

TARTU ÜLIKOOL
Kehakultuuriteaduskond
Spordipedagoogika ja treeningõpetuse instituut

Inga Hallikma

Keha koostise näitajate seos aeroobse töövõimega naissõudjatel

Bakalaureusetöö
Liikumis- ja sporditeaduste erialal

Juhendaja: dotsent J. Jürimäe

Tartu 2005

SISUKORD

1. Sissejuhatus	3
2. Kirjanduse ülevaade	5
2.1 Sõudjate kehaehituse iseloomustus	5
2.2 Sõudmise füsioloogiline iseloomustus	11
2.3 Sõudjate treeningprogrammi iseloomustus	15
3. Töö eesmärk ja ülesanded	17
4. Metoodika	18
4.1 Uuritavad	18
4.2 Keha koostis	18
4.3 Funktsionaalne test	19
4.4 Statistiline analüüs	20
5. Tulemused	21
6. Arutelu	26
7. Järeldused	30
8. Kasutatud kirjandus	31
9. Summary	36

1 SISSEJUHATUS

Tänapäeval tähendab akadeemiline sõudmine sõudmist sellistes paatides, mis on spetsiaalselt valmistatud maksimaalse liikumiskiiruse saavutamiseks. Kaasaegse akadeemilise sõudmise sünnimaaks loetakse Inglismaad, kuna juba 1715. aastal korraldati Londonis esimesed sõudevõistlused. Tuntud võistlused, nagu Oxfordi ja Cambridge'i ülikoolide kaheksapaatide võistlus ning Henley regatt, said alguse 19. sajandi algusest. Need võistlused on tänapäevalgi väga populaarsed ja suurejoonelised ning Henley regatt on tänapäeval teadaolevalt vanim võistlus.

Akadeemiline sõudmine kuulub vastupidavusalade valdkonda, kuid samas on väga oluline arendada ka sõudjate jõuvõimeid. Klassikalise võistlusdistsantsi pikkuseks on 2000 meetrit, mille läbimisel sooritavad sportlased 200 kuni 250 tõmmet, kus igasse tõmbesse rakendatakse 500 kuni 700 N jõudu. Stardis võib jõu suurus ulatuda isegi 1000 kuni 1500 N-i. Sellest järeldub, et sõudmises edu saavutamisel mängivad suurt rolli nii keha ehitus kui ka funktsionaalsete võimete iseärasused. Sõudmisel on töös umbes 70 % kogu keha lihastest, kuna aktiivsed on nii jala-, selja-, kõhu-, õla- kui ka käelihased.

Naiste akadeemilist sõudmist võib jagada mitmese erinevasse kategooriasse. On olemas kaalukategooriad, kus kergekaalu sõudja peab olema kergem kui 59 kg ja paatkonna keskmine raskus ei tohi ületada 57 kg. Veel jaguneb sõudmine üksikaerusõudmiseks ja paarisauerõudmiseks. Üksikaerupaadid on kahesed, neljased ja kaheksased. Paarisauerupaadid on ühesed, kahesed ja neljased. Üksikaerupaadid jagunevad veel omakorda roolijaga ja roolijata paatideks, sealjuures nõuab iga paadiklass sportlaselt spetsiifilisi ja funktsionaalseid näitajaid. Olümpiamängudel on alates 1996. aastast võistlustules meestel ühene, paarisaueru kahene, roolijata üksikaeru kahene, paarisaueru neljane, roolijata üksikaeru neljane ning kaheksane, kergekaalu meesõudjatel paarisaueru kahene ja roolijata üksikaeru neljane. Naistel on ühene, paarisaueru kahene, roolijata üksikaeru kahene, paarisaueru neljane ning kaheksane ja kergekaalu naissõudjatel

paarisaeru kahepaat. Lisaks toimuvad veel maailmameistrivõistlused ja ka Euroopa meistrivõistlused, kus võisteldakse samades paadiklassides.

Sõltuvalt paadiklassist ja ilmastikuoludest kulutavad sõudjad standardse 2000 meetri sõudedistantsi läbimiseks 5,5 kuni 7,5 minutit. Võistluste ajal töötavad sõudjatel maksimaalselt nii aeroobsed ja ka anaeroobsed energiatootmismehhanismid. 2000 meetri võistlusdistantsi ajal töötavad sõudjad submaksimaalse ja suure võimsuse tsooni piirimail (Steinacker, 1993). Seepärast tuleb sõudjate aastases treeningprogrammis suurt tähelepanu pöörata vastupidavusvõimete arendamisele. Sõudjate aastasest treeningplaanist moodustab ligikaudu 90 % aeroobse suunitlusega treening (Steinacker, 1993).

Käesoleva uurimustöö eesmärgiks oligi hinnata keha koostise näitajate ja 2000 meetri võistlusdistantsi läbimisel kasutatavate aeroobse töövõime parameetrite vahelisi seoseid naissõudjatel.

2 KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Sõudjate kehaehituse iseloomustus

Akadeemilise sõudmise puhul on tegemist ennekõike vastupidavusalaga, kuid väga oluline osa on ka sõudjate jõuvõimetusel (Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Sõudjate võistlustulemus sõltub seega spetsiifilistest keha koostise ja antropomeetristest näitajatest. Võistlustulemust oluliselt määravateks faktoriteks loetakse keha massi ja keha suurust (Fu ja Morrison, 1981; Hebbelinck jt., 1980; Hirata, 1979; Jürimäe jt., 2000; Rodriguez, 1986; de Rose jt., 1989; Secher ja Vaage, 1983; Sklad jt., 1994; Tittel ja Wutscherk, 1992). Et ületada vee takistust ja arendada paadi maksimaalset kiirust, tuleb sõudjatel sooritada kestvaid lihasingutusi. Klassikalise 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel sooritavad sõudjad 200 kuni 250 tõmmet (Hagerman, 2000; Steinacker, 1993). Stardis on maksimaalseks jõuks aerulabale mõõdetud 1000 kuni 1500 newtonit ning distantsil sooritavad sõudjad tõmbeid keskmiselt 500 kuni 700 newtoni suuruse jõuga (Steinacker, 1993). Sõltuvalt paadiklassist kulub distantsi läbimisele 5,5 kuni 7,5 minutit (Hagerman, 2000; Steinacker, 1993).

Võistlusdistsantsi edukaks läbimiseks peab sõudjal seega olema küllaltki võimas kehaehitus ja suur lihassmass (Jürimäe jt., 2000; Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Nagu paljudel spordialadel, nii ka sõudmises sõltub võistlustulemus lihassmassi suhtest kogu keha massi (Secher, 1993). Kui kõik muud bioloogilised näitajad on võrdsed, siis on eelis suurema lihassmassiga sõudjatel (Secher, 1993; Shephard, 1998). Sõudmisel on töös umbes 70 % kogu keha lihastest, aktiivsed on nii jala-, selja-, kõhu-, õla- kui ka käelihased (Secher, 1993; Steinacker, 1993). Samas aga ei ole nende lihasgruppide absoluutsed jõunäitajad usutavalt seotud võistlustulemusega ($r=0,35-0,40$; $p>0,05$) (Tshuprina, 1987). Võistlustulemuse saavutamisel on oluline tähtsus seega jõuvastupidavusel, ehk siis jõul, mida igal tõmbel suudetakse aeru taha rakendada (Bourguois jt., 1998; Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993; Tshuprina, 1987).

Jõuvastupidavus on omakorda seotud keha suuruse ja keha massiga (Bourguois jt., 1998; Hagerman, 2000).

