

**TARTU ÜLIKOOL
KEHAKULTUURITEADUSKOND
SPORDIBIOLOOGIA JA FÜSIOTERAAPIA INSTITUUT**

EVELIN AVI

**MOTOORNE VÕIMEKUS
NÄGEMISPUUDEGA 8-12-AASTASTEL LASTEL**

**Magistritöö
liikumis- ja sporditeaduste erialal
(kinesioloogia ja biomehaanika)**

Juhendaja: professor, biol. knd. Mati Pääsuke

TARTU 2006

SISUKORD

VÄITEKIRJA MATERJALIDE PÕHJAL AVALDATUD PUBLIKATSIOON	3
TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID.....	4
SISSEJUHATUS.....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
1.1. Lapse motoorne areng prepuberteedieas.....	6
1.1.1. Üldisloomustus.....	6
1.1.2. Põhiliigutusvilumuste väljakujunemine.....	8
1.1.3. Soolised iseärasused laste motoorsetes võimetes.....	12
1.2. Nägemispuuded.....	14
1.3. Nägemispuudega lapse motoorse arengu iseärasused.....	15
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	21
3. METOODIKA.....	22
3.1. Vaatlusalused.....	22
3.2. Uurimismeetodid.....	24
3.2.1. Antropomeetrilised mõõtmised.....	24
3.2.2. Käelihaste isomeetrilise jõu määramine.....	24
3.2.3. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu määramine.....	25
3.2.4. Paigalt üleshüppe võime määramine.....	25
3.2.5. Keha staatilise tasakaalu määramine.....	26
3.2.6. Sensomotoorse reaktsiooni määramine.....	26
3.3. Uuringu korraldus.....	27
3.4. Andmete statistiline töötlus.....	27
4. TÖÖ TULEMUSED.....	28
4.1. Käelihaste isomeetriline jõud.....	28
4.2. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline jõud.....	29
4.3. Paigalt üleshüppe võime.....	31
4.4. Keha staatiline tasakaal.....	32
4.5. Sensomotoorne reaktsioon.....	34
4.6. Korrelatiivsed seosed uuritud parameetrite vahel.....	35
5. TÖÖ TULEMUSTE ARUTELU.....	39
6. JÄRELDUSED.....	44
KASUTATUD KIRJANDUS.....	45
SUMMARY.....	53

VÄITEKIRJA MATERJALIDE PÕHJAL AVALDATUD PUBLIKATSIOON

Avi, E., Pääsuke, M., Ereline, J., Gapeyeva, H. Lihaskõuet ja hüppevõime näitajad nägemispuudega 8-12-aastastel lastel. Konverentsi „Teadus, sport ja meditsiin” kogumik, Tartu, Atlex, 2004, lk.25-27

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID

BLD =	bilateraalne jõudefitsiit
BMI =	kehamassi indeks
F_{BL} =	alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel
F_p =	parema jala sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel
F_v =	vasaku jala sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel
F parem käsi =	parema käe lihaste isomeetriline maksimaaljõud
F vasak käsi =	vasaku käe lihaste isomeetriline maksimaaljõud
s.avatud =	silmad avatud
s.suletud =	silmad suletud
\bar{X} =	aritmeetiline keskmine
SE =	aritmeetilise keskmise standardviga
H =	hüppekõrgus
g =	raskuskiirendus (9,81 m/s ²)
t =	hüppe õhulennufaasi kestus

SISSEJUHATUS

Elutegevuses omab tähtsat rolli informatsioon, mida inimene tajub meeltega. Informatsiooni ümbritsevast keskkonnast saadakse nägemis-, kuulmis-, haistmis-, maitsmis-, ja naharetseptoritest, samuti vestibulaaraparaadist ning proprioretseptoritest lähtuvate aferentsete impulsside kaudu. Seejuures umbes 80% infost saadakse nägemise, 15% kuulmise ja 5% kompimise, maitsmise ja haistmise kaudu (Vassenin, 2003). Juhul kui üks nendest sensoorsetest süsteemidest on puudulik, siis on inimesel vaja kasutada teisi sensoorseid kanaleid kompenseerimaks informatsiooni hankimist.

Arvatakse, et pimedad või nägemispuudega lapsed võivad ümbritsevat maailma tõlgendada teistmoodi kui nägijad. Nägijad lapsed õpivad ja omandavad liigutusi, ruumilist orientatsiooni ja käitumismalle läbi situatsioonis osalemise, vaatamise ja kuulamise. Nägemine aitab helisid ja liigutusi tõlgendada, annab motivatsiooni, innustab tegevustes osalemist, samuti aitab luua ettekujutuse maailmast organiseeritud kujul.

Pimedad ja sügava nägemispuudega lapsed kasutavad ümbritseva tunnetamisel taktilist kontakti, liigutusi ja teisi sensoorseid kanaleid. Sellisel viisil saadud informatsiooni organiseerimiseks on vaja kõrgemat kognitiivset taset kui visuaalse info saamisel. Laps, kelle nägemine on piiratud, tugineb taktilisele, auditivsele ja motoorsele infole. Seega on motoorsed võimed eriti tähtsad. Liigutused võimaldavad lapsel saada ümbritsevaga taktilist kontakti, arendada ruumitunnetust ja kehataju. Puudulikust nägemisest tingitud piirangud võivad mõjutada arengu taset, kuid nägemispuue iseenesest ei põhjusta arenguhäireid. Kirjanduses leidub küllaldaselt andmeid nägemispuudega imikute ja väikelaste arengu kohta, kuid vähem on kajastatud nägemispuudega kooliealiste laste arengu iseärasusi.

Käesolevas töös võrreldi käe- ja alajäsemete lihaste jõunäitajaid, keha staatilise tasakaalu ning sensomotoorse reaktsiooni näitajaid nägemispuudega ja normaalse nägemisega lastel. Töö tulemused võivad pakkuda huvi nägemispuudega lastega tegelevatele kehalise kasvatusõpetajatele, füsioterapeutidele ja teistele spetsialistidele.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Lapse motoorne areng prepuberteedieas

1.1.1. Üldiseloostus

Inimorganismi kasvamine, bioloogiline küpsemine ja areng põhinevad peamiselt kahe esimese eludekaadi jooksul toimuvatel bioloogilistel muutustel. Motoorika areng on nende muutuste tulemusel motoorses tegevuses toimuv progress (Docherty, 1996; Haywood, 1993).

Faktorid, mis mõjutavad motoorika arengut, omavad lapse arengu erinevatel perioodidel teatud spetsiifikat (Malina, 1984; Cratty, 1986). Motoorika arengut mõjutavad faktorid jagunevad geneetilisteks ja keskkonnafaktoriteks. Geneetilised faktorid on seotud organismi struktuuride bioloogilise arenemise ja küpsemisega. Keskkonnafaktoriteks aga on lapse õpetamine, sotsiaalkultuurilised tegurid, perekonna sotsiaalmajanduslik olukord, eakaaslaste mõju, tingimused kehaliselt aktiivseks tegevuseks (Malina, 1984; Parizkova, 1984; Nelson jt., 1986; Malina jt., 2004). Lapse motoorika arengu varasematel etappidel avaldavad suuremat mõju geneetilised faktorid. Hilisematel arenguetappidel suureneb aga keskkonnafaktorite mõju (Cratty, 1986). Keskkonna mõjude hulgas on eriti oluline kehaline aktiivsus. Eelkooli- ja koolieas soodustab sihipärane kehaline aktiivsus igale vanuseperioodile omaste kohanemismehhanismide täiuslikuma väljakujunemise. Liigutuslikud kogemused lapseas mõjutavad hilisemat motoorset arengut ning soodustavad liigutusvilumuste omandamist, kuna on välja kujunenud kehaliste võimete ja liigutuskoodinatsioonide alus. Nooremas koolieas on lapsed vastuvõtlikud kehalise aktiivsuse poolsetele mõjustustele ning seetõttu sõltub põhiliigutusvilumuste hilisem tase suurel määral just kehalisest aktiivsusest prepuberteedieas (Gallahue & Ozmun, 1998).

Inimese motoorsete võimete arenemisel on teatud bioloogiline rütm, mis määratakse kindlaks individuaalsete iseärasustega. Muutused ühe motoorse võime arengus võivad luua soodsad eeltingimused teiste motoorsete võimete arenemiseks. Kuigi individuaalsed erinevused motoorika arengus on väga suured, on üldised arengu mudelid kõikidel lastel sarnased (Robertson, 1984).

Organismi ehituse ja funktsioonide arengu ealisi iseärasusi arvestades jaotatakse lapse kooliiga järgnevalt (Branta jt., 1984; Beunen & Malina, 1988):

- 1) prepuberteet e. noorem kooliiga (7-11 a.);
- 2) puberteet e. keskmine kooliiga, mis jaguneb esimeseks e. varajaseks puberteediperioodiks (11-14 a.) ja teiseks e. hiliseks puberteediperioodiks (14-16 a.);
- 3) postpuberteet e. vanem kooliiga (16-18 a.).

Igal vanuseastmel on ainult talle iseloomulikke jooni. Teravat piiri nende üksikute perioodide vahel tõmmata ei saa, sest lapse kasvamis- ja arenemisprotsess kulgeb üldiselt sujuvalt. Iga periood sisaldab lisaks sellele perioodile endale iseloomulike muutuste ka eelneva perioodi mõjutusi ja järgneva perioodi algeid. Enamlevinud viis arenguetappide väljatoomiseks on kalendaarne ehk kronoloogiline vanus. (Gallahue & Ozmun, 1998). Kronoloogilise vanuse ja kehalise võimekuse positiivne seos põhineb neuromotoorse kontrolli varajases küpsemises (Rowland, 1990).

Kronoloogiline vanus iseloomustab mootorset võimekust siiski piiratud, seega ei saa lapse üldise kehalise arengu hindamisel piirduda ainult kronoloogilise vanusega. Paremini iseloomustab individuaalset arengut bioloogiline vanus. Selle määrab ära ühele või teisele vanuseperioodile omaste karakteristikute kujunemine. Bioloogilist vanust iseloomustab kehaline areng, kehaliste võimete tase, skeleti luustumise aste, hammaste arenemine ning sekundaarsete sugutunnuste kujunemine (Haywood, 1993; Docherty, 1996; Gallahue & Ozmun, 1998).

Prepuberteedi eas mõjutavad mootorset arengut ka mitmed arengulised muutused, mis on seotud erinevate organsüsteemide bioloogilise arengu ja küpsemisega (Malina & Bouchard, 1991). Sellele arenguetapile (7.-11. eluaastani) on iseloomulikud suhteliselt ühtlased muutused nii kehaliste võimete arengus kui ka keha ja selle osade kasvus. Prepuberteedi perioodil kasvab laps pikkusesse aeglasemalt kui eelnenud aastatel (Gallahue & Ozmun, 1998). See loob suhteliselt soodsad tingimused ka liigutusvilumuste formeerumiseks ja liigutuskoodinatsiooni arenguks. Lapsed omandavad liigutusi ilma kombineerimiseta ning seetõttu on võimalik arendada liigutuste kiirust ja stabiilsust (Williams, 1983). Cratty (1986) poolt lastega teostatud neurofüsioloogiline uuring näitas, et mitmed motokorteksi talitlust mõjutavad struktuurid on 6.-7. eluaastaks saavutanud küllaltki kõrge arengutaseme, mis on aluseks liigutuskoodinatsiooni täiustumisele ning liigutusvilumuste omandamisele. Seega

mõjutavad mitmed neurofüsioloogilised muutused kesknärvisüsteemi arengus otseselt liigutuskordinatsiooni ning liigutusvilumuste omandamist lastel.

Noorema kooliea alguses tekivad lihaste struktuuris mitmed kvalitatiivsed muutused, mis viitavad teatavale funktsionaalsele küpsusele. Selles vanuses hakkavad lihaskiud paksenema. Kuid võrreldes täiskasvanu lihastega on lapse lihased valguvaesemad, veerikkamad ja seetõttu väiksema kontraktsioonivõimega (Beunen & Martine, 2000). Prepuberteedieas toimub kere kui terviku motoorne areng suunaga kraniaalselt kaudaalsele ja proksimaalselt distaalsele. Suuremad lihased arenevad väikestest enam. Seda nimetatakse arengusuuna põhimõtteks, kusjuures rõhutatakse proksimaalse piirkonna kontrolli tähtsust varajasel arenguperioodil (Gallahue & Ozmun, 1998).

Kirjanduses on väidetud, et 8-9-a. lastel kaasnevad tingitud motoorsete refleksi korral põhilisele vastusliigutusele üleliigsed kõrvalliigutused ja mittevajalik lihaspinge. Kuid 10-12-a. lastel seda enam ei täheldata, mis räägib erutusprotsessi heast kontseptsioonist. Motoorsete oskuste omandamiseks on parim aeg kümme esimest eluaastat, mil toimub närvisüsteemi põhiline areng (Cratty, 1986).

Arceneaux jt. (1997) uurisid 4-13-a. poiste ja tüdrukute sensoorsete ja motoorsete funktsioonide arengut. Tulemused näitasid olulist erinevust vanemate ja nooremate laste sensoorsetes ja motoorsetes funktsioonides. Vanemad lapsed näitasid paremaid tulemusi kõikides testides, välja arvatud reaktsioon visuaalsele ärritusele. Vanemate laste paremad võimed tulenevad ajustruktuuride küpsemisest ning täiustunud ajupoolkerade vahelisest kordinatsioonist.

Reaktsioonikiirus on prepuberteediealistel lastel suhteliselt väike, mis põhjustab raskusi silma-käe ja silma-jala kordinatsioonil. Puberteedieaks areneb reaktsioonikiirus aga stabiilsele tasemele (Gallahue & Ozmun, 1998).

1.1.2. Põhiliigutusvilumuste väljakujunemine

Põhiliigutusvilumuste väljakujunemine on lapse kogu motoorse arengu suhtes väga oluliseks etapiks. See võimaldab laiemalt hinnata lapse motoorika arengu iseloomu ontogeneesiprotsessis (Malina, 1986). Sellel ajal tekkinud kordinatsioonivormid ja närvisüsteemid on püsivad, säilides kogu hilisema elu jooksul. Liigutusvilumuste

omandamine on seotud informatsiooni omandamise, ümbertöötlemise ja säilitamisega kesknärvisüsteemi erinevate keskuste poolt. See on järk-järguline protsess, mida iseloomustavad mitmed kvantitatiivsed ja kvalitatiivsed muutused ning laiaulatuslik individuaalne varieeruvus (Malina & Bouchard, 1991). On kindlaks tehtud, et täiskasvanutele omased liigutusmusterid kinnistuvad juba lapseas (Oja & Jürimäe, 1998).

