

TARTU ÜLIKOOL
Kehakultuuriteaduskond
Spordipedagoogika õppetool

Sille Vaiksaar

**Sõudmise võistlustulemust määravad kinantropomeetrilised
näitajad naissõudjatel**

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatuse ja spordi erialal

Juhendajad: professor Toivo Jürimäe, PhD
dotsent Jaak Jürimäe, PhD

Tartu 2006

SISUKORD

1 SISSEJUHATUS	3
2 KIRJANDUSE ÜLEVAADE	5
2.1 Keha ehituse määramise meetodid	5
2.1.1 Somatotüübi määramine	5
2.1.2 Antropomeetriliste näitajate määramine	6
2.1.3 Keha koostise määramine	7
2.2 Keha ehituse parameetrid naissõudjatel	11
3 KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED	18
4 KASUTATUD KIRJANDUS	19
5 SUMMARY	23

1 SISSEJUHATUS

Akadeemiline sõudmine on pikaajalise traditsiooniga spordiala, olles kavas ka juba esimestel kaasaegsetel olümpiamängudel. Samas on akadeemiline sõudmine oma arengus läbi teinud pika arengutee. Sealjuures on läbi aegade muutumatuna püsinud paatkondade koostöö, mis on esmatähtis iga sõudevõistluse võitmiseks. Koostöö parimaks näiteks on alati kuninglike kaheksapaatide võistlus, kus ühise eesmärgi nimel pingutavad kaheksa sõudjat ja roolimees ning paatkond on täpselt nii tugev kui tugev on kõige nõrgem lüli kaheksapaadis. Käesoleva aja kõige vanem siiani kestev võistlus on kuulus Oxfordi ja Cambridge ülikoolidevaheline kaheksapaatide võistlus Londonis Thames'i jõel, mida korraldatakse 1829. aastast. Seega on tegemist igati akadeemilise spordialaga ning üliõpilased moodustavad kõikides riikides tuntava osa sõudjatest. Rahvusvaheline Sõudeföderatsioon (FISA) korraldab maailmameistrivõistlusi meestele alates 1893 aastast ning naistele 1974 aastast. Ka Eestis on sõudmine väga pikkade traditsioonidega, olles alguse saanud ülikoolilinnast Tartust, kus üliõpilased olid esimesed sõudjad Emajõel. Üliõpilasspordina on sõudmine Tartus endiselt populaarne, samas kui professionaalne sõudmine on rohkem kandunud Pärnu ja Narva, kus on suurepäraseid võimalusi ala harrastamiseks. Ka viimased tiitlivõistluste medalivõitjad on just pärit eelnimetatud linnadest. Kui Eesti mehed on võitnud mitmeid medaleid tiitlivõistlustelt ning kuuluvad ka käesoleval ajal maailma absoluutsesse tippu, siis naiste osas on läbi aegade olnud ainult üks eestlasest maailmaklassi sõudja (Reet Palm).

Akadeemilise sõudmise puhul on tegemist eelkõige vastupidavusalaga, kus klassikalise 2000 meetri läbimisel sooritavad sõudjad 200 kuni 250 tõmmet, sõltuvalt paadiklassist ja sõudjate kvalifikatsioonist. Distanti ajal rakendatakse igasse tõmbesse keskmiselt 500 kuni 700 N jõudu, kuid stardis võib jõu suurus ulatuda isegi 1000 kuni 1500 N. Seega võib väita, et sõudmises on edu saavutamisel väga suur tähtsus nii erinevate funktsionaalsete võimete kui ka keha ehituse iseärasustel. Sõudmises kasutatakse 70% kogu keha lihastest, kuna töösse on haaratud nii erinevad jala-, selja-, kõhu-, õla- kui ka käelihased. Samas ei ole nende lihasgruppide absoluutsed jõunäitajad seotud võistlustulemusega (Steinacker, 1993). Võistlustulemuse saavutamisel on oluliseks määrajaks jõud, mida suudetakse rakendada aeru taha igal tõmbel, seega jõuvastupidavusel (Bourgeois jt., 2001; Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Jõuvastupidavuse arendamisel on seega hea võistlustulemuse saavutamisel oluline roll. Samas on jõuvastupidavus seotud keha suuruse ja keha massiga (Bourgeois jt., 2001).

2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel kulutavad naissõudjad sõltuvalt ilmastikuoludest, paadiklassist ja sõudjate kvalifikatsioonist keskmiselt 6 kuni 7 minutit. Sealjuures töötavad võistluse ajal maksimaalselt nii sõudjate aeroobsed kui ka anaeroobsed energiatootmismehhanismid. Klassikalise 2000 meetri võistlusdistsantsi läbimisel töötavad sõudjad submaksimaalse ja suure võimsuse tsooni piirimail (Steinacker, 1993). Erinevad uuringud on näidanud, et sõudmise võistlustulemust määrab eelkõige aeroobse energiatootmismehhanismi võimsus (Shephard, 1998; Steinacker, 1993). Roth jt. (1983) järgi moodustab klassikalise 2000 meetri distantsi läbimisel aeroobne energiatootmismehhanism ligikaudu 70% sõudja üldisest energiavajadusest ning ülejäänud 30% ulatuses kasutab sõudja anaeroobseid energiatootmismehhanisme. Sealjuures moodustab anaeroobne alaktaatne energiatootmismehhanism kuni 10% ning ülejäänud energia saadakse anaeroobse laktaatse energiatootmismehhanismi abil (Roth jt., 1983). Sellest tulenevalt koosneb sõudjate aastane treeninguprogramm ligikaudu 90% ulatuses aeroobse suunitlusega treeningutest (Steinacker, 1993). Samas iseloomustavad sõudjate keha ehitust ka suhteliselt suured näitajad võrreldes teiste vastupidavusalade sportlastega. Suhteliselt suured keha ehituse näitajad sõudjatel on vastupidiselt teistele vastupidavusalade esindajatele aga sõudjatele eeliseks, kuna sõudjate keha mass on paadis toetatud ning keha massi aerule rakendamisega annavad sõudjad igasse tõmbesse lisajõudu. Seega on sõudjate keha mass ja suurus võistlustulemust määravateks faktoriteks (Bourgeois jt., 2001; Shephard, 1998; Steinacker, 1993).