Seega on akadeemilises sõudmises nagu ka teistel spordialadel, edu saavutamisel väga suur tähtsus kehaehituse ja keha koostise iseärasustel (Hagerman, 2000; Jürimäe jt., 2000; Shephard, 1998). Tippportlastel peab kehaehitus ja keha koostis vastama antud spordiala nõuetele, ilma milleta ei ole võimalik saavutada edu vastaval spordialal (Jürimäe jt., 2000; Shephard, 1998). Teadlased on kasutanud erinevate spordialade sportlaste kehaehituse iseloomustamiseks somatotüpiseerimist, millega määratakse antud spordiala iseärasusi ja jälgitakse ka noorsportlaste kehaehituse muutusi (Carter, 1982). Sõudmises on sportlaste somatotüübi leidmine oluline ka paatkondade koostamisel. Rahvusvahelise klassiga paatkondade sõudjate somatotüüpide jaotuvuses praktiliselt erinevusi ei esine (Carter, 1982). Sõudjate kehaehituse proportsioonides aastate jooksul ei ole toimunud olulisi muutusi, kuigi on suurenenud keha pikkus ja keha mass (Shephard, 1998). Koos nendega on suurenenud ka teised antropomeetrilised parameetrid (Shephard, 1998). Sportlase somatotüüp jaguneb kolmeks komponendiks: 1) endomorfseks, mis iseloomustab kehaehituse pehmust ehk rasvkoe hulka; 2) mesomorfseks, mis iseloomustab lihaste, luude ja sidekoe hulka võrreldes keha pikkusega; ning 3) ektomorfseks, mis iseloomustab kehaehituse suhtelist lineaarsust ehk kehapinna suuruse suhet keha massi (Carter, 1982). Naissõudjate somatotüüpe uuriti 1976 aasta olümpiamängudel. Keskmiseks somatotüübi jaotuvuseks saadi 3,1 (endomorf)- 3,9 (mesomorf)- 2,8 (ektomorf) (Carter, 1982). Enamus naissõudjate somatotüüpe olid keskmised, ilma, et ükski somatotüübi komponent oleks prevalveerunud. Sarnaselt meessõudjatega on ka kergekaalu naissõudjad enam ektomorfseid ja vähem mesomorfseid võrreldes normaalkaalu sõudjatega (Carter, 1982). Nii nais- kui ka meessõudjate somatotüüpide jaotuvus on sarnane ujujatega, kuid sõudjate keskmised antropomeetrilised näitajad on siiski suuremad (Carter, 1982).

Naissõudjate antropomeetrilisi näitajaid on uuritud suhteliselt palju (Hagerman, 2000; Shephard, 1998). Üldjuhul on tippõudjad üle 170 cm pikad ja kaaluvad 65 kuni 70 kg (tabel 1). Carter (1982, 1984) täheldas, et rahvusliku tasemega sportlaste keha pikkus

Tabel 1. Naissõudjate antropomeetrilised näitajad.

Kategooria	n	Vanus (a)	Pikkus (cm)	Keha mass (kg)	Autor
NORMAALKAAL					
Montreali OM 1976	51	23,8	174,3	67,4	Hebbelinck jt. (1980)
Kanada koondis	6	23,3	172,5	66,6	Fu ja Morrison (1981)
USA koondis	40	23	173	68	Hagerman jt. (1979)
Hollandi koondis	6	27	178	71,2	Vermulst jt. (1991)
Austraalia koondis	11	19,6	180	75,6	Telford jt. (1994)
Kanada koondis	6	24,5	178,7	75,1	Young ja Rhodes (1991)
Inglismaa koondis	15	26,3	178,3	72,6	Pacey jt. (1995)
Poola koondis	8	22	176,7	73,4	Sklad jt. (1994)
Saksamaa koondis	20	21,6	183,6	75,6	Hartmann jt. (1993)
KERGEKAAL					
Hazewinkeli MM	50	24,1	167,1	57,1	Rodriguez (1986)
JUUNIORID					
Poola koondis	18	16,9	176,8	72,4	Sklad jt. (1993)

ning keha mass on kümne aastaga suurenenud vastavalt 2 cm ja 5 kg. Naisjuunioride eliitsõudjate keskmine keha pikkus (175 kuni 177 cm) ja keha mass (70 kuni 72 kg) on sarnane rahvusvahelise klassiga normaalkaalu naissõudjate vastavate näitajatega (pikkus: 173 kuni 184 cm; keha mass: 67 kuni 76 kg) (Bourguois jt., 1998; Shephard, 1998). Tippsõudjad on üldiselt pikemad ja raskemad ning neil on suurem lihasmass kui vähemedukamatel sportlastel (Bourguois jt., 1998; Hirata, 1979; Shephard, 1998). Oma ülevaateartiklis leidis Shephard (1998), et väljapaistvad naissõudjad on üldjuhul 7% pikemad ja 19 % raskemad kui keskmised mittersportlastest Kanada naised. Lisaks sellele leidis Malina (1994), et andekad sõudjad on eakaaslastest pikemad juba varases lapsepõlves ning see säilib ka kogu täiskasvanu perioodi.

Antropomeetriliste näitajate poolest erinevad üksikaerusõudjad paarisaerusõudjatest ning kergekaalusõudjad (maksimaalne lubatud keha mass naistel 59,0 kg ja meestel 72,5 kg) normaalkaalusõudjatest. Võrreldes teiste vastupidavusaladega on sõudjatel seoses suure keha massiga ka suurem keha rasvaprotsent (Bourguois jt., 1998; Shephard, 1998). Üldiselt võib öelda, et tippsõudjad on vähemedukatest sportlastest pikemad, raskemad ja suurema lihasmassiga (Shephard, 1998). Sealjuures vastab normaalkaalu naissõudjate keha mass kergekaalu meessõudjate vastavale näitajale (Shephard, 1998). Tulenevalt keha massi piirangutest on kergekaalu sõudjate keha pikkuse ja nii keha rasvavaba massi kui ka lihasmassi näitajad oluliselt väiksemad normaalkaalu sõudjate vastavatest näitajatest (Shephard, 1998).

Sõudjate antropomeetrilised iseärasused mõjutavad oluliselt nende võistlustulemusi. Edukatel sõudjatel on keha mass kasvanud seoses lihasmassi suurenemisega, kuna keha rasvaprotsent ei ole oluliselt muutunud (Hagerman, 2000; Secher, 1993; Shephard, 1998). Sõudjate lihasmassi suurus on otseselt seotud nende võistlustulemustega (Jürimäe jt., 2000). Klassikalise 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel on ka paatkondade kiirus paranenud kümne aastaga keskmiselt 0,2 % (Secher, 1993). Selline tulemuste paranemine näitab nii inventari (s.o. paadid ja aerud) arengut kui ka edasiminekut nii treeningute planeerimises kui ka sõudjate valikus, sõltuvalt nende spetsiifilistest antropomeetristest näitajatest (Bourguois jt., 1998; Shephard, 1998). Eelpoolöeldut

kinnitab ka 1997 aasta juuniorite maailmameistrivõistluste finalistide ja finaali mittepääsenute antropomeetriliste näitajate võrdlus (tabel 2), kus selgub, et finalistidel on suurem keha mass, pikkus, iste-, jala- ja käepikkus ning reie ja õlavarre ümbermõõt (Bourguois jt., 1998).

Ka erinevate paadiklasside sõudjatel ilmnevad erinevused keha proportsioonides (Bourguois jt., 1998; Hirata, 1979; Secher, 1993; Shephard, 1998). Üldjuhul on üksikaerusõudjad pikemad ja raskemad kui paarisõudjad (Bourguois jt., 1998; Hirata, 1979; Secher, 1993; Shephard, 1998). Hirata (1979) leidis, et naised üksikaerusõudjad olid keskmiselt 3,5 cm pikemad ja 3,5 kg raskemad kui naispaarisõudjad ning meestel olid erinevused vastavalt 2,0 cm ja 3,8 kg. Uurides 1997 aasta juunioride maailmameistrivõistlustest osavõtjaid, leidsid Bourguois jt. (1998), et nii nais- kui ka meesüksikaerusõudjate jäsemed olid võrreldes paarisõudjatega pikemad ja laiemad (välja arvatud reieluu laius), samas olid üksikaerusõudjatel ka suuremad jäsemete ümbermõõdud (välja arvatud sääre ümbermõõt).