Põhiliigutusvilumuste üldine struktuur kujuneb välja 5.-7. eluaastaks, kuid liigutustegevuste kvantitatiivne ja kvalitatiivne areng jätkub kogu kooliea jooksul (Halverson jt., 1982; Wickström, 1983; Malina, 1986; Clark jt., 1989).

Lisaks liigutusvilumuste arengustaadiumide kirjeldamisele on hakatud suuremat tähelepanu pöörama ka nende bioloogiliste ja keskkonnapoolsete tegurite analüüsimisele, mis mõjutavad liigutusvilumuste formeerumist lastel (Malina & Bouchard, 1991). Käsitlemist on leidnud nii kehalise aktiivsuse kui ka sotsiaalsete ja psühholoogiliste tegurite koosmõju hindamine lapse motoorsele arengule (Haywood, 1993). Näiteks mängimine ja harjutamine mõjutavad olulisel määral lokomotoorsete ja manipulatiivsete võimete ning keha tasakaalu arengut (Gallahue & Ozmun, 1998).

Peeters jt. (2005) poolt teostatud uuringus ilmnes, et noorukieas mõjutavad jõunäitajate stabiilsust, kui ühte liigutusvilumuste aluskomponenti, nii geneetilised kui ka keskkonnapoolsed faktorid. Kusjuures geneetilised faktorid mõjutavad enam poiste arengut ja keskkonnafaktorid omavad tähtsamat rolli tüdrukutel.

Motoorse arengu muutuste kõrgeim tase langeb vanusevahemikku 12-14 a. Tütarlaste uuring näitas, et intensiivseim periood liigutusvilumuste arengus on neil just 8.-14. eluaastal. Kiirust ja täpsust ning jalgade osavust iseloomustavad testid näitasid, et võimete kõrgeim tase on 11.-12. eluaastal. Samas käte osavus oli parem 13-14-a. tüdrukutel (Viru jt., 1996).

Reaktsioonikiirus areneb üheaegselt närvisüsteemi ja aistingute integratsiooni arenemisega (Numminen & Välimäki, 1998).

Kui elutegevus ei nõua esimestel eluaastatel mitmesuguste liigutusvormide väljaarendamist, siis kinnistub piiratud hulk liigutuskoodinatsioone ja hiljem hakkavad need takistama uute koodinatsioonivormide kujunemist ning kasvab kehaliselt kohmakas individ. Liigutuste automatiseerumine puberteediea alguseks on oluline, et mitte takistada liigutustegevust kehaehitusliku disharmonia, kõrgema närvisüsteemi labiilsuse ja hormonaalsete muutuste tingimustes (Gallahue & Ozmun, 1998).

Järgnevalt on kirjeldatud käesolevas töös uuritud motoorsete võimete arenemist.

Lihaskiud. Motoorsete võimete arengus on üheks tähtsamaks faktoriks oskus rakendada õigeaegselt vajalikku lihaskiudu. Laste lihastes toimuvad kasvuperioodil järgmised morfo-funktsionalsed muutused (Asai & Aoki, 1996): a) suureneb lihaskiudude läbimõõt; b) suureneb sarkomeeride arv ja lihased pikenevad; c) intensiivistub sarkoplasmaatilise retiikulumi talitlus Ca^{2+} -ioonide väljutamisel sarkoplasmasse lihase kontraktsioonil ja nende reakumulatsioonil lihase lõõgastumisel; d) suureneb fosfofruktokinaasi aktiivsus (mis moodustab 11-12-a. lastel umbes 40% täiskasvanute omast); e) suureneb glükolüüsimehhanismi võimsus.

Lapseeas sõltub lihaskiude areng kasvuga seotud bioloogiliste ja morfoloogiliste faktorite koosmõjust. Jõu rakendamine oleneb motoorsete närvikiudude müelinisatsiooni astmest ning närvisüsteemi küpsusest (Haywood, 1993; Viru jt., 1996; De Ste Croix jt., 1999). Kuna paljude motoorsete närvikiudude müeliniseerumine pole enne puberteediea saabumist veel lõppenud, siis on ka lihaste neuraalne kontroll piiratud (Malina jt., 2004). Prepuberteedialistel lastel on võime rekruteerida motoorseid ühikuid tahtelisel pingutusel suhteliselt väike ja see tingib osaliselt nende lihaskiude madala taseme (De Ste Croix jt., 1999). Ka sellised lihasesisesed faktorid nagu lihaskiudude kompositsioon ning glükolüütiline võimsus, samuti lihasesisene ja lihastevaheline koordinatsioon ning harjutamine mõjutavad oluliselt lihaskiude suurust (Gallahue & Ozmun, 1998; Martin jt., 2004).

Jõunäitajate suurenemine toimub nii kvantitatiivselt – lihase ristlääbilõike pindala suurenemisena, kui ka kvalitatiivselt – biomehhaniliste muutuste ja neuraalse kontrolli paranemisena seoses vanuse ja kogemustega (Beunen & Martine, 2000). Lihasmass suureneb lapseast kuni noorukieani lineaarselt. Lapseeas on lihase suurem jõud tingitud neuraalse kontrolli paranemisest, mis väljendub motoorsete ühikute rekruteerimise võime kasvus ning antagonistlihaste töö paremas koordinatsioonis (Van Praagh & Doré, 2002). Lihaste jõu arengus ilmnevad indiviiditi suured eripärad. Suhteline jõud, s.o. jõu ja lihasmassi suhe suureneb intensiivselt 6.-7. eluaastal, kui algab lihaskiudude paksenemine ning seega muutub lihasmassi ja keha teiste koostisosade vahekord (Cratty, 1986; Haywood, 1993). Muutused motoorse tegevuse koordinatsioonis on seotud lihaskiude kasvuga. Paljud uuringud näitavad, et prepuberteedieas lastel ja täiskasvanutel on sarnane suhtelise jõu juurdekasv, kuid absoluutse jõu juurdekasv on lastel väiksem (Blimkie, 1992).

Mitmed autorid on leidnud et kehamassil ja keha pikkusel on positiivne seos lihaskiude näitajatega, sest pikemad luukangide süsteemid annavad eelise suurema jõu

rakendamiseks (Belanger & McComas, 1989; Henderson jt., 1993; Docherty, 1996; Beunen & Martine, 2000). On täheldatud ka, et kiirus- ja jõualastes testides on väikese keha pikkusega lastel madalamad tulemused kui pikemat kasvu lastel (Simons jt., 1978; Docherty & Gaul, 1991). Sinaki jt. (1996) uurisid korrelatiivseid seoseid lihasjõu ja vanuse vahel 5-18-a. lastel. Ilmnes, et kuni 9. eluaastani ei erinenud lihasjõu näitajad poiste ja tüdrukute vahel, kuid pärast seda arenes poistel lihasjõud kiiremini kui tüdrukutel. Seejuures selgus, et vanus, kehamass ja pikkus on määrava tähtsusega faktorid lihasjõu arengus.

Pre- ja postpuberteedieas poistega on läbi viidud võrdlevaid uuringuid, mis näitavad märkimisväärselt suuremaid reie-nelipealihase isokineetilise jõu näitajaid, registreerituna nii väikesel, keskmisel kui ka suurel nurkkiirusel postpuberteedieas poistel võrreldes prepuberteediealistega. Sel perioodil on poistel tunduvalt kõrgem ka tahtelise isomeetrilise jõu arengu tase ning paremad lihaste kontraktsioonikiiruse näitajad (Pääsuke jt., 2001). Pre- ja postpuberteediealiste poiste ja tüdrukute võrdlev uuring isokineetilise ekstsentrilise ja kontsentrilise lihasjõu osas näitas, et poistel oli jõu juurdekasv puberdeediperioodil suurem (Sejer & Thorstensson, 1999).

Hüppamise erinevate vormide avaldumine lapsel nõuab lisaks elementaarsete liigutusreflekside ilmnemisele ka keerulisemaid koordinatsioonilisi seoseid sihtmotoorses talitluses. Samuti on hüppamine seotud tugi-liikumisaparaadi küllaldase arengutaseme saavutamise, kuna keha raskuskeskme horisontaal- ja vertikaalsuunaline ümberpaiknemine hüpetel nõuab alajäsemete tegevuse koordineeritust ja lihasjõudu enam kui kõnd või jooks. Tavaliselt tekivad lapsel lihtsamad hüppamise vormid enne 2-aastaseks saamist. Kahe jala äratõukega sooritatavad horisontaalsed ja vertikaalsed hüppevormid ilmnevad stabiilselt 3.-4. eluaasta vahel. Siiski on esmased hüppevormid koordinatsiooniliselt ebatäiuslikud, meenutades rohkem astumisliigutusi. Keerukamate hüppevormide väljakujunemine ja täiustumine toimub kogu lapsea jooksul. Kuuendaks-seitsmendaks eluaastaks omandavad lapsed tavaliselt kõik erinevad hüppevormid (Haywood, 1993; Raudsepp & Viru, 1996; Raudsepp, 1996).

Hüppeharjutuse ebaküpsuse tunnusteks lastel on eelkõige ebasümmeetriline bilateraalne s.o. kahe jalaga äratõuge tugipinnalt ning mittetäielik sirutus hüppe-, põlve- ning puusaliigeses pärast äratõuget (Haywood, 1993). Raudsepp (1996) väidab, et jalgade liigutused hüpete sooritamisel on stereotüüpse iseloomuga ja omavad

fülogeneetilisi algeid. Uuringud on näidanud, et suurema kehamassi indeksiga poistel ja tüdrukutel ja madalam hüppevõime (Malina, 1994; Raudsepp & Pääsuke, 1995).

Keha tasakaal on võime säilitada ja kontrollida keha raskuskeset tugipinna suhtes, vältimaks kukkumist ja saavutamaks vajalikke lähteasendeid liigutuste sooritamiseks (Winter, 1995; Westcott jt., 1997). Ka liikumisel etendab keha tasakaal (dünaamiline tasakaal) väga tähtsat osa. Keha tasakaal on aluseks kõikidele kehalistele võimetele. Seetõttu toimubki keha tasakaalu areng just nooremas lapseas (Violan jt., 1997; Westcott jt., 1997; Numminen & Välimäki, 1998; Gallahue & Ozmun, 1998). Cratty (1986) väidab, et keha tasakaal kujuneb suures osas 3.-5. eluaastaks ning soodustab teiste kehaliste võimete arengut.

Keha tasakaal on kompleksne nähtus, milles osalevad kolm süsteemi (Winter, 1995; Westcott jt., 1997):

- 1) sensoorne süsteem, mille kaudu saadakse visuaalse-, vestibulaarse-, taktilise- ja proprioretseptiivse iseloomuga tagasisidestuvat informatsiooni;
- 2) motoorne süsteem, mille abil sooritatakse tasakaalu hoidmiseks vajalikke liigutusi, samuti reguleeritakse lihastoonust;
- 3) biomehhaaniline süsteem, mis määrab luude, liigeste ja lihaste eripära.

Kõikidest sensoorsetest süsteemidest saabuavad signaalid peavad jõudma kesknärvisüsteemi. Väikeaju, mis on üks motoorse kontrolli keskusi ajus, programmeerib vajaliku liigutuse nii, et inimesel oleks võimalik säilitada keha raskuskeskme stabiilsust (Westcott jt., 1997).

Posturaalsete reaktsioonide koordinatsioonis on murranguline periood 4.-6. eluaastal, kusjuures täiskasvanutele omane küpsus saavutatakse siin 7.-10. eluaastaks. See üleminek väljendub eelkõige vähem koordineeritud mootorsetes tegevustes. Oletatakse, et need ilmingud tulenevad kasvupurdist, mis põhjustab muutusi laste liigutustegevuse biomehhaanilistes karakteristikutes (Westcott jt., 1997).

1.1.3. Soolised iseärasused laste mootorsetes võimetes

Soolised erinevused mootorsetes arengus ilmnevad lapse kogu arenemisprotsessi vältel (Raudsepp & Pääsuke, 1995). Soolisi erinevusi mootorika arengus põhjendatakse nii bioloogiliste kui ka keskkonnapoolsete mõjutustega. Thomase jt. (1991) poolt teostatud uuringu tulemused näitavad, et soolised erinevused kehaliste võimete arengus on enne murdeiga peamiselt põhjustatud keskkonnateguritest. Keskkonna mõju on suurem tütarlaste arengule (Peeters jt., 2005). Bioloogilised mõjutused seevastu on seotud eelkõige sooliste erinevustega keha mõõtmetes ja koostises. Eriti määravaks on siin poeglaste suuremad liigete läbimõõdud, tavaliselt suurem keha mass ja pikkus ning suurem lihaskoe hulk. Kuid bioloogiliste erinevustega saab seletada vaid ligikaudu 30% soolistest erinevustest (Rowland, 1990; Raudsepp & Pääsuke, 1995; Oja & Jürimäe, 1998).

Individaalsed ja soolised erinevused mootorsetes võimetes ilmnevad juba 3-aastastel lastel (Oja & Jürimäe, 1998). Osa autoreid on näidanud, et kogu kooliea vältel on poiste tulemused paljudes mootorse võimekuse testides tüdrukutega võrreldes pisut paremad, kuigi erinevused pole märkimisväärselt suured (Morris jt., 1982; Nelson jt., 1986; Raudsepp & Pääsuke, 1995; Lefevre jt., 1998).

On tõestatud, et tüdrukud ületavad poisse peenmootorsetes tegevustes, poisid aga saavutavad paremaid tulemusi jämemootorsetes toimingutes (Silva jt., 1984; Burton & Miller, 1998). Erinevused ilmnevad juba eelkooli- või varases koolieas ning suurenevad iga aastaga. Liigutuste kiiruses, mis iseloomustab laste närvi- ja lihaskoe seisundit, ületavad poisid oluliselt tüdrukuid (Malina jt., 2004). Samas väidetakse ka, et närvi- ja lihaskoe liikuvus areneb nii poistel kui ka tüdrukutel enam-vähem ühtemoodi, olles intensiivsem vanuses 8-12 ja 15-17 aastat.

