



TARTU ÜLIKOOL

Spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut

Inna Kairite

Ülakeha jõuvõimete arendamine murdmaasuusataja treeningus

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: Msc Allar Kivil

Tartu 2014

Sisukord

SISSEJUHATUS	3
1. ÜLAKEHA OSATÄHTSUS MURDMAASUUSATAMISE SAAVUTUSVÕIMES.....	4
2. PAARISTÕUKE TRENAŽÖÖRID JA NENDE VALIIDSUS.....	8
2.1 PAARISTÕUKE ERGOMEETRI SOORITUSE SEOSSED MURDMAASUUSATAJA VÕISTLUSTULEMUSEGA	13
2.2 SUUSAERGOMEETRIL TREENIMISE MÕJU MURDMAASUUSATAJA KEHALISELE VÕIMEKUSELE	15
3. ÜLAKEHA VÕIMEKUSE TESTID JA MUDELID ENNUSTAMAKS MURDMAASUUSATAJATE TULEMUSLIKKUST.....	17
3.1 MURDMAASUUSATAJA ÜLAKEHA TÖÖVÕIME HINDAMINE	20
4. JÕUHARJUTUSTE TOIME MURDMAASUUSATAJATE ÜLAKEHA TÖÖVÕIMELE ...	24
5. ELASTSUSENERGIA KASUTAMINE MURDMAASUUSATAMISES PAARISTÕUKELISE SÕIDUVIISI EFEKTIIVSUSE SUURENDAMISEKS	29
KOKKUVÕTE	32
KASUTATUD KIRJANDUS.....	34
SUMMARY	37
LISAD	38

SISSEJUHATUS

Murdmaasuusatamist nimetatakse vastupidavuslikuks spordialaks, mis oma iseloomult sarnaneb paljuski pikamaajooksmise ja maastikurattasõiduga. Samas on seoses võistlusradade ning reljeefi muutustega ja liikumiskiiruse suurenemisega hakatud üha enam kasutama suusatamises edasiliikumiseks ülakeha lihastööd, selle jõudu ning võimsust, tehes lühikese või keskmise kestvusega maksimaalseid pingutusi tõusudel ja puhates laskumistel. Uisutehnika puhul moodustab ülakeha osatähtsus edasiliikumiseks järskudel tõusudel ligi 50% ning tasasel maal klassikaliste paaristõugete puhul liigutakse edasi enamasti vaid ülakeha lihastöö mõjul.

Sprindi ilmumisega murdmaasuusatamise võistlusprogrammi aastail 1998-1999 kerkis esile spetsiifilise kiiruse ning tehnikaalaste muudatuste vajadus. Üha enam on hakatud tähelepanu pöörama jõu ning võimsuse vajalikkusele. Suusasprindi keskmine sõidukiirus tiptasemel suusatamises on tõusnud klassikalisel sõiduviisil kiiruseni 9.5 m/s ja uisutehnikas 10 m/s. Suutmaks kohaneda antud kiirustega on välja arendatud uudseid edasiliikumise tehnikaid nagu topelt-tõuge ning hüpped uisusõiduviisil, samuti suuremad nõudmised tugevamaks paaristõukeks ning kiiremaks tõusu sõiduviisiks. Taolised tehnilised muudatused nõuavad suuremat jalgade, aga eriti just ülakeha lihaskonna arendatavat võimsust, lühemat aega kestvat kontakti maaga ning suhteliselt pikemat tõugetejärgset libisemist.

Uute tehniliste muudatuste tõttu on hakatud läbi viima erinevaid spetsiifilisi jõutreeninguid, mis hõlmavad ka plahvatuslikku- ning maksimaaljõudu. Sellegipoolest peavad vastupidavussportlased olema ettevaatlikud suurendades jõutreeningutega lihaste jõudu ning võimsust, vältides liigset lihaste hüpertroofiat, sest liigne kaalutõus võib vähendada sportlase aeroobset võimekust. Eriti arvestades asjaolu, et murdmaasuusatamise mistahes distantsil loetakse aeroobse töövõime osatähtsuseks ca 80%. Hüpertroofia ja kaalutõus ei tohiks aga sportlasi hirmutada ning peletada neid jõutreeningutest. Tuleb leida optimaalne vahekord jõu ja vastupidavustreeningute arendamisel.

Käesoleva töö eesmärgiks on välja selgitada võimalusi ülakeha töövõime ja jõuvõimekuse parandamiseks murdmaasuusatajate erialaste treeningvahenditega ning ülakeha jõu- ning võimsuse treeningu mõju võistlustulemustele. Töö autor on murdmaasuusatamisega tegelenud neliteist aastat, mistõttu on antud teema väga huvipakkuv.

1. ÜLAKEHA OSATÄHTSUS MURDMAASUUSATAMISE SAAVUTUSVÕIMES

Murdmaasuusatajad kasutavad nii oma jalgu kui ka käsi, et rakendada jõudu suusatamise ajal. Kuigi jalalihased rakendavad suuremat jõudu võrreldes käelihastega on jalgade jõud rohkem suunatud vertikaalselt suusale. Suusakeppide asetamisel kindla nurga all rakendavad käed aga efektiivsemat jõudu. Näiteks toimub paaristõukeid sooritades murdmaasuusatajal läbi suusakeppide rakendatud edasi liikumine 60 % ülakeha abil ebatasasel rajal, aga ilma jalgade tööta tasasel pinnal aitab ülakeha 100% kaasa ette liikumisele suunatud jõududest paaristõugetel (Nesser jt., 2004). Murdmaasuusatamine on vastupidavuslik ala, kuid viimasel ajal on leitud, et murdmaasuusatajad vajavad jõutreeninguid, mistõttu on hakatud arendama erialaseid ülakeha treenimise meetodeid.

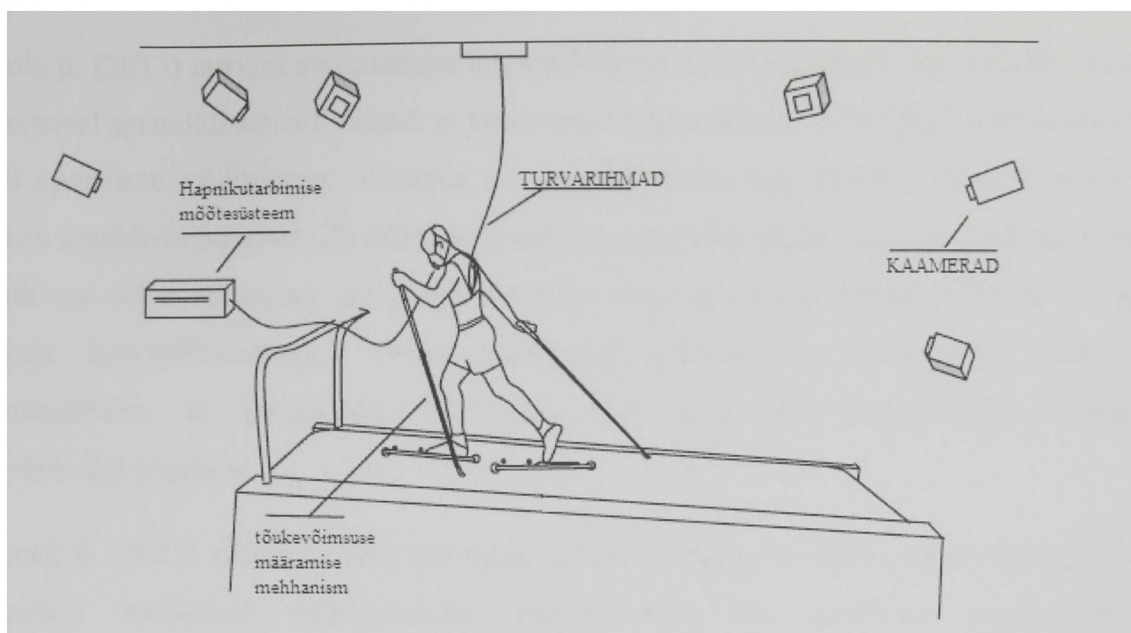
Murdmaasuusatamist iseloomustab lihaste korduv rekruteerumine pikkade ajavahemike jooksul. Viimastel aastakümnetel on suusatehnika muutunud selles suunas, et nii ülakeha jõuvõimekus aga ka aeroobne töövõime on hakanud mängima suuremat rolli võistlustulemuse struktuuris. See on aga oluliselt suurendanud ülakeha treenimise ning testimise vajadust suusatajate seas (Ulrik ja Jan, 1998).

Paaristõukeline sõiduviis on kompleksne liigutus murdmaasuusatamises, mis hõlmab nii käsi ning ülakeha kui ka jalgu ja alakeha. Kepitõuke jõud ning kepitõugete sagedus on otseses seoses paaristõugete kiirusega ning on mõjutatud spetsiifiliste lihaste aktivatsioonist ja spetsiifilisest sirutuse-painutuse tsüklist küünarliigeses. Paaristõugetel liiguvad ka puusad ette ning taha ning jalgades toimub samuti mõningane kükkimine ning varvastele tõus. Mõned spetsiifilised liigutused lisatakse paaristõuke tsükli faasi lõppu. Parimad suusatajad kasutavad paaristõukelise sõiduviisi spetsiifilisi tehnika momente, mis on otseselt seotud paaristõuke kiirusega. Nendeks teguriteks on väiksem liigesenurk tõukefaasi alguses, suurem küünarvarre painutuse-sirutuse kiirus, suurenenud kepitõuke võimsus ning lühem kepitõuke tsükli kestvus (Holmberg jt., 2005).

Kõrge maksimaalse hapnikutarbimise näitaja on vajalik edukaks tulemuslikkuseks vastupidavusspordis ja ka murdmaasuusatamises. Kuid see ei ole ainus näitaja, mis on vajalik. Kurnatuseni kuluvat aega mõjutab ka murdmaasuusataja võime sooritada efektiivne ja ökonoomne liigutus mingil sõiduviisil, mida saab aga arendada erialaste jõutreeningutega (Ainegren jt., 2013) .

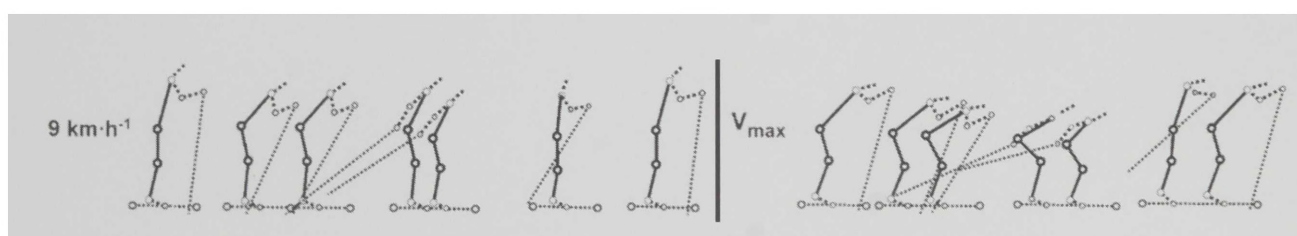
Pikka aega kehtvatel vastupidavusaladel on efektiivsus ning liikumise ökonoomsus tähtsaks faktoriks määramaks tulemuslikkust. Mitmetes uuringutes on leitud, et liigutuste sagedus edasiliikumisel mõjutab oluliselt sportlase efektiivsust ning ökonoomsust. Sagedusel on leitud selge negatiivne seos ainevahetuse intensiivistumisega võimsust nõudval tööl. Kõrgeimad sageduse näitajad ilmnevad suusatamises enamasti järskudel nõlvadel. Kui liigutakse suhteliselt madalamatel intensiivsustel, siis võimsuse kasvades suureneb oluliselt ka suurema liigutussageduse mõju ainevahetusele, mis muutub organismile oluliselt ebaefektiivsemaks. Ainult maksimaalsetele lähedastel võimsustel on leitud selge oluline erinevus organismi energiakasutuses ning erinevate liigutussageduste vahel (Leirdal jt., 2011).

Klassikalise tehnika valiku seisukohalt on selgunud, et sportlased eelistavad kasutada paaristõukelist sõiduviisi laugel suusarajal kiirusel 10km/h. Paaristõukeliselt sõiduviisilt minnakse üle paaristõukelisele ühesammulisele sõiduviisile, kui tõusunurk ületab 2-3° ning edasi minnakse üle vahelduvtõukelisele sõiduviisile, kui tõusunurk on üle 5°. Pellegrini jt. (2013) uuringus, kus sportlased suusatasid rullsuuskadel liikurajal (joonis 1.), selgus, et kõik suusatajad kasutavad vahelduvtõukelist sõiduviisi, kui tõusnurk ületab 6°. Suurematel kiirustel aga eelistasid sportlased kasutada paaristõukelist sõiduviisi. Paaristõuked olid eelistatuimad kõikide suusatajate poolt, kui kiirus ületas 16km/h. Suusatamisel laugedel või lühikestel tõusudel osutuvad paaristõuked eelistatumaks edasiliikumisviisiks, sest antud sõiduviis on ökonoomsem võrreldes teiste suusatehnikatega (Pellegrini jt., 2013). Seoses paaristõugete üha suurema kasutusega murdmaasuusarajal on kasulik pöörata suuremat tähelepanu ka paaristõugete funktsionaalsele ja biomehaanilisele arendamisele ning sooritada selleks ettenähtud erialaseid treeninguid, mis hõlmavad kindlasti ka jõutreeninguid, arendamaks ülakeha üldiseid jõuomadusi.



Joonis 1. Kaameratega jälgitav rullsuusatest lindil määramaks suusatajate eelistatavat klassikalist sõiduviisi erinevatel tõusunurkadel (Pellegrini jt., 2013).