Eestis on erinevaid uuringuid sõudjate funktsionaalsetest ning keha ehituse iseärasustest põhiliselt läbi viidud meessõudjatel ning Tartu Ülikooli Kehakultuuriteaduskonnas on kaitsitud ka erinevaid väitekirju meessõudjatel läbi viidud uuringute põhjal. Samas puuduvad praktiliselt uuringud Eesti naissõudjatel. Seega oli käesoleva uurimistöo teemaks naissõudjate võistlustulemust määravad kinantropomeetrilised parameetrid.

Käesolevas uurimistöös püstitati järgmised konkreetsed ülesanded:

1. Kirjeldada erinevaid keha ehituse parameetrite määramise meetodeid ning leida nende meetodite sobivus naissõudjate keha ehituse määramiseks.
2. Leida konkreetsed kinantropomeetrilised parameetrid, mis iseloomustavad naissõudjate võistlustulemust klassikalisel 2000 meetri distantsil.

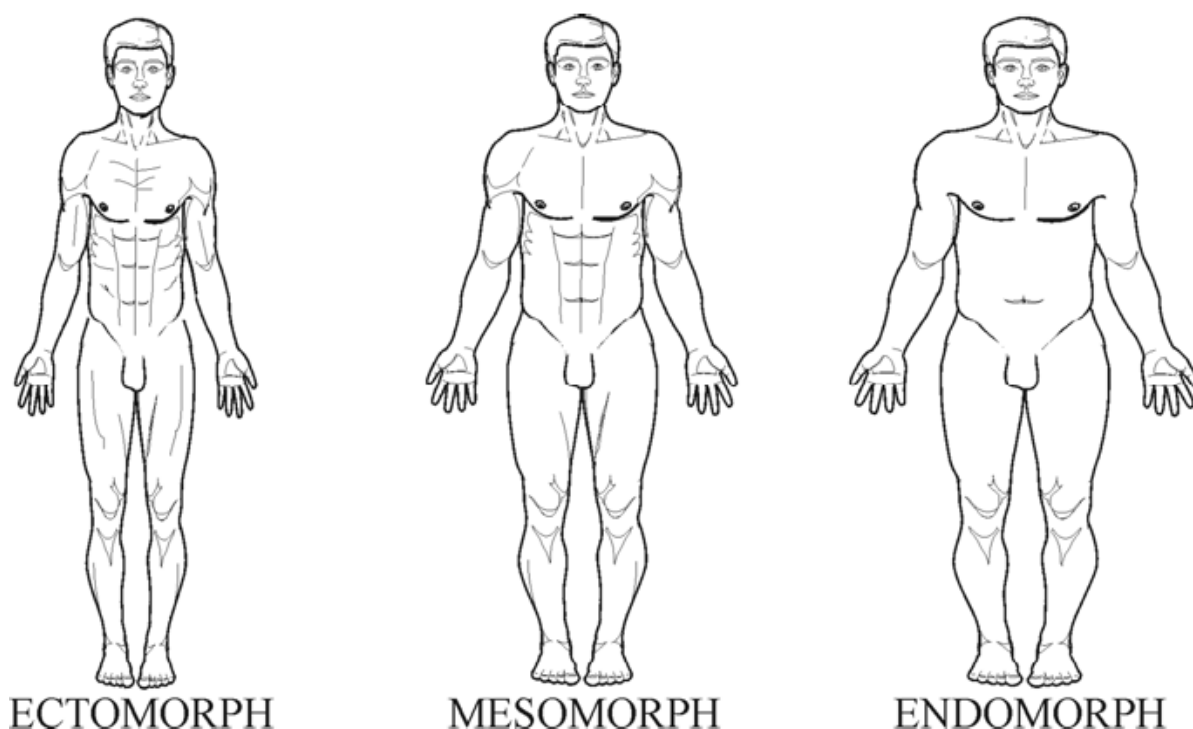
2 KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Keha ehituse määramise meetodid

2.1.1 Somatotüübi määramine

Tippportlastel peab keha ehitus vastama antud spordiala nõetele, ilma milleta ei ole võimalik antud spordialal saavutada edu (Jürimäe, 2001). Seega on akadeemilises sõudmises nagu kõigil teistelgi spordialadel edu saavutamisel suur tähtsus kehaehituse iseärasustel. Teadlased on kasutanud erinevate spordialade sportlaste iseloomustamiseks somatotüüpiseerimist, mis annab sportlase kehaehitusest tervikliku ülevaate, võrreldes üksikute antropomeetriliste näitajatega. Ilma spordiala nõudmistele vastava kehaehituse iseärasusteta ei ole võimalik edu saavutada. Sportlase somatotüüp jaguneb kolmeks komponendiks (Carter, 1982) (joonis 1):

- 1) *endomorfseks* (iseloomustab kehaehituse pehmust, rasvkoe hulka);
- 2) *mesomorfseks* (iseloomustab lihaste, luude ja sidekoe hulka, võrreldes keha pikkusega);
- 3) *ektomorfseks* iseloomustab kehaehituse suhtelist lineaarsust, kehapiinna suuruse ja keha massi suhet).



Joonis 1. Sportlase kehaehituse iseloomustus vastavalt domineerivale somatotüübi komponendile.