Mõned autorid on täheldanud juba koolieelses eas poistel suuremaid lihasjõu näitajaid. Nende uuringute andmetel ületavad poisid tütarlapsi nii isomeetrilise maksimaaljõu kui ka plahvatusliku jõu näitajate poolest (Rowland, 1990; Raudsepp & Pääsuke, 1995; Lefevre jt., 1998; Numminen & Välimäki, 1998). On näidatud, et käelihaste isomeetriline maksimaaljõud on poistel oluliselt suurem kui tüdrukutel (Blimkie, 1989). Väidetakse ka vastupidiselt, et enne murdeiga erinevused lihasjõu näitajates poistel ja tüdrukutel puuduvad (De Ste Croix jt., 1999; Van Praagh & Doré, 2002).

Kuni 6. eluaastani moodustub poistel ja tütarlastel androgeene võrdsetes kogustes neerupealiste koore talitluse arvel. Seejärel lisandub poistel järjest suuremates kogustes testosterooni ja 12. eluaastal on poistel androgeenide produktsioonis 1,5-2-kordne ülekaal. Pärast sugulise küpsemise lõppemist on see ülekaal mõningatel juhtudel kuni 15-kordne. Poistel on suurema testosterooni taseme tõttu ka kõrgem hemoglobiini kontsentratsioon veres ning sellest tingitud ka suuremad lihasjõu näitajad (Gallahue & Ozmun, 1998).

Ka paigalt üleshüppe võime osas on täheldatud poistel paremaid tulemusi kui tüdrukutel (Oja & Jürimäe, 1998). Tüdrukutel seevastu on täheldatud alates 6. eluaastast paremaid tulemusi keha tasakaalu ja painduvuse testides (Morris jt., 1982; Raudsepp & Pääsuke, 1995; Lefevre, 1998; Numminen & Välimäki, 1998; Oja & Jürimäe, 1998). Cratty (1986) väidab, et soolised erinevused keha staatilises tasakaalus ilmnevad juba 5. eluaastal. Neid tulemusi kinnitavad ka Malina & Bouchard (1991) mainides, et keha tasakaal on üks väheseid kehalise võimekuse näitajaid, mille osas tüdrukud ületavad poisse koolieelses ja nooremas koolieas.

1.2. Nägemispuuded

Nägemine on välismaailmast pildi moodustamine ja selle tajumine, mis kujutab endast keerulist protsessi. Silma sattunud valgus põhjustab silma võrkkesta valgustundlikes rakkudes fotokeemilisi muutusi, mille tulemusena tekkivad närviimpulsid suunduvad peaaegu nägemisteid pidi kõrgemasse nägemiskeskusesse, mis asub ajukoores kuklasagaras. Ajus paiknevad nägemiskeskused töötavad saabunud informatsiooni ümber, mille tulemusena tekivad nägemisaistingud ja tajud.

Nägemispuude esinemisagedust on suhteliselt keeruline määrata. Eestis on kontrollimata andmetel 7500 nägemisinvaliidi (Vassenin, 2003). Neist 5% on lapsed, 25% keskealised ja 70% eakad. Raskusastmete järgi jagunevad nägemispuudega inimesed järgmiselt: 54% nõrgaltnägijad, 33% tugevasti vaegnägijad, 9% praktiliselt pimedad ja 4% totaalselt pimedad. Lääne-Euroopa andmetel on nägemispuudega lapsi 0,2%. Vaegnägijate laste täpset arvu Eestis ei teatagi. Ainukeses nägemispuudega laste koolis – Tartu Emajõe Koolis – õpib 100 last. Ülejäänud käivad seega tavakoolides ja paljudel neist võib seal olla oma nägemispuude tõttu probleeme (Vassenin, 2003).

Eestis loetakse nägemisinvaliidiks isikut, kelle nägemisvõime on nii nõrk, et selle puudumine häirib igapäevaelu toiminguid (Vassenin, 2003). Nägemine võib olla kahjustunud erinevatel põhjustel: nägemispuue võib väljenduda madala nägemisteravusena, piiratud vaateväljana, värvipimedusena, kanapimedusena jne. Nägemispuude äärmiseks väljenduseks on totaalne pimedus, mis tähendab seda, et isik ei erista valgust. Vaegnägija on seega isik, kelle nägemisvõime on normaalsest nõrgem, arvestamata seejuures nägemispuude põhjust, iseloomu ja astet (White, 2000).

Nägemispuue klassifitseeritakse nägemisteravuse ja vaatevälja ulatuse põhjal. Nägemisteravus on silma võime eristada vaadeldavaid esemeid ja objekte nende vormi ning mõõtmete järgi. Vaateväljaks nimetatakse ruumi, mis on nähtav ühe liikumatu silmaga. Normaalseks nägemisteravuseks loetakse 1,0 ja normaalse vaatevälja ulatus on 180°.

Eestis jaotatakse vaegnägijad kolme invaliidsusgruppi järgmiselt (Schmidt & Thews, 1997):

- 1. grupp kuuluvad praktiliselt täielikult pimedad, kelle nägemisteravus on kuni 0,03 ja vaateväli 10°;
- 2. grupp kuuluvad vaegnägijad, kellel on säilinud nägemisteravus vahemikus 0,04-0,08 ja vaateväli vahemikus 10° - 20°;
- 3. grupp kuuluvad nõrgalt nägijad, kelle nägemisteravus on 0,09-0,2 ja vaateväli 20° - 40°.

Pimedad jagunevad sünnilt pimedateks või varases lapsepõlves (kuni 3. eluaastani) pimedaks jäänuteks, selle ajani ei säili lapsel eredaid muljeid värvidest ega ümbritsevast ja hiljem pimedaks jäänuteks (Vassenin, 2003).

Eestis on nägemispuude enamlevinud põhjused: 1) haiguste tüsistus, 2) nägemisnärv atrofia, 3) glaukoom ehk rohekae, 4) kaasasündinud kahjustused, 5) diabeet ehk suhkruhaigus, 6) traumad (Vassenin, 2003).

Nägemisinvaliidsust põhjustavad diagnoosid järjestuvad alljärgnevalt (Jänes & Panov, 1990): glaukoom (26-15%), võrkkesta düstroofiad (25-14,4%), suurlühinägevus (25-14,4%), traumajärgsed seisundid (25-14,4%), katarakt (23-13,3%), kollatähni düstroofiad jne. Noortel esineb invaliidsust vähe. Märkatav tõus tekib keskeas ja pensioniealistel inimestel.

1.3. Nägemispuudega lapse motoorse arengu iseärasused

Lapse nägemine ei arene iseenesest. Nägemine on õpitud funktsioon, mille kvaliteeti võib harjutamisega märgatavalt parandada n.ö. sensitiivse perioodi ajal. Nii nõrga kui ka normaalse nägemisega imik peab õppima silmaläätse kohandamist (akommodatsiooni), jälgimisliigutusi ja silmade sissepoole pööramist ehk konvergentsi lähedale vaadates (Hyvärinen, 1992).

Nägemispuudega laps sünnib teiste lastega võrdsena. Kuidas toimub lapse areng edaspidi, sõltub paljugi sellest, millal saavad vanemad teada lapse nägemispuudest (Vassenin, 2003). Sõltumata nägemispuudest peab lapse arengule soodustavalt kaasa aitama võimalikult varases eas, et areneksid optimaalsed kehalised võimed (Daugherty, 1982; Palazesi, 1986; Sleeuwenhoek, 1995). Eakohasele arengule peab tähelepanu pöörama kogu arenguperioodi vältel. Kui lapsel jääb õigel ajal vajalik oskus omandamata on tal hiljem märkimisväärselt raskem jõuda oma eakohasele tasemele (Zanandra, 1998).

Normaalse lapse arenemisel omandab nägemine tähelepanuväärse osa kuue nädala vanuselt ja 3. elukuust alates on nägemine tähtsaim sensoorne informatsioon ümbruse tajumisel kogu esimese eluaasta jooksul. Kui see infoallikas puudub või on puudulik, peab laps arendama oma maailmapilti kuulmise, kompimise, kinesteesia ning haistmis- ja maitsmismeele vahendusel saadava info põhjal (Vassenin, 2003).

Nägemispuudega laps areneb samade seaduspärasuste järgi nagu normaalse nägemisega laps, kuid arengutase ja motoorsete oskuste omandamine on neil varieeruvam (Adelson, 1976; Daugherty, 1982; Palazesi, 1986).

Esimeseks kriitiliseks perioodiks on 3.-4. elukuu, kui laps õpib esemeid haarama (Vassenin, 2003). Pime või raske nägemispuudega laps „ei leia” oma käsi kolme kuu vanuselt nii nagu normaalse nägemisega laps. Normaalne laps kasutab suure osa päevast oma käte vaatamiseks erinevatelt kaugustelt ja seega õpib tajuma ümbritsevat ruumi nägemise, puudutamise ning liigestest ja lihastest tuleva sensoorse info põhjal. Pimedal lapse käsi peab õpetama teineteist leidma ja kompama. Ruumi mõiste hakkab arenema, kui käed viiakse keskjoonele. See laieneb, kui laps hakkab otsima asju enda ümber ja kohal ning hakkab ära tundma ema või isa häält kaugemalt. Pimedal ja raske nägemispuudega lapsel on väga suuri raskusi isegi väikest ruumi kujutada ette ruumilisena enne, kui ta on uurinud seda oma kätega kaua ja täpselt. Ruumimõiste

arenemine on eelduseks sellele, et laps õpib orienteeruma. Kui mõisted „ruum” ja „orienteerumine” on küllalt selged, võib laps õppida liikuma (Hyvärinen, 1992). Üla- ja alajäsemete liigutuste kontroll algab unilateraalselt ja sellele järgneb sümmeetriline ning bilateraalne liigutuste kontroll (Williams, 1983).

Teine kriitiline periood on 7.-11. elukuul, kui laps õpib roomama. On täheldatud, et pime laps hakkab ilma roomamist omandamata kõndima (Vassenin, 2003). Roomama ajendab imikuid kõhuliasendist ümbruskonna uurimine. Umbes pooled nägemispuudega lapsed ei kohane imikueas kõhuliasendiga (Bouchard & Tetreault, 2000). Nad eelistavad lamada või istuda ja vaadata valgusallika suunas. Tagajärjeks on lihaste nõrkus, samuti ruumitaju ja liikumisvõime puudulikkus ning rütmi puudumine liikumisel. Üha olulisemaks muutub see, kas lapsel on säilinud nägemisjääk või mitte ning kui palju ta oskab nägemisjääki kasutada. Saades informatsiooni ainult kuulmise kaudu, võib tekkida ümbritseva mõistmisel väärarusaamu. Kuulmise ja jalgade koordinaatsiooni kooskõlastamine liikumisel on märksa keerulisem, mistõttu hakkab laps kõndima hiljem. Pimedal lapsel puudub ettekujutus kõndimisest ja liikumisest tagasiside näol, seetõttu on tal koordinaatsiooni kujunemine aeglasem (Vassenin, 2003). Mitmest uuringust on saadud informatsiooni, et nägemispuudega lapsed hakkavad kõndima pärast 2. eluaastat (Kastein jt., 1980; Ferrel jt., 1990).

Lastel, kes on jäänud pimedaks peale 18. elukuud, ei esine lihashüpotooniat ja sellest tingitud füüsilise arengu probleeme (Jan, Robinson jt., 1975). Põhjuseks peetakse, et lapse arengus esimese eluaasta jooksul omandadavad liigutused on selles vanuses teatud ulatuses juba kinnistunud ja seetõttu on lihastoonus tasakaalustatum. Lastel, kellel on nägemispuue tekkinud hilisemas eas, on olnud võimalik omandada rohkem motoorseid oskusi ja seetõttu on neil ka enam liigutusoskusi (Bouchard & Tetreault, 2000).

Lapse arengus saab eristada võimeid, mille areng on otseselt seotud nägemispuudega. Siia kuuluvad liikumine, asendikontroll ja kehahoid ning peenmotoorika. Mahajäämust nende oskuste arengus ei ole võimalik kompenseerida. Samas võib eristada võimeid, mis ei ole otseselt seotud nägemispuudega. Siia kuuluvad sotsiaalne ja emotsionaalne areng ning kõne ja keele areng. Neid valdkondi saab kompenseerida lapse arengu jooksul (Reimer & Smits-Engelsman, 1999).

Nägemispuudega laps võib küll areneda füüsiliselt normaalselt, kuid see ei kindlusta varajase motoorse arengu eakohasust (Adelson & Fraiberg, 1976). Pimedus

kui puue iseenesest ei põhjusta arenguprobleeme, kuid asjaolu, et pimedal lapsel on vähem võimalusi „õppida” võrreldes nägijatest eakaaslastega, võib põhjustada motoorse arengu etappide mahajäämuse (Norris jt., 1957; Griffin, 1981). Motivatsiooni liikumiseks tekitab ümbritsev keskkond. Informatsiooni saamine ainult verbaalse ja taktilise stimulatsiooni kaudu ei ajenda last piisavalt liikuma ning seetõttu peab nägemispuudega last lisaks stimuleerima ja julgustama. Juhul kui lapsevanem või õpetaja on liialt murelik lapse iga liigutuse ees ja pakub pidevalt omapoolset abi, siis see ei võimaldagi lapsel areneda (Griffin, 1981). Nägijal areneb silma-käe koordineerimine aga nägemispuudega inimesel areneb selle asemel nina-käe koordineerimine ning viimase areng toimub ealiselt hilisemas faasis, mis võib olla üheks põhjuseks arengu mahajäämises (Fraiberg, 1977). Pereira (1990) leidis, et motoorse arengu probleemi põhjustajaks 6-7-a. lastel on probleemid keha tasakaalu arengus.

Närvi-lihassüsteemi arenemisel on normaalse nägemisega ja nägemispuudega lapsed võrdsed. Mahajäämus on tingitud närvi-lihasaparaadi vähesest rakendamisest, sest nägemispuudega lastele ei ole piisavalt stimuleerivat keskkonda, kuna nad tajuvad ümbrust piiratult (DePauw, 1981).

Nägemispuue limiteerib visuaalset tagasisidet liigutuste sooritamisel, mis on mootorsete oskuste omandamisel olulise tähtsusega ning seetõttu on liigutuste omandamine imiteerimise kaudu peaaegu võimatu (Sleeuwenhoek jt., 1995).