Eliitmurdmaasuusatajad kontrollivad ning muudavad oma paaristõukeid kiiruse suurenedes, tõstes paaristõuke sagedust ning liigutustsükli pikkust. Paaristõuke kinemaatika on kujutatud joonisel 2. Paaristõuke tsükli pikenemine saavutatakse tänu kepitõuke võimsuse tõusule vaatamata selle kestvuse vähenemisele. Viimane saavutatakse aga lihaste lühenemise-pikenemise faasi ulatust tõstes, selle kestvust vähendades ning kiirust tõstes. Omadus sooritada kiire ja lühike maapuude keppidega, tehes seda kõrge võimsusega, kuid samaaegselt hoida murdmaasuusatamisel ökonoomsust, on oluliseks ning määravaks faktoriks saavutamaks suurt kiirust. Efektiivseks kepitõukeks on oluline omada suurt võimsust, sest kiiruse suurenedes väheneb kepitõuke kestvus, mis peab olema sel juhul kiire ja võimas. On leitud, et paremad suusatajad omavad kõrgemaid näitajaid võimsuses ning lühemat võimsuse tippu jõudmiseks kuluvat aega võistluskiirusel (Lindiger jt., 2009).



Joonis 2. Paaristõukelise sõiduviisi võrdlus lühema ning maksimaalse kiiruse vahel (Lindiger jt., 2009).

Mikkola jt. (2013) uurides suusatamise tulemuslikkuse ning kepitõugete kinemaatika muutusi 20-meetrisel sprindidistantsil leidsid, et vähenenud liikumiskiirus ning kiirendamise võime on seotud sportlaste väsimisega. Väsimus oli ka põhjuseks, kui vähenes tõukevõimsus ning suurenes kepitõuke kestvus. Järeldati, et sprindisuusatajad peaksid treenima ülakeha erialaste vahenditega selle võimsuse arendamiseks ning leiti, et selleks kõige sobivam on kõrge kiirusega intervalltreeningud. Need treeningud sobivad ka kurnatuseni kuluva aja suurendamiseks, et parandada võistlustel lõpuspurdi ajal maksimaalse kiirenduse paaristõukelist sooritust.

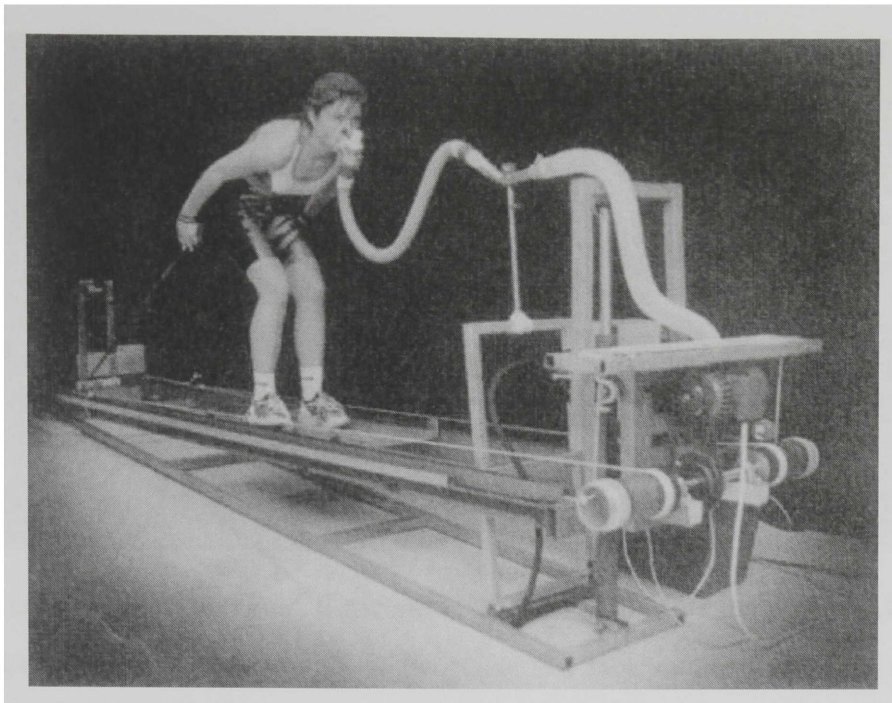
Sandbakk jt. (2013) võrdlesid oma uuringus, milline treening on efektiivsem vastupidavusala tipptasemel treeninud noorsportlaste mõjutamisel: kas aeroobne kestvustreening, submaksimaalse intensiivsusega pikematel lõikudel intervalltreening või lühematel lõikudel suurema intensiivsusega intervalltreening. Madalama intensiivsusega grupp (INT1) sooritas 1,5-3 h 60-74% intensiivsusega ühtlusmeetodil treeningut, mõõduka intensiivsusega grupp (INT2) sooritas 45 min-1,5h tööd intensiivsusega 75-87% maksimaalsest südame löögisagedusest. Suure intensiivsusega treeninggrupp (INT3) sooritas intervalltreeningut pikkadel lõikudel 5-10 min (kogukestvusega 40-45 min). Väga suure intensiivsusega treeniv grupp (INT4) sooritas treeningut lühikestel 2-4 minutilistel lõikudel (kogukestvusega 15-20 min). Uuringu tulemusena leiti, et nii INT3 kui ka INT4 treeningud olid efektiivsed arendamaks sportlaste maksimaalset aeroobset võimsust. INT3 ehk pikkadel lõikudel intervalltreening oli kõige efektiivsem vastupidavusvõimekuse ja ventilatsioonilävetasemel hapnikutarbimise arendamiseks.

2. PAARISTÕUKE TRENAŽÖÖRID JA NENDE VALIIDSUS

Klassikaline tehnika murdmaasuusatamises hõlmab mitut sõiduviisi: paaristõukeline ühesammuline, paaristõukeline ja vahelduvtõukeline sõiduviis. Viimasel ajal on paaristõukeline sõiduviis osutunud üha enam eelistatuks ning sagedamini kasutatuks. Antud valik on seotud põhjustega nagu paranenud rajaolud, mis tagavad parema suuskade libisemise, paaristõukelisel sõiduviisil on hapnikutarbimine madalam võrreldes teiste sõiduviisidega samal koormusel ja murdmaasuusatajad on hakanud enam arendama ülakeha jõuvõimekust. Paaristõugete kiirusvõimekuse ning üldise võistluskiiruse vahel on leitud märkimisväärne seos. Samuti on leitud seos ülakeha koormustestide tulemuste ning murdmaasuusatamise tulemuslikkuse vahel. Suusatajate ülakeha on traditsiooniliselt testitud paaristõukeergomeetritel (Holmberg ja Nilsson, 2008). On loodud erinevaid ergomeetreid ning kontrollitud nende valiidsust. Paaristõukeergomeeter on hea trenaažöör ülakeha töövõimekuse hindamiseks, sest ergomeetril sooritatud liigutus on sarnane sellega, mida sooritatakse ka suusatamisel. Seoses suusaergomeetrite kõrge hinnaga, ei ole võimalik kõikidel sportlastel seda endale soetada ning taolisi trenaažööre leidub üldjuhul suurtes spordiklubides või laboratooriumides.

Norras välja töötatud paaristõuke suusaergomeeter (joonis 3) koosneb platvormist, millel vaatlusalune saab seista, ning kahest suusakepist. Platvormi all on rattad, mis on juhtmetega ühendatud elektrilise mootoriga. Juhtmetesüsteem käitab mootori, kui suusakeppidega sooritatakse liigutus tahasuunas (Ulrik ja Jan, 1998) .

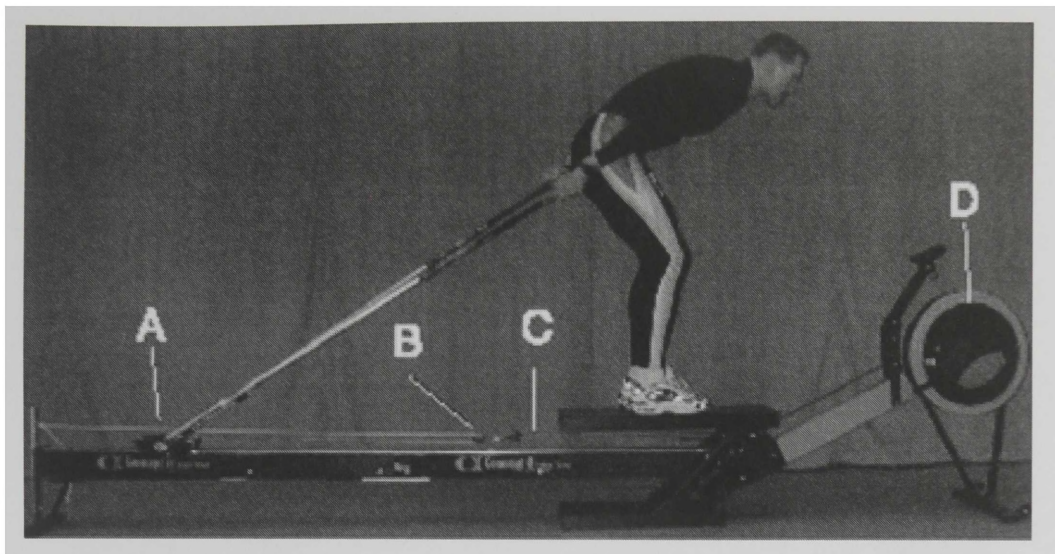
Sarnaselt jooksulindile sõltub sportlase positsioon paaristõuke ergomeetril sellele rakendatud võimsusest. Paaristõuke ergomeeter, mida kutsutakse ka suusaergomeetriks on varustatud jõuanduritega, mis salvestavad kepitõuke võimsuse ning aja (Jan jt., 1999).



Joonis 3. Suusaergomeeter määramaks murdmaasusatajate ülakeha aeroobset vastupidavust (Ulrik ja Jan, 1998).

Nimetatud suusergomeetri ilmunisega, mida kasutatakse aeroobse vastupidavuse ning ülakeha jõu testimiseks, kontrolliti ka selle valiidsust. Wisloff ja Helgrud (1998) viisid läbi uuringu, kus 14 päeva jooksul sooritasid vaatlusalused testi suusaergomeetril ja jooksulindil ning määrati nende aeroobse töövõime näitajad. Määrati ka laktaadi kontsentratsioon veres ning südame löögisagedus. Testid suusaergomeetril toimusid kahes grupis raskusastmel 50, 60 ja 70% maksimaalsest hapnikutarbimisest ning kestsid neli minutit. Tulemusena ei täheldatud suuri erinevusi hapnikutarbimise näitajates sama võimsuse korral nii suusaergomeetril kui jooksulindil. Uuringuga tõestati suusaergomeetri valiidsust kui suusatajate füsioloogilisi näitajaid määrava trenadžöörina.

Paaristõuke ergomeeter Concept II, mis on kujutatud joonisel 4, on loodud samanimelise sõudeergomeetri baasil jäljendamaks paaristõukeid murdmaasuusatamises. Paaristõuke ergomeeter on muudetud tuulesiibri takistuse hoorattaga ning suusakeppide lisamisega, mis on kinnitatud liuglevale alusele. Concept II andmeid salvestav seade arvutab impulssidevahelist aega induktoril põhineva andursüsteemi kaudu, mis on paigutatud hoorattale. Hetke kiirust, kiirendust ja võimsust arvutatakse induktori impulssidest. Hooratta tõmbejõudu muudetakse reguleerides tuulesiibri takistuse suurendamise või vähendamise teel hoorattal. Tõmbejõudu saab mõjutada ka läbi teiste faktorite nagu välisrõhk. Seade kompenseerib antud mõjutusi ümber arvutades hooratta tõmbejõu koefitsienti iga paaristõuke tsükli hooratta tühikäigul (Holmberg ja Nilsson, 2008).

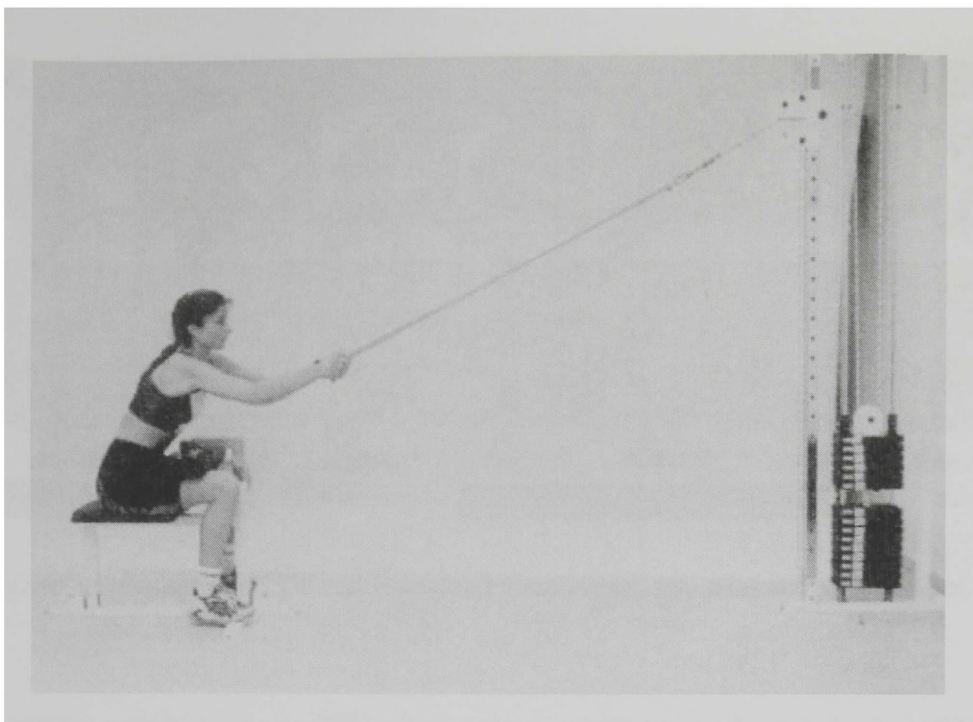


Joonis 4. Paaristõuke ergomeeter Concept II. (A) Ühendus rihmarattaga, (B) rihmaratta ühendus ketiga, mis juhib õhku takistavat hooratast (C) läbi hammasratta (D) (Holmberg ja Nilsson, 2008).