Endomorfset, mesomorfset ja ektomorfset somatotüübi komponenti hinnatakse individuaalselt ühest kuni seitsmeni ja iga komponendi kombineeritud väärtus iseloomustabki sportlase somatotüüpi. Kui üks komponentidest domineerib, siis selle sportlase somatotüüpi võib kirjeldada selle komponendi kaudu. Kui saadakse väike endomorfne väärtus, siis on tegemist isikuga, kel on väga väike keha rasva hulk. Suur endomorfne väärtus tähendab aga suurt keha rasva hulka. Väike mesomorfne väärtus on iseloomulik isikutele, kellel on väike ja kerge skelett koos väikese lihaskoe hulgaga. Suur mesomorfne väärtus on indiviididel, kelle lihaskude on hästi arenenud. Väike ektomorfne väärtus iseloomustab inimesi, kellel on suur keha mass, võrreldes keha pikkusega ning pikad jäsemed (Carter, 1982).

Sportlase somatotüüpi kasutatakse nii spordiala iseloomustamiseks kui ka noorsportlaste kehaehituse muudatuste jälgimiseks. Sõudmises on sportlaste somatotüübi leidmine oluline ka paatkondade koostamisel (Jürimäe, 2001). Rahvusvahelise klassiga paatkondade sõudjate somatotüüpide jaotavuses erinevusi praktiliselt ei ole. Seega on nad sarnase kehaehitusliku iseloomuga. Sõudjate kehaehituse proportsioonides aastate jooksul olulisi muutusi toimunud ei ole, kuigi on täheldatud nii keha pikkuse kui ka keha massi suurenemist. Koos nendega on suurenenud ka teised antropomeetrilised näitajad. Naissõudjate somatotüüpe on uuritud 1976. aasta olümpiamängudel ja keskmiseks somatotüübi jaotuvuseks saadi (Carter, 1982):

$$3,1 \text{ (endomorf)} - 3,9 \text{ (mesomorf)} - 2,8 \text{ (ektomorf)}.$$

Enamuse naissõudjate somatotüübid olid keskmised, ilma et ükski somatotüübi komponent oleks prevaleerunud. Pandi tähele, et kergekaalu naissõudjad on sarnaselt meessõudjatega ektomorfsemad ja vähem mesomorfseid, võrreldes normaalkaalu sõudjatega. Üldiselt sarnaneb nii mees- kui ka naissõudjate somatotüüpide jaotuvus ujujate omadega, kuigi sõudjate keskmised antropomeetrilised näitajad on üldiselt suuremad. Sellega võib põhjendada ka paljude sõudjate tegelemist ujumisega enne sõudetreeningutega alustamist.

2.1.2 Antropomeetriliste näitajate määramine

Erinevate antropomeetriliste näitajate mõõtmise eesmärk spordis on iseloomustada antud spordialale omast keha ehitust. Kõige laiemalt kasutatakse sportlase pikkuse mõõtmist, sest on teada, et osadel spordialadel on oluline just võimalikult pikad sportlased (näiteks korvpall), kuna teistel spordialadel saavutavad edu just võimalikult lühikesed sportlased (näiteks tõstmine). Lisaks pikkusele mõõdetakse sportlastel ka keha mass ning arvutatakse kehamassi indeks. Spetsiifilisematest antropomeetrilistest näitajatest mõõdetakse kõige sagedamini erinevate keha osade pikkus-, laius- ja übermõõte (Bourgois jt., 2001). Käesoleval ajal

kasutatakse erinevate antropomeetriliste parameetrite mõõtmiseks rahvusvahelise kinantropomeetriaühingu (ISAK – International Society for the Advancement of Kinanthropometry) soovitusi. Nende soovitude põhjal mõõdetakse kokku 38 erinevat nahavoltide paksust, pikkust, ümbermõõtu ja pikkust/laiust.

2.1.3 Keha koostise määramine

Inimese keha koostise all mõistetakse kehamassi kõiki komponente. Keha koostise määramiseks on mitmeid erinevaid võimalusi, kuid kõik meetodid on kaudsed. Kasutatakse nii kahekomponendilisi kui ka mitmekomponendilisi mudeleid (Heyward ja Stolarczyk, 1996; McArdle jt., 1991; Roche jt., 1996). Peamiselt kasutatakse kahekomponendilist mudelit, mille järgi jaotatakse keha rasvakomponendiks ja rasvavabaks komponendiks (Keys ja Bozek, 1953; Roche jt., 1996). Mitmekomponendiline mudel jaotab keha keemiliseks, anatoomiliseks ja kehavedelike mudeliks (McArdle jt., 1991; Roche jt., 1996), kus anatoomilise komponendi all mõistetakse luu-, lihas- ja rasvkude (Matiegka, 1921) ning keemilise komponendi all mõistetakse vett, valke, mineraalaineid ja rasvu (Houtkooper, 1996).

Hüdrostaatilist kaalumist kasutatakse keha koostise määramisel kuldse standardina (Houtkooper, 1996). See meetod põhineb uuritava keha tiheduse mõõtmisel spetsiaalsetes basseinides, kus uuritav sukeldub pärast maksimaalset väljahingamist vee alla, toetudes spetsiaalsele pulgale või istudes kergel istmel, mis ei ulatu basseini põhja ja on ühendatud dünamomeetriga. Selle meetodi suurema vea põhjustab kopsude jääkõhk, mida on raske täpselt määrata. Tulemused võivad olla mõjutatud ka soost ja vanusest (Baumgartner jt., 1991). Viimastel aastatel on hakatud hüdrostaatilise kaalumise meetodit järjest enam asendada nn pletüsmograafilise meetodiga, kus uuritav on asetatud mitte vee alla vaid kinnisesse õhuga täidetud ruumi (McCrorry jt., 1995). Siiski säilivad ka selle meetodi puhul samad tehnilised piirangud, mis eelmiselgi. Meile teadaolevalt seda meetodit sõudjatel kasutatud ei ole.