On leitud (Bouchard & Tetreault, 2000), et nägemispuudega lastel on jämemotoorsed oskused vähem arenenud kui peenmotoorika. Jämemotoorika arengut pärsib neil vähenenud üldine liikumisaktiivsus. Imikuid peab innustama keskkonda uurima, mis edaspidi stimuleerib liikuma. Nooremas koolieas tegelevad lapsed nii peenmotoorsete kui ka jämemotoorsete tegevustega, kuid vanemas koolieas eelistatakse peenmotoorikaga seotud tegevusi. Tulenevalt nägemispuudega laste psühhofüsioloogilistest piirangutest võib neil areneda negatiivne suhtumine kehalise tegevuse vastu. Sellised probleemid, nagu nõrgad lihased ja häirunud kehahoid, mis võivad ilmnedagi hilises lapsepõlves on sageli põhjustatud nendest piirangutest (Sonksen jt., 1984).

Uuringud on tõestanud, et pimedal lapsel on madalam lihastoonus, probleemid kehahoius, halvemad motoorsed oskused ja raskused harva teostatavate liigutuste sooritamisel võrreldes tervete lastega (Adelson & Fraiberg, 1976; Sykanda & Levitt, 1982; Hart, 1984; Stack & Minnes, 1989). Pimedatel lastel võib areneda kehahoid, mille puhul on õlad ümardatud, kere kallutatud tahapoole ja alaseljas esineb lordoos (Pogruud

& Rosen, 1989). Kõnnimuster on nägemispuudega inimesel jäik ja kõhklev ning neil on sageli häirunud keha tasakaal kõnnil. Kiirel kõnnil ja jooksmisel on nende labajalad sageli väljapoole pööratud (proneeritud asendis) (Jan, Sykanda jt., 1975).

Uuringus, kus testiti nägemispuudega laste kardiorespiratoorse süsteemi võimekust, ilmnes, et neil lastel on funktsionaalne võimekus madalam kui nägijatel (George jt., 1975). Näiteks *Klaus-Weber Minimum Fitness* testi sooritasid 94% normaalse nägemisega lastest, 84% nägemispuudega lastest ja 46% pimedatest lastest (Seelye, 1983).

Jankowski & Evans (1981) leidsid, et pimedad lapsed on oma eakaaslastest suurema kehamassiga, neil on ülajäsemete lihased nõrgemad ja väiksem vastupidavus harjutuste sooritamisel. Sama tulemuse said ka Wyatt & Gabriel (1997), uurides alajäsemete jõunäitajaid. Puusa sirutajalihaste nõrkus võib olla tingitud asjaolust, et pimedatele lastele on kõhuliasend ja selles asendis sooritatav tegevus vastumeelne (Sykanda & Levitt, 1982; Hart, 1984; Stack & Minnes, 1989).

Pereira (1990) väitis, et nägemispuudega lastel erines mootorsetest võimetest keha tasakaal kõige enam võrreldes normaalse nägemisega lastega. Nägemispuue mõjutab keha tasakaalu kahel viisil. Esiteks, nägemissignaali annab vähe teavet keha kõrvalekaldest ruumis (Dickinson, 1967). Teiseks, nägemispuudega laps on pidevalt silmitsi mittekooskõlastuva infoga, mis tuleb kahest sisendist (visuaalsest ja propriotseptiivsest) (Gipsman, 1981). Ülejäänud keha tasakaalu mõjutavad faktorid võivad olla tingitud asjaolust, et nägemispuudega laps liigub pikka aega mööda mööbliservasid ning ei ole teadlik keskkonna piirangutest ja ruumi tõepärasusest.

Ühes hiljuti läbiviidud uuringus, kus osalesid normaalse nägemisega, osalise nägemispuudega ja täielikult pimedad noorukid, määrati tasakaalu säilitamisega seotud parameetreid ja lihtreaktsiooni aega. Ilmnes, et normaalse nägemisega ja täielikult pimedad säilitasid tasakaalu sarnaselt, kuid osalise nägemispuudega noorukitel olid uuritud gruppidest halvimal tasakaalu näitajad. Seega osalise nägemispuudega saadav mitteküllaldane visuaalne informatsioon ümbruskonnast, kehaosade asukohast ja nende orientatsioonist takistab proprioretseptiivse ja vestibulaarreaktsioonide kompensatoorset väljaarenemist. Viimaste täiuslikum areng täielikult pimedatel on just neil parema tasakaalu säilitamise aluseks. Reaktsiooniaeg valgusele oli parim normaalselt nägijatel. Reaktsiooniaeg helile oli kõige halvem osalise nägemispuudega noorukitel. Täielikult pimedatel arvatakse jällegi olevat arenenud kompensatoorne reaktsiooni mehhanism (Juodžbalienė & Muckus, 2006).

Kirjanduse ülevaatest selgus, et prepuberteedialisi nägemispuudega lapsi on uuritud suhteliselt vähe. Läbiviidud uuringud on käsitlenud imikute ja väikelaste motoorse arengu probleeme ning kooliealiste laste emotsionaalset ja sotsiaalset arengut. Käesolevas töös uuriti lihasjõu parameetreid, tasakaalu ja sensomotoorset reaktsiooni. Nägemispuudega laste arengu tase on eelkõige mõjutatud nendega tegelevate isikute (vanemad, kasvatajad, terapeutid) tegevussuunitlusest. Lähtuvalt kirjanduses leiduvatest andmetest võib eeldada, et õigeaegsel liigutustegevuse arenemise etapil sekkumisel võib abistaja soodustada või pärssida oskuse omandamist. Prepuberteedialiste laste motoorsete võimete hindamine andis hea ülevaate laste oskuste arengust.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Töö **eesmärgiks** oli võrrelda motoorse võimekuse näitajaid 8-12-a. nägemispuudega ja normaalse nägemisega lastel.

Töös püstitati järgmised **ülesanded**:

1. Määrata käelihaste isomeetriline maksimaaljõud.
2. Määrata alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud uni- ja bilateraalsel pingutusel.
3. Registreerida paigalt üleshüppe kõrgus.
4. Registreerida keha staatilise tasakaalu dünamograafilised parameetrid avatud ja suletud silmadega seismisel.
5. Määrata sensomotoorne reaktsiooniaeg visuaalsele ja auditoorsele ärritusele.

3. METOODIKA

3.1. Vaatlusalused

Vaatlusalusteks olid 18 nägemispuudega 8-12-a. last (11 poissi ja 7 tüdrukut) ning 12 normaalse nägemisega eakaaslast (8 poissi ja 4 tüdrukut), kes moodustasid kontrollrühma. Vaatlusaluste antropomeetrilised näitajad on toodud tabelis 1.

Nägemispuudega lapsed õppisid Tartu Emajõe Koolis, mis on ainus pimedatele ja nägemispuuetega lastele haridust andev ja neile kohandatud kool Eestis. Nägemispuudulikkust diagnoositi silmaarsti poolt nägemisteravuse alusel. Uuringus osalenud lastel ulatus nägemispuue 1. grupist, kes on praktiliselt täielikult pimedad kuni 3. grupini, kuhu kuuluvad nõrgalt nägijad. Nägemisteravus on esitatud tabelis 2. Nägemispuudega lastel ei esinenud lisapuudeid. Kontrollgrupi lapsed õppisid Tartu Raatuse Gümnaasiumis. Kõik lapsed olid füüsiliselt terved. Välistavaks teguriks oli rohkem kui 6 kuud kestnud regulaarne sportlik treening.

Lapsevanematele tutvustati uuringu sisu ja eesmäärke ning neilt saadi kirjalik nõusolek laste testimiseks. Uuring oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli Inimõiguste Eetika Komiteega.

Tabel 1. Vaatlusaluste antropomeetrilised näitajad ($\bar{X} \pm SE$).

Vaatlusalused	n	Vanus (aastat)	Pikkus (cm)	Kehamass (kg)	Kehamassi indeks (kg/m²)
Nägemispuudega lapsed	18	10,1±0,1	139,7±3,0	33,6±2,2	17,0±0,6
Kontrollgrupp	12	10,0±0,3	143,0±1,7	35,8±2,1	17,3±0,8

Tabel 2. Nägemisteravus nägemispuudega lastel.

Vaatlusalused	Parema silma nägemisteravus	Vasaku silma nägemisteravus
1.	0,25	0,25
2.	0,4	0,4
3.	0,9	0,4
4.	0	0
5.	0,7	0,7
6.	0,01	0,4
7.	0,2	0,3
8.	0,1	0,2
9.	1,0	0,5
10.	0,5	1,0
11.	0,1	0,1
12.	0,7	0,4
13.	0,1	0,3
14.	0,04	0,06
15.	0	0,01
16.	0,1	0,2
17.	0,06	0,07
18.	0,1	0,1

Märkus: Normaalne nägemisteravus on 1,0.

3.2. Uurimismeetodid

3.2.1. Antropomeetrilised mõõtmised

Kehalise arengu hindamiseks mõõdeti lastel pikkus ja kehamass ning arvutati kehamassi indeks. Pikkuse mõõtmiseks kasutati standardiseeritud metallist Martini antropomeetrit ning kaalumiseks elektroonilist kaalu.

Keha pikkuse mõõtmisel paluti lapsel seista sirge seljaga, kannad koos plastikust alusel ning mõõtja jälgis, et vaatlusaluse silma alalaug ja kõrva välimine kuulmeava oleksid horisontaaltasapinnal. Mõõtja asetask antropomeetri plastikust alusele vertikaalselt nii, et lapse pea, selg, tuharad, sääred ning kannad oleksid vastu mõõdupuud ja registreeris pikkusnäidu täpsusega $\pm 0,1$ cm. Pikkust mõõdeti kolm korda ja arvesse läks keskmine väärtus. Kehamassi määramisel astusid vaatlusalused kerges rõivastuses elektroonilisele kaalule ning mõõtja registreeris kaalu näidu täpsusega $\pm 0,1$ kg.

Kehamassi indeksi (BMI) arvutamiseks kasutati valemit:

$$\text{BMI} = \text{keha mass (kg)} / \text{pikkus}^2 \text{ (m)}.$$

3.2.2. Käelihaste isomeetrilise jõu määramine

Käelihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu määramiseks kasutati spetsiaalset mehhaanilist käedünamomeetrit *Lafayette Hand Dynamometer* (Lafayette Instrument Inc., USA). Vaatlusalune seisis püstiasendis, käed sirgelt all ja pigistas dünamomeetrit maksimaalse jõuga vaheldumisi nii parema kui ka vasaku käega kolm korda. Iga pingutuse järel fikseeriti näit. Pingutuste vaheliste puhkepauside kestus oli ca 30 s. Käelihaste isomeetrilise maksimaaljõuna läks arvesse parim tulemus.

3.2.3. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu määramine

Alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu testimisel istus vaatlusalune spetsiaalselt konstrueeritud dünamomeetrilisel pingil nii, et jalad asetsesid dünamomeetriga ühendatud plaadil. Nurk põlveliigeses oli ligikaudu 120° ja puusaliigeses 90°. Keha fikseeriti rihmaga dünamomeetrilise pingi seljatoe külge. Puusade ettenihkumise vältimiseks asetati rihm ka vöökohale.

Testi sooritamisel surus vaatlusalune jalgadega 3-4 s dünamomeetriga ühendatud plaadile, pingutades võimalikult tugevalt alajäseme sirutajalihaseid. Katset sooritati nii mõlema jalaga korraga, s.o. bilateraalse pingutusena, kui ka vasaku ja parema jalaga eraldi, s.o. unilateraalse pingutusena. Kõigi variantide puhul sooritati kolm katset, millest arvesse läks parima katse tulemus. Puhkepausid katsete vahel kestsid umbes 1 min.

Arvutati bilateraalne jõudefitsiit (BLD) valemiga:

$$BLD = 100 - [F_{BL} / (F_p + F_v)] \cdot 100\%,$$

kus F_{BL} on bilateraalsel pingutusel registreeritud isomeetriline maksimaaljõud, F_p parema ja F_v vasaku jala unilateraalsel pingutusel registreeritud isomeetriline maksimaaljõud.

3.2.4. Paigalt üleshüppe võime määramine

Paigalt üleshüppe parameetrite registreerimiseks kasutati dünamograafilist platvormi PD-3 (Venemaa) mõõtmetega 75x75 cm. Vaatlusalused sooritasid dünamograafilisel platvormil püstiasendist eelneva amortiseeriva allaistega maksimaalselt kõrge paigalt üleshüppe, kusjuures käed asetsesid testi sooritamisel puusal. Registreeriti kolm katset, millest arvesse läks suurima hüppekõrgusega katse.

Hüppe kõrgus arvutati valemiga:

$$H = gt^2/8,$$

kus g on raskuskiirendus (9,81 m/s²) ja t hüppe õhulennufaasi kestus.

3.2.5. Keha staatilise tasakaalu määramine

Keha staatilise tasakaalu määramisel seisis vaatlusalune kahel kõrvutiasetseval dünamograafilisel platvormil PD-3 (Venemaa) mõõtmetega 75x75 cm nii, et parem jalg asetseks ühel ning vasak jalg teisel platvormil. Vaatlusalune pidi seisma 30 s sirgelt ja liikumatult, jalad ligikaudu 10 cm vahekaugusega, käed all.

Dünamograafilised platvormid olid ühendatud tensovõimendite, digitaal-analoog muunduri ja arvutiga. Esmalt registreeriti dünamograafilised parameetrid avatud silmadega seismisel ning seejärel suletud silmadega seismisel. Määrati nii parema kui vasaku jala toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälbe keskväärtused 20 s jooksul.

3.2.6. Sensomotoorse reaktsiooni määramine valgusele ja helile

Sensomotoorse reaktsiooni uurimisel valgusele ja helile kasutati spetsiaalset testi koos arvutiprogrammiga „Motor Control” (USA). Vaatlusalune istus arvutiekraani ees. Esimese testiga määrati lihtreaktsiooni aeg visuaalsele signaalile. Visuaalseks signaaliks oli mitteregulaarse ajaintervalliga ekraani keskele ilmuv valge laik mustal taustal, millele vaatlusalune pidi reageerima kiire vajutusega klaviatuuri tühikuklahvile. Teise testiga määrati lihtreaktsiooni aeg helile. Lühike helisignaal tekkis 2 kõlaris, mis asusid võrdsel kaugusel vaatlusalusest mõlemal pool arvutiekraani. Vaatlusalune pidi helisignaalile reageerima kiire vajutusega tühikuklahvile. Ühes testis registreeriti arvuti abiga 10 reaktsiooniga nii valgusele kui ka helile, kusjuures arvesse läks 8 reaktsiooniaja keskmine tulemus. Seejuures elimineeriti kõige parema ja kõige halvema reaktsioonijaga vastus. Mõlemat testi sooritati 3 korda ning arvesse läks parim tulemus.