Concept II suusaergomeetril rakendatav võimsus on väljendatud vattides või vattides kilogrammi kohta. Holbergi ja Nilssoni (2008) valiidsust kontrollitavas uuringus selgus, et mõlemad näitajad on seotud paaristõuke tulemuslikkusega lumel võistluskiirusel. Selle seose tõttu leiti antud uuringus, et suusaergomeeter on valideeritud ning samuti sellel läbiviidav kuueminutiline maksimaalne test hindamaks murdmaasuusataja võistlustulemust (Holmberg ja Nilsson, 2008).

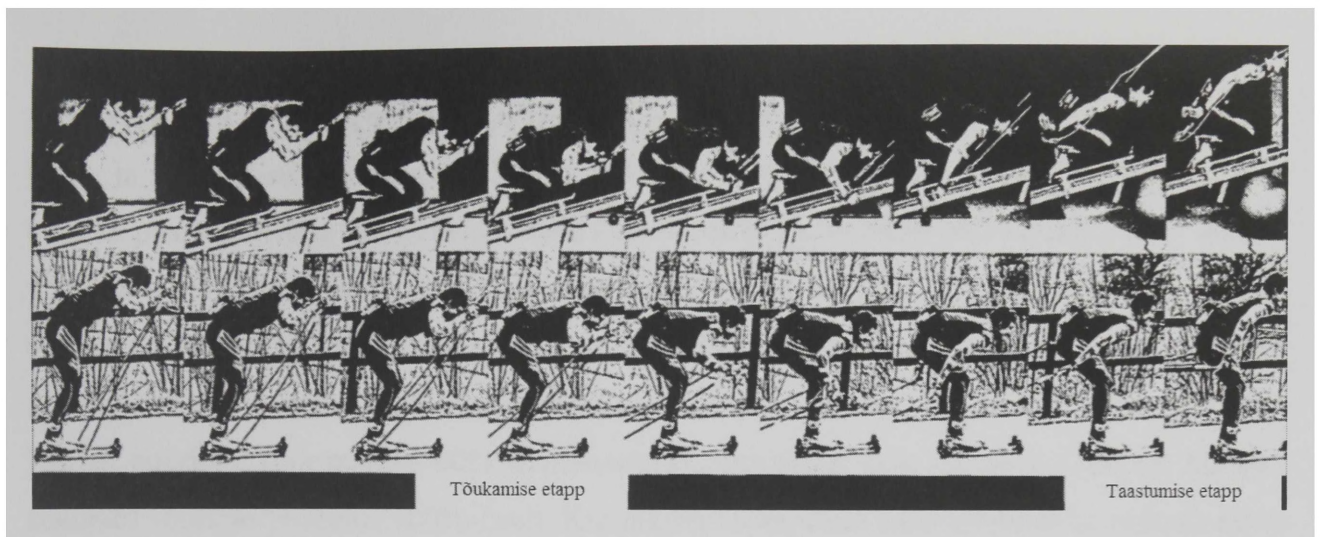
Freestyle 7 Arm Ergometer Suusaergomeeter (joonis 5) on samuti ühendatud anduritega, mis registreerivad suusakeppidega sooritatud paaristõugete jõudu ning aega. Sportlane seisab liikuval platvormil ning sooritab paaristõukeid mingil raskusastmel, mis pannakse paika platvormi kallaku ning dünamomeetri liikumiskiirusega (Nesser jt., 2004).

Jan jt. (1999) uuringus oli maksimaalse jõu treening ning testimine läbi viidud aga hoopis teistsugusel paaristõuke ergomeetril, mis oli loodud eesmärgiga jäljendada klassikalise sõiduviiisi paaristõukelist liigutust. Vaatlusalused sooritasid tõmbeid istudes 2 meetri kaugusel aparatuurist. Reitele oli kinnitatud spetsiaalne mehhanism, mis vaatlusaluseid pingil paigal hoidis. Paaristõuke kordus oli õigesti sooritatuks peetud siis, kui vaatlusaluse käsi puudutas plokki, mis oli asetatud 10 cm kaugusele puusast tahapoole. Võimsuse parameetreid mõõdeti võimsuse anduri abil, mis oli kinnitatud rihmaratta kaabli ning raskuste ühenduskohta. Enne testi oli dünamomeetri abil võimsuse andur kalibreeritud raskustega 0, 15, 30 ja 40kg. Dünamomeetrit peeti väga täpseks (Jan jt., 1999).



Joonis 5. Paaristõuke ergomeeter Freestyle 7 Arm Ergometer jälgendamaks paaristõukelist sõiduviisi (Jan jt., 1999).

Stöggl jt. (2006) viisid läbi uuringu ratastel liikaval alusel nn. „kelgul“ (joonis 6), millele sportlane sai põlvitusasendis toetuda. Põlvitusasend valiti vastavalt sellele, et oleks võimalik kasutada rohkem ka ülakeha- ning käelihaseid ja vähendada tahtmatut ülestõmbe liigutust, mis võib kergelt juhtuda alusel tavapäraseid harjutusi sooritates kõhuli. Paaristõukeline sõiduviis aga vajabki suuremat ülakehalihaste kaasamist. Liikuva laua alla olid paigutatud rattad, tänu millele sai laud liikuda üles ning alla. Laua esiosale oli võimalik kinnitada lisaraskuseid, võimaldamaks kasutada erinevat raskusastet treenimaks erinevaid jõuliike alustades jõuvastupidavusest ning lõpetades plahvatusliku kui ka maksimaaljõuga. Reeling, millel laud üles ning alla liikus, oli 4,3 meetrit pikk ning oli kinnitatud seinale. Reelingu nurka oli võimalik muuta. Suusatajad liikusid reelingu tõstetud osa suunas tõmmates end kahest kõiest ülespoole imiteerides paaristõukelist sõiduviisi. Kõied olid kinnitatud reelingu otsa ning olid 1,5 meetri pikkused. Kõite otsa olid kinnitatud suusakeppide käerihmad, et oleks mugav nendest kinni hoida.



Joonis 6. Võrdlus rullsuuskadel ning trenaažööril sooritatavate paaristõugete vahel (Stöggl jt., 2006).

Antud trenaažööri valiidsuse kontrollis selgus, et paaristõugete tsükkel kelgul oli 240% pikema kestvusega kui rullsuuskadel, sest suusatajatel ei olnud edasiliikumise kiirust igal paaristõuke kordusel nagu seda esines rullsuuskadel. See tähendab, et rullsuuskadel tekib rataste tõttu, mis liiguvad asfladil vertikaalselt, edasi liikumine. Selle edasiliikumise pealt on kergem tõugata, kuid kelgul on taolist edasiliikumist raske saavutada kelgu tõusunurga ning suusataja kehaasendi tõttu. Samuti muutus liigutussagedus 70% aeglasemaks. Käte paigutuse asend paaristõuke tsükli algul kelgul erines käte asendist paaristõuke tsükli algul rullsuuskadel, käed olid rohkem välja sirutatud, paaristõukeline liigutus oli aga sarnane. Maksimaalse võimsuseni kuluv aeg oli kelgul lühem kui rullsuuskadel, kuid maksimaalne saavutatud võimsus oli nii rullsuuskadel kui ka kelgul sarnane. Tulemuste erinevuse põhjuseks rullsuuskadel ning kelgul sooritatud paaristõugete vahel osutus väliste tegurite mõju, mille tõttu määrati trenaažöör valiidses. Uuringu tulemustest lähtudes on soovituslik kasutada kelgu ülakeha maksimaalse jõu, samuti plahvatusliku jõu ning jõuvastupidavuse treenimiseks ja testimiseks pigem madalate korduste arvuga testimisel, sest pikad intervallid (kõrge korduste arvuga) madala intensiivsusega ja madala liikumise kiirusega vastupidavuslikul treeningul võivad oletuslikult omada negatiivset mõju paaristõukelisele tehnikale, muutes paaristõukelise liigutuse liiga aeglaseks. Kelk on kergelt kasutatav, lihtsalt valmistatav, odav treeningvahend erialaseks testimiseks ning treenimiseks, võrreldes murdmaasuusatamise suusaergomeetritega või rullsuusa liikurradadega. Kelgul on kõrge valiidsus ning on kättesaadav murdmaasuusaklubidele ning suusatajatele (Stöggl jt., 2006).

2.1 PAARISTÕUKE ERGOMEETRI SOORITUSE SEOS
MURDMAASUUSATAJA VÕISTLUSTULEMUSEGA

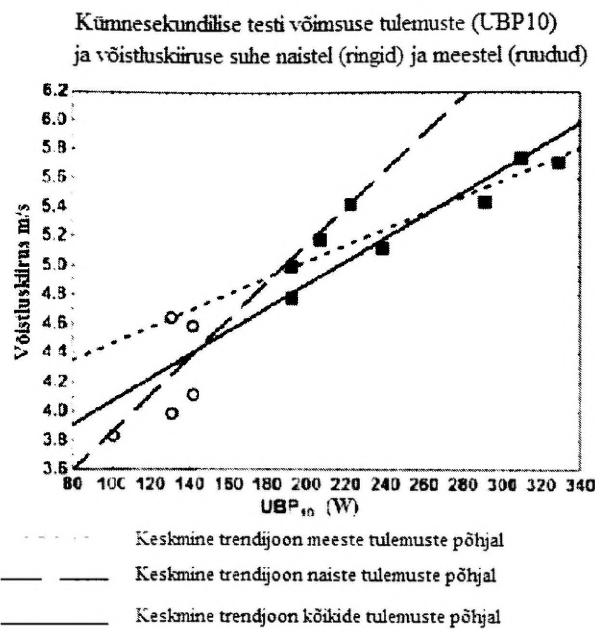
Lühi- ja pikaajalise kestvusega ülakeha töövõime ning võimsuse hindamiseks klassikalise tehnika paaristõukelise sõiduviiisiga viisid Alsobrook ja Heil (2009) läbi uuringu, mille käigus vaatlusalused sooritasid testi suusaergomeetril Concept II. Suusatajad läbisid suusaergomeetril kolm 30-sekundilist testi, millele järgnes 60-sekundiline test. Hiljem sooritasid vaatlusalused suusaergomeetril testi kasvava koormusega kurnatuseni. Esimene kordus sooritati koormusega 80% maksimumist, ülejäänud kahe korduse viimasel kümnel sekundil sooritati pingutus 100%-liselt. Kurnatuseni sooritatud testil mõõdeti ka maksimaalne hapnikutarbimise näitaja ning südame löögisageduse näitajad (tabel 1).

Tabel 1. Maksimaalse hapnikutarbimise võime ning kurnatuseni kuluva aja näitajad (Alsobrook ja Heil, 2009).

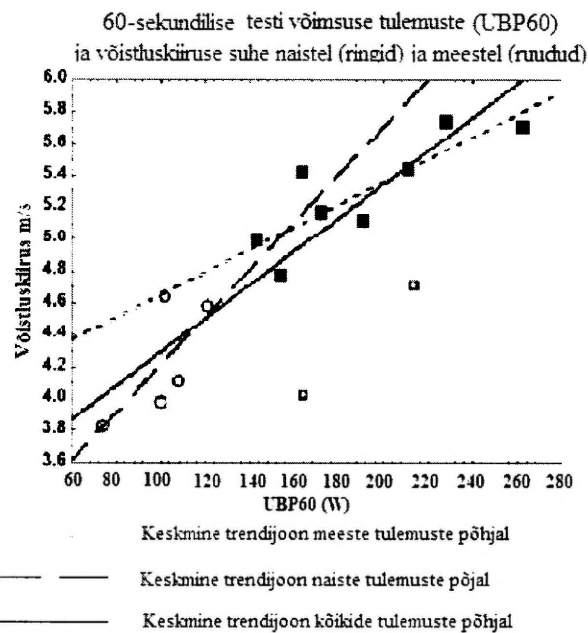
Kurnatuseni sooritatud testi tulemused			
	n	TTE (minutis)	VO ₂ max (mL/kg/min)
Mehed	10	7.6 ± 1.4	57.4 ± 4.1
Naised	5	5.0 ± 0.7	43.2 ± 4.7
Kõik	15	6.7 ± 1.7	52.7 ± 8.0
VO ₂ max – maksimaalne hapnikutarbimise võime			
TTE – kurnatuseni kuluv aeg			

Test algas koormusega 30W naistel ning 40W meestel ning töökoormust suurendati vastavalt 15W ja 20W võrra igal minutil. Test kestis 4 kuni 12 minutit. Trenažööri testide järgselt osalesid vaatlusalused 10 km klassika suusavõistlusel, kus registreeriti selle sooritamise aeg ning keskmine kiirus. Keskmine võistlusaeg vaatlusalustel oli 35.13 ± 4.71 minutit. Testi tulemused on kajastatud tabelites 2 ja 3.

Tabel 2. Kümnesekundilise testi võimsuse tulemuste ja võistluskiiruse suhe naistel ja meestel. (Alsobrook ja Heil, 2009).



Tabel 3. 60-sekundilise testi võimsuse tulemuste ja võistluskiiruse suhe naistel ja meestel (Alsobrook ja Heil, 2009).