Nahavoltide paksuste määramise meetod on üks levinuimaid keha koostise määramise meetoditest. Eriti palju kasutatakse seda meetodit populatsiooni uuringutes, sest protseduur ise on lihtne ja mitteinvasiivne. Mõõtmisinstrumendid (nahavoldi kaliiper) ei ole kallid ja mõõtmist saab läbi viia peaugu, et kõikjal. Vilumuse saavutades on selle meetodi valiidsus ja korratavus hea (Wang jt., 2000). Selle meetodiga mõõdetakse nahaaluse rasvkoe paksust ilma,

et oleks vaja mõõta kehaosade suurusi. Nahavoldi kaliiprit kasutatakse enim uuringutes, kus on vaja mõõta ainult nahaaluse rasvkoe paksust (Hills jt., 2001). On esitatud üle saja populatsioonist sõltuvat keha koostise määramise võrrandit, kasutanes nii nahavoltide paksust, übermõõte kui ka luude diameetreid (Jackson ja Pollack, 1988). Need regressioonvõrrandid on välja töötatud homogeensetele gruppidele, mistõttu üldisel kasutamisel võivad põhjustada suure vea (Jackson ja Pollack, 1978; Lohman, 1984). Seega tuleks võimalusel kasutada ainult vastavale sihtgrupile koostatud regressioonvõrrandeid. Ka sõudjatel on nahavoltide paksuse määramise meetodit keha koostise erinevate komponentide määramisel suhteliselt palju kasutatud.

Bioelektrilise takistuse määramise meetod (BIA meetod) on turvaline, mitteinvasiivne, kiire ja odav võimalus määrata keha koostist (Lukaski, 1991). Meetod baseerub inimese keha mahu, pikkuse, koostise komponentide (rasva või rasvavaba massi) ja takistuse suhtel (Brodie jt., 1998). Arvatakse, et inimkeha mahu takistus on ekvivalentne kehas oleva vee hulgaga, millest enamuse on lihaskoes. Rasvkoes sisalduva vee hulk on minimaalne (Heyward ja Stolarczyk, 1996). Kogu keha takistus, mõõdetuna standardisel sagedusel 50kHz, on seotud otseselt kehavedeliku hulgaga. Keha takistus on suurem inimesel, kellel on rohkem rasvkudet, mis on halb elektrijuht, sest ta sisaldab väga väheses koguses vett. Seoses konstantse veehulgaga rasvavabas koes (73%) on võimalik kalkuleerida rasvavaba massi määraates kogu vee hulga (Heyward ja Stolarczyk, 1996). BIA meetod on leidnud laialdast kasutamist sõudjate keha ehituse hindamisel nii Tartu Ülikooli Kehakultuuriteaduskonnas kui ka teistes ülikoolides maailmas.

Madalasagedusliku röntgenkiire meetodit ehk DXA meetodit kasutatakse viimasel ajal keha koostise määramisel kriteeriummeetodina (Roche jt., 1996). See meetod võimaldab määrata luude mineraalide, rasva ja pehmete kudede sisaldust (Baumgartner jt., 1996). DXA on muutumas järjest kättesaadavamaks meetodiks keha koostise määramiseks nii teaduslike kui ka kliiniliste uuringute läbiviimiseks. Antud meetodi puhul on mõõtmisviga suhteliselt väike, (Van Langendonck jt., 2002). Need eelised muudavad DXA meetodi atraktiivseks uurijatele. DXA meetodit on meessõudjate keha koostise uurimiseks kasutatud üsna palju ka Tartu Ülikooli Kehakultuuriteaduskonnas.

Lipomeeter on uus arvutis töödeldav optiline süsteem keha koostise määramiseks. See võimaldab mitteinvasiivset, kiiret, täpset ja turvalist nahaaluse rasvkoe paksuse mõõtmist 15 spetsiifilisest anatoomilisest punktist kehal (Möller jt., 1994). Protseduur kestab umbes 2 minutit. Võrreldes nahavoldi paksuse mõõtmisega kaliibermeetodil spetsiaalse kaliibriga 10 erinevast keha punktist, on *Lipomeeter* tunduvalt kiirem ja mõõdab nahavoldi paksust ühekordselt, mitte kokkusurutult (Möller jt., 1994).

Kokkuvõtteks võib öelda, et keha koostise mõõtmiseks saab kasutada mitmeid erinevaid meetodeid (tabel 1). Kõigil neil on väiksemaid või suuremaid mõõtmisvigu. Samuti on keha koostise erinevate komponentide arvutamiseks välja pakutud mitmeid erinevaid regressioonvõrrandeid.

Tabel 1. Erinevad keha koostise määramise meetodid ning nende võimalik sobivus naissõudjate keha koostise hindamisel.

Meetod	Eelised	Puudused	Soovitused naissõudjatele
Hüdrostaatiline kaalumine	Väga täpne, mõõdab koheselt kogu keha tiheduse.	Raske manööverdada. Kallis.	Sobib, kui on saadaval.
DXA meetod	Sobib etalonmeetodiks. Kiire ja lihtne. Hindab täpselt luude mineralisatsiooni. Võimaldab piirkondlikku analüüsi.	Erinevatele uuritavatele on erinevad aparaadid ja tarkvara. Kallis.	Sobib väga hästi.
Magnetresonants- ja kompuutertomograafia (KT)	Sobib etalonmeetodiks. Väga täpne. Mõõdab kudesid kindlas kehapiirkonnas.	Piiratud kättesaadavus. KT annab mõningat radioaktiivset kiirgust. Kallis.	Sobib, kuid komplitseeritud.
Nahavoldi paksus ja antropomeetria	Kiire, lihtne, odav. Sobib suurtele gruppidele. Täpne saledate mõõtmisel.	Valiidsus väike. Suur eksimise tõenäosus.	Sobib.
Bioelektriline takistus (BIA)	Kiire ja lihtne. Sobib suurtele gruppidele.	Vaja infot rasvavaba massi veesisalduse kohta.	Sobib.
Lipomeeter	Täpne ja lihtne. Sobib suurtele gruppidele.	Vaja kõrgeid tehnilisi oskusi.	Sobib.