Kokkuvõtteks võib öelda, et tippsõudjad on suhteliselt pikad, rasked, tugeva skeletiga ning arenenud lihastega. Nende keha massist olulise osa moodustab lihassmass. Aastate jooksul on naissõudjate keha pikkus, keha mass ja lihassmass suurenenud, kuna keha rasvaprotsent on vähenenud. Sõudjate keha koostise ja antropomeetriliste näitajate määramine on oluline nii treeningprotsessi jälgimisel kui ka paatkondade koostamisel.

Tabel 2. Keha dimensioonid 1997 aasta juuniorite maailmameistrivõistlustest osavõtnud naissõudjatel (Bourguois jt., 1998). Finalistide näitajad statistiliselt usutavalt suuremad ($p < 0,01$).

Keha dimensioonid	Finalistid (n=112)	Finaali mittepääsenud (n=94)
Keha mass (kg)	71,3 ± 5,9	67,7 ± 6,1
Pikkus (cm)	176,6 ± 5,8	172,7 ± 6,0
Istepikkus (cm)	91,6 ± 3,0	90,1 ± 2,8
Jalapikkus (cm)	85,1 ± 3,9	82,6 ± 4,3
Käepikkus (cm)	76,9 ± 3,2	74,8 ± 3,3
Õlavarre ümbermõõt (cm)	29,3 ± 1,5	28,7 ± 1,5
Reie ümbermõõt (cm)	59,2 ± 2,6	57,8 ± 3,0

2.2 Sõudmise füsioloogiline iseloomustus

Akadeemiline sõudmine on spordiala, mis on seotud pideva lihastööga. Treenitud sõudjad kasutavad võistlusdistsantsi läbimisel suuremat lihasjõudu kui teised vastupidavusalade sportlased (Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Klassikalise 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimiseks kulub sõudjatel 5,5 kuni 7,5 minutit sõltuvalt paadiklassist (Hagerman, 2000; Steinacker, 1993). Selle aja jooksul tehakse sõltuvalt paadiklassist 220 kuni 250 tõmmet ja seega omavad 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel kõik energiatootmismehhanismid teatud osa (Hagerman, 2000; Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Sealjuures moodustab aeroobne energiasüsteem ligikaudu 70 % üldisest energiavajadusest ning ülejäänud 30 % ulatuses kasutab sõudja alaktaatset ja laktaatset anaeroobset energiasüsteemi (Roth jt., 1983). Secheri jt. (1982) uuringu kohaselt võib aeroobse energiatootmissüsteemi osa ulatuda isegi kuni 86%. Sellepärast moodustabki sõudjate aastasest treeningust ligikaudu 90 % aeroobne treening, kus treeningu intensiivsus ei ületa anaeroobse läve taset (Steinacker, 1993). Aeroobse võimekuse arendamine on väga oluline, kuna see arendab organismi võimet varustada töötavaid lihaseid vajaliku hapnikuga (Hagermann, 2000; Shephard, 1998).

Sõudjatel on põhiliseks aeroobse energiatootmise mehhanismiks oksüdatiivne fosforileerimine, mis kujutab endast energia tootmist kas glükogeenist või rasvadest. See toimub mitokondrites ja ainult hapniku juuresolekul (Hagermann, 2000; Steinacker, 1993). Aeroobne energiatootmise mehhanism on sõudjatel üsna hästi arenenud, kuna sõudmine on vastupidavusala ja lihased töötavad suhteliselt madala võimsusega (Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993; Tshuprina, 1987). Mida suurem on sõudja lihaste oksüdatiivne potentsiaal, seda intensiivsemalt suudab ta töötada aeroobse energiasüsteemi arvelt (Hagerman, 2000; Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993).

Üheks põhilisemaks sõudjate aeroobse võimekuse näitajaks on maksimaalne hapniku tarbimine, mis võib rahvusvahelise klassiga naissõudjatel ulatuda üle 5,5 l/min

(Hagerman, 2000). Sõudjatel on maksimaalse hapniku tarbimise näitaja üks suuremaid võrreldes teiste vastupidavusaladega (Hagermann, 2000; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Tavaliselt ei ole võimalik rahvusvahelist edu saavutada, kui maksimaalne hapniku tarbimine ei ületa vähemalt 4,5 l/min naistel ja 6,0 l/min meestel (Hagermann, 2000; Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Sealjuures on edukatel kergekaalusõudjatel absoluutne maksimaalne hapniku tarbimine 500 kuni 1000 ml madalam (Hagerman, 2000). Seega väljendab maksimaalne hapniku tarbimine sõudjatel ka nende suhteliselt suurt keha proportsiooni. Sealjuures ei ole sõudmises erinevalt teistest vastupidavusaladest suur keha mass takistuseks, kuna sõudjate keha mass on paadis toetatud (Jürimäe jt., 2000).

Sõudjatel on maksimaalset hapniku tarbimist sageli vaadeldud kui kõige olulisemat saavutusvõimet määravat tegurit (tabel 3). Sõudjate organismi oluliseks omaduseks on suutlikkus taluda suurt intensiivsust, isegi siis, kui nad on ületanud anaeroobse läve taseme (Hagerman jt., 1978; Hagerman jt., 1981; Hagerman jt., 1994; Mickelson jt., 1982).

Kuna organismi süsivesikute varud on suured, on peamiseks anaeroobseks energiatootmise mehhanismiks glükolüütiline fosforileerimine (Hagermann, 2000). Glükolüütiline fosforileerimine on reaktsioon, mis kutsub esile laktaaditaseme tõusu veres ja mille suurus määrab antud mehhanismi töötamise ulatuse lihastööl (Hagermann, Secher, 1993; Shephard, 1998; 2000; Steinacker, 1993). 2000 meetri võistlusdistanti läbimisel saab sõudja anaeroobsetest süsteemidest ligikaudu 30 % energiast (Steinacker, 1993). Sealjuures määrab anaeroobne võimsus ainult 10 kuni 20 % sõudjate võistlustulemusest (Secher, 1993). Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et sõudjatel on hästi arenenud jõunäitajad tänu nii aeglaste ja kiirete lihaskiudude hüpertroofiale kui ka suurele lihasmassile (Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Anaeroobsete protsesside võimsust näitab ka laktaadi kuhjumine veres (Secher, 1993; Shephard, 1998; Steinacker, 1993; Tshuprina, 1987). Laktaadi kuhjumine veres sõltub tema produktsioonist töötavas lihases ja ka elimineerimisest maksa, südame ja teiste lihaste poolt (Messonnier jt., 1997; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Mida kõrgem on sõudja aeroobne lävi, seda

Tabel 3. 1992 aasta USA olümpiakoondise ja 1997 aasta USA rahvusliku koondise naissõudjate peamiste füsioloogiliste näitajate võrdlus 2000 meetri sõudeergomeetri distantsi läbimisel (Hagerman, 2000).

	n	Võimsus (W)	SLS (l/min)	V _E (l/min)	VO ₂ (l/min)	VO ₂ (ml/min/kg)	LA (mmol/l)
1992	25	310 (± 19,2)	190 (± 9,19)	153,1 (± 10,91)	4,31 (± 0,46)	58,6 (± 3,65)	13,1 (± 1,73)
1997	25	331 (± 18,0)	192 (± 6,10)	155,6 (± 11,52)	4,41 (± 0,61)	57,8 (± 4,21)	14,6 (± 1,90)

SLS- südamelöögisagedus (lööki/min)

V_E- ventilatsioon (l/min)

VO₂- absoluutne hapnikutarbimine (l/min)

VO₂- hapnikutarbimine kilogrammi kehakaalu kohta (ml/kg/min)

LA- laktaat (mmol/l)

madalamad on tema maksimaalsed laktaadi väärtused (Secher, 1993; Shephard, 1998). Sellised kõrged anaeroobse läve näitajad tulenevad spetsiifilisest treeningrežiimist, mis suurendab lihaste oksüdatiivset mahtuvust ja parandab vereringe omadusi (Mickelson jt., 1982).