Samuti leiti, et sportlase kehakaal oli seotud ülakeha võimsusega. Suurema kehakaalu korral suudeti sooritada tugevam pingutus, millest võib järeldada, et oli tegemist suusatajatega, kelle lihasmass oli suurem, mis omakorda viitas suuremale jõutreeningute arvule nende eelnevas treeningprogrammis. Ülakeha võimsuse tulemused on kajastatud tabelis 4.

Tabel 4. Ülakeha võimsuse tulemused 10s(UBP10) ja 60s(UBP60) paaristõugete korral (Alsobrook ja Heil, 2009).

Ülakeha võimsuse tulemused 10s(UBP10) ja 60s(UBP60) paaristõugete korral					
	n	UBP10 (W)	Suhteline UBP10 (W/kg)	UBP60 (W)	Suhteline UBP60 (W/kg)
Mehed	10	248 ± 52	3.3 ± 0.5	190 ± 38	2.6 ± 0.3
Naised	5	129 ± 17	2.2 ± 0.3	101 ± 17	1.7 ± 0.3
Kõik	15	209 ± 72	3.0 ± 0.7	160 ± 54	2.3 ± 0.5
Võimsus võrreldes kehamassiga 10s pingutuse korral (Suhteline UBP10)					
Võimsus võrreldes kehamassiga 60s pingutuse korral (Suhteline UBP60)					

Nii lühikese kui ka pikaajalise kestvusega ülakeha pingutus ning selle võimsuse näitajad olid seotud võistlukiirusega. Tulemused näitavad, et ülakeha võimsusel on tähtis roll murdmaasuusatamise klassikalise tehnika võistluskiiruse määramisel. Keskmiste näitajate põhjal on suusaergomeetril suuremat võimsust näidanud sportlane ka kiirem klassika tehnika murdmaasuusavõistlusel (Alsobrook ja Heil, 2009).

2.2 SUUSAERGOMEETRIL TREENIMISE MÕJU MURDMAASUUSATAJA KEHALISELE VÕIMEKUSELE

Nesseri jt. (2004) murdmaasuusatajatega läbi viidud uuringus hinnati ülakeha võimsust, jõu- ja vastupidavustreeningu efektiivsust ning mõju võistlustulemusele. Võimsuse hindamiseks kasutati Freestyle 7 Arm ergomeetrit. Treeningperioodi kestvus oli 10 nädalat, mil suusatajad sooritasid ergomeetril treeningut, kusjuures jalgade tegevus oli minimaalne. Peale treeningperioodi hinnati sportlaste võimsust testiga, mida nad pärast soojendust alustasid koormusega 30W ning seda suurendati vastavalt kehakaalule iga 20 sekundi järel. Vaatlusalused sooritasid tegevust kuni nad ei jaksanud enam liigutuse sagedust etteantud tasemel hoida. Testi kestvuseks oli neli kuni viis minutit ning registreeriti osalejate saavutatud võimsus. Vaadeldavatelt koguti eelneva talve võistlustulemusi ning samuti testidele järgneva talve võistlustulemusi. Tulemustest selgus, et ülakeha võimsus paranes mõlemal sool võrdselt umbes 0.25 vatti ja jõud 0.29 vatti kilogrammi kohta. Samuti paranesid võistlustulemused. Kümnenädalase treeningperioodi vältel ei ilmnenu muutusi kehakaalus, pikkuses ega ka rasvaprotsendis (Nesser jt., 2004).

Suusaergomeetriga läbiviidud treeningute positiivseid tulemusi saavutati ka Jan jt. (1999) uuringus. Viidi läbi üheksanädalane treeningperioodi, mille jooksul suusatajad treenisid

suusaergomeetril imiteerides paaristõukelist sõiduviisi. Maksimaalse jõu arendamiseks mõeldud treeningprogramm koosnes harjutusest, kus vaatlusalused pidid pingil istudes sooritama suure koormusega paaristõuke imitatsiooni kolm seeriat kuue kordusega. Uuringu tulemusena täheldati märkimisväärset kurnatuseni kuluva aja suurenemist ergomeetril 136.5% ($\pm 7.3\%$), aeg kurnatuseni tõusis 5.2 (± 0.9) minutilt kuni 12.3 (± 1.6) minutini, ühe-kordusega maksimaaltõmme suurenes 14.5%. Paaristõugete sageduses muudatusi ei täheldatud. Samas anaeroobse läve südame löögisagedus ei muutunud. Samuti ei täheldatud maksimaalse jõu treeningu tagajärjel kehakaalu muutust ega maksimaalse hapnikutarbimise võime muutust (Jan jt., 1999). Töö ökonoomsus paranes selle tõttu, et suhteline töökoormus ning maksimaalse kiiruseni kuluv aeg vähenesid paaristõugetel. Järelikult parandab maksimaalse jõu treening ülakeha paaristõukelist tulemuslikkust läbi töö ökonoomsuse parandamise.

Nilsson jt. (2004) viisid läbi uuringu, kus hinnati 20- ning 180-sekundilise intervalltreeningu mõju murdmaasuusatajate ülakeha töövõimele ja selle võimsusele. Töövõime hindamine toimus 30-sekundilise ja kuueminutilise paaristõuketestiga. Määrati ka vaatlusaluste maksimaalne hapnikutarbimine ja südame löögisageduse näitajad. Treeningud viidi läbi paaristõuke ergomeetril Concept II. Kaks treeninggruppi läbisid 16 treeningut paaristõuke ergomeetril kuue nädala jooksul. Uuringu tulemustest selgus, et hästi treenitud murdmaasuusatajatel tõusis oluliselt nende rakendatud võimsus peale kuuenädalast intervalltreeningu perioodi paaristõukelisel ergomeetril. Huvitaval kombel parandas 20-sekundiline intervalltreening võimsust ning paaristõuke ökonoomsust ja tulemus ilmnes kuueminutilisel testil ning 180-sekundiline intervalltreening parandas võimsust ning ilmnes 30-sekundilisel testil. Hapniku tarbimise saavutatav tipp suurenes oluliselt 180-sekundilise intervalltreeningu tagajärjel ning laktaadi kontsentratsioon veres kahanes. Uuringu tulemusena ilmnes, et kuuenädalase intervalltreeningu tagajärjel tõusis rakendatav võimsus märgatavalt nii 30-sekundilises kui ka kuueminutilises testis (Nilsson jt., 2004). Kuueminutilise testi paranenud näitajate põhjal on võimalik väita, et ülakeha treenimine võib positiivselt mõjuda murdmaasuusatamise tulemuslikkusele. Tulemustest lähtudes võivad murdmaasuusatajad üldiselt ning eelkõige suusasprinterid kasutada 20-sekundilist ning 180-sekundilist intervalltreeningut, et parandada enda ülakeha näitajaid. 20-sekundilised intervalltreeningud sobivad tulemustest lähtudes rohkem murdmaasuusatajatele üldiselt ning 180-sekundilised intervalltreeningud sprinteritele.

3. ÜLAKEHA VÕIMEKUSE TESTID JA MUDELID ENNUSTAMAKS MURDMAASUUSATAJATE TULEMUSLIKKUST

Laboratoorsed, aga ka alaspetsiifilised testimised sportlaste liigutuslike võimete hindamiseks on tänapäeval laialt levinud ning juba tavapärane treeningprotsessi osa peaaegu igal spordialal, seda samuti murdmaasuusatamises. Testi tulemustega on võimalik saada olulist informatsiooni, mis on vajalik nii treeneritele kui ka sportlastele. Tulemusi saab kasutada mitmel eesmärgil: hinnata sportlase seisundit ja kasutatud treeningvahendeid ning meetodeid, vajadusel saab treeningkoormuseid korrigeerida. Samuti saab testitulemuste põhjal selekteerida perspektiivikaid sportlasi ning kasutada neid tulemusi noorsportlaste koondisesse valimisel. On oluline, et kasutatavad testid peegeldaks murdmaasuusatamiseks vajaminevaid omadusi. Testimised, mis ei vasta ala spetsiifilistele nõuetele ja mis eriti ei peegelda suusatamiseks olulisi võimeid, võivad treenereid eksitada ning tekitada mittevajalikku psühholoogilist ning füsioloogilist stressi suusatajale. Parim võimalus on kasutada füsioloogilisi teste, mille valiidsus on varasemalt tõestatud (Carlsson jt., 2012).

Näiteks on ühes uuringus Stöggl jt. (2007) saanud positiivseid seoseid erinevate füsioloogiliste testide ning sprindi murdmaasuusatamise aegade vahel. 31 eliitmurdmaasuusatajat olid nõus osalema uuringus, mille käigus viidi läbi mitmeid erinevaid paaristõukelisi teste, et leida võimalusi erialase ülakeha võimsuse ning jõu määramiseks murdmaasuusatamise sprindisuusatajatel. Samuti kontrollida testi valiidsust ning kontrollida hüpoteesi, et maksimaalse võimsuse, plahvatusliku jõu ja jõuvastupidavuse võimekuse määramise abil on võimalik ennustada sprindi paaristõukelise sõiduvärske võistlustulemusi. Test koosnes eelpool mainitud nn. „kelgu“ testist, paaristõukelisest 1000 m ning 50 m testist. Kelgutestil sooritasid vaatlusalused paaristõukeid põlvitusasendist. Viimase testi valiidsuse hindamisel leiti, et on palju sarnasusi spetsiifilise paaristõukelise sõiduvärskega, mõne erandiga nagu tsükli pikkus, mis oli „kelgul“ pikema kestvusega. Kahe-faasiline test koosnes kahest koormusest, millest esimesel pidi vaatlusalune sooritama neli maksimaalset paaristõuket. Järgnes kolmeminutiline paus, mille järel sooritati 40 kordusega sooritus maksimaalse võimaliku kiirusega. Spetsiifiline maksimaalne paaristõuke rullsuusatest sooritati liikurajal tõusva koormusega testil ning registreeriti maksimaalne kiirus. 1000 meetri paaristõuketest toimus kümme minutit pärast paaristõukelise rullsuusa maksimaalse kiiruse määramise testi. Sportlased pidid sooritama paaristõukeid võimalikult suure kiiruse saavutamiseks ning seda

hoidma 1000 meetri täitumiseni. Registreeriti testis saavutatud aeg, keskmine kiirus, laktaadi kontsentratsioon veres ja südame löögisagedus. 50-meetrine paaristõuketest maksimaalse kiirusega sooritati siseruumis 80-meetrisel rajal ja registreeriti kahest katsest parim tulemus. Uuringu tulemusena selgus, et kahe-faasiline „kelgu“ test on valideeritud ning usaldusväärne lühikese kestvusega test. Mõlema faasiga kahe-faasilisest testist saab hinnata lühiajalist maksimaalset kiirust sprindisuusatamisel. Järeldati, et oleks soovituslik suurendada plahvatusliku jõu, maksimaalse võimsuse ning jõuvastupidavuse osakaalu treeningutel, et parandada paaristõukelise sõiduvõime efektiivsust murdmaasuusatamises (Stöggl jt., 2007).

Carlsson jt. (2013) suutsid leida sobivaima mudeli, mille järgi on võimalik hinnata murdmaasuusataja kiirust paaristõukelisel sõiduvõimel. Uuringus osales 45 noorsuusatajat, kelle võimekust hinnati kahekilomeetrise distantse läbimisega paaristõukelisel sõiduvõimel kasutades rullsuuskadel sõites. Eelnevalt määrati sportlaste antropomeetrilised näitajad ning tehti 14-minutiline soojendus, millele järgnes neljamineutiline puhkepaus. Seejärel sooritati 120-sekundiline paaristõuketest suusaergomeetrias. Kepitõugete võimsus ning kiirus määrati iga paaristõuke tsükli kohta. 120-sekundilisel testil oli eesmärk saavutada suurim võimsus. Paaristõukelise rullsuuskate testi eel läbisid osalejad soojenduse, millele järgnes kahekilomeetrine paaristõukeline rullsuuskate test, mis viidi läbi looduslikes tingimustes asfaldil. Kõrguste vahe antud lõigul oli 40.5 m, mis vastab 1.2° tõusunurgale. Osalejad startisid distantsele 20-sekundilise intervalliga vabalt valitud järjekorras. Tulemusest selgus, et keskmine võimsus 120-sekundilisel paaristõukelisel testil oli 187±39 W. Keskmine kiirus kahekilomeetrisel rullsuuskate testil oli 400±49 sek. Ülakeha rakendatav võimsus ning kehamass olid olulises seoses kahekilomeetrise paaristõukelise sõiduvõimega läbitud distantse ajaga. Leiti, et tegu on sobiva testiga, millega saab hinnata noormurdmaasuusatajate tulemuslikkust tänu kindlale valemile, mille teadlased antud uuringu käigus välja töötasid (joonis 7).

$$V = \sqrt{\frac{W}{m}}$$

Joonis 7. Kiiruse määramise valem. V-kiirus, W-võimsus, m-mass (Carlsson jt., 2013).

Kokkuvõttes soovitatakse suur osa murdmaasuusatajate treeningust pühendada ülakeha jõu ning võimsuse arendamisele (Carlsson jt., 2013).