3.3. Uuringu korraldus

Motoorse võimekuse uuringud viidi läbi nägemispuudega lastel 2001. a. lõpul ja 2002. a. algul ning 2004. a. lõpul. Kontrollgrupi lapsi uuriti 2004. a. lõpul. Uuring viidi läbi TÜ kinesioloogia ja biomehaanika laboratooriumis. Esmalt mõõdeti laste antropomeetrilised näitajad. Seejärel sooritati järjekorras käelihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu määramine, keha staatilise tasakaalu test nii avatud kui ka suletud silmadega seismisel, alajäsemete tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu test, paigalt üleshüppe test ja viimasena määrati sensomotoorse reaktsiooni aeg.

Mõõtmisvigade välistamiseks teostasid kõiki mõõtmisi samad inimesed.

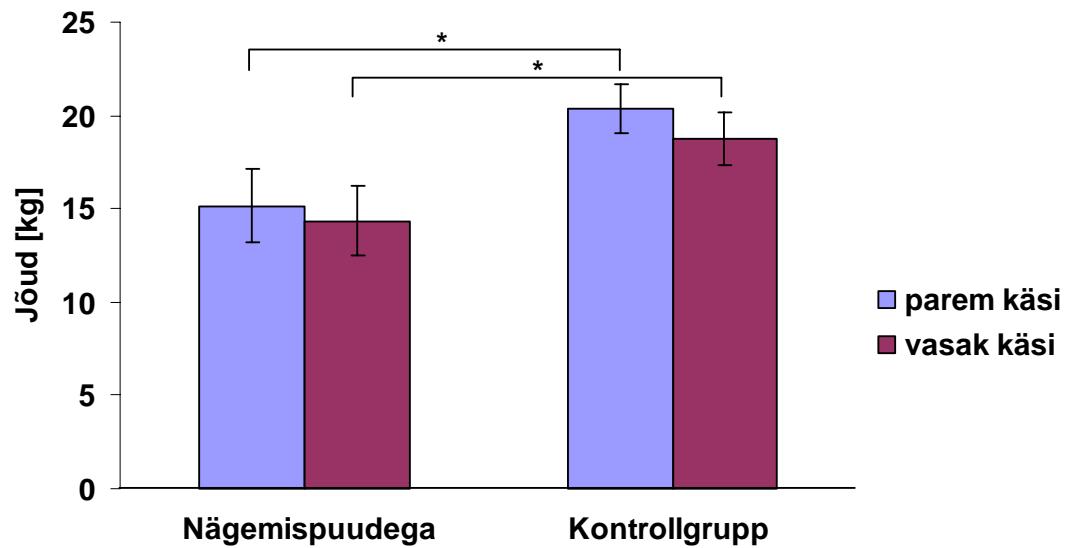
3.4. Andmete statistiline töötlus

Kõikide saadud parameetrite osas arvutati aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja standardviga ($\pm SE$). Aritmeetiliste keskmiste erinevuste olulisust hinnati Student'i t-kriteeriumi alusel. Erinevate näitajate vaheliste seoste leidmiseks kasutati korrelatsioonanalüüsi. Statistilise olulisuse nivooks loeti $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

4.1. Käelihaste isomeetiline maksimaaljõud

Nägemispuudega lastel oli nii parema kui ka vasaku käe isomeetiline maksimaaljõud väiksem ($p < 0,05$) võrreldes kontrollgrupiga (joon.1). Parema ja vasaku käe osas selles näitajas olulisi erinevusi uuritud gruppidel ei täheldatud.



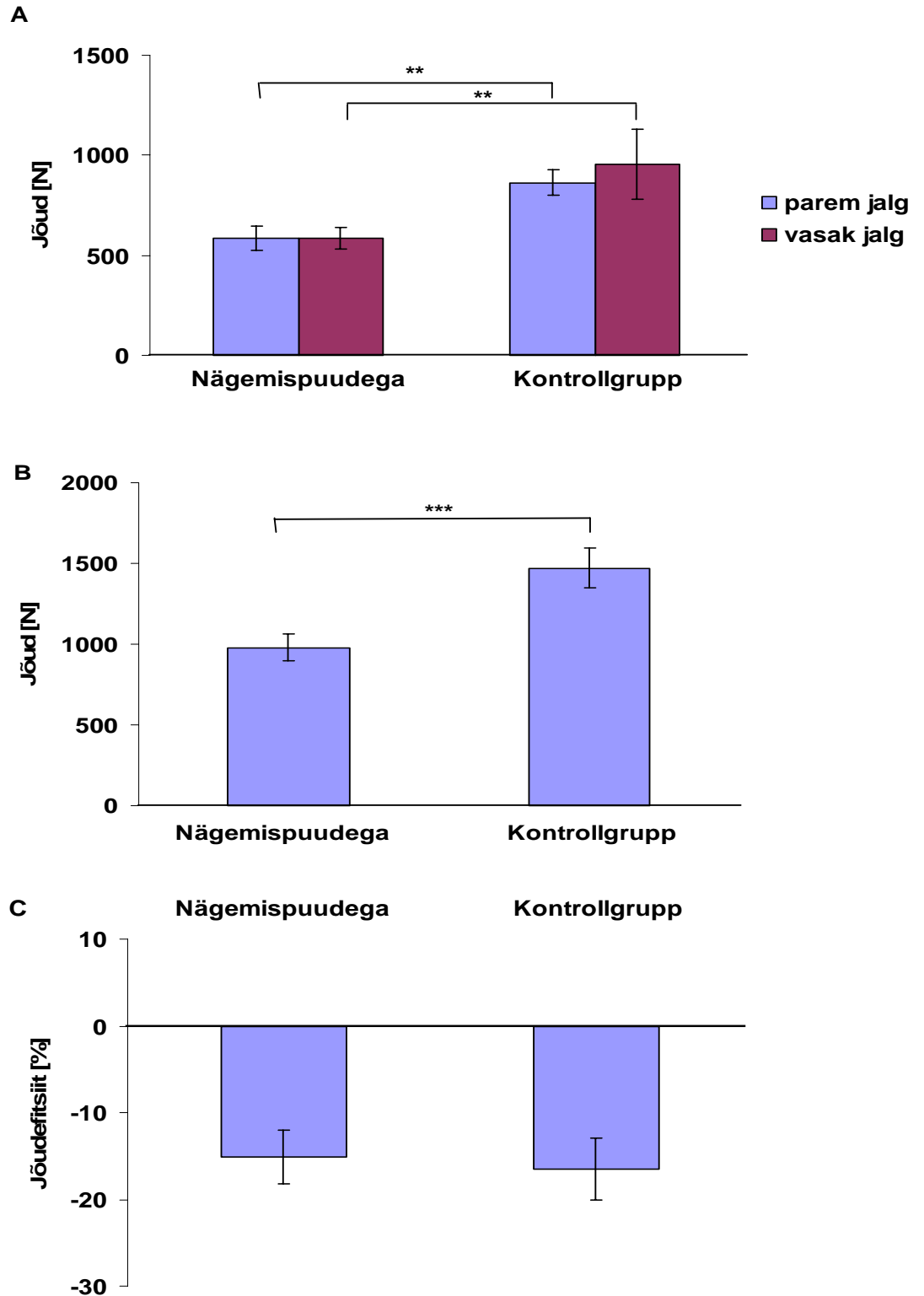
JOONIS 1. Käelihaste isomeetiline maksimaaljõud tahtelisel pingutusel nägemispuudega ($n=15$) ja kontrollgrupi ($n=12$) lastel ($\bar{X} \pm SE$). $*p < 0,05$.

4.2. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud

Nägemispuudega lastel oli nii parema kui ka vasaku jala isomeetriline maksimaaljõud väiksem ($p < 0,01$) võrreldes kontrollgrupiga (joon. 2A). Parema ja vasaku jala sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud uuritud gruppidel oluliselt ei erinenud.

Nägemispuudega lastel oli alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel väiksem ($p < 0,001$) kui kontrollgrupil (joon. 2B).

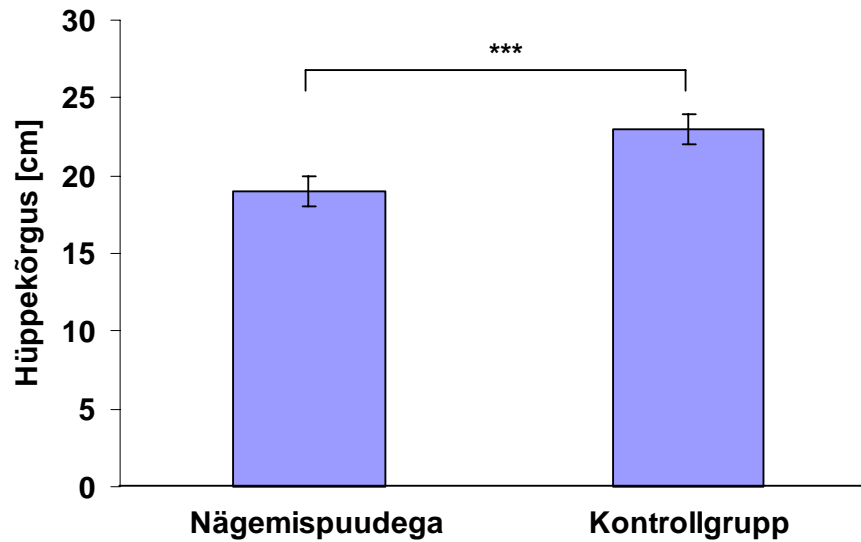
Nägemispuudega ja kontrollgrupi lastel bilateraalne jõudefitsiit oluliselt ei erinenud (joon. 2C).



JOONIS 2. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetiline maksimaaljõud tahtlisel unilateraalsel (A) ja bilateraalsel (B) pingutusel ning bilateraalne jõudefitsiit (C) nägemispuudega (n=18) ja kontrollgruppi (n=12) lastel ($\bar{X} \pm SE$). **p<0,01; ***p<0,001.

4.3. Paigalt üleshüppe võime

Nägemispuudega lastel oli paigalt üleshüppe kõrgus väiksem ($p < 0,001$) kui kontrollgrupil (joon. 3).



JOONIS 3. Paigalt üleshüppe kõrgus nägemispuudega ($n=18$) ja kontrollgrupi ($n=12$) lastel ($\bar{X} \pm SE$). *** $p < 0,01$.

4.4. Keha staatilise tasakaalu näitajad

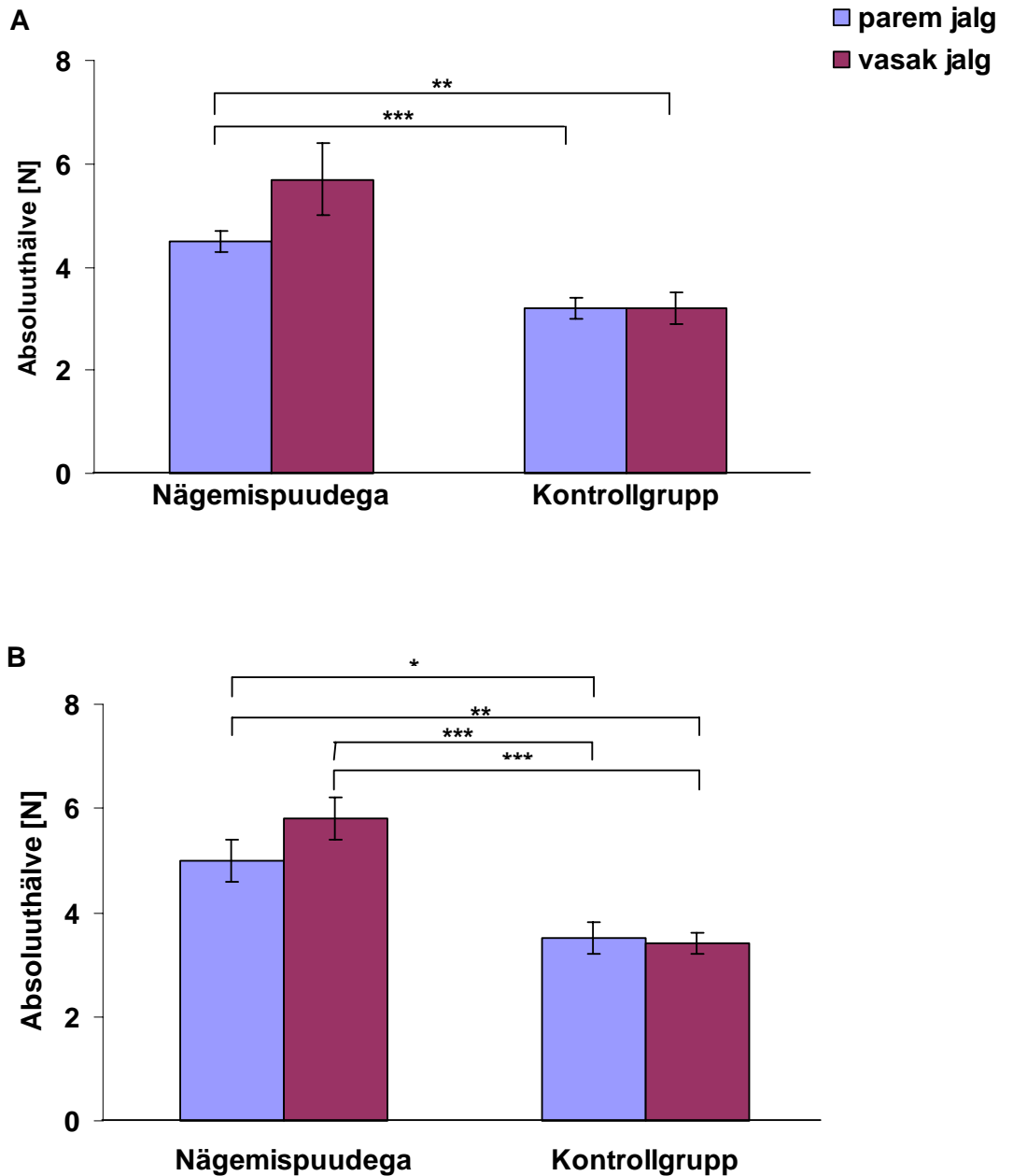
Toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälve avatud silmadega seismisel on toodud joonisel 4A.

Nägemispuudega lastel oli parema jala kõikumise absoluuthälve suurem ($p < 0,01$) nii kontrollgrupi parema ($p < 0,001$) kui ka vasaku jalaga võrreldes. Nägemispuudega lastel ei olnud vasaku jala kõikumise absoluuthälve oluliselt erinev kontrollgrupiga võrreldes.

Toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälve suletud silmadega seismisel on toodud joonisel 4B.

Nägemispuudega lastel oli toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälve suletud silmadega seismisel suurem ($p < 0,05$) nii paremal kui ka vasakul jalal võrreldes kontrollgrupiga.

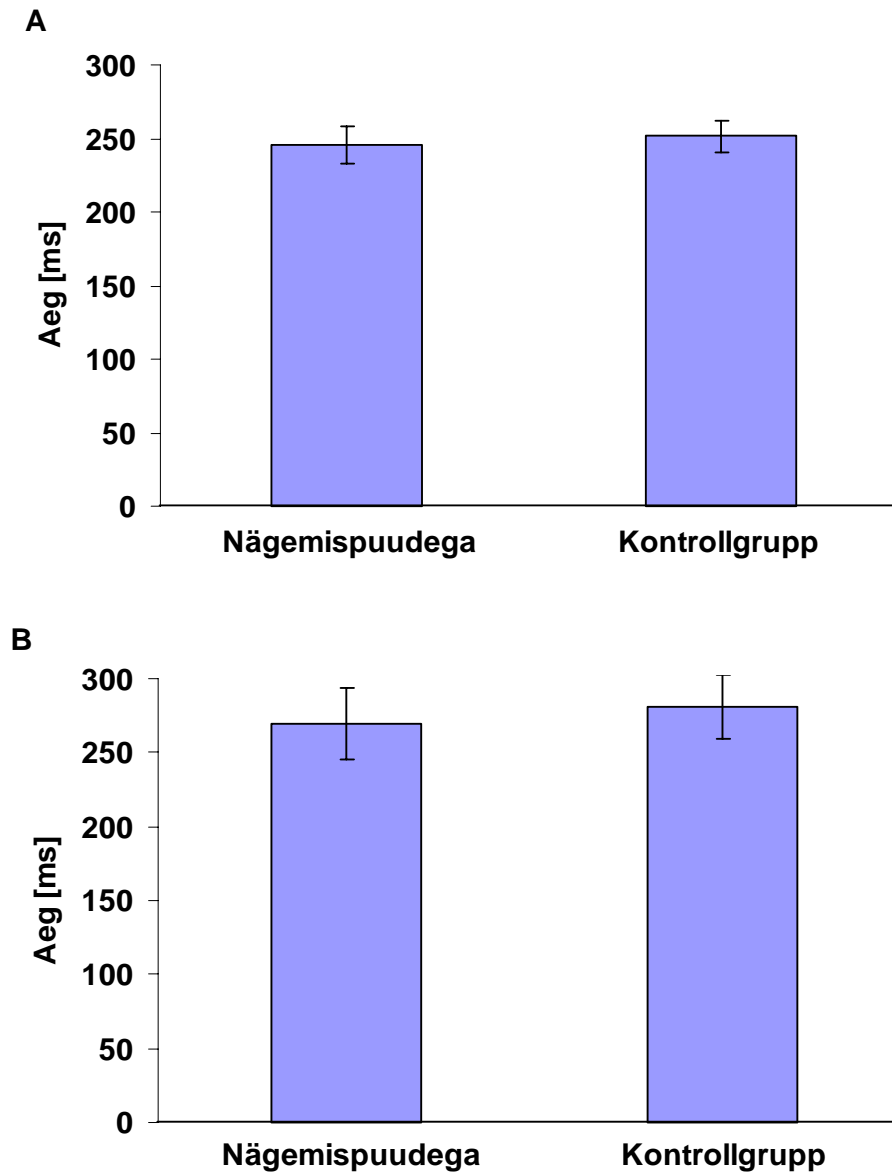
Parema ja vasaku jala toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälve avatud ja suletud silmadega seismisel uuritud gruppides oluliselt ei erinenud ($p > 0,05$), kuid nägemispuudega lastel oli tendents suuremale jalgadevahelisele erinevusele.



JOONIS 4. Toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälve avatud silmadega (A) ja suletud silmadega (B) seisemisel nägemispuudega (n=15) ja kontrollgruppi (n=9) lastel ($\bar{X} \pm SE$). *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

4.5. Sensomotoorne reaktsiooniaeg valgusele ja helile

Nägemispuudega ja kontrollgrupi lastel sensomotoorne reaktsiooniaeg valgusele (joon. 5A) ja helile (joon. 5B) oluliselt ei erine.

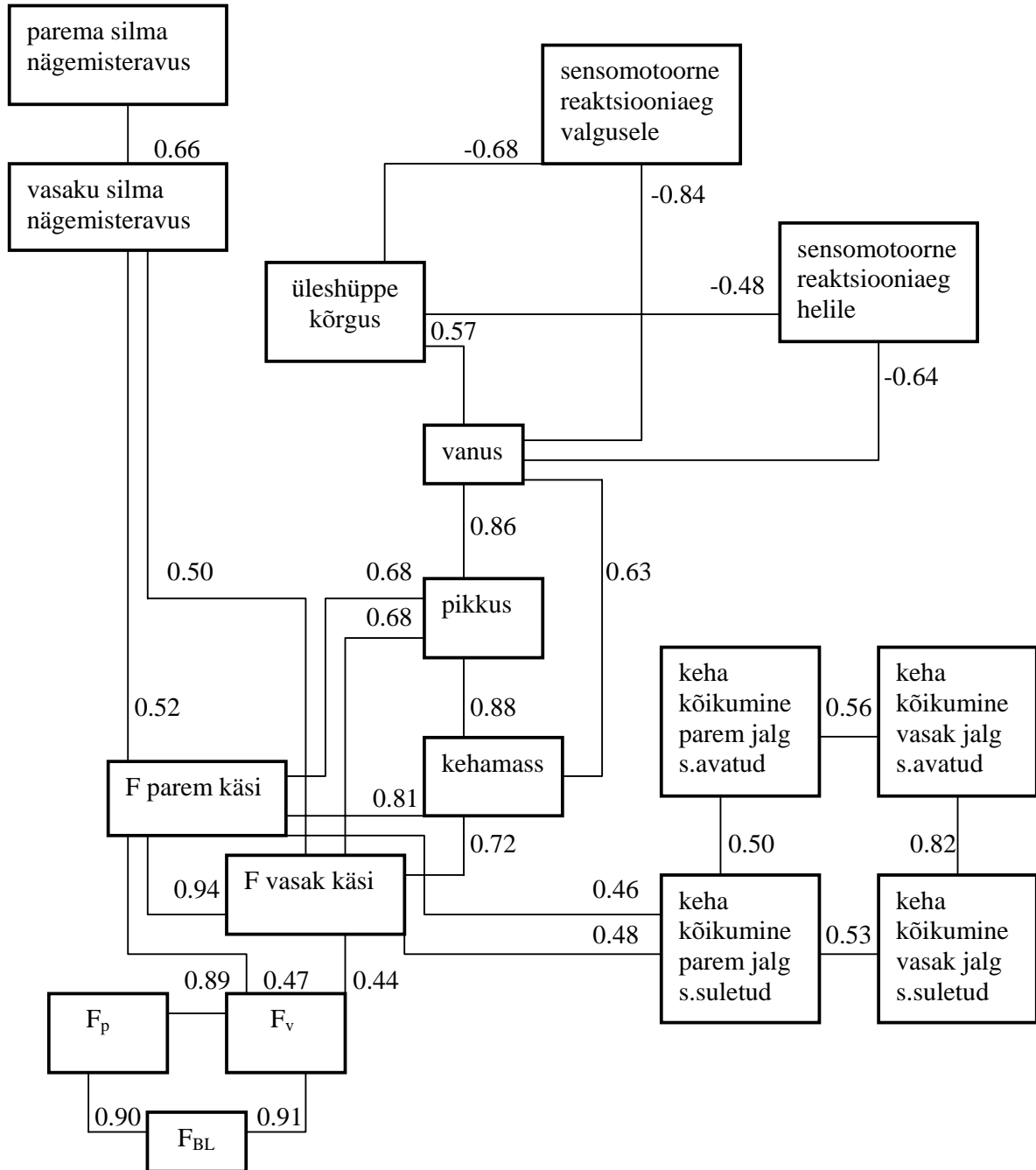


JOONIS 5. Sensomotoorse reaktsiooniaeg valgusele (A) ja helile (B) nägemispuudega (n=18) ja kontrollgrupi (n=12) lastel ($\bar{X} \pm SE$).

4.6. Korrelatiivsed seosed uuritud näitajate vahel

Nägemispuudega lastel registreeritud parameetrite vahelised korrelatiivsed seosed on toodud joonisel 6.

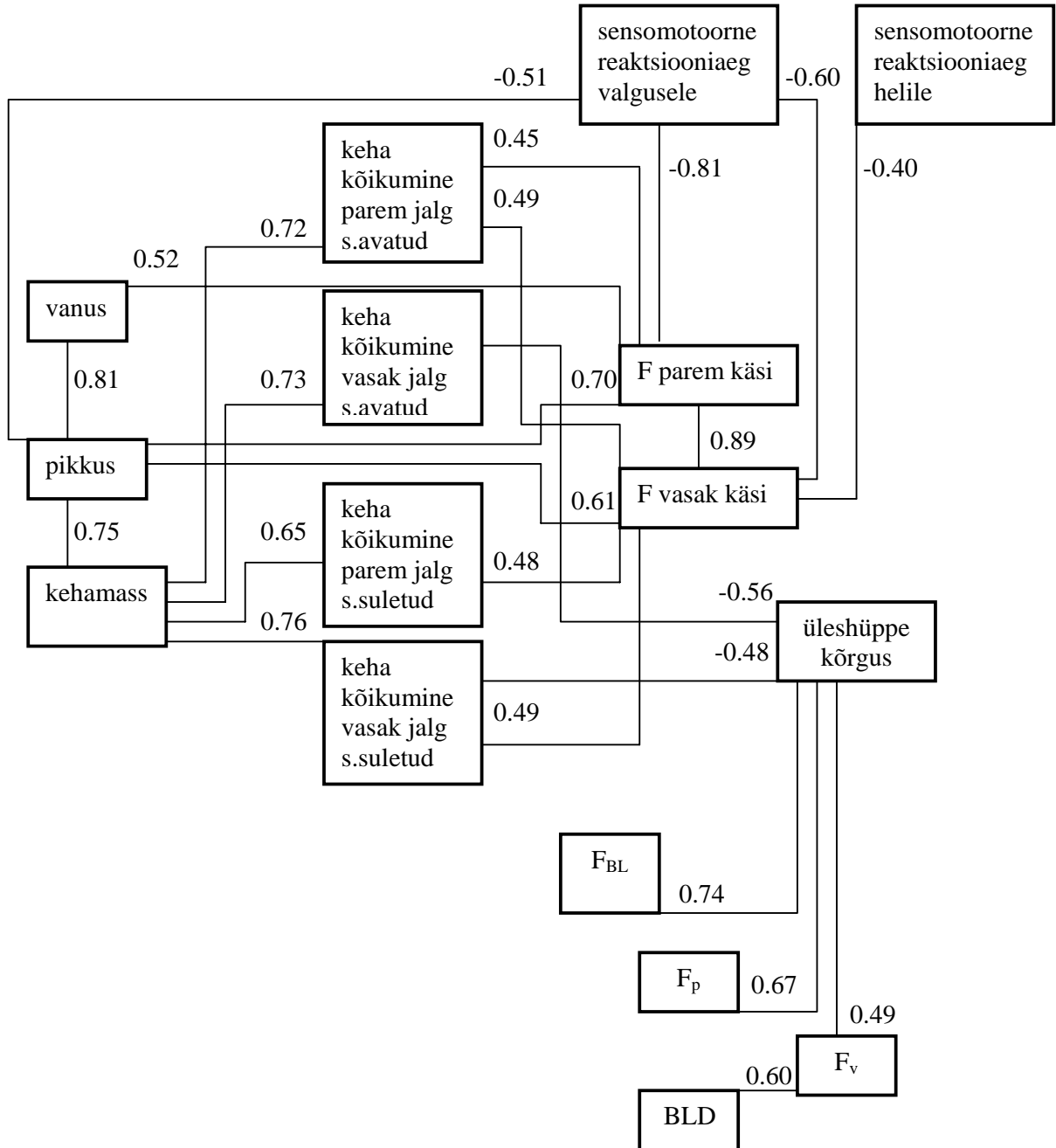
Antropomeetristest näitajatest korreleerusid positiivselt omavahel keha pikkus, kehamass ja vanus. Keha pikkus ja kehamass olid positiivses korrelatsioonis parema ja vasaku käe isomeetrilise maksimaaljõuga. Vanus korreleerus positiivselt üleshüppe kõrgusega ning negatiivselt sensomotoorse reaktsiooniajaga nii valgusele kui ka helile. Maksimaaljõu näitajatest korreleerusid positiivselt parema ja vasaku käe isomeetiline maksimaaljõud ning alajäsemete sirutajalihaste bilateraalne ja unilateraalne parema ja vasaku jala maksimaaljõud. Alajäsemete sirutajalihaste unilateraalne vasaku jala maksimaaljõud oli positiivses korrelatsioonis mõlema käe isomeetrilise maksimaaljõuga. Parema ja vasaku käe isomeetiline maksimaaljõud korreleerus positiivselt toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälbega mõõdetuna suletud silmadega seismisel. Toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälbed korreleerusid omavahel positiivselt. Sensomotoorne reaktsiooniaeg valgusele ja helile korreleerus negatiivselt üleshüppe kõrgusega. Positiivses korrelatsioonis olid omavahel parema ja vasaku silma nägemisteravus ning vasaku silma nägemisteravus korreleerus positiivselt käe isomeetrilise maksimaaljõuga.



JOONIS 6. Korrelatiivsed seosed uuritud näitjate vahel nägemispuudega lastel (olulisuse nivool: $p < 0,05$ $r = 0,47$; $p < 0,01$ $r = 0,59$; $p < 0,001$ $r = 0,70$). F parem käsi – parema käe isomeetriline maksimaaljõud; F vasak käsi – vasaku käe isomeetriline maksimaaljõud; F_p – parema jala sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud; F_v – vasaku jala sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud; F_{BL} – alajäsemete sirutajalihaste bilateraalne maksimaaljõud; s.avatud – silmad avatud; s.suletud – silmad suletud.

Korrelatiivsed seosed uuritud parameetrite vahel kontrollgrupil on toodud joonisel 7.

