi CR 10 skaala (1981):**

<b>PALLID</b>	<b>PINGUTUSE TUNNETUS</b>	
0 palli	PINGUTUS PUUDUB	PINGUTUS PUUDUB
0,5 palli	ÄÄRMISELT NÕRK	KERGELT MÄRGATAV
1 palli	VÄGA NÕRK	
2 palli	NÕRK	KERGE
3 palli	KESKMINE	
4 palli		
5 palli	TUGEV	RASKE
6 palli		
7 palli	VÄGA TUGEV	
8 palli		
9 palli		
10 palli	ÄÄRMISELT TUGEV	MAKSIMAALNE PINGUTUS
11 palli		
...	ABSOLUUTNE MAKSIMUM	KÕRGEIM VÕIMALIK

**Tabel 8. PRR skaala (Karu et al, 2000b):**

<b>PALLID</b>	<b>SUBJEKTIIVNE HINNANG</b>
5 palli	TÄIELIKULT VALMIS JÄRGMISE KOORMUSE SOORITAMISEKS
4,5 palli	
4 palli	PEAAEGU VALMIS ALUSTAMA JÄRGMIST KOORMUST
3,5 palli	
3 palli	VAJAN VEEL AEGA JÄRGMISE KOORMUSE ALUSTAMISEKS
2,5 palli	
2 palli	EI OLE VEEL VALMIS UUE KOORMUSE ALUSTAMISEKS
1,5 palli	
1 pall	EI TAHA ALUSTAMISEST KUULDAGI, LAS MA PUHKAN

Muutused jalgpallurite subjektiivsetes (pingutuse tunnetamises, tunnetatud valmisolekus uue koormuse alustamiseks) ja objektiivsetes näitajates (südame löögisagedused, vere laktaadi kontsentratsioonid) analüüsi. Leiti näitajate aritmeetilised keskmised ja standardhälbed ning korrelatiivsed seosed subjektiivse pingutuse tunnetamise ning valmisoleku hinnangu, südame löögisageduse ja vere laktaadi kontsentratsiooni vahel. Näitajate vaheliste statistiliselt usutavate erinevuste hindamiseks kasutati Studenti t-kriteeriumi. Statistilise usutavuse piiriks oli 95 %.

#### 4. TÖÖ TULEMUSED

Uuritud jalgpallurite 8-minutiliste mängude ja anaeroobse läve tasemel jooksukoormuse keskmised südame löögisagedused, laktaadi kontsentratsioonid, anaeroobse läve südame löögisagedused, pingutusaegsed subjektiivsed tunnetused ning subjektiivse valmisoleku näitajad uue koormuse alustamiseks on toodud tabelites 9, 10, 11.

Esimese 8-minutilise väikese mängu keskmiseks südame löögisageduseks mõõdeti  $176,6 \pm 11,4$  lööki·min<sup>-1</sup>, kusjuures kõrgeim mõõdetud väärtus oli 205 ja madalaim 155 lööki·min<sup>-1</sup>. Vere laktaadi kontsentratsiooni väärtused saadi koormuse järgselt vahemikus 2,0 – 13,9 mmol·l<sup>-1</sup> (keskmiselt  $7,0 \pm 2,9$ ). Anaeroobse läve südame löögisagedus jalgpalluritel jäi vahemikku 157,0 – 190,0 lööki·min<sup>-1</sup> (keskmiselt  $171,7 \pm 13,1$  lööki·min<sup>-1</sup>). Mängu lõppedes hindasid mängijad oma pingutust subjektiivselt (hingamissageduse, lihaste seisukorra ja väsimuse põhjal) Borg CR 10 skaala järgi vahemikku 2,0 – 6,0 palli (keskmiselt  $3,4 \pm 1,1$  palli). Keskmisele tulemusele vastab skaalal “mõõdukas” pingutuse tunnetus. Subjektiivse valmisoleku hinnang järgmiseks koormuseks pärast mängu lõppu oli vahemikus 4,0 – 5,0 palli (keskmiselt  $4,1 \pm 0,3$  palli), mis tähendab osalist valmisolekut.

**Tabel 9. Esimese väikese mängu (4 vs 4) toime objektiivsed ja subjektiivsed näitajad (M ± SD).**

Muutujad	Tulemused
Keskmine südame löögisagedus (lööki·min <sup>-1</sup> )	$176,6 \pm 11,4$
Anaeroobse läve südame löögisagedus (lööki·min <sup>-1</sup> )	$171,7 \pm 13,1$
Vere laktaadi kontsentratsioon koormuse lõpus (mmol·l <sup>-1</sup> )	$7,0 \pm 2,9$
Pingutuse tunnetus Borgi (0-10) skaala järgi (pallides)	$3,4 \pm 1,1$
Tunnetatud valmisolek koormuse lõpus Karu et al skaala järgi (pallides)	$4,1 \pm 0,3$

Tabelis 10 on uuritud näitajate väärtused 8-minutilise anaeroobse läve tasemel jooksu ajal. Jalgpallurite südame löögisagedused mahtusid vahemikku 163 – 203 lööki·min<sup>-1</sup> (keskmiselt  $177,3 \pm 10,0$  lööki·min<sup>-1</sup>) ja olid võrreldavad testi esimese osa tulemustega ning anaeroobse läve lähedal. Anaeroobse läve südame löögisagedus oli jalgpalluritel jooksukoormuse ajal sarnane testi esimese osa tulemustega (keskmiselt  $173,7 \pm 10,1$  lööki·min<sup>-1</sup>). Vere laktaadi kontsentratsiooni väärtused erinesid märkimisväärselt jooksukoormusele eelnenud väikese

mängu ajal saadud väärtustest, mahtudes vahemikku 2,4 – 8,9 mmol·l<sup>-1</sup> (keskmiselt 5,0 ± 2,1 mmol·l<sup>-1</sup>). Pingutust jooksu ajal hindasid mängijad veidi kõrgemaks kui esimese mängu järgselt, hinnangud olid vahemikus 2,0 – 8,5 palli ehk “nõrk” kuni “väga tugev” (keskmiselt 3,7 ± 1,6 palli). Subjektiivse valmisoleku hinnangu väärtused olid pärast jooksukoormust vahemikus 3,0 – 5,0 palli (keskmiselt 4,2 ± 0,6 palli).