2000 meetri võistlusdistanti läbimisel on anaeroobse alaktaatse energiatootmismehhanismi osa väga väike, moodustades kogu energia tootmisest vaid kuni 10 % (Steinacker, 1993). Tänu nii väiksele osatähtsusele alustakse anaeroobse alaktaatse süsteemi trenimist tavaliselt alles enne võistlusperioodi algust (Steinacker, 1993). Treenimiseks kasutatakse intervalltreeningut, kus 10 kuni 15 sekundiline maksimaalne pingutus vaheldub 30 kuni 60 sekundilise puhkusega (Steinacker, 1993).

Kokkuvõtteks võib öelda, et sõudjatel on suured maksimaalse hapniku tarbimise näitajad. See on rahvusvahelise klassiga tippsõudjatel üks peamine edu garanteeriv tegur. Sõudjate aastases treeningus moodustab ligikaudu 90 % just aeroobne treening, mis loob soodsad võimalused talumaks suurt intensiivsust ka siis, kui sportlane töötab anaeroobses tsoonis. Sõudjate suured hapniku tarbimise näitajad tulenevad suurtest energiakulutustest, kuna nad rakendavad väga intensiivset lihastööd.

2.3 Sõudjate treeningprogrammi iseloomustus

Sõudmine on oma olemuselt jõuvastupidavusala, kuna see on spordiala, mis kuulub nii vastupidavusalade kui ka jõualade hulka (Steinacker, 1993; Tshurpina, 1987). Sõudja peab 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel 6 kuni 7 minuti jooksul rakendama suurt lihaspinget. Seepärast on sõudjate aastasest treeningust ligikaudu 90 % aeroobse suunitlusega treening (Steinacker, 1993). Sõudjatel jagatakse aastane treeningtsükkel kolme ossa: ettevalmistusperiood, võistlusperiood ja üleminekuperiood. Igal perioodil on omad kindlad ülesanded, mille tegemata jätmisel ei saa üle minna järgmisesse perioodi. Eestis on väga lihtne need perioodid välja tuua, kuna meie kliimas pole võimalik 3 kuni 4 kuud vee peal sõuda. See aeg moodustab ettevalmistusperioodi. Ka mujal maalimas kasutatakse sellel perioodil vähem veetreeninguid (Nielsen, 1993).

Ettevalmistusperioodi iseloomulikeks joonteks on harjutuste suur maht ning suhteliselt madal intensiivsus. Vere laktaadisaldus jääb 86 kuni 94 % kogu treeningust alla 2 mmol.l⁻¹ taseme (Steinacker, 1993). Sellel perioodil toimub põhiliselt aeroobse suunitlusega treening.

Võistlusperioodil toimub tehnika täiustamine, kehalise võimekuse parandamine ning psühholoogiline ettevalmistus võistlusteks (Nielsen jt., 1987). Peamisteks eesmärkideks sellel perioodil on arendada ja stabiliseerida kehalisi võimeid (Nielsen jt., 1987). Tshurpina (1987) järgi on võistlusperioodi ülesandeks erialase kiirusliku- ning jõuvastupidavuse ja kiiruse arendamine, saavutamaks võistlustel parimat tulemust. Sellel perioodil moodustab 70 kuni 77 % treeningust aeroobne treening, mil laktaadi tase jääb veres alla 2 mmol.l⁻¹ (Mader jt., 1986). Samuti on oluline intensiivne vastupidavustreening üle anaeroobse läve, kuid see ei tohiks ületada 10 % kogu treeningmahust (Steinacker, 1993). Sellel perioodil on enamus veetreeningud, kuid neile lisandub nädalas 1 kuni 2 üldise ning mitmekülgse suunitlusega jõuvastupidavustreeningut. Enamasti toimuvad tempo- ning intervalltreeningud, millele

lisandub 2 kuni kolm pikka aeroobse suunitlusega treeningut nädalas, mil südamelöögisagedus jääb vahemikku 130 kuni 150 lööki minutis.

Ülemineku perioodi ülesandeks on kehaline ja vaimne taastumine (Nielsen jt., 1987). Sellel ajal vabaneb sportlane oma igapäevasest süstemaatilisest raskest treeningust ja puhkab eelnevast raskest ning pingelisest võistlushooajast. Puhununa tunneb sportlane ennast tugevamana ja tõuseb tema eneseusk, ning ta saab juurde indu alustada uueks hooajaks tööd. Sellel perioodil kasutatakse põhiliselt taastavaid treeningkoormusi ja tegeldakse pallimängudega, nagu tennis, korvpall, võrkpall, jalgpall, sulgpall. Treeningu maht ja intensiivsus on väikesed. Jälgitakse seda, et treening ei oleks rutiinne, vaid oleks ebatavaline ning huvitav. Ülemineku periood on hea raviks ja profülaktilisteks uuringuteks (Tshuprina, 1987), kuna otsene treeningmahu vähendamine ei mõjuta oluliselt esinemist saabuval hooajal. Sõudjatel on see periood ka uue tehnika õppimiseks ning suurte tehnikavigade parandamiseks (Nielsen jt., 1987). Tehnika õppimine nõuab palju aega ning selget puhanud pead.

Kokkuvõtteks võib öelda, et aeroobse suunitlusega treening moodustab vastavalt treeningperioodi iseloomule, erineva osa üldisest treeningmahust, kuid on siiski peamine osa kogu aastase treeningtsükli jooksul. Talvisel ja kevadisel ettevalmistusperioodil moodustab aeroobne treening 86 kuni 94 % kogu treeningmahust, kuid kuna suvisel võistlusperioodil suureneb anaeroobsetele mehhanismidele suunatud treeningute osa, moodustab sel ajal aeroobne treening 70 kuni 75 % kogu treeningmahust.

3 TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Nagu kirjanduse ülevaatest selgus, määravad sõudjate võistlustulemust nii spetsiifilised keha koostise kui ka funktsionaalsed näitajad. Sealjuures on võistlustulemuse määramisel väga oluline osa lihasmassil keha koostise näitajatest ja maksimaalsel aeroobsel võimsusel metaboolsetest parameetritest. Aeroobse võimsuse arendamiseks kasutatakse madala intensiivsusega pikaajalist vastupidavustreeningut, kus laktaadisisaldus veres ei tõuse üle 2 mmol.l^{-1} . Kui meessõudjate uuringuid on Eestis suhteliselt palju läbi viidud, siis vastavad uuringud Eesti naissõudjatega praktiliselt puuduvad.

Käesolevas uurimustöös püstitati järgmised konkreetsed eesmärgid:

1. Määrata naissõudjate keha koostise näitajad;
2. Määrata naissõudjate metaboolsed parameetrid 2000 meetri distantssi läbimisel sõudeergomeetril;
3. Määrata naissõudjate kahetunnise treeningu, mis toimus ühestel paatidel, tulemusena toimuvad muutused ekstratsellulaarsete, intratsellulaarsete ja kogu keha vedelike hulgas;
4. Leida võimalikud seosed keha koostise ja määratud füsioloogiliste näitajate vahel naissõudjatel.