Stöggl jt. (2006) viisid oma uuringus suusatajatega läbi mitmeid teste, mis osutusid kõik valideeritud ning usaldusväärseks. 31 vaatlusalusel murdmaasuusatajat sooritasid 50 m

paaristõukelise sõiduviisi testi, paaristõukelise sõiduviisi maksimaalse kiiruse testi ning 1000 m suusasprindisprindi testi. Testid viidi läbi rullsuuskadel liikurajal. Maksimaalse kiiruse saavutamiseks läbi viidud paaristõuketest kui ka 1000 meetri test osutusid usaldusväärseteks määramaks rullsuusatamise sprindi tulemuslikkust. Paaristõuke sprindi tulemuslikkus oli tugevalt seotud maksimaalse saavutatud kiirusega. Sportlased, kellel olid paremad näitajad paaristõugetes sprintimisel suutsid 1000 meetri testi läbida keskmise võimsusega, mis oli lähedal nende maksimaalsele võimsusele ning seda väiksema kiiruse kaotusega. Tulemuste põhjal leiti, et lühikese kestvusega sprinditestid on sobivad ennustamaks murdmaasuusatajate sprindi tulemuslikkust ja samuti paraneb nende ökonoomsus. Kasulikuks võib osutada treeningute osakaalu suurendamine, mis on suunatud kiiruse parandamisele kõikide murdmaasuusatamise tehnikate puhul (Stöggl jt., 2006).

Carlsson jt. (2012) kontrollisid oma uuringuga eelnevalt koostatud koormustestide valiidsust. Viidi läbi seitse erinevat testi hindamaks, millised neist on sobivad ennustamaks murdmaasuusatajate tulemuslikkust. Testide tulemusi võrreldi suusatajate taset näitava FIS-punktiga. Esimeseks testiks oli isokineetiline jala sirutus suurima võimsuse määramiseks, kus viidi läbi kolm katset erineva nurkkiirusega. Neljamineutilise puhkuse järel sooritasid nad sama protseduuri teise jalaga. Iga nurkkiiruse korral salvestati suurim saavutatud võimsus mõlema jala puhul. Testi järel oli viis minutit puhkust ning seejärel toimus kolm erinevat vertikaalset üleshüpet. Kümme minutit pärast üleshüppetesti viidi läbi 5 erineva raskusastmega vahelduvtõukelises sõiduviisis rullsuusatest tõusva koormusega, kus koormust suurendati iga kolme ja poole minuti järel. Mõõdeti laktaadi kontsentratsiooni veres, samuti arvutati rakendatava võimsuse näitajad. Kümne minuti pärast viidi läbi maksimaalse hapnikutarbimise test rullsuuskadel kasutades vahelduvtõukelist sõiduviisi tõusva koormusega testil. Registreeriti maksimaalne hapnikutarbimise võime ning samuti kurnatuseni kuluv aeg. Viisteist minutit pärast maksimaalse hapnikutarbimise võime testi sooritati kolm korda 20-sekundiline paaristõuketest paaristõuke ergomeetril, kus salvestati iga paaristõuke tsükli võimsus ning kestvus. Maksimaalse võimsusega pidid vaatlusalused sooritama paaristõukeid ka 60-sekundilisel ning 360-sekundilisel testil. Testi tulemuste analüüsil selgus, et suurim seos sportlase võistlustulemusega oli isokineetilisel jalasirutusetesti tulemustel, vertikaalse hüppetesti tulemustel, 20-sekundilisel ning 260-sekundilisel paaristõuketesti tulemustel. Suurim seos vaatlusaluste võistlustulemustega oli 60-sekundilisel paaristõuke testil saavutatud suhtelisel maksimaalse hapnikutarbimise võime näitajal. Tulemusena leiti, et 50% kõikidest läbiviidud testidest ei näidanud olulist seost

suusatajate võistlustulemustega. Uuringuga järeldati, et murdmaasuusatajate tulemuslikkuse määramiseks tuleb suuremat tähelepanu koondada suusatamise erialastele koormustestidele, milles sooritatavad liigutused on suusatamisele sarnased ning õige kestvusega (Carlsson jt., 2012).

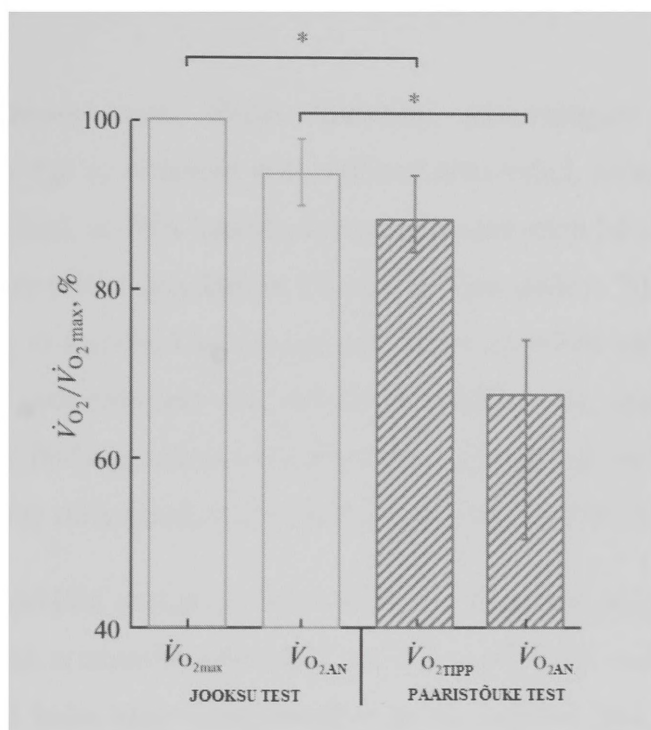
3.1 MURDMAASUUSATAJA ÜLAKEHA TÖÖVÕIME HINDAMINE

Erialaseid vahendeid murdmaasuusatajate laboratoorseks testimiseks, nagu rullsuusatamine liikurrajal või suusaergomeetril ülakeha kasutamine, võib lugeda paremateks testimisvahenditeks, sest tänu nendele on võimalik ennustada murdmaasuusatamise tulemuslikkust paremini, võrreldes tavapärase lindil jooksmisega. Erialaste vahendite täpsem murdmaasuusatamise tulemuslikkuse ennustamine on tagatud asjaoluga, et ülakeha lihaste kasutus on nende puhul lähedane sellega, mis toimub murdmaasuusavõistlustel lumel. Ka laboratoorsetes uuringutes ülakeha aeroobse ning anaeroobse võimsuse määramiseks läbiviidud testid rullsuuskadel liikurrajal või paaristõuke ergomeetril on näidanud täpsemaid tulemusi kui maksimaalse hapnikutarbimise määramiseks läbiviidud jooksutestid (Mahood jt., 2001).

Viimase 15 aasta jooksul on suusatamises ilmunud suurem trend arendamiseks õlavöötme ning käelihaste jõuvõimeid, et parandada paaristõukeid ning selle tõttu ka uued viisid, kuidas murdmaasuusatajate ülakeha hinnata. Nii ülakeha võimeid kui ka aeroobset võimekust testitakse tavaliselt kasvava koormusega kurnatuseni. Koormustestides määratakse tavaliselt kaks tegurit – anaeroobne lävi ja maksimaalne hapnikutarbimise võime. Füüsilise pingutuse ajal, mis ületab anaeroobse läve taseme, tekib lihastes glükolüüsi laguprodukt, mille tagajärjeks võib olla kurnatus (Popov ja Vinogradov, 2012). Ülakeha töövõime hindamise käigus registreeritakse vaatlusaluse näitajad nagu laktaadi kontsentratsioon veres, südame löögisagedus, maksimaalne hapnikutarbimise võime, maksimaalne saavutatud kiirus või läbi suusakeppide rakendatud võimsus. Antud näitajate põhjal on võimalik määrata murdmaasuusataja töövõime.

Võrdlemaks suusatajate aeroobset võimekust jooksutestil jooksulindil ning paaristõuketestil suusaergomeetril, viidi läbi tõusva koormusega testid kurnatuseni. Paaristõuketesti alustati võimsusel 40 W. Sportlane valis ise paaristõugete sageduse, hoidis intensiivsust kahe minuti jooksul. Seejärel tõsteti võimsust 40 W võrra. Test viidi läbi kurnatuseni. Pärast igat kahte

minutit mõõdeti sportlastel laktaadi kontsentratsiooni veres, mille käigus peatati nad 10-20 sekundiks ning arvutati ka maksimaalne võimsus. Jooksutestil oli lindi tõusunurgaks 1° kogu testi vältel. Algkiiruseks määrati 7 km/h ning iga kahe minuti järel tõsteti kiirust 2 km/h võrra. Test kestis kuni kurnatuseni. Pärast iga kahte minutit ning vahetult pärast kurnatust määrati sportlaste laktaadi kontsentratsiooni veres ning määrati ka suurim kiirus. Tulemusena leiti, et paaristõuketestis tõusis laktaadi kontsentratsioon kiiremini kui jooksutestis. Hapniku tarbimise tippväärtus paaristõuketestil saabus kiiremini kui jooksutestil, ent hapnikutarbimise tase ei olnud paaristõuketestil 100%, võrreledes jooksutesti vastava näitajaga (joonis 8), vaid märksa madalam. Mõlema testi käigus määrati maksimaalne hapnikutarbimise võime.



Joonis 8. Jooksu- ning paaristõuketestil saavutatud hapnikutarbimise tulemused murdmaasuusatajatel (Popov ja Vinogradov, 2012).

Tabel 5. Jooksu- ja paaristõuketesti füsioloogilised näitajad murdmaasuusatajatel (Popov ja Vinogradov, 2012).

	Maksimaalne kiirus, km/h	Maksimaalne Võimsus, W	VO2 tipp, L/min	Laktaadi kontsentratsioon veres (lõplik), mM	Kiirus, mil saavutati Anaeroobne lävi, km/h	Anaeroobse läve võimsus, W	VO2AN, L/min
Jooksu test	19.3 (18.9-19.5)		5.02 (4.75-5.4)	8.6 (7.5-9.1)	17.0 (16.8-17.6)		4.67 (4.31-5.23)
Käte test		287 (282-299)	4.36 (4.25-4.7)	9.0 (8.1-10.8)		192 (172-239)	3.33 (2.61-3.64)

Laktaadi kontsentratsioon veres tõusis kiiremini paaristõugete ajal. Lõplik laktaadi kontsentratsioon veres aga ei erinenud eriti mõlema testi vahel. Eliitsuusatajatega läbiviidud mõõtmise tulemusena leiti, et 76% hapnikutarbimise juures tekib laktaat põhiliselt käelihastes ning jalalihastes toimub selle lagundamine (Popov ja Vinogradov, 2012). Lähtuvalt eelnevast on võimalik järeldada, et kasvaval koormusel käelihaste aeroobne võimekus on madalam kui jalalihaste oma ning paaristõugete ajal tõuseb laktaadi kontsentratsioon veres kiiremini. Arendamaks oma alal jõudu ja suuremat võimsust on soovitatav treenida erialaste vahenditega nagu suusaergomeeter ja rullsuusad, kuid arendada ka piisavalt aeroobset võimekust.

Mahood jt. (2001) viisid läbi uuringu, et leida murdmaasuusatamise tulemuslikkust hindavaid teste kasutades testides erialaseid vahendeid nii laboratoorsetes kui ka välitingimustes. 13 meessuusatajat läbisid kolm testi rullsuuskadel välitingimustes, kus määrati nende laktaadi kontsentratsioon veres, suusatamise ökonoomsus ning maksimaalne hapnikutarbimine. Ühe-kilomeetrisel paaristõukelises sõiduviisis läbitud lõigul salvestati saavutatud hapnikutarbimine ning kepitõugete kestvus. Vaatlusalused läbisid 10 km kontrolltesti uisusõiduviisis, mille aega võrreldi talviste võistlustulemustega. Uuringu tulemusena leiti, et maksimaalsel hapnikutarbimisel ja laktaadi kontsentratsioonil veres olid olulised seosed võistlustulemustega. 10-kilomeetrise lõigu läbimiseks kuluv aeg oli samuti seoses talviste võistlustulemustega. Leiti, et ülakeha töövõime näitajad on parimad ennustamaks murdmaasuusatamise tulemuslikkust. Hiljem jagati grupid kaheks, et võrrelda nõrgemaid ning tugevamaid suusatajaid, kus selgus samuti, et ülakeha näitajad on kõige olulisemad ennustamaks murdmaasuusatamise tulemuslikkust. Vaatlusalused läbisid kolm rullsuusatesti välitingimustes, kus määrati laktaadi kontsentratsioon veres, suusatamise ökonoomsus, maksimaalse hapnikutarbimise näitaja ning ülakehatööl saavutatud suurim hapnikutarbimine.