**Tabel 10. Anaeroobse läve tasemel 8-minutilise jooksu toime objektiivsed ja subjektiivsed näitajad (M ± SD).**

<b>Muutujad</b>	<b>Tulemused</b>
Keskmine südame löögisagedus (lööki·min <sup>-1</sup> )	177,3 ± 10,0
Anaeroobse läve südame löögisagedus (lööki·min <sup>-1</sup> )	173,7 ± 10,1
Vere laktaadi kontsentratsioon koormuse lõpus (mmol·l <sup>-1</sup> )	5,0 ± 2,1
Pingutuse tunnetus Borgi (0-10) skaala järgi (pallides)	3,7 ± 1,6
Tunnetatud valmisolek koormuse lõpus Karu et al skaala järgi (pallides)	4,2 ± 0,6

Tabelis 11 on toodud jalgpallurite näitajad teise 8-minutilise väikese mängu ajal. Kolmandas testiosas, teise mängu ajal, saadi mängijate keskmiseks südame löögisageduseks 180,0 ± 11,1 lööki·min<sup>-1</sup> (vahemikus 160 – 208 lööki·min<sup>-1</sup>), mis oli mõnevõrra kõrgem võrreldes testi esimeste osadega. Keskmine vere laktaadi kontsentratsioon teise väikese mängu järgselt (5,4 ± 2,4 mmol·l<sup>-1</sup>) oli tunduvalt madalam (p < 0,05) kui esimese järgselt, kuid sarnane tulemustega jooksukoormuse järgselt. Testijärgse taastumisperioodi 10. minutiks oli keskmine vere laktaadi kontsentratsioon langenud 3,0 ± 1,5 mmol·l<sup>-1</sup>-ni. Jalgpallurite anaeroobse läve südamelöögisagedus oli 175,2 ± 10,9 lööki·min<sup>-1</sup> ning sarnane eelmiste testiosade tulemustega. Pingutust hindasid vaatlusalused kolmanda testiosa järgselt vahemikus 3,0 – 7,5 palli (keskmiselt 3,8 ± 1,3 palli), mis oli mõnevõrra kõrgem kui esimese kahe osa järgselt. Valmisolekut järgmiseks koormuseks hindasid mängijad madalamaks kui kahe esimese testiosa järgselt, keskmiselt 3,9 ± 0,5 palli (vahemikus 3,0 – 5,0 palli).

**Tabel 11. Teise 8-minutilise väikese mängu toime objektiivsed ja subjektiivsed näitajad (M ± SD).**

Muutujad	Tulemused
Keskmine südame löögisagedus (lööki·min <sup>-1</sup> )	180,0 ± 11,1
Anaeroobse läve südame löögisagedus (lööki·min <sup>-1</sup> )	175,2 ± 10,9
Vere laktaadi kontsentratsioon koormuse lõpus (mmol·l <sup>-1</sup> )	5,4 ± 2,4
Vere laktaadi kontsentratsioon taastumise 10. minutil (mmol·l <sup>-1</sup> )	3,0 ± 1,5
Pingutuse tunnetus Borgi (0-10) skaala järgi (pallides)	3,8 ± 1,3
Tunnetatud valmisolek koormuse lõpus Karu et al skaala järgi (pallides)	
- taastumise 1. minutil	3,9 ± 0,5
- taastumise 5. minutil	4,9 ± 0,2

Märkimisväärne oli kasvav statistiliselt usutav seos VO<sub>2max/kg</sub> ja pingutuse tunnetuse vahel pärast iga koormust (tabel 12). Pärast esimest väikest mängu r = 0,71, jooksukoormust r = 0,74 ja teist mängu r = 0,88 (p < 0,05).

**Tabel 12. Korrelatiivsed seosed objektiivsete ja subjektiivsete näitajate vahel (p < 0,05).**

	AnL SLS 1	AnL SLS 2	AnL SLS 3	VO <sub>2max/kg</sub>	Valmis- olek 1	Valmis- olek 2	Valmis- olek 3
Pingutuse tunnetus 1	- 0,83*			0,71*			
Pingutuse tunnetus 2		- 0,86*		0,74*		- 0,76*	
Pingutuse tunnetus 3			- 0,70	0,88*		- 0,72*	
SLS 1	0,47						
SLS 2		0,76 *					
SLS 3			0,65				
La 1					- 0,71*		
La 2						- 0,85*	
La 3							- 0,44

Samuti saadi statistiliselt oluline korrelatsioon ka pingutuse tunnetuse ning valmisoleku vahel järgmiseks koormuseks pärast jooksukoormust ja teist väikest mängu ( $r = 0,76$  ja  $0,72$ ,  $p < 0,05$ , vastavalt). Kõrgem vere LA kontsentratsioon pärast esimest mängu ja jooksukoormust mõjustasid valmisolekut järgmiseks koormuseks ( $r = -0,71$  ja  $-0,85$ ,  $p < 0,05$ , vastavalt). Testi kolmanda osa teise väikese mänguaegne keskmine vere LA kontsentratsioon korreleerus statistiliselt usaldatavalt koormusaegse keskmise SLS-ga ( $r = 0,80$ ,  $p < 0,05$ ).

Statistiliselt usutavad seosed saadi ka testi esimese ning teise osa pingutuse tunnetuse ning anaeroobse läve südame löögisageduse vahel ( $r = -0,83$  ja  $-0,86$ ,  $p < 0,05$ ).

## 5. TULEMUSTE ARUTELU

Professionaalses jalgpallis kulutatakse märkimisväärne aeg mängijate aeroobse vastupidavuse treenimisele. Samas ei olda veel päris kindlad, kas jalgpallispetsiifiline treening täidab efektiivse vastupidavustreeningu kriteeriume, tõstmaks mängijate aeroobse vastupidavuse taset. Väikese mängu 4 vs 4 toime analüüsimisel lähtusime ühelt poolt selle vastavusest võistlusmängu nõuetele, teiselt poolt aga noorte jalgpallurite aeroobse vastupidavuse arengu mõjustamisele.

Laboratoorses tingimustes määratud vaatlusaluste keskmine aeroobse võimekuse näitaja  $VO_{2max}$  ja anaeroobse läve südame löögisagedus olid vastavalt  $62,1 \pm 8,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  ja  $173,6 \pm 10,5$  lööki $\cdot\text{min}^{-1}$ . Kirjandusest leitud tippjalgpallurite  $VO_{2max}$  näitajad jäävad vahemikku  $51,0 - 73,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Reilly, 2000b, Chamari et al, 2004, Stolen et al, 2005) ja anaeroobse läve keskmine SLS on  $185$  lööki $\cdot\text{min}^{-1}$  (Bangsbo, 1994, Shephard, 1999). Meie uurimuse tulemused näitavad, et uuritavad noorjalgpallurid olid heas kehalises vormis.