4 METOODIKA

4.1 Uuritavad

Käesolevas uuringus osales 10 Eesti tasemel naissõudjat. Uuritavad olid tegelenud sõudmisega viimased $4,3 \pm 0,6$ aastat. Kõik vaatlusalused olid uuringute ajal terved ega kasutanud medikamente. Uuringud tehti võistlusperioodi alguses. Kõik vaatlusalused andsid kirjaliku nõusoleku uuringus osalemiseks.

Sõudjad pidid uuringus osalemisel läbima testimise kolmel korral. Esimesel korral teostati antropomeetrilised mõõtmised ja määrati uuritavate keha koostise näitajad. Teise mõõtmise ajal pidid uuritavad läbima klassikalise 2000 meetrise võistlusdistanti sõudeergomeetril, mille läbimise käigus määrati hapniku tarbimine. Kolmas test oli pikaajaline aeroobne sõudmine ühestel paatidel, mille järgselt määrati muutused keha vedelike tasakaalus.

4.2 Keha koostis

Antropomeetrilistest näitajatest mõõdeti vaatlusalustel keha pikkus (Martini antropomeeter) ja keha mass (A&D Instruments Ltd., Suurbritannia). Keha koostis määrati SA TÜK Maarjamõisa Haiglas DXA meetodil (Lunar DPX-IQ, Lunar Corporation, Madison, USA) ja analüüsiti uuritavate keha rasvamass (RM), rasvavabamass (RVM) ja luumass (LM) (De Lorenzo jt., 1997). Lisaks määrati kehavedelike hulk keha bioelektrilise takistuse määramise meetodil 1Ω täpsusega kasutades aparati Multiscan-5000 (Bodystat Ltd, Isle of Man, Suurbritannia). Keha takistuse näitajad registreeriti keha paremale jalale ja paremale käele kinnitatud elektroodide abil. Kasutades Hannah jt. (1995) metoodikat määrati ekstratsellulaarsete

vedelike hulk (EVH), intratsellulaarsete vedelike hulk (IVH) ning kogu keha vedelike hulk (KVH) vastavalt 5, 200 ning 500 kHz sagedustel.

4.3 Funktsionaalsed testid

Esimene funktsionaalne test sooritati sõudeergomeetril Concept II (Morrisville, USA). Uuritavad kasutavad sõudeergomeetrit oma igapäevases treeningus, seega olid nad selle aparaadiga tuttavad. Kõigil vaatlusalustel oli tõmberaskus sama. Ergomeetri kuvaril registreeriti pidevalt töö võimsust ning tõmmete sagedust. Kasutades sporttestrit Polar Vantage NV (Kempele, Soome) registreeriti viie sekundilise intervalliga vaatlusaluste südamelöögisagedust (SLS). Antud testi käigus tuli uuritavatel sõuda ergomeetril 2000 meetrit maksimaalselt aja peale. Testi sooritamise ajal määrati ka uuritavate hapniku tarbimine (TrueMax 2400 Metabolic Measurement System, Parvo Medics, USA) (Hagerman, 2000). Testile eelnes individuaalne soojendus, mille pikkuseks oli 10 kuni 15 minutit. Testil registreeriti 2000 meetri läbimise aeg. Pärast testi lõppu viiendal minutil määrati uuritavatel laktaadi tase veres ensümaatilisel (Lange, Saksamaa).

Teine test oli pikaajaline aeroobne sõudmine ühestel paatidel. Uuritavad pidid sooritama kahe tunnise treeningu ligikaudu 75 % intensiivsusega 2000 meetri sõudeergomeetri testi intensiivsusest. Keskmiselt läbiti selle aja jooksul $18,9 \pm 1,4$ kilomeetrit. Treeningule kulutatud aeg oli keskmiselt 2 tundi ja 5 minutit (7518 ± 293 sekundit). Keskmise SLS treeningu ajal moodustas uuritavatel $78,9 \pm 4,7$ % SLS-st, mis saadi 2000 meetri sõudeergomeetri testi ajal. Keskmise SLS treeningu ajal oli 150 ± 7 lööki minutis. Laktaadi kontsentratsioon veres oli enne treeningut $1,6 \pm 0,4$ mmol.l⁻¹ ning ei muutunud statistiliselt usutavalt ($p > 0,05$) treeningu käigus (pärast treeningut: $1,9 \pm 0,5$ mmol.l⁻¹). Enne treeningut (ENNE), kohe pärast treeningut (PÄRAST) ja pärast 30 (PÄRAST 30') ning 120 (PÄRAST 120') minutist taastumisperioodi määrati uuritavate keha mass ja kehavedelike hulk. Uuritavad ei tohtinud juua kogu treeningu ning kahe tunnise taastumisperioodi ajal.

Kehavedelike hulk määrati bioelektrilise takistuse määramise meetodil kasutades selleks aparati Multiscan-5000 (Bodystat Ltd, Isle of Man, Suurbritannia) 1 Ω täpsusega. Keha takistuse näitajad registreeriti uuritava keha paremale käele ning paremale jalale asetatud elektroodide abil. EVH, IVH ja kogu KVH määrati vastavalt 5, 200 ning 500 kHz sagedusel kasutades Hannan jt (1995) meetodikat.

4.4 Statistiline analüüs

Saadud andmed analüüsiti matemaatilis-statistiliselt. Leiti aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ning standardhälve ($\pm SD$). Muutused määratud parameetrite vahel leiti üheteelise variatsioonanalüüsi ja Studenti t-kriteeriumi järgi. Lisaks arvutati erinevate näitajate tulemuste vahel korrelatsioonikoeffitsiendid kasutades Pearsoni korrelatsioonanalüüsi. Usutavuse nivooks võeti $p < 0,05$.

5 TULEMUSED

Uuritavate keha koostise näitajate keskmised (\pm SD), miinimum- ja maksimumtulemused on välja toodud tabelis 4. Tabelis 5 on esitatud vaatlusaluste 2000 meetri võistlusdistanti tulemused. Keha massi ja keha vedelike hulga muutused vastupidavustreeningu tulemusena ühestel paatidel on esitatud tabelis 6.

Vastupidavustreeningu tulemusena vähenes keha mass statistiliselt usutavalt, kuna muutused keha vedelike tasakaalus vahetult peale treeningut ei olnud statistiliselt usutavad (tabel 6). KVH ja EVH näitajad vähenesid statistiliselt usutavalt esimese 30 minutilise taastumisperioodi tulemusena. IVH näitajas statistiliselt usutavaid muutusi ei täheldatud.

Pearsoni korrelatsioonianalüüs näitas, et uuritavate treeningstaaž ($4,3 \pm 0,6$ aastat) oli statistiliselt usutavalt ($p < 0,05$) seotud absoluutse hapniku tarbimise (l/min) väärtusega 2000 meetri distantsi läbimisel ($r = 0,67$). Statistiliselt usutavad ($p < 0,05$) olid ka seosed treeningstaaži ja ventilatsiooni (l/min) ($r = 0,62$) ning treeningstaaži ja rasvavabamassi (kg) ($r = 0,74$) näitajate vahel.

Määratud keha koostise näitajatest mõjutas statistiliselt usutavalt ($p < 0,05$) 2000 meetri distantsi läbimise aega ainult rasvavabamassi (kg) väärtus ($r = -0,77$). Kõik teised määratud keha koostise parameetrid ei mõjutanud statistiliselt usutavalt 2000 meetri distantsi läbimise aega ($r < 0,52$; $p > 0,05$)

2000 meetri distantsi läbimisel määratud metaboolsetest parameetritest mõjutas statistiliselt usutavalt ($p < 0,05$) võistlustulemust sõudeergomeetril nii absoluutne hapniku tarbimine (l/min) ($r = -0,90$) kui ka hapniku tarbimine 1 kg kehakaalu kohta (ml/min/kg) ($r = -0,85$). Kõik teised määratud metaboolsed parameetrid ei mõjutanud statistiliselt usutavalt 2000 meetri võistlusdistanti aega ($r < 0,49$; $p > 0,05$).