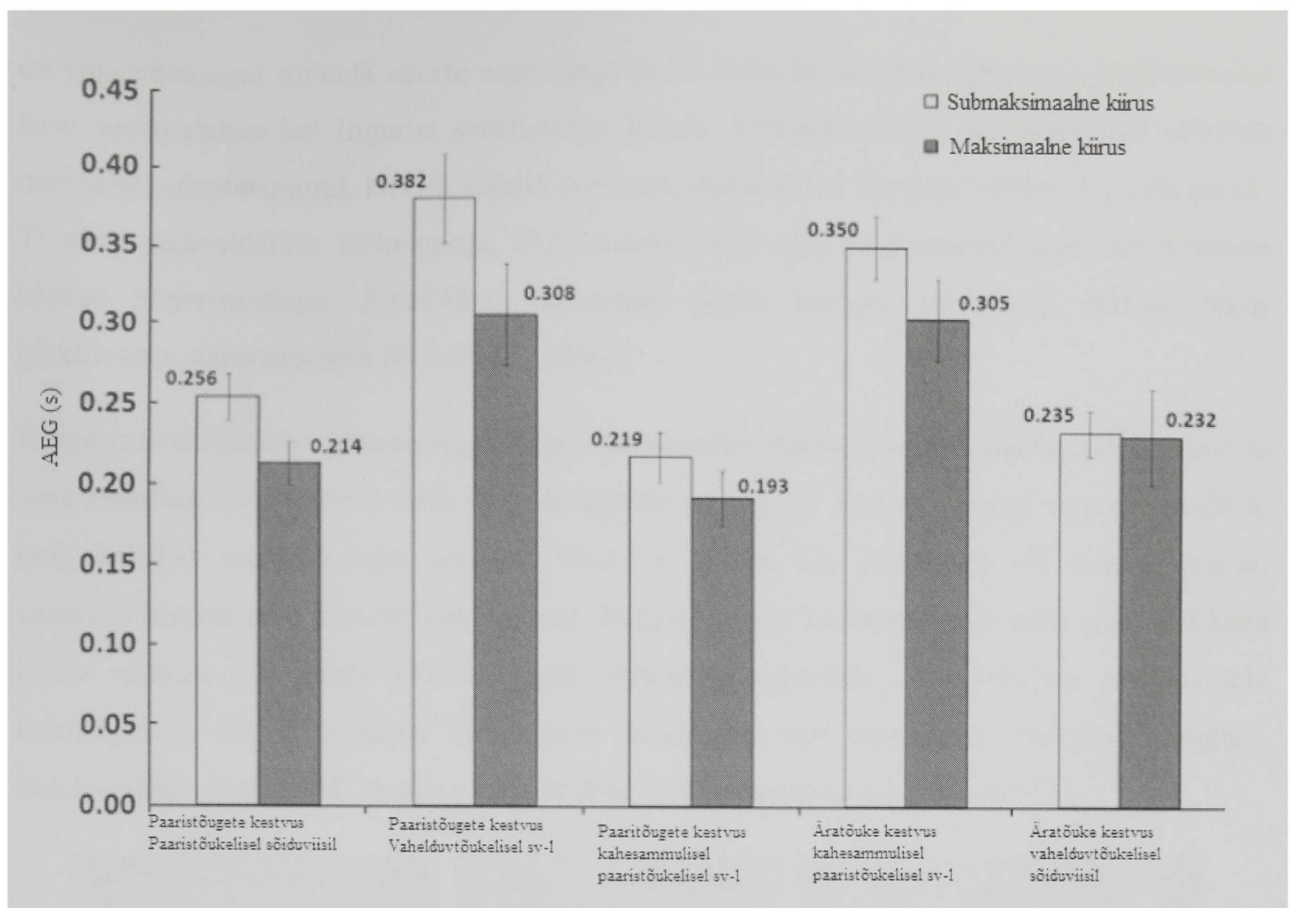
Samuti läbisid nad 10-kilomeetrise distantssi uisusõiduviisiga aja peale. Testimised toimusid nelja nädala jooksul, kaks kuud enne vaatlusaluste võistlushooaega. Olulisemaks tulemuseks antud uuringus oli see, et murdmaasuusatamise erialane ülakeha töövõime, mis määrati ühe-kilomeetrisel paaristõuketestil, oli parim näitaja ennustamaks murdmaasuusatajate tulemuslikkust ka talvistel võistlustel. Hilisem gruppide jagamine kaheks ning nende testimine kinnitas ülakeha olulisust murdmaasuusatamises. Paljudest analüüsides selgus, et salvestatud paaristõuketesti läbimiseks kuluv aeg oli seoses võistlustulemustega. Samuti oli ka 10-kilomeetrisel testil saavutatud aeg mõlema grupi puhul seoses võistlustulemustega. Seega võib oletada, et sõltumata suusataja tasemest, määravad tema ülakeha vastupidavus ning võimsusnäitajad olulisel määral murdmaasuusataja tulemuslikkuse võistlustel. On oletatud, et sõltuvalt rajaprofiilist ning tehnikast toimub üle 50% edasiliikumisest uisusõiduviisil siiski ülakeha lihastöö abil. Seega on vaja kõrgeid ülakeha aeroobseid ning anaeroobseid näitajaid, et murdmaasuusatamises edukas olla (Mahood jt., 2001).

Murdmaasuusatajate töövõimekust ei ole efektiivne hinnata jooksuproovidega, sest liikumisspetsiifika erineb sellest, mida kasutatakse suusatamisel lumel. Nii selgus ka Larssoni jt (2002) uuringus. 16 sportlast sooritasid selles koormustesti jooksulindil kurnatuseni. Test kestis 21 kuni 25 minutit. Sportlastele juba varasemalt tuntud testis tõsteti koormust iga kolme minuti järel. Registreeriti vaatlusaluste vere laktaadi kontsentratsiooni, nende südame löögisageduse ning maksimaalse hapnikutarbimise näitajad. Kahe kuu jooksul enne koormustesti toimusid vaatlusalustel võistlused. Tulemusi võrreldi koormustesti näitajatega. Selgus, et meeste puhul on suurimaks võistlustulemust mõjutavaks näitajaks koormustestil saavutatud laktaadiläve tase ja laktaadi kontsentratsioon veres ning naiste puhul testi intensiivsuse tase, mil hingamiskoefitsient võrdub 1,0. Samas arvati, et antud testi liikumisspetsiifikast ning lihastöö kasutuse spetsiifikast lähtuvalt ei sobi antud test aga suusatajate spetsiifilise ülakeha abil sooritatud võimekuse testimiseks (Larsson jt., 2002).

4. JÕUHARJUTUSTE TOIME MURDMAASUUSATAJATE ÜLAKEHA TÖÖVÕIMELE

Murdmaasuusatamine nii sprindidistantsidel kui ka tavadistantsidel on tüüpiline vastupidavussport, mis on seotud kõrge maksimaalse aeroobse võimekusega. Lisaks sellele, et maksimaalne võimekus ning maksimaalne rakendatud võimsus määrab suusataja kiiruse, võib intensiivne jõutreening suurendada suusatamise ökonoomsust. Vastupidavustreeningute kombineerimine jõutreeningutega ei suurenda lihasmassi murdmaasuusatajatel. On leitud, et jõutreeningud kaks kuni kolm korda nädalas 10-12 nädala jooksul, treenides raskustega 60% ühest kordusmaksimumist läbides kaks kuni kuus seeriat, tõstab märgatavalt lihasjõudu. Intensiivne jõutreening parandab töö ökonoomsust paaristõugetel suusaergomeetril (Losnegard jt., 2009).

Hindamaks seost suusatajate jõunäitajate ning suusatamise maksimaalse kiiruse vahel, läbisid 16 meessuusatajat kolm maksimaalse kiirusega testi rullsuuskadel. Testid toimusid kahel päeval 48-tunnise pausiga. Esimene päev koosnes jõutestidest, millele järgnes maksimaalse hapnikutarbimise määramiseks rullsuusatest kasutades vahelduvtõukelist sõiduviisi. Teisel päeval läbisid vaatlusalused kolm sprinditesti kasutades paaristõukelist sõiduviisi, vahelduvtõukelist sõiduviisi ning paaristõukelist kahesammulist uisusõiduviisi rullsuuskadel. Kõik sprinditestid algasid 15-minutilise soojendusega. Maksimaalse kiiruse määramisega liikurrajal määrati suusatajate maksimaalne kiirus erinevate sõiduviiside puhul. Kiirust tõsteti kuni 22.5 km/h 10 sekundi jooksul, millele järgnes kiiruse tõus iga 10 sekundi järel kuni suutlikkuseni, tõstes 10 sekundi järel kiirust 1.5 km/h. Määrati tõuke- ning libisemiskestvus iga sõiduviisi puhul. Tulemustest lähtus, et seos üldiste jõuharjutuste ning maksimaalse kiiruse vahel olenes kasutatavast sõidutehnikast. Leiti, et paaristõukelise 2-sammulise uisuviisi puhul oli kepitõugete kestvus kõige lühem, ning jalatõuke kestvus oli kõige lühem vahelduvtõukelise sõiduviisi puhul (joonis 9).



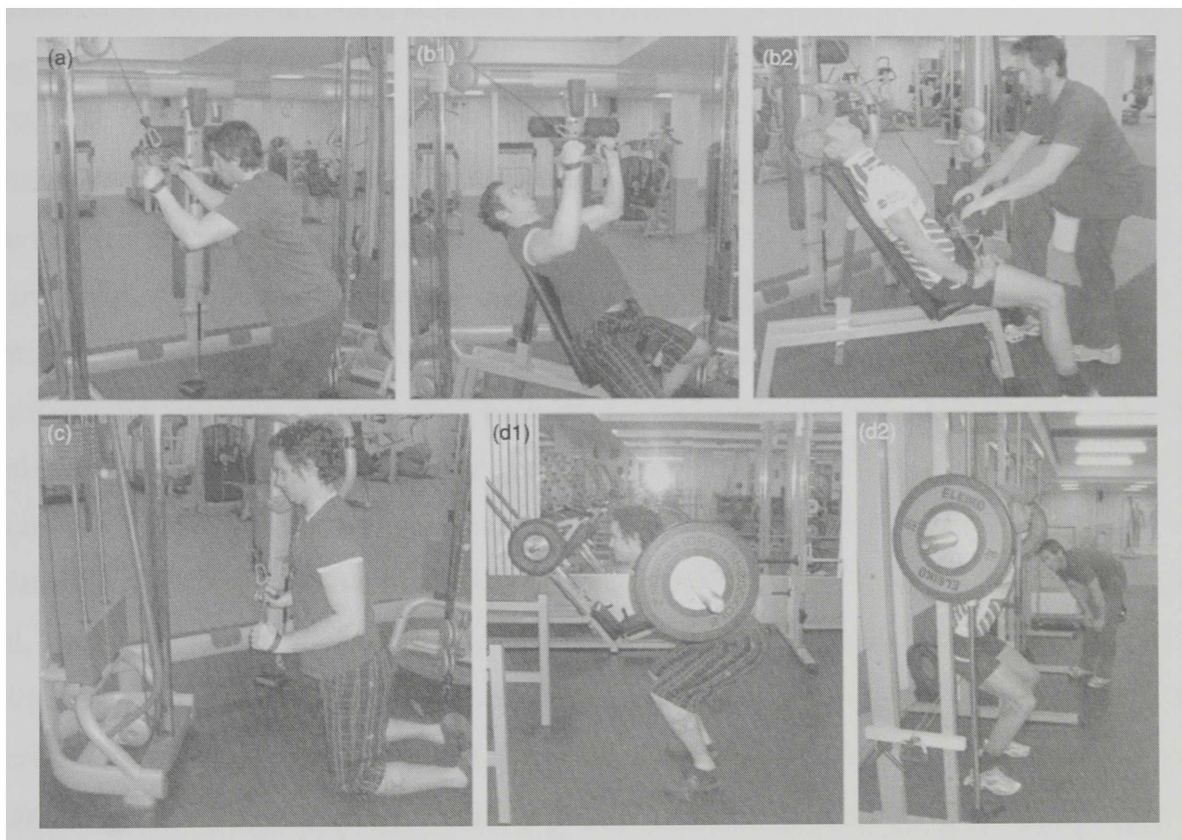
Joonis 9. Paaristõuke ning jalaga äratõuke kestvus erinevatel suusatamise sõiduviiisidel (Stöggl jt., 2011).

Tsükli pikkus muutus lühemaks paaristõukelisel ning vahelduvtõukelisel sõiduviiisil, kuid säilis paaristõukelisel kahe-sammulisel sõiduviiisil. Paaristõukelise sõiduviiisi tsükli pikkus nii submaksimaalsel kui ka maksimaalsel kiirusel on olulises seoses pingil lamades kangi tõmmetega vastu rinda. Vahelduvtõukelise sõiduviiisi maksimaalne kiirus aga on olulises seoses rinnalt surumisega. Paaristõukeline kahe-sammuline sõiduviiis oli seotud maksimaalse võimsusega, mida suudeti rakendada ühel jalal kükkimise ajal ja kükist üles hüppe ajal ning samal sõiduviiisil paaristõugete võimsus submaksimaalsel kiirusel on korrelatsioonis rinnalt surumise maksimaalse võimsusega. Uuringu tulemuste analüüsil leiti, et tähtsaimaks teguriks suusatamisel ei ole mitte rakendatud jõu maksimaalsed näitajad, vaid rakendatud jõu õige ajastamine, mis eristab põhiliselt aeglase või kiire suusataja erinevusi. Leiti veel, et suusatajate ülakeha jõunäitajad on enam seotud klassikalise sõiduviiisi maksimaalse kiiruse ja sellel saavutatud võimsusega ning jalgade jõunäitajad uisutehnika ning vahelduvtõukelise tehnikaga ja nendel näidatud jalgade võimsusnäitajatega (Stöggl jt., 2011).

Suurenenud lihasjõud võib olla seotud lihaste hüpertroofiaga või neuraalse adaptatsiooniga. Treenimaks kiireid motoorseid üksuseid, mis on võimelised rakendama suuremat võimsust,

on vaja treeningul töötada suurte raskustega (85%–95% kordusmaksimumist). Maksimaalne kasu saavutatakse kui liigutus sooritatakse kiirelt. Rakendatud jõu arengumeetod põhineb neuuraalsel adaptatsioonil, kus on vajalik sooritada dünaamilisi liigutusi väheste kordustega (3-7) ning plahvatusliku iseloomuga. Tulemuseks võib olla neuromuskulaarne adaptatsioon väheste hüpertroofiaga. Suutlikkus rakendada jõudu kiiresti, võib olla määrav tegur efektiivseks suusatamiseks (Østerås jt., 2002).