Esimese 8-minutilise mängu keskmine südame löögisagedus oli  $176,6 \pm 11,4$  lööki $\cdot\text{min}^{-1}$ , kusjuures kõrgeim mõõdetud väärtus oli 205 ja madalaim 155 lööki $\cdot\text{min}^{-1}$ . Seega saame öelda, et testi esimene osa, 8-minutiline väike mäng, oli keskmiste näitajate järgi anaeroobsel lävel või veidi kõrgemas intensiivsustsoonis. Samaseid tulemusi on leitud ka teistest uurimustest, kus on uuritud jalgpallispetsiifilise treeningu toimet mängijatele. Sassi et al (2005) uurimuses saadi 4 vs 4 mängus uuritavate keskmiseks südame löögisageduseks  $175 \pm 7$  lööki $\cdot\text{min}^{-1}$ , mis oli 95 %  $SLS_{max}$ -st. Noormängijate testimisel saadi 4 vs 4 mängus südame löögisagedused vahemikus  $176 - 203$  lööki $\cdot\text{min}^{-1}$  (Reilly et al, 2005). Jalgpalli võistlusmängus täismõõtmega väljakul on tippmängijate keskmiseks südame löögisageduseks leitud  $157 - 175$  lööki $\cdot\text{min}^{-1}$  (Stolen et al, 2005), noormängijatel  $165 \pm 19$  lööki $\cdot\text{min}^{-1}$  (Bachev et al, 2005). Meie uurimuses osalenud noormängijate keskmine testiaegne SLS oli mõnevõrra kõrgem kui võistlusmängus mängijate keskmine SLS. Testi esimese osa kõrge SLS on tingitud ka treeneripoolsest pidevast õhutusest maksimaalsele pingutusele, kuna eesmärgiks oli saavutada mängu arenduslik toime ning samas ka õpetada mängijaid end mängu ajal maksimaalselt kokku võtma ja pingutama.

Aeroobse vastupidavuse arendamise seisukohalt oli osadele vaatlusalustest esimene 8-minutiline väike mäng liiga kõrge intensiivsusega, ületades anaeroobset läve. Seda kinnitab ka mängujärgne vere laktaadi kontsentratsioon, mis oli keskmiselt  $7,0 \pm 2,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ,

varieerudes koormuse lõpus 2,0 – 13,9 mmol·l<sup>-1</sup>. Kuna vere laktaadi kontsentratsioon sõltus suuresti mängija tegevusest vahetult enne mängu lõppu ning vere proovi võtmist, oli meie uurimuses mängijate La kontsentratsioonide varieeruvus märkimisväärselt suur. Bangsbo (1994), Shephard (1999) ja Sassi et al (2005) on oma uurimustes leidnud, et vere La kontsentratsiooni mõjutab mängija tegevus viimasel viiel minutil enne vereproovi andmist. Ka teistes samalaadsetes uurimustes on mängujärgselt saadud üsna kõrged vere laktaadi kontsentratsioonid, Reilly et al (2005) uurimuses oli kõrgeim näit 13,5 mmol·l<sup>-1</sup> ning Sassi et al (2005) uurimuses keskmine näit 6,4 ± 2,7 mmol·l<sup>-1</sup>. Võistlusemängus saadi Bachev et al (2005) uurimuses noormängijate keskmiseks vere laktaadi kontsentratsiooniks 7,2 mmol·l<sup>-1</sup> ja kõrgeim näit oli 10,3 mmol·l<sup>-1</sup>. Vere laktaadi kontsentratsiooni individuaalsed suured erinevused on tingitud ka mängijate skeletilihaskiudude tüübist. Mängijatel, kel on suurem kiirete kiudude osakaal, on kõrgem samal intensiivsusel sooritatud tegevuse järgselt vere laktaadi kontsentratsioon võrreldes mängijatega, kel on suurem aeglase kiudude osakaal. Samuti on individuaalsed erinevused seotud ka mängijate vanuse ning treenituse astmega.

Nii Flanagan, Merricku (2002) intensiivsuskategoriate (tabel 4) kui ka Bachev et al (2005) koormuse intensiivsuse hindamise kvantitatiivse mudeli (tabel 6) järgi oli esimene väike mäng objektiivsete näitajate (SLS, La kontsentratsioon) põhjal kõrge intensiivsusega ning ühtlasi saame öelda, et on vastupidavuse arendamise intensiivne treeningvahend. Meie uurimuses saadud kõrgemaid objektiivseid näitajaid (SLS, La kontsentratsioon), võrreldes jalgpalli võistlusemängus täismõõtmega väljakul saaduga, saab seletada väiksema väljaku suuruse ning vähema arvu mängijatega, mis nõuab mängijatelt kiiremat liikumist uue positsiooni leidmisel, suuremat kontaktide arvu palliga (Jones, Durst, 2007), rohkem spurte, hüppeid, kontakte vastastega, mis tõstavad mängija südame löögisagedust (Stolen et al 2005, Shephard, 1999). Mitmed autorid (Hoff et al, 2002, Chamari et al, 2004) on kinnitanud, et madalama tasemega mängijate südame löögisagedust mõjutavad enam palliga tegevused, vastase tegevus, võitlused palli pärast ning seetõttu ei pruugi alati peegeldada reaalselt reaktsiooni koormusele.

Kuigi keskmised SLS-i ja La väärtused näitavad, et koormus mängijatele oli kõrge, hindasid mängijad pingutust esimeses testiosas mõõdukaks ning järgmiseks koormuseks oli enamik mängijatest valmis pärast esimese väikese mängu lõppu. Vaid mõned kinnitasid, et vajavad veidi puhkust. Erinevust subjektiivsete ja objektiivsete näitajate vahel on mõjutanud ilmselt jalgpalli intervalliline iseloom – koormuse ja puhkuse vahekord (Weltman, 1995, Luhtanen, 1996, Reilly, 1999, Shephard, 1999). Kuna nii subjektiivsete kui ka objektiivsete näitajate

varieeruvus grupis oli üsna märkimisväärne, saab seda seletada sellega, et objektiivseid näitajaid (SLS, La kontsentratsioon) mõjutab paljuski mängu intervalliline iseloom aga ka mängija tegevus mängu viimastel minutitel ning see mõjutab omakorda ka subjektiivseid näitajaid (pingutuse tunnetus, valmisolek järgmiseks koormuseks). Samas võis nii objektiivseid kui ka subjektiivseid näitajaid mõjutada ka vanus. Kuna meie uurimuses oli tegemist noorte jalgpalluritega, kelle südamete ökonoomsus ei ole veel väga hea ja lihaste metaboolne reaktsioon on mõnevõrra kõrgem ning laktaadi talumine ja eemaldamine halvem. Subjektiivset hindamist on tõenäoliselt mõjutanud ka esmakordne osalemine taolises testimises aga ka enda pingutuse tunnetamise oskus. Borg (2001) on oma uurimustes leidnud, et 15 % inimestest ei suuda enda pingutust adekvaatselt hinnata. Seega on oluline treeningutel õpetada ka tunnetama oma pingutust, mis võib aidata treeningprotsessis parema tulemuse saavutamisel. Subjektiivsete hinnangute tulemusi võivad mõjutada aga ka teised faktorid nagu emotsioonid, temperatuur, ravimid, patoloogilised põhjused (Weltman, 1995, Borg, 2001).

Kirjandusest saadud andmete põhjal oli esimese väikese mängu toime kõrgem kui mängus normaalmõõtmega väljakul (Stolen et al, 2005). Aeroobse vastupidavuse arendamise seisukohalt oli toime liiga tugev kasutamiseks aeroobse baastreeningu vahendina, kus intensiivsus peaks olema aeroobsel lävel südamete löögisagedusega kuni  $160 \text{ lööki} \cdot \text{min}^{-1}$  (Sleamaker, 1989, Daniels, 2005) ning vere La ei tõuseks üle  $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$  (Heck et al, 1985). Seejuures on mitmeid autorid kinnitanud, et jalgpallispetsiifiline treening (väike mäng) on hea alternatiiv võistlushooajal intervalljooksu treeningule (Chamari et al, 2004, Chamari et al, 2005b, Reilly et al, 2005, Sassi et al, 2005). Käesolevas töös saadud objektiivsete andmete põhjal saab öelda, et mängu 4 vs 4 iseloom sarnaneb intervalltreeningu põhimõtetega.