Vanus korreleerus positiivselt pikkuse ja parema käe isomeetrilise maksimaaljõuga. Pikkus korreleerus positiivselt kehamassi ning parema ja vasaku käe isomeetrilise maksimaaljõuga ning negatiivselt sensomotoorse reaktsioonijaga valgusele. Kehamass korreleerus positiivselt toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise näitajatega. Parema käe lihaste isomeetiline maksimaaljõud oli positiivses korrelatsioonis paremal jalal registreeritud toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälbega mõõdetuna seistes avatud silmadega ning negatiivses korrelatsioonis sensomotoorse reaktsioonijaga valgusele. Vasaku käe isomeetiline maksimaaljõud korreleerus positiivselt toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälbe näitajatega ning negatiivselt sensomotoorse reaktsioonijaga nii valgusele kui ka helile. Plahvatusliku jõu näitajana registreeritud üleshüppe kõrgus korreleerus positiivselt alajäsemete sirutajalihaste bilateraalsel ja unilateraalsel pingutusel registreeritud jõunäitajatega ning negatiivselt vasaku jala toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise absoluuthälbega. Vasaku jala sirutajalihaste unilateraalne maksimaaljõud korreleerus positiivselt bilateraalse jõudefitsiidiga.



JOONIS 7. Korrelatiivsed seosed uuritud näitajate vahel kontrollgrupil (olulisuse nivool: $p < 0,05$ $r = 0,58$; $p < 0,01$ $r = 0,70$; $p < 0,001$ $r = 0,81$). F parem käsi – parema käe isomeetriline maksimaaljõud; F vasak käsi – vasaku käe isomeetriline maksimaaljõud; F_p – parema jala sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud; F_v – vasaku jala sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud; F_{BL} – alajäsemete sirutajalihaste bilateraalne maksimaaljõud; BLD – bilateraalne jõudefitsiit; s.avatud – silmad avatud; s.suletud – silmad suletud.

5. TÖÖ TULEMUSTE ARUTELU

Käesolevas uuringus osalenud nägemispuudega ja kontrollrühma lastel registreeriti rida antropomeetrilisi näitajaid ja mootorset võimekust iseloomustavaid parameetreid.

Uuringus osalenud 8-12 a. nägemispuudega ja kontrollgrupi lapsed ei erinenud oluliselt antropomeetriliste näitajate poolest. Sellest lähtuvalt võib väita, et nägemispuudega laste keha areng, seal hulgas lihassmass, on sarnane nägemispatoloogiata lastega. Mitmed läbiviidud uuringud (Adelson, 1976; Daugherty, 1982; Palazesi, 1986) on näidanud, et nägemispuudega laps areneb samade seaduspärasuste järgi kui normaalselt nägev laps. Erinevalt käesolevas töös saadud andmetest leidsid Jankowski & Evans (1981), et nägemispuudega lapsed on nägijatest eakaaslastest suurema kehamassiga.

Käesolevas töös uuritud gruppidel ilmned olulised erinevused mitmes jämemootorset võimekust iseloomustavas parameetris. Käelihaste isomeetiline maksimaaljõud oli nägemispuudega lastel oluliselt väiksem kui kontrollgrupil. Saadud tulemus ühtib Jankowski & Evans'i (1981) uurimusega, kus ilmned, et nägemispuudega laste ülajäsemete lihased on nõrgemad. Paljud nägemispuudega lapsed hakkavad kõndima ilma eelnevaid arenguetappe läbimata. Nägemispuudega imikud eelistavad kõhuliasendile selili lamamist ja istuvat asendit. Sellest lähtuvalt ei ole neil stimulatsiooni kõhuliasendist edasi roomamiseks. Roomamine ja esemete haaramine arendab käelihaste jõudu ja koordineeritud liikumismustrit. Seega juba imikueast tulenev käelihaste ebapiisav rakendamine nägemispuudega lastel tingib edasise käte nõrkuse (Bouchard & Tetreault, 2000).

De Smet & Vercammen (2001) on leidnud, et prepuberteedialistel lastel korreleerub käelihaste isomeetrilise maksimaaljõud positiivselt pikkuse ja kehamassiga. Sama leiti ka käesolevas töös. Nägemispuudega lastel korreleerus nii pikkus kui ka kehamass positiivselt käelihaste isomeetrilise maksimaaljõuga ning ka kontrollgrupil oli positiivne korrelatsioon pikkuse ja käelihaste isomeetrilise maksimaaljõu vahel. Lihaskõhul näitajate positiivne korrelatsioon on seotud pikemate luukangide süsteemide poolt rakendatava suurema jõuga (Docherty, 1996; Violan jt., 1997; Seger & Thorstensson, 1999). Samuti soodustab toruluude kiirest kasvamisest tingitud lihaste

väljavenitatus nende arengut (Henderson jt., 1993; De Ste Croix jt., 1999). On leitud, et laste lihasjõu areng on seotud lisaks antropomeetrilistele näitjatele oluliselt ka vanuse, soo ja üldise kehalise arenguga (Sunnegardh jt., 1988).

Alajäsemete sirutajalihaste isomeetiline maksimaaljõud oli nii bilateraalsel kui unilateraalsel pingutusel nägemispuudega lastel oluliselt väiksem, kui tervetest moodustatud kontrollgrupil. Wyatt & Gabriel (1997) said sama tulemuse uurides puusa sirutajalihaseid. Nooremas koolieas sõltub lihaste tahteline jõud närviregulatsiooni mehhanismide täiustumisest ja lihasmassi juurdekasvust ning on seotud antropomeetriliste iseärasustega (Malina, 1986). Antropomeetriliste näitjate poolt uuritud grupid ei erinenud, mis annab alust arvata, et lihaste läbimõõt ja mass on nägemispuudega ja normaalse nägemisega lastel võrdselt arenenud. On leitud, et lihaste jõu suurenemine lapse kasvades toimub kiiremini kui lihasmassi suurenemine, seega tugineb lihasjõu areng puberteedieelsel perioodil suuresti neuraalsetel ning lihasesisestel kvalitatiivsetel faktoritel (Haywood & Getchell, 2001; Martin jt., 2004). Lihaskõuet sõltub nii tsentraalsetest (mootorsete ühikute rekruteerimisvõime) kui ka perifeersetest (lihaste biomehhaanilised ja kontraktiilsed omadused) faktoritest (Bosco jt., 1982; Izquierdo jt., 1999). Seega võib oletada, et nägemispuudega laste madalamad tulemused tahtelisel maksimaalsel pingutusel tulenevad eelkõige nende väiksemast võimest rekruteerida mootorseid ühikuid ning koordineerida oma lihaskonna tööd. Lihaste jõugenerereerimine oleneb mootorsete närvikiudude müelinisatsiooni astmest ning närvisüsteemi küpsusest (Haywood, 1993; De Ste Croix jt., 1999). Kuna paljude mootorsete närvikiudude müeliniseerumine pole enne puberteediea saabumist veel lõppenud, siis on ka lihaste neuraalne kontroll lastel piiratud (Viru jt., 1996). DePauw (1981) leidis, et nägemispuudega laste närvi-lihassüsteemi mahajäämus on tingitud selle vähesest rakendamisest, sest nägemispuude tõttu piiratult tajutav keskkond ei ole piisavalt stimuleeriv.

Nii nägemispuudega kui ka kontrollgrupi lastel ilmnis alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõu mõõtmisel negatiivne bilateraalne jõudefitsiit. Saadud tulemused kinnitavad mitmete teiste autorite andmeid (Koh jt., 1993; Oda & Moritani, 1994), kes leidsid, et bilateraalsel pingutusel registreeritud tahteline maksimaaljõud oli väiksem kui parema ja vasaku jäseme unilateraalsel pingutusel saadud tulemuste summa. Maksimaalsel bilateraalsel kontraktsioonil limiteerivad mootorsete ühikute rekruteerimist ja impulseerimissagedust neuraalsed mehhanismid (Howard & Enoka, 1991). Bilateraalne jõudefitsiit võib olla põhjustatud ka mootorsete

keskuste alanenud võimest mobiliseerida motoorseid ühikuid kahe jäseme üheaegsel tegevusel või antagonistlihaste ülemäärase koostoime (koaktivatsiooni) suurenemise tagajärjel. Oda & Moritani (1994) kirjeldasid bilateraalsel jõudefitsiiti suuraju poolkerade vahelise pidurduse tekkega bilateraalsel pingutusel seoses aju mõhnkeha kommissuraalkiudude kaudu toimuve hemisfääride vahelise interaktsiooni häirumisega. Sama on väitnud ka teised autorid (Ohtsuki, 1981; Ohtsuki, 1983; Koh jt., 1993; Vandervoort jt., 1984), kuid täielikule selgusele bilateraalse jõudefitsiidi neurofüsioloogilistes mehhanismides pole jõutud.

Jõu rakendamise kiirust iseloomustab plahvatuslik jõud, mis on välise vastupanu ületamine maksimaalse kiirusega. Paigalt üleshüpped on tüüpilised harjutused, millega testitakse alajäsemete sirutajalihaste plahvatuslikku jõudu (Bosco jt., 1982). Käesolevas uuringus registreeritud paigalt üleshüppe kõrgus oli nägemispuudega lastel oluliselt madalam kui kontrollgrupil. Hüppamine nõuab keerulisi koordinatsioonilisi seoseid sihtmotoorses tegevuses ning sõltub lihaste jõu ja kontraktsioonikiiruse ning närvilihassüsteemi küllaldasest arengutasemest (Haywood, 1993; Raudsepp, 1996). Seega madalam paigalt üleshüppe võime nägemispuudega lastel võib olla põhjustatud nende väiksemast suutlikkusest mobiliseerida ja koordineerida alajäsemete sirutajalihaseid bilateraalsel pingutusel, millele viitavad ka eelnevalt kirjeldatud isomeetrilise maksimaaljõu erinevused võrreldes kontrollgrupiga. Kontrollrühmal olid positiivses korrelatsioonis üleshüppe kõrgus ja alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud. Saadud tulemus ei ühti Viitasalo jt. (1981) kirjeldusega, kus paigalt üleshüppe kõrgus ei korreleerunud oluliselt alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu näitajatega.

Keha staatilise tasakaalu dünamograafilisel uurimisel selgus, et nägemispuudega lastel olid toereaktsiooni vertikaalsuunalise kõikumise näitajad oluliselt suuremad võrreldes kontrollgrupiga. Avatud silmadega seismisel olid nägemispuudega lastel parema jala staatilise tasakaalu näitajad oluliselt halvemad kontrollgrupiga võrreldes. Suletud silmadega seismisel olid nägemispuudega lastel nii parema kui vasaku jala staatilise tasakaalu näitajad kontrollgrupi tulemustest oluliselt halvemad. Ka Pereira (1990) leidis, et nägemispuudega lastel esinevad probleemid keha tasakaalus, mis omakorda põhjustavad häireid motoorses arengus.

Keha tasakaalu reguleerimisel osalevad sensoorne, motoorne ja biomehhaaniline süsteem (Westcott jt., 1997). Sensorsest süsteemist lähtuvad ärritused peavad jõudma väikeajuni, kus programmeeritakse biomehhaanilise süsteemi eripära arvestades

tasakaalu hoidmiseks vajalik lihastoonuse ümberjaotus või korrigeerivad liigutused. Need programmeeritud keha tasakaalu reguleerivad liigutused realiseeritakse järgnevalt motoorse süsteemi poolt. Kuna nägemispuudega lastel on visuaalne tagasiside limiteeritud, siis ei saa nad piisavalt teavet ümbruskonnast, kehaosade asukohast ja nende orientatsioonist. Sellised tingimused takistavad proprioretseptiivse ja vestibulaarreaktsioonide kompensatoorset väljaarenemist, mis tagaksid parema tasakaalu (Dickinson, 1967; Juodžbalienė & Muckus, 2006). Gipsmani (1981) arvates on nägemispuudega lastel häiritud tasakaalu üheks põhjuseks informatsiooni kooskõlastuse häired, mis saadakse kahest sensoorsest sisendist, milleks on visuaalne ja proprioretseptiivne info.

On teada, et lastel areneb väikeaju välja võrreldes teiste ajustruktuuridega suhteliselt hiljem (Winter, 1995). Seega võib üheks halvema tasakaalu põhjuseks olla mitme autori poolt (Adelson, 1976; Daugherty, 1982; Palazesi, 1986) kirjeldatud nägemispuudega laste arengutaseme heterogeensus, sealhulgas väikeaju arengu osas.

Motoorsete funktsioonide arengut ja kesknärvisüsteemi töö kooskõlastatust lihastööga iseloomustab hästi reaktsiooniaeg valgusele ja helile (Fietzek jt., 2000). Reaktsiooniaeg iseloomustab liigutuste juhtimise olulist komponenti, otsuse tegemise kiirust (Gutnik jt., 2001) ning sõltub eelkõige erutusprotsessi leviku kiirusest närvisüsteemis (Lord jt., 1996). Nägemispuudega laste sensomotoorne reaktsiooniaeg korreleerus negatiivselt vanusega, mis on seletatav närvisüsteemi arenguga kaasneva erutusprotsessi tekke ja leviku kiiruse paranemisega.

Sensomotoorse reaktsiooniaeg reageerimisel nii valgusele kui helile ei erinenud nägemispuudega lastel kontrollgrupiga võrreldes. Reaktsiooniaja määramisel kasutati antud uuringus testi, kus laps pidi vastuseks nägemisele või kuulmisärritusele sõrmega vajutama klaviatuuriklahvile. Selline tegevus eeldab peenmotoorset aktiivsust. Bouchard & Tetreault (2000) on leidnud, et nägemispuudega lastel on peenmotoorika arenenud paremini kui jämemotoorika. Seda seletatakse visuaalsest piirangust tingitud jämemotoorset arengut soodustava stimulatsiooni puudumisega. Peenmotoorsete tegevuste korral konsentreerub laps täielikult tegevusele ja keskkonnast tulevad ohud ja takistused on väiksemad kui jämemotoorse tegevuse sooritamisel. Vanemas koolieas võivad nägemispuudega lapsed hakata eelistama peenmotoorseid tegevusi, mis omakorda veelgi süvendab jämemotoorse arengu mahajäämust.