Kõrge intensiivsusega jõutreeningu mõju hindamiseks eliitsuusatajate lihaste adaptatsioonile ning kehalisele töövõimele viidi läbi pikaajaline uuring. 11 meessuusatajat vanuses 18-26 a. ning kaheksa naisuusatajat vanuses 18-27 a. jagati kas jõugruppi või kontrollgruppi, vastavalt üheksa ning kümme vaatlusalust. Jõugrupp läbis jõutreeningu juunist augustini kaks korda nädalas 12 nädala jooksul lisaks nende tavapärasele vastupidavust arendavatele treeningutele. Harjutusi läbiti ühesuguses järjekorras igal treeningul: poolkük kangiga, istudes ploki allatõmbed, seistes paaristõmbed ja tritsepsi surumised (joonis 10).



Joonis 10. Losnegard jt. (2009) uuringus 12 nädala jooksul sooritatud jõuharjutused (Losnegard jt., 2009).

Vaatlusalused sooritasid soojenduse enne jõutreeningut 10 minuti jooksul, millele järgnes kolm submaksimaalset seeriat (10-6-3 kordusega) tõusva koormusega (40%, 60% ja 80% kordusmaksimumist) poolkükis, enne kui alustati maksimaalsete poolküki seeriatega. Teistel

harjutustel sooritati kolm kordust intensiivsusel 80% kordusmaksimumist, enne maksimaalseid seeriaid. Treening kestis umbes 45 minutit. Kui sportlane läbis ette määratud raskusega kolm või neli seeriat, tõsteti koormust 2.5-5% järgmisel treeningul. Enne treeningu algust viidi läbi test, milles määrati esimesel päeval töö ökonoomsus ning maksimaalse hapnikutarbimise võime rullsuusatamisel, teisel päeval maksimaalse hapnikutarbimise võime jooksmisel, kolmandal päeval viidi läbi 100-meetrine sprindi rullsuusatamise test, milles mõõdeti kiirust ning aega, samal päeval toimus maksimaaljõu määramine ning paaristõuketest paaristõukeergomeetril. Neljandal päeval toimus rullsuuskadel paaristõuketest 1.1 km ning uisutehnikas 1.3 km test. Treeningu tulemusena paranes jõutreeningut teinud grupil 1 kordusmaksimumist istudes allatõmbe tulemus $19 \pm 2\%$ ja poolkükkk $12 \pm 2\%$, samas kui kontrollgrupil olid muutused väiksemad: istudes allatõmbe tulemus $5 \pm 3\%$. Triitsepsi ristlõikepindala suurenes nii jõugrupil ($5.5 \pm 2.1\%$) kui ka kontrollgrupil ($1.5 \pm 0.7\%$), kuid reie neli-pealihases muudatusi ei täheldatud. Samuti ei täheldatud kehakaalu muutust. Maksimaalne hapnikutarbimine suurenes uisutehnikas rullsuusatamise korral $7 \pm 1\%$ jõugrupil ning $2 \pm 2\%$ kontrollgrupil, kuid ei muutunud jooksupuhul. Enne jõutreeningute algust mõõdetud maksimaalne hapnikutarbimine oli jooksu ajal vaatlusalustel suurem kui rullsuusatamise ajal, kuid pärast jõutreeningu tsüklit jõutreeningu grupil sellist vahet ei täheldatud. Rullsuusatamise tulemus paranes jõugrupil, kuigi statistiliselt mitteoluliselt. Paaristõuketesti tulemus paranes jõutreeningu grupil umbes 2% enam kui kontrollgrupil. Samas ei leitud muutusi paaristõugete sageduses. Tulemustest selgus, et 12 nädalat intensiivset jõutreeningut parandas ülakeha ning ka jalalihaste jõudu, kuid omas vähest mõju reie neli-pealihase ristlõikepindalale. Jõutreening parandas samuti suusatajate maksimaalset hapnikutarbimise võimet nii uisutehnikas rullsuusatamisel kui ka paaristõugetega testil. Üllataval kombel suurenes jõugrupil ka maksimaalne hapnikutarbimise võime rullsuusatamise ajal, kuid ei muutunud jooksul. Jõutreening parandas paaristõukelist sooritust (Losnegard jt., 2009). Järelikult sobivad 80% intensiivsusega kuni maksimaalsed ülakeha jõuharjutuste seeriad selleks, et parandada suusatajate erialast ülakeha töövõimet. Eesmärgil, et hinnata jõutreeningu pikemaajalist mõju on ilmselt vajalik jõutreeningutega seotud vaatluseid läbi viia pikema aja jooksul.

Maksimaalne jõutreening suurendab ka murdmaasuusatamisel sooritatavate paaristõugete ökonoomsust. Ökonoomsuse tõus tuleneb tänu võimsuse ning kiiruse vahekorrale. Üldlevinud seisukoht on, et maksimaalne jõutreening tekitab murdmaasuusatajatel olulist lihashüpertroofiat. Samas on aga leitud, et ülakeha lihassmass on väiksem kui kriitiline mass.

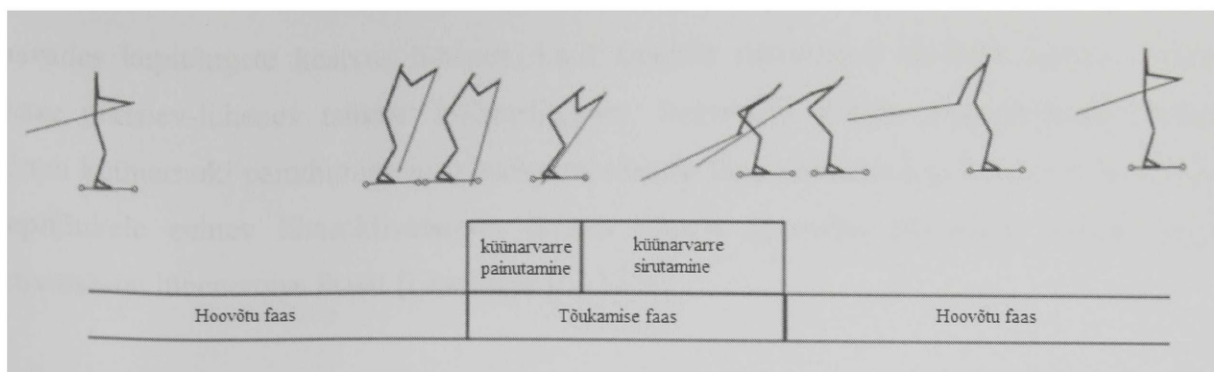
Võimalik, et vastupidavussportlaste suurenenud ülakeha lihasmassi saab vähendada maksimaalse hapnikutarbimise võime tõstmisega, mis omakorda tähendab rohkem vastupidavuslikke ja aeroobseid treeninguid, millega tagatakse ka edukam sooritus võistlustel murdmaasuusatamises. Süstemaatilisel jõutreeningul mõne aja möödudes tekib hüpertroofia ilmselt kõikides lihaskiududes. Kiired lihaskiud näitavad aga suurimat hüpertrofeerumist. Suurenenud maksimaaljõud ning seega suurenenud ökonoomsus ülakeha lihastööl meessuusatajatel on osaliselt põhjustatud ka tippvõimsuse suurenemisest. Arenedes suudavad suusatajad saavutatada suuremat kiirust samal raskusastmel. Võimsuse tõus võib olla tegur, mis määrab vastupidavusliku suutlikkuse. Teisalt võib aga vähenenud lihaste suhteline töökoormus tõsta ökonoomsust. Murdmaasuusatajatele võib soovitada maksimaalsete jõutreeningute lisamist oma treeningprogrammidesse (Østerås jt., 2002).

5. ELASTSUSENERGIA KASUTAMINE MURDMAASUUSATAMISES PAARISTÕUKELISE SÕIDUVIISI EFEKTIIVSUSE SUURENDAMISEKS

Murdmaasuusatamise sõidutehnika arengu spetsiifika põhjal on Lindiger jt. (2009) oletanud, et ülajäsemete lihastöö ekstsentriline-kontsentiline tsükkel ja elastsusenergia kasutamine lihsatööl võib mängida olulist rolli paaristõukelise sõiduviisi efektiivsuse suurendamisel. Efektiivseks pikenevaks-lühenevaks tsükliks loetakse hästi ajastatud lihaste enneaegset aktivatsiooni, sellele järgnevat kiiret ja lühikest lihaste ekstentsiooni ning otsekohest üleminekut ekstsentriliselt faasilt kontsentrilisele faasile (Lindiger jt., 2009).

Mõnedes lihaste puhul on nende lühenev-pikenev tsükkel loomulik osa kepitõugeteks rakendatud liigutusest klassikalise sõiduviisi puhul murdmaasuusatamisel. Lühenev-pikenev tsükkel on konstantiline lihasaktivatsioon, mille ajal välisjõudude mõjul lihased pikenevad ning lihaste enneaegne aktivatsioon on selgelt täheldatav. Järgeb lühike ning kiire ekstsentriline faas (Zoppirolli jt., 2013).

Määramaks ülajäseme lihaste pikeneva-lüheneva tsükli efektiivsust paaristõukelisele murdmaasuusatamise sõiduviisile, viisid Zoppirolli jt. (2013) läbi uuringu paaristõukelises sõiduviisis. 11 Itaalia meesmurdmaasuusatajat vanuses 19-27 a. osalesid uuringus. Esimesel päeval läbiti tõusvate koormustega test rullsuuskadel kuni vaadeldav ei suutnud hoida ettenähtud tempot/kiirust, määramaks nende maksimaalset kiirust paaristõukelisel sõiduviisil. Seejärel vähemalt 48-tunnise pausi järgselt toimus kolm viieminutilist paaristõuketesti, mis viidi läbi kolmel erineval kiirusel, millest viimane oli 85% maksimaalsest kiirusest. Triitsepsi ning selja lailihase tegevusi jälgiti elektromüagraafi abil vahetult enne paaristõuget ning ka selle ajal. Sooritatud paaristõuke liigutus registreeriti ja analüüsiti kaamerate abil. Määrati keskmine tõukevõimsus, tsükli karakteristikad, küünarvarre kinemaatika. Üks paaristõuke tsükkel algas esimesest kepitõukest ning lõppes järgmisega ning paaristõuge jagati kolmeks osaks (joonis 11). Paaristõuge algas hoovõtuga, järgnes küünarvarre painutamine, seejärel selle sirutamine.



Joonis 11. Spetsiifiline paaristõuge elastsusenergia kasutamiseks (Zoppirolli jt., 2013).

Painutus ja sirutus toimuvad liigeses, kuid tegevuse seisukohast võib rääkida küünarvarre painutamisest ja sirutamisest. Joonisel 11 toimuval liigutusel osaleb mitu liigest, õla- ja küünarliiges ja üheaegselt toimub käsivarre tõstmine õlaliigese suhtes samaaegse painutusega küünarliigesest ja järgneb käsivarre langetamine sirutusega küünarliigesest.

Testil salvestati liikumise kestvus, ulatus ning kiirus. Keskmised elektromüograafi amplituudid määrati enne lüheneva-pikeneva faasi algust (EMGpre), kontsentrilisel faasil (EMGflex) ning eksentrilisel faasil (EMGext). Pikenev-lühenev tsüklil oli seotud paaristõugete kiiruse ning suutlikkusega ning seotud maksimaalse kiirusega. Paaristõugete tsüklil lühenes kiiruse kasvades (-33%), samuti ka ekstsentriline ja kontsentriline faas (-26%) ning ekstsentriline ja kontsentriline faas kiirenes mõlema vaadeldava lihase puhul. Keskmine tõugete võimsus suurenes 15% kiiruse kasvades. Kiiruse kasvades aga küünarvarres liigutuste amplituud oluliselt ei muutunud. Kõikide jälgitavate lihaste puhul, mõlemad EMGpre ja EMGflex tõusid suuremal kiirusel, kuid EMGext jäi samaks. Lüheneva-pikeneva faasi näitajad 85% kiirusel maksimaalsest kiirusest olid mõlema vaadeldava lihase puhul seotud maksimaalse kiirusega. Oluliseks tulemuseks antud uuringus oli, et murdmaasuusatajate lüheneva-pikeneva tsükli efektiivsus tõusis jälgitavates lihastes kiiruse suurenedes ning olid positiivselt seotud paaristõugete sooritusega. On välja pakutud, et elektromüograafi amplituudi tõus enneaegse lihaste aktivatsiooni ajal on vajalik, et tekitada piisav lihaspinge kiireks võimsuse rakendamiseks paaristõuke tsükli algul (Zoppirolli jt., 2013).

Uurimaks neuromuskulaarset aktiivsust ning pikeneva-lüheneva tsükli kasutust käte- ja ülalihas-tes paaristõugete ajal submaksimaalsel ning maksimaalsel kiirusel viisid Lindinger jt. (2009) läbi uuringu, mille käigus läbisid 13 eliitsuustajat 15-päevase paaristõugetetesti kompleksi rullsuuskadel, 20 minutit igal etteantud kiirusel. Pärast igat testi said sportlased puhata neli minutit. Testile eelnes 10-minutiline soojendus, mille järgselt määrati iga sportlase maksimaalne kiirus suutlikkuseni paaristõugete testiga. Uuringu tulemusena leiti, et kiiruse

kasvades kepitõugete kestvus lühenes, kuid nendele rakendatud võimsus kasvas. Toimus lihase pikenev-lühenev tsükel küünarliigeses. Suureneva kiiruse adaptatsiooniks toimus kiirem küünarnuki paindumine ning väiksem viivitus lihase pikeneva ja lüheneva faasi vahel. Kepitõukele eelnev lihasaktivatsioon ilmnas kiiruse kasvades kiiremini, samuti lihaste aktivatsioon lühenemise faasil (Lindinger jt., 2009).