Jooksutreening ei ole üldjuhul kõige meeldivam tegevus jalgpalluritele. Samas jalgpallimäng ei pruugi tagada piisavat treeningintensiivsust, mis tõstaks mängijate  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Helgerud et al (2001) tõid välja, et jalgpallimängu ajal võib mängijate SLS tõusta mängusituatsioonidele, vastastele, võistkonna kaaslastele, palli kontrollile keskendudes ning see ei pruugi peegeldada tegelikku treeningintensiivsust. Käesoleva uurimuse teises testiosas pidid mängijad jooksma 8-minutit ühtlase tempoga staadioniringil. Kuna eesmärgiks oli hinnata kompleksse treeningu arenduslikku toimet anti mängijatele ülesandeks püüda jooksu ajal hoida tempot anaeroobsel lävel, optimaalse arendusliku toime piiril. Jooksukoormuse keskmiseks südamete löögisageduseks saadi  $177,3 \pm 10,0 \text{ lööki} \cdot \text{min}^{-1}$ . Võrreldes testi esimese osaga oli teises osas mängijate keskmine südamete löögisagedus samal tasemel, kuid vere laktaadi kontsentratsioon koormuse järgselt oluliselt madalam. Suhteliselt samasuguse südamete löögisageduse juures on

noore jalgpalluri metaboolne reaktsioon (vere La kontsentratsioon) aga mängule ja jooksu koormusele väga erinev (vastavalt  $7,0 \pm 2,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  ja  $5,0 \pm 2,1 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Sarnaseid tulemusi on saadud ka kirjandusest (Reilly, 1996, Shephard, 1999) ning põhjendatud sellega, et mänguaegne vere La kontsentratsioon on kõrgem, samal intensiivsusel sooritatud jooksuagsest vere La kontsentratsioonist, kuna mängus teeb mängija pidevalt erinevaid anaeroobseid tegevusi (liikumised selg või külge ees, pöörded, pidurdused, hüpped, suuna ja tempo muutused, võitlus palli või positsiooni pärast, tegevused palliga) ning need tingivad ka vere La kontsentratsioonide erinevusi. Baldari et al (2004) on oma uurimuses leidnud, et aktiivne taastumine koormusel 65 – 70 %  $\text{VO}_{2\text{max}}$ -st on efektiivsem kui passiivne taastumine soodustades La eemaldamise kiirust töötavast lihastest. Tõenäoliselt on ühtlases tempos jooksu koormus soodustanud väiksemat La kontsentratsiooni teket ning paremat tööaegset La eemaldamist. Ilmselt on ka seetõttu olnud jooksu koormuse järgselt uuritavate vere La sisaldus madalam kui testi esimese osa, väikese mängu, järgselt.

Subjektiiivselt hindasid vaatlusalused koormust aga veidi raskemaks kui esimest 8-minutilist väikest mängu, kuid valmisoleku tase järgmiseks koormuseks oli veidi kõrgem. Sarnase südame löögisageduse ning subjektiiivsete hinnangute (pingutuse tunnetus, valmisolek järgmiseks koormuseks) juures oli jooksu koormuse järel keskmine vere La kontsentratsioon tunduvalt madalam ( $p < 0,05$ ) kui esimese väikese mängu järgselt. Siinkohal on mängijate subjektiiivseid hinnanguid, nii pingutuse tunnetust kui ka valmisolekut, mõjutanud ilmselt motiveeritus. Noored mängijad on enamasti paremini meelestatud jalgpalli mängimise kui jooksmise suhtes.

Aeroobse võimekuse juures on oluline lisaks  $\text{VO}_{2\text{max}}$ -le ka anaeroobne lävi ja jooksu ökonoomsus. Chamari et al (2004) uuringus tõestati, et noormängijatel on kõrgemad energeetilised kulutused võrreldes täiskasvanutega ning halvem jooksu ökonoomsus. Viimase parandamine tõi kaasa energeetiliste kulutuste vähenemise ja aeroobse võimekuse parandamine tõstis palliga tegevuste, spurtide hulka ning paranes ka mängijate tehnilis-taktikaline esitust võistlusemängus (McMillan et al, 2005b). Jooksu ökonoomsuse paranemine ei toimu üksnes aeroobsete protsesside ökonomiseerimise tõttu, vaid ka piimhappe negatiivse mõju vähenemise tõttu sporditehnikale, kiirusvõimetele ja psüühilisele seisundile. Järelikult võib sporditulemust piiravaks faktoriks olla sportlase oskamatus kasutada oma funktsionaalset potentsiaali võistlustel. Seega saame öelda, et noortele ning madalamal tasemel mängivatele jalgpalluritele sobib aeroobse vastupidavuse arendamiseks paremini ühtlase tempoga jooksu koormus.

Testi kolmandas osas mängisid vaatlusalused teist korda 4 vs 4 väikesel väljakul. Teises mängus oli 8 minuti jooksul keskmine südame löögisagedus  $180 \pm 11,1$  lööki·min<sup>-1</sup>, mis on tunduvalt kõrgem kui esimeses mängus ning jooksukoormuse ajal. Samas vere laktaadi kontsentratsioon oli märkimisväärselt madalam kui esimeses mängus kuid veidi kõrgem kui jooksukoormuse järgselt. Kõrgemat keskmist mänguaegset südame löögisagedust saab põhjendada tekkinud väsimusega. Testi teises osas on ühtlases tempos jooksukoormus ilmselt mõjunud mängijate metaboolsele seisundile positiivselt ning soodustanud tööaegse kuhjunud vere laktaadi eemaldamist, mistõttu ka testi kolmandas osas teises väikeses mängus oli vere laktaadi kontsentratsioon tunduvalt madalam ( $5,4 \pm 2,4$  mmol·l<sup>-1</sup>) kui esimeses 8-minutilises mängus ( $7,0 \pm 2,9$  mmol·l<sup>-1</sup>) ning sarnane jooksukoormuse järgsele vere laktaadi kontsentratsioonile ( $5,0 \pm 2,1$  mmol·l<sup>-1</sup>). Objektivsete näitajate põhjal Flanagan, Merricku (2002) (tabel 4) ja Bachev et al (2005) (tabel 6) intensiivsuskategooriate järgi oli siin koormuse intensiivsus aga väga kõrge. Kõrgemat südame löögisagedust teise väikese mängu lõpus võib põhjendada väsimuse tekkega. Samas organismi metaboolne seisund on parem kui esimese mängu järgselt. Tõenäoliselt on ühtlases tempos jooksukoormus mõjunud noorjalgpallurite organismi metaboolsele seisundile soodsalt. Kahtlemata avaldab see omakorda soodsat toimet jalgpalluri enesetundele, mis aitab pikendada efektiivse tegevuse aega ning tõsta treeningu kvaliteeti. Selle fenomeni põhjalikum uurimine vääriks tähelepanu.