2.2 Keha ehituse parameetrid naissõudjatel

Sõudmist kui spordiala on uuritud suhteliselt palju (Shephard, 1998). Enamus avaldatud sõudeteemalisi teadusartikleid käsitleb aga erinevaid füsioloogilisi ja biomehaanilisi muutujaid sõudjatel ning oluliselt vähem on uuritud naissõudjate kehaehituse iseärasusi. Tuleb arvestada, et sõudmises on spetsiifiline keha ehitus oluline element edu saavutamiseks ning alus suuremahuliste treeninguprogrammidega kohanemiseks (Sklad jt., 1994). Uuringud tippõudjatega on näidanud, et saadud antropomeetrilised andmed rõhutavad keha massi (Secher ja Vaage, 1983) ja keha suuruse (Hirata, 1979; Hebbelinck jt., 1980; Fu ja Morrison, 1981; Rodriguez, 1986; de Rose jt., 1989; Sklad jt., 1994; Tittel ja Wutscherk, 1992) olulisust sõudjatel. Antropomeetriliste näitajate uurimine sõudjatel võimaldab treeneritel ja sporditeadlastel edukamalt seletada või prognoosida saavutusvõimet antud spordialal.

Selleks, et luua spordialaspetsiifilist antropomeetrilist profiili, on vaja läbi viia standardiseeritud mõõtmisprotseduure kasutades selleks eliitsportlasi (Claessens, 1999). Keha suuruse erilaadsuse järgi toimub selekteerumine vastavale spordialale. Naissõudjate antropomeetiline profileerimine on üks lülidest tulemusele orienteeritud faktorite ahelas. Vaadates meditsiinilisest vaatenurgast on spordialale vastav kehaehitus vajalik, sest kehaehitus on ka spordivigastuste juures etioloogiliseks faktoriks (Backx, 1996). Ameerika Spordimeditsiini Kolledz (1993) on põhjendanud, et noorukeid peaksid võimalusel suunama keha tüübile vastavale spordialale. Sellist lähenemist nimetatakse talentide identifitseerimiseks.

Erinevaid naissõudjate antropomeetrilisi näitajaid on uuritud suhteliselt palju (Shephard, 1998). Keskmiselt on eliitsõudjad üle 170 cm pikad ja nende kehamass on üle 70 kg (tabel 2). Carter (1982) on leidnud, et rahvusliku tasemega naissõudjate keha pikkus on kümne aastaga suurenenud keskmiselt 2 cm ja keha mass on suurenenud 5 kg. Samas on naisjuuniorite keha pikkus keskmiselt 177 cm ja keha mass keskmiselt 72 kg sarnane rahvusvahelise klassiga normaalkaalu sõudjate vastavate näitajatega (pikkus: 173 kuni 184 cm ja keha mass: 67 kuni 76 kg) (Bourgeois jt., 2001; Shephard, 1998). On leitud, et rahvusvaheise klassiga naissõudjad on keskmiselt 7% pikemad ja 19% raskemad kui mittesportlased (Shephard, 1998). Malina (1994) on leidnud, et andekad sõudjad on oma eakaaslastest pikemad juba varajasemas lapsepõlves, mis säilib ka kogu täiskasvanu perioodi.

Tabel 2. Erinevates uuringutes leitud naissõudjate antropomeetrilised näitajad.

Kategooria	n	Vanus (a)	Pikkus (cm)	Keha mass (kg)	Autor
Kanada koondis	6	23,3	173,5	66,6	Fu ja Morrisson (1981)
USA koondis	40	23	173	68	Hagermann jt. (1991)
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	Skad jt. (1994)
Saksamaa koondis	20	21,6	183,6	75,6	Hartmann jt. (1993)

1997 aasta juuniorite maailmameistrivõistluste ajal viidi läbi unikaalne uuring, kus määrati naisjuuniorite antropomeetriline profiil (Bourgois jt., 2001). Uuring näitas, et sõudjad olid võrreldes mittetreenitutelega 7% pikemad ja 25% raskemad. Sama trend on saadud ka täiskasvanud normaalkaalu sõudjate hulgas (tabel 2). Shephard (1998) leidis, et silmapaistvad naissõudjad on 7% pikemad ja 19% raskemad, kui mittetreenitud kanadalannad. Carter (1982, 1984) on leidnud, et rahvusvahelisel tasemel võistlevate naissõudjate pikkus ja keha mass on dekaadi jooksul suurenenud vastavalt 2 cm ja 5 kg. Viimaste uuringute järgi on eliitnaissõudjate antropomeetrilised näitajad muutunud vähe, väljaarvatud keha mass, mis on oluliselt suurenenud (Shephard, 1998). Samas naisjuunioride keskmine keha mass ja keha pikkus (70-72 kg ja 175-177 cm) sarnaneb normaalkaalu naissõudjate vastavate näitudega (67-76 kg ja 173-184 cm). Antropomeetriliste näitajate poolest erinevad kergekaalu sõudjad suuresti nii normaalkaalu sõudjatest kui ka juunioritest. Naiste kergekaalu sõudjate keha mass ei tohi ületada 59 kg ning paatkonna keskmine keha mass peab olema mitte suurem kui 57 kg, ühepaadi sõudja maksimaalne lubatud keha mass võib olla 57 kg. Bourgois jt. (2001) leidsid,