Ühestel paatidel läbitud maa ($18,9 \pm 1,4$ km) oli statistiliselt usutavalt seotud ($p < 0,05$) vahetult peale treeningut määratud keha massi ($r = -0,72$), KVH ($r = -0,69$) ja EVH ($r = -0,80$) näitajatega. Samuti olid muutused keha massis statistiliselt usutavalt ($p < 0,05$) seotud ühestel paatidel läbitud maaga ($r = -0,64$). Kõik teised määratud parameetrid ei mõjutanud statistiliselt usutavalt ühestel paatidel läbitud distantsi ($r = -0,38$; $p > 0,05$).

Tabel 4. Uuritavate keha koostise näitajad.

	Keskmine \pm SD	Miimum - maksimum
Vanus (a)	19,4 \pm 1,6	17,0 - 22,0
Pikkus (cm)	173,4 \pm 5,1	165,0 - 181,0
Keha mass (kg)	67,7 \pm 10,4	60,0 - 92,1
KVH (l)	34,7 \pm 3,1	30,0 - 40,0
EVH (l)	18,2 \pm 1,6	15,6 - 20,0
IVH (l)	16,5 \pm 1,9	14,4 - 20,0
%Keha rasv (%)	28,0 \pm 7,8	18,5 - 33,7
RM (kg)	18,6 \pm 7,9	10,5 - 37,4
RVM (kg)	46,1 \pm 4,2	39,8 - 52,3
LM (kg)	31,5 \pm 4,8	24,4 - 40,1

KVH, kogu keha vedelike hulk; EVH, ekstratsellulaarsete vedelike hulk; IVH, intratsellulaarsete vedelike hulk; RM, rasvamass; RVM, rasvavabamass; LM, luumass.

Tabel 5 Uuritavate 2000 meetri võistlusdistsantsi tulemused.

	Keskmine \pm SD	Miimum - maksimum
Aeg (sek)	476,3 \pm 21,9	449,3 - 530,7
Võimsus (W)	210,3 \pm 25,9	149,8 - 247,0
VO ₂ max (l/min)	3,271 \pm 0,364	2,6 - 4,0
VO ₂ max/kg (ml/min/kg)	49,52 \pm 8,25	28,2 - 59,1
V _E (l/min)	115,7 \pm 12,9	103,7 - 137,1
SLS (lööki/min)	190,5 \pm 7,1	180,0 - 197,0
LA (mmol/l)	14,0 \pm 2,8	10,0 - 17,8

VO₂max, absoluutne hapniku tarbimine; VO₂max/kg, hapniku tarbimine 1 kg kehakaalu kohta; V_E, ventilatsioon; SLS, südamelöögisagedus; LA, laktaadisisaldus veres 5-ndal taastumisminutil.

Tabel 6 Keha massi ja keha vedelike hulga muutused vastupidavus treeningu tulemusena ühestel paatidel.

	ENNE	PÄRAST	PÄRAST 30'	PÄRAST 120'
Keha mass (kg)	67,7 ± 10,4	67,0 ± 10,4 *	66,7 ± 10,4 *#	66,5 ± 10,3 *#§
KVH (l)	34,7 ± 3,1	34,2 ± 2,9	33,0 ± 3,9 *#	33,2 ± 3,3 *#
EVH (l)	18,2 ± 1,6	18,0 ± 1,3	16,9 ± 1,4 *#	16,9 ± 1,6 *#
IVH (l)	16,5 ± 1,9	16,3 ± 1,8	16,1 ± 1,9	16,2 ± 2,3

ENNE, enne treeningut; PÄRAST, pärast treeningut; PÄRAST 30', pärast 30 minutist taastumist; PÄRAST 120', pärast 120 minutist taastumist; KVH, kogu keha vedelike hulk; EVH, ekstratsellulaarne keha vedelike hulk; IVH, intratsellulaarne keha vedelike hulk.

* Statistiliselt usutavalt erinev ENNE näitajast; $p < 0,05$.

Statistiliselt usutavalt erinev PÄRAST näitajast; $p < 0,05$.

§ Statistiliselt usutavalt erinev PÄRAST 30' näitajast; $p < 0,05$.

6 ARUTELU

Ergomeetrial sõudmine ei nõua nii täpseid oskusi kui akadeemiline sõudmine paadis, kuid ainevahetuse ja biomehhaanika seisukohast on mõlemad sõudmisviisid sarnased (Shephard, 1998). Kuna akadeemiline sõudmine paadis sõltub väga suurel määral ilmastikuoludest, siis mitmekordsetel uuringutel saadud tulemused ei ole alati võrreldavad (Hagerman, 2000; Shephard, 1998). Seetõttu on sõudeergomeetri kasutamine sõudjate füsioloogiliste parameetrite hindamisel laialdaselt levinud (Jürimäe jt., 2000; Messonnier jt., 1997). Ka käesolevas uuringus määrati vaatlusaluste võistlustulemus 2000 meetri distantisi läbimisega sõudeergomeetrial.

Käesolevas uuringus osalenud naissõudjate pikkus ($173,4 \pm 5,1$ cm) oli sarnane kirjanduses leiduvate naissõudjate uuringute andmetega (Bourguois jt., 1998; Hagerman, 2000; Hebbelinck jt., 1980; Shephard, 1998). Näiteks Bourguois jt. (1998) ning Shephard (1998) said naisjuunioride eliitsõudjate keha pikkuseks 173 kuni 184 cm. 1997 aasta juunioride maailmameistrivõistlustel mõõdeti finalistide keha pikkuseks $176,6 \pm 5,8$ cm ning finaali mittepääsenutel $172,7 \pm 6,0$ cm (Bourguois jt., 1998). Samades uuringutes selgus ka, et naisjuunioride eliitsõudjate keha mass oli 67 kuni 76 kg (Bourguois jt., 1998; Shephard, 1998). 1997 aasta maailmameistrivõistlustel finalistide ja finaali mittepääsenute keha massid olid vastavalt $71,3 \pm 5,9$ kg ning $67,7 \pm 6,1$ kg (Bourguois, jt., 1998). Käesolevas uuringus osalenud Eesti naissõudjate keha mass oli sarnane kirjanduses leiduvate andmetega ($67,7 \pm 10,4$ kg). Sõudjate keha pikkuse ja keha massi hindamisel tuleb arvestada sellega, et eduka sõudmise üheks aluseks on tõmbe pikkus, mis eeldab suhteliselt suurt keha pikkust (Shephard, 1998). Samuti on väga oluline igal tõmbel aeru taha rakendatav jõud (Steinacker, 1993). Erinevalt teistest vastupidavusaladest ei ole suhteliselt suur keha mass takistuseks, kuna sõudjate keha mass on paadis toetatud (Jürimäe jt., 2000).

Seoses suhteliselt suure keha massiga on sõudjatel üldiselt leitud suhteliselt suur keha rasva protsent (Hagerman, 2000; Shephard, 1998). Käesoleval ajal täheldatakse aga

sõudjatel keha rasva protsendi vähenemist (Bourguois jt., 1998; Shephard, 1998). Sealjuures on edukatel sõudjatel keha mass kasvanud seoses lihasmassi suurenemisega, kuna keha rasvaprotsent on vähenenud (Hagerman, 2000; Secher, 1993; Shephard, 1998). Käesolevas uuringus osalenud vaatlusaluste rasvaprotsent oli suhteliselt suur ($28,0 \pm 7,8\%$) võrreldes teiste uuringutega, kus keha rasvaprotsent ei ületa oluliselt 20% (Hagerman, 2000; Shephard, 1998). Seega võib väita, et kuigi sõudjate keha mass on paadis toetatud (Jürimäe jt., 2000), annab võistlustulemuse määramisel suurema osa just keha rasvavabamassi osakaal keha massist. Käesolevat väidet kinnitas ka antud uuringus saadud statistiliselt usutav seos 2000 meetri võistlusdistsantsi tulemuse ning määratud rasvavabamassi näitaja vahel ($r=-0,74$; $p<0,05$).