Pingutust hindasid mängijad tugevamaks kui eelmiste testiosade järgselt, individuaalsed subjektiivsed hinnangud varieerusid “keskmisest” pingutusest “väga tugeva” pingutuseni ning valmisolekut järgmiseks koormuseks hinnati mõnevõrra madalamaks kui esimeste testiosade järgselt. Subjektiivset pingutuse tunnetust ning valmisolekut kolmanda testiosa järgselt on ilmselt mõjutanud kõrgem südame löögisagedus teise 8-minutilise väikese mängu ajal. Hinnangute suurt varieeruvust on mõjutanud ka vaatlusaluste erinev treenituse aste. Kõrgema VO<sub>2max/kg</sub> näitajaga mängijad hindasid pingutust koormusele madalamaks kui madalama aeroobse vastupidavuse näitajaga mängijad. Kuna subjektiivsete hinnangute andmist on mõjutanud ka esmakordne osalemine taolises uurimuses siis noormängijate pingutuse tunnetamise hindamine vajab täiendavaid uurimusi.

Testi kolmanda osa järgselt hinnati ka vere laktaadi taastumist. Taastumise 10. minutiks oli vere laktaadi kontsentratsioon langenud  $3,0 \pm 1,5$  mmol·l<sup>-1</sup>-ni ning taastumise 5. minutil olid enamik mängijaid subjektiivsete hinnangute järgi valmis järgmiseks koormuseks.

Korrelatsioonanalüüsi abil püüti hinnata seoseid objektiivsete ja subjektiivsete näitajate vahel (tabel 12). Korrelatsioonanalüüsist saadi statistiliselt usutavad seosed mängijate  $VO_{2max}$ -i ning mängijate subjektiivse hinnangu vahel pingutusele (vastavalt  $r = 0,71$ ,  $r = 0,74$ ,  $r = 0,88$ ;  $p < 0,05$ ) kõigis testiosades. Seega kõrgema aeroobse vastupidavusega mängijad suudavad rohkem pingutada treeningu erinevates osades sõltuvalt nende paremast koormuse taluvusest. Mängijate subjektiivne hinnang pingutusele korreleerus ka valmisolekuga teise ( $r = -0,76$ ;  $p < 0,05$ ) ning kolmanda testiosa ( $r = -0,72$ ;  $p < 0,05$ ) järgselt. Esimese testiosa järgselt võisid mängijad alahinnata oma valmisolekut, subjektiivset hinnangut võis mõjutada kogemuste puudus oma pingutuse tunnetusele ning valmisolekule. Pingutuse tunnetus korreleerus ka anaeroobse läve südame löögisagedusega esimese ( $r = -0,83$ ;  $p < 0,05$ ) ning teise osa ( $r = -0,86$ ;  $p < 0,05$ ) järgselt. Kuigi kolmanda testiosa osa keskmise SLS ja La kontsentratsiooni vahel saadi statistiliselt usutav korrelatsioon ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,05$ ) ei saadud statistiliselt usaldusväärseid seoseid kolmanda osa anaeroobse läve SLS-i ja pingutuse tunnetuse vahel. Kolmanda osa pingutuse tunnetuse hinnangut on mõjutanud ilmselt kõrgem keskmine SLS võrreldes esimeste osadega, mis oli tingitud väsimusest.

Samas ei saadud statistiliselt usaldusväärset seost kolmanda osa valmisoleku ning vere La kontsentratsiooni vahel. Kuigi vere La kontsentratsioon polnud nii kõrge kui kompleksi esimese osa järgselt, hindasid noorjalgpallurid aga kolmanda osa järgselt oma valmisolekut järgmiseks koormuseks madalamaks, seda mõjutas ilmselt kõrgem keskmine SLS kui esimestes testiosades. Samal ajal erinevate harjutuste südame löögisageduse ja tunnetatud valmisolekute vahel statistiliselt usaldusväärseid seoseid ei saadud. Tulemused on heas kooskõlas (Karu et al, 2000b, Nurmekivi et al, 2001) vaatlustulemustega jooksjatel tehtud uuringutes. Mitmed uurimused tõestavad, et vere laktaadi kontsentratsiooni muutused mõjutavad tunnetatud valmisolekut enam, kui südame löögisagedused (Weltman, 1995, Steed et al, 1994).

Treeninguvahendite toime hindamisel on sobiv kasutada nii objektiivseid (SLS, La kontsentratsioon) kui subjektiivseid (pingutuse tunnetus, valmisolek järgmiseks koormuseks) näitajaid komplekselt, et saada täpsemat infot mängijate seisundi kohta ning treeningkoormuste mõju kohta organismile. Uurimused on näidanud lineaarset seost tunnetatud pingutuse skaala ja südame löögisageduse vahel erinevate harjutuste sooritamisel (Gamberale, 1972, Skinner, 1973, Lollgen, 1997). See näitab, et Borgi skaalat võib kasutada alternatiivina südame löögisagedusele harjutuste intensiivsuse kirjeldamisel.

Kompleksseid treeninguid on seni vähe uuritud. Kuid on leitud, et kasutades kompleksseid treeningutunde, mis koosnevad paljudest erinevatest osadest mõjutab iga järgnev lüli eelnevat. Näiteks vastupidavusaladel aitab aeglane taastav jooks treeningu järgselt soodsalt mõjustada neid organismi süsteeme, mis võtsid osa anaeroobsete mõjustuste kindlustamisest. Siinjuures on huvipakkuv edasites uurimutes hinnata testiosade omavahelisi seoseid kui testi teises osas mängijad jooksevad anaeroobsest lävest madalamas intensiivsustsoonis. Õppides tundma otseseid ja tagasisidestuvaid vastastikuseid seoseid komplekssete treeningutundide üksikute osade vahel, on võimalik otstarbekamalt juhtida treenituse ülekande mehhanismi.

Aeroobse vastupidavuse arendamise seisukohalt on taoline harjutuste kompleks (A + B + C) liiga kõrge intensiivsusega sellele vaatlusaluste kontingendile südame löögisagedust ning vere La kontsentratsiooni arvestades. Harjutuste kompleksi toime jalgpallimängu seisukohalt on tugevam kui keskmine mäng täismõõtmega väljakul, kus kuni 90 % tegevustest mängus on aeroobne, vaheldudes aeg-ajalt kõrgema intensiivsusega tegevustega (Bangsbo, 1994, Reilly, 1999, Shephard, 1999, Chamari et al, 2004, Stolen et al, 2005). Keskmine mänguintensiivsus on anaeroobsel lävel (80 - 90 % SLS<sub>max</sub>-st). Kuigi ollakse selles intensiivsustsoonis vaid ligikaudu 20 minutit, on mängijad ülejäänud aja kõrgemas (anaeroobne metabolism) või madalamas intensiivsustsoonis (La eemaldamine) (Chamari et al, 2005b, Stolen et al, 2005). Füsioloogiliselt oleks võimatu säilitada kõrgem intensiivsus pika mänguaja jooksul laktaadi tekkimise tõttu lihastesse. Treeningute intensiivsus peab olema anaeroobsel lävel ilma üleliigse La kuhjumisega verre. Kõrge vere La kontsentratsioon inhibeerib aeroobseid ensüüme, kreatiinfosfaadi mehhanismi ja ka glükolüüsi ennast. Võime sooritada tööd VO<sub>2max</sub> lähedastes tingimustes ilma La olulise kontsentratsioonita veres on vastupidavuse määramise tähtsaks faktoriks.