et naisjuuniorid on kergekaalu naissõudjatest keskmiselt 6,7 cm pikemad ja 11,9 kg raskemad (tabel 3). Võrreldes mittetreenitud naiste rühmaga ja kergekaalu sõudjatega on naisjuunioritel suuremad luude pikkuste, luude laiuste ja übermõõdu näitajad. Samas sarnanevad naisjuunioritel määratud luude pikkused, luude laiused ja übermõõdud normaalkaalu naissõudjate vastavate näitajatega (Bourgois jt., 2001). Sklad jt. (1993) leidsid, et 17 aastastel naisjuunioritel ei muuda aastane intensiivne treening oluliselt erinevate kehakomponentide pikkust, laiust ja übermõõte. Seega on naisjuuniorite skeletiluude pikkused ja laiused juba välja kasvanud (Sklad jt., 1993). See ei ole üllatav, sest keskmisel tütarlapsel toimub 50%, 95% ja 100% luustumisest vastavalt 11, 14,5 ja 16 aasta vanuseks (Piotrowski jt., 1992). Peale selle tundub, et naisjuuniorid on välise mõjutegurite suhtes vähemtundlikud (Skald jt., 1993). See võib tähendada, et sarnaseid treeningukoormusi täiskasvanud sõdjatele vastava ettevalmistusega noorsõudjatel võib rakendada juba alates 14,5 aasta vanusest (Piotrowski jt., 1992).

Võrreldes mittetreenitud samaealiste tütarlastega on naisjuunioritel väiksemad nahavoltide paksused. Malina ja Bielicki (1996) leidsid, et kehaliselt aktiivsetel tütarlastel on hilises lapsepõlves natuke suuremad nahavoltide paksused, kuid täiskasvanuna on neil jällegi natukene väiksemad nahavoltide paksused. 1997 aasta juunioride maailmameistrivõistlustel osalenud tütarlastel leiti suuremad nahavoldi paksuse näitajad, kui olümpiamängudel osalenud normaalkaalu ja kergekaalu naissõudjatel (Bourgois jt., 2001).

Tabel 3. Rahvusvahelise tasemega naissõudjate peamiste kehadimensioonide võrdlus (Bourgeois jt., 2001 järgi).

Kehadimensioonid	Normaalkaal (n=51)	Kergekaal (n=50)	Juuniorid (n=220)
Vanus	23,8	24,1	17,5
Pikkus (cm)	174,3	167,1	174,5
Keha mass (kg)	67,4	57,1	69,5
Istepikkus (cm)	92,1	87,6	90,8
Jala pikkus (cm)	82,3	81,2	83,9
SHSR (%)	52,8	52,4	52,0
LLSR(%)	47,2	48,6	48,1
Biitsepsi ümbermõõt(cm)	29,3	26,2	29,0
Reieümbermõõt(cm)	57,5	49,2	58,5
Käsivarre ümbermõõt	25,5	22,2	25,3
Sääre ümbermõõt	37,0	33,0	36,6
Triitsepsi nahavolt (mm)	14,6	10,0	14,0
Abaluualune nahavolt (mm)	9,1	8,5	10,2
Reienahavolt (mm)	21,5	17,6	22,3
Sääre nahavolt (mm)	12,8	11,3	16,0
Nahavoltide summa (mm)	58,0	47,4	62,5

SHSR- istepikkus kehapikkusest %-des, LLSR- jalapikkus kogupikkusest %-des.

Analüüsidest naisjuuniorite spetsiifilisi antropomeetrilisi parameetreid erinevate paadiklasside järgi, s.t. üksikaerusõudjad võrreldes paarisaeu sõudjatega, ilmneb et üksikaerusõudjad on pikemad ja raskemad, suuremate skeletiluude pikkustega, suuremate luude laiustega (väljaarvatud reieluu laius) ja übermõõtudega (välja arvatud sääre übermõõt) (tabel 4) (Bourgois jt., 2001). Hirata (1979) võrdles oma uuringus erinevates paadikategooriates sõudvaid naisportlasi ja leidis, et üksikaeru naissõudjad on pikemad ja raskemad, kui paariaeru sõudjad, vastavalt 3,5 cm ja 3,5 kg. See, et üksikaerusõudjad on raskemad, pikemad ja suurema lihasmassiga kui paarisaeu naissõudjad, võib tuleneda paadi liikumise dünaamika iseärasustest. Üldiselt sõuavad üksikaeru paatides rohkem sõudjaid (kahe, nelja ja kaheksa naissportlasega paatkonnad), võrreldes paarisaeu paatidega (ühe, kahe ja nelja naissportlasega paatkonnad). Suuremast sportlaste arvust tulenevad teatud tehnilised iseärasused sõudmistõmbe haardel (see on hetk tõmbetsüklist, kus aeu laba siseneb vette ja algab jõu rakendamine aeu taha), mille tõttu toimub olulisem paadi aeglustumine vahetult enne tõmmet võrreldes paarisaeupaatidega. Paadi taaskiirendamiseks igal tõmbel ongi vaja suuremat jõudu, mis eeldab ka suuremat lihasmassi. Seetõttu eelistatakse lihaselisemaid ja pikemaid (pikem keha omab suuremat lihasmassi) naissõudjaid üksikaerupaatidesse võrreldes paarisaeu paatidega (Bourgois jt., 2001).