Uuringus osalenud naissõudjate maksimaalne hapniku tarbimine ($3,271 \pm 0,364$ l/min) jääb alla rahvusvahelise klassiga naissõudjate vastavale näitajale, mis tavaliselt ületab 4,0 l/min (Hagerman, 2000; Shephard, 1998). Ka siin on viimastel aastatel toimunud märgatav aeroobse energiatootmismehhanismi võimsuse suurenemine 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel (Hagerman, 2000; Shephard, 1998). Sõltumata suhteliselt madalatest absoluutse hapniku tarbimise näitajatest käesolevas uuringus osalenud Eesti tasemel naissõudjatel, olid nii absoluutne hapniku tarbimine ($r=-0,90$) kui ka hapniku tarbimine 1 kg kehakaalu kohta ($r=-0,85$) statistiliselt usutavalt ($p<0,05$) seotud 2000 meetri võistlustulemusega sõudeergomeetril. Need tulemused näitavad, et sõltumata treenitusest ja kvalifikatsioonist on naissõudjate võistlustulemuse määramisel üheks olulisemaks näitajaks aeroobse metabolismi võimsus.

Aeroobse töövõime arendamiseks kasutavad sõudjad madala intensiivsusega pikaajalist tööd (vt. lk. 15 ja 16). Käesoleva uurimustöö tulemused näitasid, et pikaajaline vastupidavustreening ühestel paatidel vähendas statistiliselt usutavalt naissõudjate keha vedelike hulka organismis (tabel 6). Vastupidavustreeningu tulemusena toimus ka sõudjate keha massi vähenemine. Keha vedelike vähenemine toimus peamiselt rakuvälisest ruumist, kuna IVH näitajad püsisid suhteliselt muutumatuna ka kogu kahe tunnise taastumisperioodi vältel (tabel 6). Saadud tulemused on kooskõlas Dill & Costill (1974) uuringuga, kes leidsid, et dehüdratatsiooni tulemusena toimub organismis keha

vedelike vähenemine just EVH arvelt. IVH väheneb aeglaselt, kuna seal on valkude kontsentratsioon suurem (Dill & Costill, 1974). Korrelatsioonanalüüsi tulemusena selgus ka, et treeningu käigus läbitud maa oli statistiliselt usutavalt seotud kohe pärast treeningut mõõdetud KVH ($r=-0,69$) ja EVH ($r=0,80$) näitajatega, kuid mitte treeningujärgse IVH tulemusega. Seega võib väita, et treeningu tulemusena toimunud dehüdratatsioon toimub peamiselt rakuvälisest ruumist.

Käesoleva uuringu tulemused näitavad, et keha vedelike tasakaalu määramise meetodit saab kasutada naissõudjate igapäevase treeningu analüüsimisel. Muutused keha vedelike tasakaalus kajastavad treeningu intensiivsust ning raskust. Võib oletada, et mida intensiivsem on treening, seda suuremad on muutused keha vedelike tasakaalus. EVH-s toimuvad muutused on lokaalsed, mis toimuvad kiiresti ning taastuvad kiiresti. Kui toimuvad olulised muutused IVH-s, siis on muutused pikaajalised ning nende taastumine võtab rohkem aega. Antud uuringu tulemused näitavad, et BIA määramise meetodit võib kasutada KVH muutuste hindamiseks naissõudjatel. Ka teised uuringud on leidnud, et 90 kuni 120 minutilise jalgrattasõidu ning sörkimise tulemusena väheneb keha takistus 50 kuni 70 Ω võrra (Khaled jt, 1988; Lukaski, 1986). Tõenäoliselt toimub keha takistuse vähenemine KVH vähenemise tõttu higi ja väljahingatud õhu kaudu. Elektrolüütide vähenemine ei ole aga nii suur (Deurenberg jt, 1988). Järelikult elektrolüütide kontsentratsiooni suurenemine KVH-s vähendabki BIA meetodil mõõdetud keha takistust (Deurenberg jt, 1988).

Kokkuvõtteks võib öelda, et antud uuringus osalenud Eesti naissõudjad on võrreldes teiste uuringute tulemustega sarnased keha pikkuselt ning keha massi poolest jäävad rahvusvahelisel tasemel tippõudjatele alla. Keha koostise näitajate analüüsimisel selgus, et tulevikus peab keha mass suurenema just rasvavabamassi arvelt koos keha rasvamassi osakaalu mõningase vähenemisega. 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel kasutatava aeroobse energiatootmismehhanismi võimsuse näitajad jäävad oluliselt alla tippõudjate vastavatele näitajatele. Sportlastel on BIA meetodit pikaajalise vastupidavustreeningu tulemusena toimuvate KVH tasakaalu muutuste hindamiseks suhteliselt vähe kasutatud

ning see vajab täiendavaid uuringuid. Vastupidavustreeningu tulemusena ühestel paatidel toimusid organismi KVH tasakaalu muutused naissõudjatel peamiselt EVH arvelt.

7 JÄRELDUSED

Käesoleva uurimistöö põhjal võib teha järgmised järeldused:

1. Käesolevas uuringus osalenud naissõudjate keha pikkus on võrreldav teistes uuringutes osalenud naissõudjate keha pikkusega, kuid keha massi näitajad jäävad alla teistes uuringutes saadud tulemustele.
2. Uuritavate keha massi suurenemine peab toimuma keha rasvavaba massi arvelt, kuna vaatlusaluste rasvamassi osakaal oli suurem võrreldes teiste uuringute tulemustega.
3. Eesti tasemel naissõudjate 2000 meetri distantssi läbimise aeg ja aeroobsete energiatootmismehhanismide võimsus jäävad oluliselt alla teistes uuringutes osalenud vaatlusaluste tulemustele.
4. Naissõudjate hapniku tarbimise näitajad määravad nende võistlusdistantssi läbimise aega sõltumata treenituse astmest.
5. Keha rasvavaba massi suurus mõjutab naissõudjate võistlustulemust.
6. Kahe tunnine vastupidavustreening ühestel paatidel muudab KVH tasakaalu organismis. KVH vähenemine toimub peamiselt EVH arvelt, kuna IVH praktiliselt ei muutunud.
7. Ühestel paatidel läbitud maa oli statistiliselt usutavalt seotud vahetult pärast kahe tunnist treeningut määratud keha massi, KVH ja EVH näitajatega.

8 KASUTATUD KIRJANDUS

- Bourguois, J., Claessens, A.L., Vrijens, J. (1998). A study of world class male and female junior rowers. *Hazewinkel anthropometric project 1997*. Vlaamse Trainerschool. BLOSO, Brüssels.
- Carter, J.E.L. (1982). Body composition of athletes. In *Physical Structure of Olympic Athletes*, Part I (edited by J.E.L. Carter), pp. 107-116. Basel: Krager.
- Carter, J.E.L. (1984). Age and body size. In *Physical Structure of Olympic Athletes*, Part II (edited by J.E.L. Carter), pp. 53-79. Basel: Krager.
- De Lorenzo, A., Andreoli, A., Candeloro, N. (1997). Within- subject variability in body composition using dual energy X-ray absorptiometry. *Clinical Physiology*, **17**, 383-388.
- Deurenberg, P., Westrate, J.A., Paymans, I., van der Kooy, K. (1988). Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, **42**, 1017-1022.
- Dill, D.B., Costill, D.L. (1974). Calculation of percentage changes in volumes on blood, plasma and red cells in dehydration. *Journal of Applied Physiology*, **37**, 247-248.
- Fu, F.H. and Morrison, W. (1981). Anthropometric and physiological characteristics of Canadian champion rowers. *International Journal of Physical Education*, **18**, 19-23.
- Hagerman, F.C. (2000). Physiology of competitive Rowing. In *Exercise and Sport Science* (edited by W.E. Carrett, D.T. Kirkendall), pp. 843-873. Philadelphia: Lipincott, Williams & Wilkins.