KOKKUVÕTE

Murdmaasuusatamine on vastupidavusspordiala, kuid seoses liikumiskiiruse, raja reljeefi ja töökoormuse muutustega peab murdmaasuusataja olema suutlik rakendama piisavat jõudu ja võimsust. Viimaseid näitajaid on võimalik arendada jõutreeningutega. Seoses sellega, et enamik jõudu murdmaasuusatamises on rakendatud läbi ülakeha, tuleb pöörata rohkem tähelepanu just ülakeha jõutreeningutele.

Parimatel murdmaasuusatajatel on kõrgemad ülakeha võimsuse näitajad. Kurnatuseni kuluvat aega mõjutab murdmaasuusataja võime sooritada efektiivne ja ökonoomne liigutus mingil sõiduviisil, mida saab arendada erialaste jõutreeningutega. Ülakeha jõuvõimekuse treenimiseks on lisaks suusatamisele ja rullsuusatamisele, kõige paremateks vahenditeks erialased treeningvahendid nagu suusaergomeeter ja „kelk“. Seda näitab asjaolu, et sooritatavad liigutused on kõige sarnasemad murdmaasuusatamisele lumel ning nende valiidsus on mitmetes uuringutes tõestatud. Treening suusaergomeetril parandab võimsuse näitajaid ja võistlustulemusi, kuid ei põhjusta olulisi muutusi suusatajate kehamassi ega ka rasvaprotsendi näitajates.

Laboratoorsete testide abil saab sportlase seisundi kohta tagasisidet. Ülakeha töövõime näitajad sobivad ennustamaks murdmaasuusatamise tulemuslikkust. Suuremat tähelepanu tuleks pöörata suusatamise erialastele koormustestidele, milles sooritatavad liigutused on suusatamisele sarnased ning optimaalse kestvusega. Näiteks sprinterite tulemuslikkust saab ennustada lühikese kestvusega sprinditestide abil. Murdmaasuusatajate võistlustulemuste ennustamiseks sobib teste läbi viia suusaergomeetril, rullsuuskadel ja „kelgul“. Jooksulindil läbi viidud testid ei ole liikumisspetsiifikast ning lihastöö kasutuse spetsiifikast lähtuvalt suusatajate ülakeha võimekuse testimiseks sobilikud.

Efektiivsemad treenimise viisid on intervalltreeningud, selleks et suurendada ülakeha võimsuse osakaalu ning kurnatuseni kuluvat aega. „Kelgul“ sobivad plahvatusliku jõu ning jõuvastupidavuse treenimiseks ja testimiseks madalate korduste arvuga intervalltreeningud. Paaristõukelise suusaergomeetri intervalltreeningu tagajärjel väheneb laktaadi kontsentratsioon veres ja tõuseb läbi suusakeppide rakendatav võimsus.

Ülakeha võimsuse ning jõu arendamiseks sobivad ka jõuharjutused. Kõrge intensiivsusega jõutreeningud parandavad rullsuusatamise tulemuslikkust ja paaristõukelist sooritust ja

maksimaalset hapnikutarbimise võimet. Maksimaalne jõutreening parandab paaristõukelist tulemuslikkust läbi töö ökonoomsuse parandamise.

Murdmaasuusatamisel on lisaks rakendatud jõu maksimaalsetele näitajatele tähtsaks teguriks ka rakendatud jõu õige ajastamine ehk lihaste enneaegne aktivatsioon. Elektromüograafi amplituudi tõus enneaegse lihaste aktivatsiooni ajal on vajalik, et tekitada piisav lihaspinge kiireks võimsuse rakendamiseks paaristõuke tsükli algul.

Kokkuvõttes on edukaks murdmaasuusatamiseks vajalik ülakeha võimsus ning selle arendamine. Efektiivsemat tulemust on võimalik saavutada treenides ning testides erialastel vahenditel, kuid suusatajate tulemuslikkust parandavad ka jõuharjutused. Optimaalseks treeninguks on kõige sobivamaks määratud intervalltreeningud erialastel trenažööridel.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ainegren M., Carlsson P., Tinnsten M., Laaksonen M.S., Skiing economy and efficiency in recreational and elite cross-country skiers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, Volume 27, Issue 5, 1239-1252.
2. Alsobrook N.G., Heil D.P., Upper body power as a determinant of classical cross-country ski performance. *European Journal of Applied Physiology*, 2009, Volume 105, Issue 4, 633-641.
3. Carlsson M., Carlsson T., Hammarström D., Tiivel T., Malm C., Tonkonogi M., Validation of physiological tests in relation to competitive performances in elite male distance cross-country skiing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2012, Volume 26 (6), 1496–1504.
4. Carlsson T., Carlsson M., Hammarström D., Malm C., Tonkonogi M., Scaling of upper-body power output to predict time-trial roller skiing performance. *Journal of Sports Sciences*, 2013, Volume 31, Issue 61, 582-588.
5. Holmberg H.C., Lindinger S., Stöggl T., Eitzlmair E., Müller E., Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2005, Volume 37, Issue 5, 807-818.
6. Holmberg H.C., Nilsson J., Reliability and validity of a new double poling ergometer for cross-country skiers. *Journal of Sports Sciences*, 2008, 26:2, 171-179.
7. Jan H., Jan H., Ulrik W., Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Norwegian University of Science and Technology*, 1999, Volume 31, 870-877.
8. Larsson P., Olofsson P., Jakobsson E., Burlin L., Larsen K.H.m Physiological predictors of performance in cross-country skiing from treadmill tests in male and female subjects. *Scandinavian Journal of Medicine & Science*, 2002, Volume 12, 347-353.
9. Leirdal S., Sandbakk O., Ettema G., Effects of frequency on gross efficiency and performance in roller ski skating, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2011, Volume 23, 295-302.
10. Lindinger S.J., Holmberg H.C., Müller E., Rapp W., Changes in upper body muscle activity with increasing double poling velocities in elite cross-country skiing. *European Journal of Applied Physiology*, 2009, Volume 106, Issue 3, 353-363.

11. Lindiger S.J., Stöggl T., Müller E., Holmberg H.C., Control of Speed during the Double Poling Technique Performed by Elite Cross-Country Skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2009, Volume 41, 210-220.
12. Losnegard T., Mikkelsen K., Ronnestad B.R., The effect of heavy strenght training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2009, 389-401.
13. Mahood N.V., Kenefick R.W., Kertzer R., Quinn N.V., Physiological determinants of cross-country ski racing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2001, Volume 33, 1379-1384.
14. Mikkola J., Laaksonen M.S., Holmberg H.C., Nummela A., Linnamo V., Changes in performance and poling kinetics during cross-country sprint skiing competition using the double- poling technique. *Sports Biomechanics*, 2013, Volume 12, Issue 4, 355-364.
15. Nilsson J.E., Holmberg H.C., Tveit P., Halle J., Effects of 20-s and 180-s double poling interval training in cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology*, 2004, Volume 92, Issue 1-2, 121-127.
16. Nesser T.W., Chen S., Serfass R.C., Gaskill S.E., Development of upper body power in junior cross-country skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004, 18, 63–71.
17. Østerås H., Helgrud J., Hoff J., Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationships explain increases in aerobic performance in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 2002, Volume 88, Issue 3, 255-263.
18. Pellegrini B., Zoppirolli C., Bortolan L., Holmberg H.C., Zamparo P., Schena F., Biomechanical and energetic determinants of technique selection in classical cross-country skiing. *Human Movement Science*, 2013, Volume 32, Issue 6, 1415-1429.
19. Popov D.V., Vinogradov O.L., Comparison of the Aerobic Perfomrnce of Leg and Arm Muscles in Cross-Country Skiers. *Human Physiology*, 2012, Volume 38, 508–513.
20. Sandbakk O., Sandbakk S.B., Ettema G., Welde B., Effects of intensity and duration in aerobic high-intensity interval training in highly trained junior cross-country skiers. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 2013, Volume 27(7), 1974-1980.
21. Stöggl T., Lindiger S., Müller E., Biomechanical validation of a specific upper body training and testing drill in cross-country skiing. *Sports Biomechanics*, 2006, Volume 5, Issue 1, 23-46.

22. Stöggl T., Lindinger S., Müller E., Evaluation of an Upper-Body Strenght Test for the Cross-Country Skiing Sprint. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2007, Volume 39(7), 1160-1169.
23. Stöggl T., Lindiger S., Müller E., Reliability and Validity of Test Concepts for the Cross-Country Skiing Sprint. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2006, Volume 38, 586-591.
24. Stöggl T., Müller M., Ainegren M., Holmberg H.C., General strenght and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2011, Volume 21, Issue 6, 761-803.
25. Ulrik W., Jan H., Evaluation of a new upper body ergometer for cross-country skiers. *Norwegian University of Science and Technology*, 1998, Volume 30, 1314-1320.
26. Zoppirolli C., Holmberg H.C., Pellegrini B., Quaglia D., Bortolan L., Schena F., The effectiveness of stretch-shortening cycling in upper-limb extensor muscles during elite cross-country skiing with the double-poling technique. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2013, Volume 23, Issue 6, 1512-1519.

SUMMARY

IMPROVING UPPERBODY STRENGTH IN A CROSS-COUNTRY SKIERS TRAININGPROGRAM

Cross-country skiing is an endurance event, but due to the change in velocity, terrain and work force, skiers have to be able to apply enough force and power, which can be improved by strength training. Since double-poling has become most preferred technique, and the upper body musculature may assume most of the force production load, it is necessary to take notice of upper body strength training.

As found from the study, best skiers tend to have higher upper body force value. Ski-specific equipment like ski ergometer and a rollerboard are best for training upper body power, since the movement is similar to cross-country skiing. Trainingprogram performed on a ski ergometer improves race results and increases time to exhaustion.

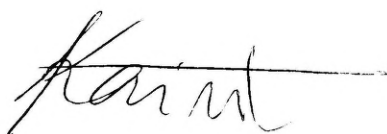
Upper body performance parameters have been found to be the best indicators for predicting performance of a skier. Study showed the ski ergometer, rollerboard and rollerskis to be reliable for evaluating performance of cross-country skiers.

Best way for improving upper body power percentage is interval training. As a result of double-poling interval training on a ski ergometer, the force applied through the poles increases.

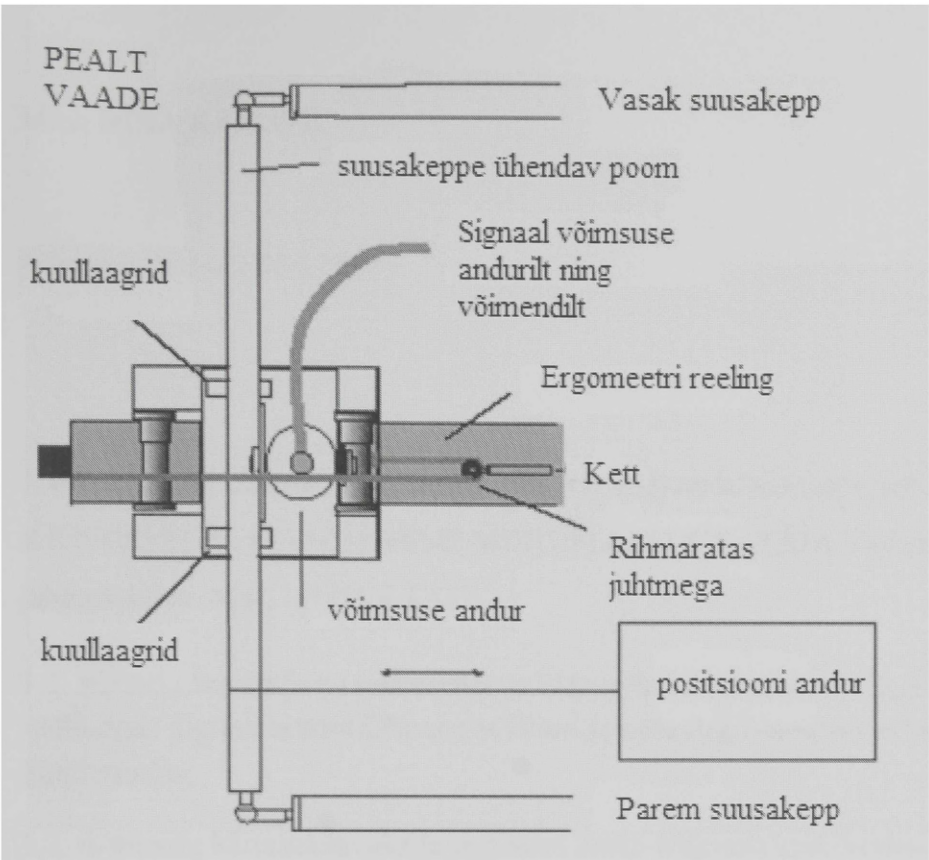
Strength training exercises are also suitable for improving upper body power. High intensity strength training improves roller skiing and double-poling performance, increases maximal oxygen up-take and double-poling economy.

It has been found, that the timing of an applied force has an important impact on skiing performance. A well-timed pre-activation of the muscular system prior to an expected load during ground contact has been described as an important prerequisite for an effective SSC action.

In conclusion, high upper body power is necessary in cross-country skiing. Using ski-specific equipment tends to have most effective results in training and testing, but performance of a skier can also be improved by strength training exercises. Most suitable way of improving upper body is found to be interval training.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kari M.', is located at the bottom right of the page.

LISAD



Lisa 1. Paaristõuke ergomeeter Concept II pealt vaates sellel olevate lisadega (Holmberg ja Nilsson, 2008).

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina INNA KAIRITE

(sünnikuupäev: 22.04.1991)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose ÜLAKEHA JÕUVÕIMETE ARENDAMINE MURDMAASUUSATAJA TREENINGUS , mille juhendaja on MSC ALLAR KIVIL

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

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

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

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

Tartus/Tallinnas/Narvas/Pärnus/Viljandis, 30.04.2014