Andekaimad noored naissõudjad on äratuntavad ka nende pikkuse, skeleti laiuse ja arenenud lihaskonna järgi (Piotrowski jt., 1992). Kui võrrelda 1997 aasta sõudmise juunioride maailmameistrivõistluste finaali jõudnud naissõudjate ja finaali mittejõudnud naissõudjate erinevaid antropomeetrilisi parameetreid, siis ilmneb, et finalistid olid raskemad ja pikemad, suuremate luude pikkuste, luude laiuste ja übermõõtudega (tabel 5) (Bourgois jt., 2001). Sõudjale on eeliseks olla pikk ja suhteliselt raske. Pikad käed ja pikad jalad on samuti kasulikud, sest annavad lisastiimuli tugevamaks tõmbeks (de Rose jt., 1989; Shephard, 1998). Suurematel sõudjatel on suurem lihaste ristlõike pindala ja suurem absoluutne metaboolne võimsus (de Rose jt., 1989).

Kokkuvõtteks võib öelda, et erinevused keha ehituse parameetrites üksikaeru- ja paarisaeusõudjate vahel, samuti edukamate ja vähemedukamate vahel on peamiselt keha massis ja keha pikkuses, luude laiustes ja übermõõtudes.

Tabel 4. Üksikaeru ja paarisaeu naissõudjate kehadimensioonide erinevused (Bourgois jt., 2001 järgi).

Mõõtmed	Üksikaerusõudjad (n=108)	Paarisaerusõudjad (n=111)
Keha mass (kg)	71,6±5,6	67,4±6,1
Pikkus (cm)	176,3±5,4	173,5±6,5
Iste pikkus (cm)	91,3±2,9	90,3±3,0
Jala pikkus (cm)	85,0±3,7	82,8±4,5
Käe pikkus (cm)	76,7±3,1	75,2±3,6
Biitsepsi ümbermõõt (cm)	29,3±1,4	28,7±1,6
Käe ümbermõõt (cm) ^a	27,8±1,5	27,2±1,7
Küünarvarre ümbermõõt (cm)	25,6±1,0	25,5±1,1
Reie ümbermõõt (cm)	59,1±2,9	57,8±2,9
Biitsepsi nahavolt (cm)	7,4±2,6	6,1±2,0
Triitsepsi nahavolt (cm)	14,5±3,2	13,5±3,3
Abaluualune nahavolt (cm)	10,5±2,7	9,8±2,5

^a õlanuki ja küünarnuki vahelise pikkuse keskpunktis, kui käsi on lõdvestunud.

Tabel 5. Juunioride maailmameistrivõistlustel finalistide ja mitte finalistidest naissõudjate antropomeetriliste näitajate võrdlus (Bourgois jt., 2001 järgi).

Keha dimensioonid	Finalistid (n=112)	Mittefinalistid (n=94)
Pikkus	176,6	172,7
Keha kaal (kg)	71,3	67,7
Istepikkus (cm)	91,6	90,1
Jalapikkus (cm)	85,1	82,6
Käe pikkus (cm)	76,9	74,8
SHSR (%)	51,9	52,2
LLSR(%)	48,2	47,9
Biitsepsi ümbermõõt (cm)	29,3	28,7
Reie ümbermõõt (cm)	59,2	57,8
Õlavarreluu laius (cm)	6,7	6,5
Ülakäe ümbermõõt (cm)	27,8	27,3
Küünarvarre ümbermõõt (cm)	25,6	25,1

SHSR- istepikkus kehapikkusest %-des, LLSR- jalapikkus kogupikkusest %-des.

3 KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Käesoleva uurimistöö kohta võib teha järgmised konkreetsete järeldused:

1. Naissõudjate keha koostise mõõtmiseks sobivad mitmed erinevad meetodid. Kõigil meetoditel esineb väiksemaid või suuremaid mõõtmisvigu.
2. Tippklassi naissõudjad on suhteliselt pikad ja rasked, suuremate kehaproportsioonidega, luude pikkustega, luude laiustega ja ümbermõõtudega, kuid väiksemate nahavoltide paksustega võrreldes kehaliselt inaktiivsete naistega.
3. Naissõudjatel esineb erinevusi üksikaerusõudjate ja paarisaeerusõudjate vahel, edukamate ja vähemedukamate sõudjate vahel peamiselt keha massis ja keha pikkuses, luude laiustes ja ümbermõõtudes.
4. Antropomeetrilist profiili ja keha koostise parameetreid saavad treenerid kasutada nii erinevate paatkondade koostamisel, kui ka erinevate treeninguprogrammide mõju hindamisel.

4 KASUTATUD KIRJANDUS

- American College of Sports Medicine. 1993. The prevention of sports injuries of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 25: 1-7
- Backx FJG. 1996. Epidemiology of paediatric sports-related injuries. In: *The Child and Adolescent Athlete*, VI: *Encyclopedia of Sports Medicine*, pp. 163-172
- Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lichtman S, Wang J, Pierson RN, Jr. 1991. Body composition in elderly people: Effect of criterion estimates on predictive equations. *Am J Clin Nutr*, 53: 1345-1353
- Bourgeois J, Claessens AL, Janssens M, Van Renterghem B, Loos R, Thomis M, Philippaerts R, Lefevre J, Vrijens J. 2001. Anthropometric characteristics of elite female junior rowers. *J Sport Sci*, 19: 195-202
- Brodie DA, Moscript V, Hutcheon R. 1998. Body composition measurement- a review of hydrodensitometry, anthropometry and impedance methods. *Nutr*, 14: 296-310
- Carter JEL. 1982. Body composition of athletes. In: *Phys Structure of Olympic Athletes*, Karger, Basel, 1: 107-116.
- Carter JEL. 1984. Age and body size. In: *Phys Structure of Olympic Athletes*, Karger, Basel, 2: 53-79
- Claessens AL. 1999. Talent detection and talent development: Kinanthropometric issues. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 4: 47-64
- De Rose E, Crawford SM, Kerr DA, Ward R, Ross WD. 1989. Physique characteristics of Pan-American Games lightweight rowers. *Int J Sports Med*, 10: 292-297
- Fu FH, Morrison W. 1981. Anthropometric and physiological characteristics of canadian champion rowers. *Int J Phys Ed*, 18: 19-23