Ideaalis võiks ka vastupidavuse treening jalgpallis olla palliga. Sellisel juhul saab ühendada kehaliste võimete arendamise tehnilis-taktikaliste oskuste täiustamisega mängusituatsioonides. Selle kasuks räägib ka see, et ka mängijate motivatsioon on kõrgem palliga treeningul. Füsioloogilised mõõtmised viitavad sellele, et keskmised treeningintensiivsused peavad olema kõrged (keskmiselt 75 % VO<sub>2max</sub>-st), et mängijaid mänguks ette valmistada (Van Gool et al, 1988, Chamari et al, 2005b). On leitud, et suurim erinevus võistlus- ja treeningkoormuste vahel on kõrge intensiivsusega perioodide kestus (Rhode, Espersen, 1988). Seega võib eeldada, et tõstes treeningu intensiivsust võistluste tasemeni, siis treeningul tehniliste ja taktikaliste oskuste kasutamise efekt kasvab. Meie uurimuses ületas väikese mängu intensiivsus keskmise võistlusmängu intensiivsust.

Noormängijate treeningul peab jälgima, et treeningintensiivsus ei oleks üleliia kõrge, mistõttu võib tekkida oht ülekoormuseks ja ületreeninguks. Hoff et al (2002) leidsid, et väikeses mängus on madalama  $VO_{2max}$  näitajaga jalgpalluritel raskem saavutada sobivat treeningintensiivust ning seega tuleks neil kasutada esmalt jooksutreeninguid. Treenides optimaalse intensiivsusega, mida järk-järgult tõstetakse, luuakse head eeldused intensiivsuse tõstmiseks vajaduse korral. Seega aeroobse vastupidavuse arendamise seisukohalt tuleb alustada ühtlase tempoga jooksukoormustega. Esmalt tuleks parandada aeroobset võimekust, koordineerimist ning jooksuökonoomsust, siis selle baasil tõsta treeningintensiivust ning parandada kiiruslikku tehnikat. Raske on saavutada kõike korraga. Kirjanduse ülevaatest selgus, et  $VO_{2max}$  taseme tõstmine parandas jalgpallimängus toimetulekut, mis tähendab, et suurenes kilometraaz, tõusis intensiivsus, sooritati rohkem spurte ja palliga tegevusi. Suurenenud aeroobsel vastupidavusel ei olnud negatiivset mõju hüppekõrgusele, jõule, kiirusele, löögi kiirusele ega löögi täpsusele (Helgerud et al, 2001). Seega aeroobne võimekus on oluline kaasaegses jalgpallis ja sel on suur mõju tehnilisele tegevusele ning taktikalistele valikutele.

Mängijale avalduvad füsioloogilised koormused on mängu ajal kõrged. On leitud, et läbitud kogu distantsipikkus ei peegelda maksimaalse aeroobse võimekuse kasutamise ulatust, vaid kombinatsioonis jooksudistantsidega erinevates võimsuse tsoonides ja tegevustes võib aidata selgitada mängijate maksimaalse aeroobse võimekuse kasutamise ulatust mängus. Erinevate uurimuse tulemused näitavad, et lühikeste intensiivsete löikudega treenimine sarnaneb kõige enam liikumistega jalgpallimängu ajal (Chamari et al, 2004, Kirkendall et al, 2005). Samas on leitud, et väike mäng 4 vs 4 sarnaneb oma mõjult organismile intervalljooksu treeningule (Hoff et al, 2002, Reilly et al, 2002, Sassi et al, 2005). Seega lähtuvalt kirjandusest saadud andmetest ning meie uurimuse tulemustest saame öelda, et aeroobse vastupidavuse arendamiseks noortel jalgpalluritel sobib paremini ühtlase tempoga jooksukoormus ning väikest mängu võib kasutada võistlushooajal erialase kiirusliku vastupidavuse treeningutes. Väikese mängu ja jooksukoormuste, otstarbekas ja füsioloogilisele toimele põhinev, kasutamine annab võimaluse noortel jalgpalluritel treeninguvahendite rikastamiseks kompleksse iseloomuga treeningukoormuste kasutamisel.

## 6. JÄRELDUSED

1. Väike mäng 4 vs 4 esitab südame löögisageduse ja vere laktaadi kontsentratsiooni põhjal organismile küllaltki sarnaseid nõudeid tippmängijate mänguga normaalmõõtmega väljakul.
2. Jalgpalluri organismi aeroobse vastupidavuse mõjustamise seisukohalt on väikese mängu puhul tegemist intensiivse treeningmõjutusega, mis ületab anaeroobse läve taset. Eelkõige aeroobse baasi arendamiseks oleks sobivam kasutada ühtlases mõõdukas tempos jooksutreeningut.
3. Pingutuseaegse tunnetuse ja tunnetatud valmisoleku hindamise kontrolliks erinevate treeningharjutuste puhul on sobivam kasutada vere laktaadi kontsentratsiooni määramist harjutuse lõpus ja taastumisperiodil. Toetumine ainult südame löögisageduse andmetele võib alahinnata organismi metaboolsete nihete ulatust ning vähendada harjutuste toime hinnangu adekvaatsust.
4. Väike mäng 4 vs 4 on oma toimelt ning töö ja puhkuse suhetelt sarnane intervalljooksu treeningule. Seega on noorte jalgpallurite treeningus sobilik seda kasutada jalgpallispetsiifilise vastupidavuse arendamiseks, kuna sel juhul saab ühendada intervalltreeningu toime tehnilis-taktikalise treeninguga.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Abt, G.A., Dickson, G., Mummery W.K. Goal scoring patterns over the course of a match: An analysis of the Australian National Soccer League. *Science and Football: Proceedings of the IV World Congress of Science and Football* (eds Spinks, W., Reilly, T., Murphy, A.), London E.& F.N.Spon, 2002, 106-111.
2. Astrand, P.-O., Rodahl, K. *Textbook of Work Physiology*. New York, 1977.
3. Apor, P. Successful formulae for fitness training. *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.), London E.& F.N.Spon, 1988, 95-107.
4. Bachev, V., Marcov, P., Georgiev, P., Iliev, M. Analysis of intensity of physical load during a soccer match. *Science and Football: Proceedings of the V World Congress of Science and Football* (eds Reilly, T., Cabri, J., Araujo, D.), London Routledge, 2005, 231-236.
5. Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J., Guidetti, L. Lactate removal during active recovery related to the individual anaerobic and ventilatory thresholds in soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 2004, 93, 224-230.
6. Balsom, P.D. *Kunnon jalkapallokirja*. Suomen Palloliitto, Jyväskylä, 1998.
7. Bangsbo, J. The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, vol. 151, Copenhagen, 1994.
8. Bangsbo, J., Michalsik, L. Assessment of the physiological capacity of elite soccer players. *Science and Football: Proceedings of the IV World Congress of Science and Football* (eds Spinks, W., Reilly, T., Murphy, A.), London E.& F.N.Spon, 2002, 53-62.
9. Bangsbo, J., Mohr, M., Krstrup, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J of Sports Sci*, 24 (7), 2006, 665-674.
10. Bompa, T.O. *Periodization. Theory and Methodology of Training* 4-th ed., Human Kinetics, Champaign, Illinois, 1999.
11. Borg, G. Borg's range model and scales. *Int Journal of Sport Pshychol*, 2001, 32, 110-126.
12. Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y. B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J.-C., Hue, O., Wisloff, U. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med*, 2004, 38, 191-196.
13. Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Boussaidi, L., Hachana, Y., Kaouech, F., Wisloff, U. Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. *Br J Sports Med*, 2005a, 39, 97-101.

14. Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I., Wisloff, U. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *Br J Sports Med*, 2005b, 39, 24-28.
15. Daniels, J. Daniels' running formula 2<sup>nd</sup> edition. Human Kinetics, Champaign, 2005.
16. Ebben, W. P. Complex training: a brief review. *J of Sports Sci and Med*, 2002, 1, 42-46.
17. Ekblom, B. Applied physiology of soccer. *Sports Med*, 1986, 3, 50-60.
18. Faina, M., Gallozzi, C., Lupo, S., Colli, R., Sassi, R., Martini, C. Definition of the physiological profile of the soccer player. *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.), London E.& F.N.Spon, 1988, 158-163.
19. Flanagan, T., Merrick, E. Quantifying the work-load of soccer players. *Science and Football: Proceedings of the IV World Congress of Science and Football* (eds Spinks, W., Reilly, T., Murphy, A.), London E.& F.N.Spon, 2002, 341-349
20. Gamberale, F. Perception of exertion, heart rate, oxygen uptake, and blood lactate in different work operations. *Ergonomics* 15, 1972, 545-554.
21. Gerish, G., Rutmöller, E., Weber, K. Sportsmedical measurements of performance in soccer. *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.), London E.& F.N.Spon, 1988, 60-67.
22. Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mucke, S., Muller, R., Hollmann, W. Justification of the 4 mmol/L lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 1985, 6, 117-130.
23. Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., Hoff, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci in Sports Exercise*, 2001, 33, 1925-1931.
24. Helin, P., Oikarinen, E., Rehunen, S. *Nopeusvalmennus*. Vaasa Oy, Vaasa, 1982.
25. Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., Helgerud, J. Soccer specific aerobic endurance training, *Br J Sports Med*, 2002, 36, 218-221.
26. Hoffmann, J. *Physiological aspects of sport training and performance*. Human Kinetics, Champaign, IL, 2002.
27. Jacobs, I. Nutrition for the elite footballer. *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.), London E.& F.N.Spon, 1988, 23-32.
28. Jones, S., Drust, B. Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 2007, 39 (2), 150-156.
29. Kaarna, K. *Jalgpalluri treeningkoormuse toime hindamise võimalustest*. Bakalaureusetöö, Tartu, 2002.
30. Karu, T., Slavin, G. *Kuidas kasutada spordiprogrammi ATLEET*. Tartu, 2000a.

31. Karu, T., Nurmekivi, A., Lemberg, H., Pihl, E., Jürimäe, T. Relationship between perceived readiness to run and physiological variables during repeated 2000 m bouts in middle-distance runners. *Scand J Med Sci Sports*, 2000b, 10, 33-36.
32. Kirkendall, D., T., Leonard, K., Garret, W., E., Jr. On the relationship of fitness to running volume and intensity in female soccer players. *Science and Football: The Proceedings of the V World Congress on Science and Football* (eds Reilly, T., Cabri, J., Araujo, D.), Routledge, London, 2005, 395-398.
33. Lollgen, H., Ulmer, H. V., Nieding, G. V. Heart rate and perceptual responses to exercise with different pedaling speed in normal subjects and patients. *Eur J Appl Physiol*, 1997, 37, 297-304.
34. Luhtanen, P. Jalkapallon lajiansalyysi kansainvälisellä huipulla. *Suomalainen valmennusoppi 2. Suomen Olympiakomitea, Gummerus, Jyväskylä, 1989.*
35. Luhtanen, P. Biomechanical aspects. *Football (Soccer)* (ed. Ekblom, B.), Oxford, 1994, 59-77.
36. Luhtanen, P. *Jalkapallovalmennus. Suomen Palloliitto, Jyväskylä, 1996.*
37. McMillan, K., Helgerud, J., Masdonald, R., Hoff, J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*, 2005a, 39, 273-277.
38. McMillan, K., Helgerud, J., Grant, S. J., Newell, J., Wilson, J., Macdonald, R., Hoff, J. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *Br J Sports Med*, 2005b, 39, 432-436.
39. Metaxas, T. I., Koutlianos, N. A., Kouidi, E. J., Deligiannis, A. P. Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. *J of Str and Cond Res*, 2005, 19 (1), 79-84.
40. Mohr, M., Krstrup, P., Bangsbo, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J of Sports Sci*, 2003, 21, 519-528.
41. Mohr, M., Krstrup, P., Bangsbo, J. Fatigue in soccer: A brief review. *J of Sports Sci*, 2005, 23 (6), 593-599.
42. Nurmekivi, A., Karu, T., Pihl, E., Jürimäe, T., Lemberg, H. Blood lactate recovery and perceived readiness to start a new run in middle-distance runners during interval training. *Perceptual and Motor Skills*, 2001, 93, 397-404.
43. Rampinini, E., Sassi, A., Impellizeri, F. M. Reliability of Heart Rate Recorded during Soccer Training. *Science and Football: The Proceedings of the V World Congress on Science and Football* (eds Reilly, T., Cabri, J., Araujo, D.). Routledge, London, 2005, 348-352.