- Hagerman, F.C., Connors, M.C., Cault, J.A., Hagerman, G.R., Polinski, W.J. (1978). Energy expenditure during simulated rowing. *Journal of Applied Physiology*, **45**, 87-93.
- Hagerman, F.C., Mickelson, T.C. (1981). A task specificity comparison of anaerobic thresholds among competitive oarsmen. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **13**, 17-20.
- Hagerman, F.C. (1994). Physiology and nutrition for rowing. In *Perspectives in exercise science and sports medicine*. (edited by Lamb, D.R., Knuttgen, H.G., Murray, R., eds.). Vol 7. Carmel, IN: Cooper, 221-302.
- Hannah, W.J., Cowen, S.J., Plester, S.E., Fearon, K.H.C., deBeeu, A. (1995). Comparison of bio-impedance spectroscopy and multi-frequency bio-impedance analysis for the assessment of cellular and total body water in surgical patients. *Clinical Science*, **89**, 651-658.
- Hebbelinck, M., Ross, W.D., Carter, J.E.L. and Borms, J. (1980). Anthropometric characteristics of female Olympic rowers. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences*, **5**, 255-262.
- Hirata, K.I. (1979). *Selection of Olympic Champions*. Tokyo: Hirata Institute.
- Jürimäe, J., Mäestu, J., Jürimäe, T., Pihl, E. (2000). Prediction of rowing performance on single sculls from metabolic and anthropometric variables. *Journal of Human Movement Studies*, **38**, 123-136.
- Khaled, M.A., Mc Cutcheon, M.J., Reddy, S., Pearmann, P.L., Hunter, G.R., Weisner, R.L. (1988). Electrical impedance in assessing human body composition: the Bia method. *American Journal of Clinical Nutrition*, **47**, 789-792.

- Lukaski, H.C. (1986). Use of the tetrapolar bioelectrical impedance method for the assessment of human body composition. In: *Human body composition and fat distribution*. Wageningen. The Netherlands: Euronat., 143-158.
- Mader, A., Hartmann, A., Hollmann, W. (1986) Einfluss eines Höhentrainings auf die Kardiopumonale Leistungsfähigkeit in Meereshöhe, dargestellt am Beispiel der Deutschen Ruder- Nationalmannschaft. In *Zentrale Themen der Sportmedizin*, Springer., 276-290.
- Malina, R.M. (1994). Physical activity and training: Effects on stature and the adolescent growth spurt. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **26**, 759-766.
- Malina, R.M. and Bielicki, T. (1996). Retrospective longitudinal growth study of boys and girls active in sport. *Acta Paediatrica*, **85**, 570-576.
- Messonnier, L., Freund, H., Bourdin, M., Belli, A., Lacour, J. (1997). Lactate exchange and removal abilities in rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **3**, 396-401.
- Mickelson, T.C., Hagerman, F.C. (1982). Anaerobic threshold measurements of elite oarsmen. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **14**, 440-444.
- Nielsen, T., Daigneault, T. The FISA Coaching Development Programme Course (1987).
Nielsen, T., Smith, M. FISA's Daily Training Programme (1993).
- Piotrowski, J., Sklad, M., Krawczyk, B. and Majle, B. (1992). Somatic indices of junior rowers as related to their athletic experience. *Biology of Sport*, **9**, 118-125.
- Rodriguez, F.A. (1986). Physical structure of international lightweight rowers. In *Kinanthropometry III* (edited by T. Reilly, J. Watkins and J. Borms), pp. 255-261. London: E & FN Spon.

- de Rose, E., Crawford, S.M., Kerr, D.A., Ward, R. and Ross, W.D. (1989). Physique characteristics of Canadian champion rowers. *International Journal of Physical Education*, **10**, 292-297.
- Roth, W., Hasart, E., Wolf, W., Pansold, B. (1983). Untersuchungen zur Dynamic der Energiebereitstellung während maximaler Mittelzeitausdauerbelastung. *Medicine of Sport*, **23**, 107-114.
- Secher, N. H., Vaage, O., Jensen, K., Jackson, R. (1982). Maximal aerobic power in oarsmen. *European Journal of Applied Physiology*, **51**, 155-162.
- Secher, N.H. and Vaage, O. (1983). Rowing performance, a mathematical model based on analysis of body dimensions as exemplified by body weight. *European Journal of Applied Physiology*, **52**, 88-93.
- Secher, N.H. (1993). Physiological and biomechanical aspects of rowing: Implications for Training. *Sports Medicine*, **15**, 24-42. *
- Shephard, R.J. (1998). Science and medicine of rowing: A review. *Journal of sports Sciences*, **16**, 603-620.
- Sklad, M., Krawczyk, B. and Majle, B. (1994). Body build profiles of male and female rowers and kayakers. *Biology of Sport*, **11**, 249-256.
- Steinacker, J. (1993). Physiological aspects of rowing. *International Journal of Sports Medicine*, **14**, 3-10. *
- Tittel, K. and Wutscherk, H. (1992). Anthropometric factors. In *Strength and Power in Sport* (edited by P.V. Komi), pp. 180-196. Oxford: Blackwell Scientific.
- Tshuprina, A. (1987). Grebnoi sport. Moskva. 230-240. (Vene keeles). *

Vaage, O. (1986). *Textbook of Work Physiology*. New York.

9 SUMMARY

The aim of this study was to investigate the possible relationships between body composition and different aerobic capacity parameters in female rowers. Ten national level rowers (19.4 ± 1.6 yrs; 173.4 ± 5.1 cm; 67.7 ± 10.4 kg) participated in this study. Body composition was assessed by DXA method (Lunar DPX-IQ, Lunar Corporation, Madison, USA). Body fluid balance was measured by using multiple-frequency impedance device (MULTISCAN-5000, Bodystat Ltd, UK). Body resistance was measured at the right side of the body. Extracellular (ECW), intracellular (ICW) and total body water (TBW) were measured at 5, 200 and 500 kHz, respectively. The oxygen consumption was measured by using TrueMax 2400 Metabolic Measurement System (Parvo Medics, USA) during 2000 meter rowing ergometer distance. Statistically significant ($p < 0.05$) relationships were found between the following parameters: training history and oxygen consumption (l/min) during 2000-meter ergometer distance ($r = 0.67$), training history and fat free mass (kg) ($r = 0.74$), training history and ventilation (l/min) during 2000 meter rowing ergometer distance ($r = 0.62$), 2000-meter distance time (sec) and fat free mass (kg) ($r = -0.77$), 2000 meter distance time (sec) and oxygen consumption (l/min) ($r = 0.90$) and also 2000-meter distance time (sec) and oxygen consumption by 1 kg body mass (ml/min/kg) ($r = -0.85$). All other measured parameters were not statistically significant. In addition, covered distance during two hours rowing on single sculls was significantly related to the body mass ($r = -0.72$), TBW ($r = -0.69$) and ECW ($r = -0.80$) parameters measured immediately after the training session. In summary, the results of this study demonstrated that Estonian national level female rowers present similar values in body height, while body fat mass appears to be relatively high compared to other studies. Oxygen consumption values during 2000 meter rowing ergometer distance are lower compared to other studies. Rowing ergometer performance time depends on the amount of fat free mass from body composition parameters and absolute oxygen consumption from metabolic parameters. The influence of typical aerobic rowing training session on single sculls could be assessed by measuring body fluid balance in female rowers.