- Hebbelinck M, Ross WD, Carter JEL, Borms J. 1980. Anthropometric characteristic of female Olympic rowers. *Can J Appl Sport Sci*, 5: 255-262
- Heyward VH, Stolarczyk LM. 1996. *Applied Body Composition Assessment*. Champaign: Human Kinetics
- Hills AP, Lyell L, Byrne NM. 2001. An evaluation of the methodology for the assessment of body composition in children and adolescents, in *Body composition Assessment in Children and Adolescents*, Jürimäe T, Hills AP, eds. *Med Sport Sci*, Karger, Basel, 44, 1-10
- Hirata KI. 1979. *Selection of olympic champions*. Tokyo: Hirata Institute.
- Houtkooper LB. 1996. Assessment of body composition in youth and relationships to sport. *Int J Sport Nutr*; 6: 146-164
- Jackson AS, Pollock ML, Graves JE, Mahar MT. 1988. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *J Appl Physiol*, 64: 529-534
- Jürimäe T, Jürimäe J. 2001. *Growth, Physical Activity and Motor Development in Prepubertal Children*. CRC Press, Boca Raton,
- Keys A, Brozek J. 1953. Body fat in adult man. *Physiol Rev*; 33: 245- 325
- Lohman TG, Boileau RA, Slaughter MH. 1984. Body composition in children and youth. In: *Advances in Pediatric Sport Sciences*, Boileau RA, eds. Champaign, Human Kinetics, 29-57
- Lukaski HC. 1991. Assessment of body composition using tetrapolar bioelectrical impedance analysis. In: *New techniques in Nutritional Research*, Whitehead RG, Prentice A, eds. San Diego: Academic Press, 303-315
- Malina RM. 1994. Physical activity and training: Effects on stature and adolescent growth spurt. *Med Sci Exe*, RC 26: 759-766

- Malina RM, Bielicki T. 1996. Retrospective longitudinal growth study of boys and girls active in sport. *Acta Paediatr*, 85: 570-576
- Matiegka J. 1921. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol*; 4: 223-230
- McArdle WD, Katch F, Katch W. 1991. *Exercises Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance*. Philadelphia: Lea and Febiger
- McCrorry MA, Gomez TD, Bernauer EM, Mole PA. 1995. Evaluation of new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc*, 27: 1686-1691
- Möller R, Tafeit E, Smolle KH, Kulling P. 1994. „Lipometer“ determining the thickness of a subcutaneous fatty layer. *Biosens Bioelectron* 9: XIII-XVI
- Piotrowski J, Sklad M, Krawczyk B, Majle B. 1992. Somatic indices of junior rowers as related to their athletic experience. *Biol Sport* 9: 118-125
- Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. 1996. *Human Body Composition*. Champaign: Human Kinetics
- Rodriguez FA. 1986. Physical structure of international lightweight rowers. In: *Kinanthropometry III* (edited by Reilly T, Watkins J, Broms J): 255-261. London E & FN Spon
- Roth W, Hasart E, Wolf W. 1983. Untersuchungen zur Dynamic der Energiebereitstellung während maximaler Mittelzeitausdauerbelastung. *Med Sport*; 23: 107-114
- Secher NH, Vaage O. 1983. Rowing performance, a mathematical model based on analysis of body dimensions as exemplified by body weight. *Eur J Appl Physiol*, 52: 88-93
- Shephard RJ. 1998. Science and medicine of rowing: A review. *J Sport Sci*, 16: 603-602

- Sklad M, Krawczyk B, Majle B. 1993. Effects of intense annual training on body components and other somatic traits in young male and female rowers. *Biology of Sport*, 10: 239-243
- Sklad M, Krawczyk B, Majle B. 1994. Body build profiles of male and female rowers and kayakers. *Biol Sport*, 11: 249-256
- Steinacker JM. 1993. Physiological aspects of rowing. *Int J Sports Med*; 1: 3-10
- Tittel K, Wutscherk H. 1992. Anthropometric factors. In: *Strength and Power in Sport* (edited by Komi PV). Oxford: Blackwell Scientific. Pp. 180-196
- Wang J, Thorton Jc, Kolesnik S, Pierson JR. 2000. Anthropometry in body composition. An overview. *Ann NY Acad Sci*, 904: 317-326

5 SUMMARY

Kinanthropometric determinants of rowing performance in female rowers

The aim of this investigation was to define and describe different methods for measuring body composition and to find the suitability to use these methods for the assessment of body composition in female rowers. The second aim of this study was to describe the specific kinanthropometric profile of elite female rowers. There are several methods to measure body composition in humans. According to the results of present study, the best methods to determine body composition in female rowers appear to be DXA (dual-energy X-ray absorptiometry), BIA (bioelectrical impedance), underwater weighting and Lipometer. International Society for the Advancement of Kinanthropometry suggests to use 38 different length, diameter, circumference and skinfold parameters to describe the specific kinanthropometric profile in athletes. In conclusion, elite female rowers are relatively tall and heavy with robust physique and large values for specific length, breadth and girth parameters, but they have smaller skinfold thickness values compared to physically inactive females. Main kinanthropometric differences between sweep rowers and scullers as well as between successful and less successful female rowers are higher values for body mass and body height, as well as for specific length, breadth and girth indices. A specific kinanthropometric profile of female rowers can be used by coaches for selection of specific crews and to assess the effect of different training programmes.