44. Reilly, T., Thomas, V. An analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud* 2, 1976, 87-98.
45. Reilly, T. Football. *Physiology of Sports* (eds Reilly, T., Secher, N., Snell, P., Williams, C.). London E.& F.N.Spon, 1990, 371-426.
46. Reilly, T. The physiological profile of the soccer player. *Soccer* (ed Ekblom, B.). IOC, 1993.
47. Reilly, T. Physiological aspects of soccer. *Biology and Sport*, 1994, 11, 3-20.
48. Reilly, T. Motion analysis and physiological demands. *Science and Soccer* (ed Reilly, T.). London E.& F.N.Spon, 1996, 65-81.
49. Reilly, T. The unique demands of football match-play. *Int Sci Conf Of Mov Coord. In Team Sport Games and Martial Arts. Int Ass Of Sports Kin*, 1998, 126-131.
50. Reilly, T. Science and Football. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, Tartu, 1999, 4, 7-26.
51. Reilly, T. Endurance aspects of soccer and other field games. *Endurance in Sport* 2nd edition (eds Shephard, R. J., Astrand, P.-O.), 2000a, 900-930.
52. Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*, 2000b, 18, 669-683.
53. Reilly, T., White, C. Small-sided games as an alternative to interval-training for soccer players. *Science and Football: The Proceedings of the V World Congress on Science and Football*, ed. Reilly, T., Cabri, J., Araujo, D., Routledge, London, 2005, 344-347.
54. Rhode, H.C., Espersen, T. Work intensity during soccer training and match-play. *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.). London E.& F.N.Spon, 1988, 68-75.
55. Sassi, R., Reilly, T., Impellizzeri, F. A comparison of small-sided games and interval training in elite professional soccer players. *Science and Football: The Proceedings of the V World Congress on Science and Football* (eds Reilly, T., Cabri, J., Araujo, D.). Routledge, London, 2005, 341-343.
56. Saltin, B. Metabolic fundamentals in exercise. *Med and Sci in Sports*. 1973, 5, 137-146.
57. Shephard, R.J. Biology and medicine of soccer: An update. *J Sports Sci*, 1999, vol 17 (10), 757-786.
58. Shephard, R. J. Astrand, P.-O. *Endurance in Sport*. 2nd edition, 2000.
59. Skinner, J.S., Hutsler, R., Bergsteinova, V., Buskirk, E. R. Perception of effort during different types of exercise and under different environmental conditions. *Med Sci Sports*, 1973, 5, 110-115.
60. Sleamaker, R. *Serious Training for Serious Athletes*. Leisure Press, Champaign, 1989.

61. Snell, P. G., Stray-Gunderson, J., Levine, B. D., Hawkins, M. N., Raven, P. B. Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. *Med Sci Sports Exercise*, 2007, 39, 1, 103-107.
62. Steed, J.C. Ratings of perceived exertion (RPE) as markers of blood lactate concentration during rowing. *Med Sci Sports Exercise*, 1994, 26, 797-803.
63. Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisloff, U. Physiology of Soccer: An Update. *Sports Med*, 2005, 35 (6), 501-536.
64. Tumilty, D.M., Hahn, A.G., Telford, R.D., Smith, R.A. Is "lactic acid tolerance" an important component of fitness for soccer? *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.). London E.& F.N.Spon, 1988, 81-86.
65. Tumilty, D.M. Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med*, 16 (2), 1993, 80-96.
66. Van Gool, D., Van Gerven D, Boutmans J. The physiological load imposed on soccer players during real match-play. *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.). London E.& F.N.Spon, 1988, 51-59.
67. Vilkki, J., Miettinen, P. Jalkapalloilijan fyysisen harjoittelun perusteet ja niiden soveltaminen nuorten harjoitteluun. Suomen Palloliitto, C-valmentaja kurssi, 1994.
68. Viru, A., Kõrge, P., Pärnat, J. Sport füsioloogi vaatevinklist. Tallinn, Valgus, 1975.
69. Weltman, A. The blood lactate response to exercise. Hum Kin, Champaign, Illinois, 1995.
70. White, J.E., Emery, T.M., Kane, J.E., Groves, R., Risman, A.B. Pre-season fitness profiles of professional soccer players. *Science and Football: Proceedings of the I World Congress of Science and Football* (ed Reilly, T.). London E.& F.N.Spon, 1988, 164-171.

## **SUMMARY**

### **METABOLIC AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO COMPLEX TRAINING LOAD IN YOUTH SOCCER PLAYERS**

Soccer imposes demands on aerobic and anaerobic systems (Reilly, 1999, Shephard, 1999, Stolen et al, 2005). The assessment of player's aerobic performance could be of interest for coaches in order to evaluate and programme their training (Chamari et al, 2005). Aerobic capacity can be developed by exercises with a ball or without it. A widespread exercise with a ball is small game 4 vs 4 (Balsom, 1998).

The aim of this study was to provide a comparative evaluation of the effect of complex training on the young football players' organism from the viewpoint of influencing aerobic capacity and estimating the relations between objective (HR, BLA) and subjective (PE, PRR) criteria used in the study.

The subjects were 20 young football players, mean age  $18,5 \pm 2,0$  years, height  $178,6 \pm 8,1$  cm, weight  $69,6 \pm 7,3$  kg. Complex training, used in experiment, consisted of 8-min intensive small game 4 vs 4, followed by 8-min steady-pace running load and again a small game of 8-min. Different loads were separated by 3-min intervals of passive recovery. During the whole test heart rate (HR) was measured with Polar-Vantage sport tester (Finland). Blood lactate (BLA) samples were obtained after each load and analysed with Lactate Pro analyser (Japan). For evaluating the perceived exertion (PE) the Borg CR 10 scale (Borg, 2001) was applied. Ratings of subjective perceived readiness (PRR) to begin a new activity were obtained by perceived readiness ratings scale (Karu et al, 2000b).

Ideally, endurance training in soccer should be carried out using the ball. Therefore, it is possible to combine endurance training with technical-tactical improvement in game situations. Players' motivation is also higher when the ball is used. Study results show that influencing aerobic capacity of a football player is such small game too intense – mean HR was in the range of  $176 - 180 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  and BLA concentration  $5,4 - 7,0 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . In almost same HR indices the metabolic reaction to small games and running load differs significantly in junior soccer players. According to that estimating the BLA concentration is necessary in assessing the effect of the training means and gaining optimal metabolic and developmental effect of players aerobic endurance.

Statistically significant relationship was found between  $VO_{2max/kg}$  and perceived exertion ratings in all three parts of the complex training ( $r = 0,71 - 0,88$ ;  $p < 0,05$ ). Therefore, the subjects with higher aerobic endurance are able to mobilize themselves better for different parts of complex training depending on their better load tolerance.

More accurate evaluation of the metabolic state of organism is to determine the BLA concentration after different loads. The correlation analysis revealed that the higher BLA concentration levels after first small game and running load influenced statistically significantly readiness of the subjects for the next load ( $r = - 0,71$  and  $- 0,85$ ;  $p < 0,05$ , respectively). Therefore it seems to be better to use steady-pace running loads for developing the aerobic endurance in junior soccer players. The dose of that kind of loads according to subjective readiness ratings helps to follow optimal level of development.

Evaluating the effect of the whole training complex we can conclude that the load of complex was strong. Intensive small game 4 vs 4 is not the best way to develop aerobic endurance basis but it would be good for developing soccer specific endurance depending on the training period. Using objective and subjective markers we can specify the adaptive changes in the organism of junior soccer players and to manage the development of their aerobic endurance better.