Nägemispuudega lastel korreleerus nägemisteravus positiivselt käelihaste isomeetrilise maksimaaljõuga. Nagu juba eespool kirjeldatud omab nägemise kaudu

saadava informatsiooni hulk ja kvaliteet suurt tähtsust elutegevuses. Suurem nägemisteravus võimaldab lapsel saada ümbritsevast keskkonnast rohkem stimulatsiooni tegevuseks ning selle tulemusena enam rakendada oma motoorseid võimeid ja arendada oskusi. Närvi-lihassüsteemi pidev tööerakendamine mõjutab nii lihasesisese kui ka lihastevahelise koordineerimise täiustumist. Liigutusvilumuse formeerumisel omavad tähtsust nii bioloogilised kui ka keskkonnapoolsed tegurid. Seega on harjutamine lihasjõu arenemisel soodustavaks teguriks (Gallahue & Ozmun, 1998; Malina & Bouchard, 1991).

Kokkuvõttes kinnitas käesolev uurimustöö, et nägemispuudega lastel on jämemotoorne võimekus vähem arenenud võrreldes normaalselt nägijatega. Nägemispuudega lapsed ei erinenud oma eakaaslastest antropomeetriliste näitajate poolest, seega võib järeldada, et jämemotoorsete võimete madalam tase tuleneb neil tsentraalsete juhtimismehhanismide, s.o. mootorsete keskuste mõnevõrra madalamast arengutasemest prepuberteedieas. Peamine põhjendus nägemispuudega laste madalama arengutaseme seletuseks selles valdkonnas on, et lapseas sooritatav tegevus ei ole piisav vajaliku motoorse arengu taseme saavutamiseks. Vajalik oleks lapsega tegelevate isikute (vanemad, kasvatajad, terapeutid) poolt stimulatsiooni ja motivatsiooni leidmine tagamaks eakohast kehalist arengut. Käesoleva töö tulemused lubavad väita, et nägemispuue ei põhjusta muutusi sensomotoorse reaktsiooni näitajates prepuberteediealistel lastel.

6. JÄRELDUSED

1. Nägemispuudega 8-12-a. lastel oli käelihaste isomeetriline jõud väiksem kui samas vanuses normaalse nägemisega lastel.
2. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline jõud bilateraalset ja unilateraalset pingutusel oli nägemispuudega lastel väiksem võrreldes normaalse nägemisega lastega, kusjuures alajäsemete sirutajalihaste bilateraalne jõudefitsiit neil gruppidel oluliselt ei erinenud.
3. Nägemispuudega lastel oli paigalt üleshüppe kõrgus väiksem võrreldes normaalse nägemisega lastega.
4. Nägemispuudega lastel oli keha staatiline tasakaal avatud ja suletud silmadega seismisel halvem kui normaalse nägemisega lastel.
5. Sensomotoorne reaktsioon valgusele ja helile nägemispuudega ja normaalse nägemisega lastel oluliselt ei erinenud.
6. Nägemispuudega lastel korreleerus nägemisteravus positiivselt käelihaste isomeetrilise maksimaaljõuga.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Adelson, E., Fraiberg, S.** Sensory deficit and motor development in infants blind from birth. In: Z. Jastrzembrska (Ed.), *The Effects of Blindness and Other Impairments on Early Development*. New York, American Foundation for the Blind, 1976, pp. 1-15
2. **Arceneaux, J.M., Hill, S.K., Chamberline, C.M., Dean, R.S.** Developmental and sex differences in sensory and motor functioning. *Int J Neurosci*, 1997, 89: 253-263
3. **Asai, H., Aoki, J.** Force development of dynamic and static contractions in children and adults. *Int J Sports Med*, 1996, 17(3): 170-174
4. **Belanger, A.Y., McComas, A.J.** Contractile properties of human skeletal muscle in childhood and adolescence. *Eur J Appl Physiol*, 1989, 58: 563-567
5. **Beunen, G., Malina, R.** Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exerc Sport Sci Rev*, 1988, 16: 503-540
6. **Beunen, G., Martine, T.** Muscular strength development in children and adolescents. *Ped Exerc Sci*, 2000, 12: 174-197
7. **Blimkie, C.J.R.** Age- and sex-associated variation in strength during childhood: Anthropometric, morphologic, neurologic, biomechanical, endocrinologic, genetic and physical activity correlates. In: C.V. Gisolfi & D.R. Lamb (Eds.) *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol.2. Youth, Exercise and Sport*. Indianapolis, Benchmark Press, 1989, pp. 99-163
8. **Blimkie, C.J.R.** Resistance training during pre- and early puberty: efficiency, trainability mechanisms and persistence. *Can J Sport Sci*, 1992, 17(4): 264-279
9. **Bosco, C., Ito, A., Komi, P.V., Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H., Viitasalo, J.** Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiol Scand*, 1982, 114: 543-550
10. **Bouchard, D., Tetreault, S.** The motor development of sighted children and children with moderate low vision aged 8-13. *J Vis Impair Blind*, 2000, 94(9): 564-574

11. **Branta,C., Haubenstricker, J., Seefeldt, V.** Age changes in motor skills during childhood and adolescence. *Exerc Sport Sci Rev*, 1984, 12: 467-520
12. **Burton, W.A., Miller, D.E.** Movement Skill Assessment. Champaign, Human Kinetics, 1998
13. **Clark, J.E., Philips, S.J., Petersen, R.** Developmental stability in jumping. *Devel Psychol*, 1989, 25: 929-935
14. **Cratty, B.J.** Perceptual and Motor Development in Infants and Children. New York, Prentice Hall, Engelwood Cliffs, 1986
15. **Daugherty, K.M., Moran, M.F.** Neuropsychological, learning and developmental characteristics of the low vision child. *J Vis Impair Blind*, 1982, 76: 398-406
16. **De Smet, L., Vercammen, A.** Grip strength in children. *J Pediatr Orthop B*, 2001, 10: 352-354
17. **De Ste Croix, M.B.A., Armstrong, N., Welsman, J.R.** Concentric isokinetic leg strength in pre-teen, teenage and adult males and females. *Biol Sport*, 1999, 16: 75-86
18. **DePauw, K.** Physical education for the visually impaired: A review of literature. *J Vis Impair Blind*, 1981, 75: 162-164
19. **Dickinson, J., Leonard, J.A.** The role of peripheral vision in static balancing. *Ergonomics*, 1967, 10: 421-429
20. **Docherty, D.** Measurement in Pediatric Exercise Science. Champaign, Human Kinetics, 1996
21. **Docherty, D., Gaul, C.A.** Relationships of body size, physique, and composition to physical performance in young boys and girls. *Int J Sports Med*, 1991, 12: 525-532
22. **Ferrel, K.A., Trief, E., Dietz, S.J., Bonner, M.A., Cruz, D., Ford, E., Stratton, J.M.** Visually impaired infants research consortium: First-year result. *J Vis Impair Blind*, 1990, 85: 404-410
23. **Fiezek, U.M., Heinen, F., Berweck, S., Maute, S., Hufschmidt, A., Schulte-Monting, J., Lucking, C.H., Korinthenberg, R.** Development of the corticospinal system and hand motor function: central conduction times and motor performance tests. *Dev Med Child Neurol*, 2000, 42: 220-227
24. **Fraiberg, S.** Insights from the Blind. London, Souvenir Press, 1977

25. **Gallahue, D.L., Ozmun, J.C.** Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults. (4th ed). New York, McGraw – Hill, 1998
26. **George, C., Patton, R., Purdy, D.** Development of an aerobics conditioning program for the visually handicapped. *J Physical Educ Recreat*, 1975, 46: 39-40
27. **Gipsman, S.C.** Effect of visual condition on the use of proprioceptive cues in performing a balance task. *J Vis Impair Blind*, 1981, 85: 50-54
28. **Griffin, H.C.** Motor development in congenitally blind children. *Educ Visual Handic*, 1981, 12: 106-111
29. **Gutnik, B.J., Mackie, H.W., Guo, W., Nicholson, J.** Lateral difference in reaction times to lateralized auditory stimuli. *Indian J Physiol Pharmacol*, 2001, 45: 63-70
30. **Halverson, L.E., Roberton, M.A., Langendorfer, S.** Development of the overarm throw: Movement and ball velocity changes by seventh grade. *Res Quart Exerc Sport*, 1982, 53: 198-204
31. **Hart, V.** Research as a basis for assessment and curriculum development for visually impaired infants. *J Vis Impair Blind*, 1984, 78: 314-318
32. **Haywood, K.** Life Span Motor Development. (2nd ed). Champaign, Human Kinetics, 1993
33. **Haywood, K., Getchell, N.** Life Span Motor Development. (3rd ed.). Champaign, Human Kinetics, 2001
34. **Henderson, R.C., Howes, C.L., Erickson, K.L., Heere, L.M.** Knee flexor-extensor strength in children. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1993, 18: 559-563
35. **Howard, J.D., Enoka, R.M.** Maximal bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *J Appl Physiol*, 1991, 70: 260-267
36. **Hyvärinen, L.** Lapse nägemine normaalne ja kahjustatud. Tallinn, Eesti Pimedate Ühing, 1992
37. **Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalez, R., Lopez, J.L., Häkkinen, K.** Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Physiol*, 1999, 79: 260-267
38. **Jan, J., Robinson, G., Scott, E., Kinnis, C.** Hypotonia in the blind child. *Dev Med Child Neurol*, 1975, 17: 35-40
39. **Jan, J., Sykanda, A., Groenveld, M.** Habilitation and rehabilitation of visually impaired children. *Pediatrician*, 1975, 17: 202-207

40. **Jankowski, L., Evans, J.** The exercise capacity of blind children. *J Vis Impair Blind*, 1981, 75: 248-281
41. **Juodžbalienė, V., Muckus, K.** The influence of the degree of visual impairment on psychomotor reaction and equilibrium maintenance of adolescents. *Medicina*, Kaunas, 2006, 42(1): 49-56
42. **Jānes, S., Panov, A.** Esmase nägemisinvaliidsuse struktuur ja põhjused Eestis, Nägemise tervishoiu laboratoorium 1975-1990. Teaduslike tööde kogumik ja bibliograafia. Tartu, 1990, lk.31-33
43. **Kastein, S., Spaulding, I., Scharf, B.** Raising the young blind child. A guide for parents and educators, New York, Human Sciences Press, 1980
44. **Koh, T.J., Grabir, M.D., Clough, C.A.** Bilateral deficits is larger for step than for ramp isometric contractions. *Eur J Appl Physiol*, 1993, 74: 1200-1205
45. **Lefevre, J., Beunen, G., Borms, J., Vrijens, S.** Sex differences in physical fitness in Flemish youth. In: J. Parizkova, A.P. Hills (Eds). *Medicine and Sport Science*, Vol. 43, 1998, pp. 54-67
46. **Lord, S.R., Lloyd, D.G., Keung, L.S.** Sensori-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling women. *Age Ageing*, 1996, 25: 292-299
47. **Malina, R.M.** Physical growth and maturation. In: J.R. Thomas (Ed). *Motor Development During Childhood and Adolescence*. Minneapolis, Burgess, 1984, pp. 12-26
48. **Malina, R.M.** Genetics of motor development and performance. In: R.M. Malina, C. Bouchard (Eds). *Sport and Human Genetics*. Champaign, Human Kinetics, 1986, pp.23-58
49. **Malina, R.M.** Anthropometry, strength and motor fitness. In: S.J. Ulijaszek, C.G.N. Mascie-Taylor (Eds). *Anthropometry: The Individual and The Population*. Cambridge, 1994, pp. 213
50. **Malina, R.M., Bouchard, C.** *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign, Human Kinetics, 1991
51. **Malina, R.M., Bouchard, C., Bar-Or, O.** *Growth, Maturation and Physical Activity* (2nd ed). Champaign, Human Kinetics, 2004
52. **Martin, R.J., Dore, E., Twisk, J., van Praagh, E., Hautier, C.A., Bedu, M.** Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36(3): 498-503

53. **Morris, A.M., Williams, J.M., Atwater, A.E., Wilmore, J.H.** Age and sex differences in motor performance of 3 through 6 year old children. *Res Quart Exerc Sport*, 1982, 53: 214-221
54. **Nelson, J.K., Thomas, J.R., Nelson, K.R., Abraham, P.C.** Gender differences in children's throwing performance biology and environment. *Res Quart Exerc Sport*, 1986, 57: 280-287
55. **Norris, N., Spaulding, P., Brodie, F.** *Blindness and Children*. Chicago. University of Chicago Press, 1957
56. **Numminen, P., Välimäki, I.** *Liikumine lapse- ja noorukieas. Liikumine ja meditsiin*. Tallinn, Medicina, 1998
57. **Ohtsuki, T.** Decrease in grip strength induced by simultaneous bilateral exertion with reference to finger strength. *Ergonomics*, 1981, 7: 37-48
58. **Ohtsuki, T.** Decrease in human voluntary isometric arm strength induced by simultaneous bilateral exertion. *Behav Brain Res*, 1983, 7: 165-178
59. **Oda, S., Moritani, T.** Maximal isometric force and neural activity during bilateral and unilateral elbow flexion in humans. *Eur J Appl Physiol*, 1994, 69: 240-243
60. **Oja, L., Jürimäe, T.** Relationships between physical activity, motor ability, and anthropometric variables in 6-year-old Estonian children. In: J. Parizkova, A.P. Hills (Eds). *Medicine and Sport Science*, Vol. 43, 1998, pp. 68-78
61. **Palzesi, M.** The need for motor development programs for visually impaired preschoolers. *J Vis Impair Blind*, 1986, 80: 573-576
62. **Parizkova, J.** *Growth, Fitness and Nutrition in Preschool Children*. Prague, Charles University, 1984
63. **Peeters, M.V., Thomis, M.A., Maes, H.H., Beunen, G.P., Loos, R.J., Claessens, A.L., Vlietinck, R.** Genetic and environmental determination of tracking in static strength during adolescence. *J Appl Physiol*, 2005, 99(4): 1317-1326
64. **Pereira, L.M.** Spatial concepts and balance performance: Motor learning in blind and visually impaired children. *J Vis Impair Blind*, 1990, 84: 109-111
65. **Pogruund, R.J., Rosen, S.J.** The preschool blind child can be a cane user. *J Vis Impair Blind*, 1989, 83: 112-115
66. **Pääsuke, M., Ereline, J., Gapeyeva, H.** Knee extensor muscle strength and vertical jumping performance characteristics in pre- and post-pubertal boys. *Ped Exerc Sci*, 2001, 13: 60-69

67. **Raudsepp, L.** Physical Activity, Somatic Characteristics, Fitness and Motor Skill Development in Prepubertal Children. Doctoral Thesis, Tartu, 1996
68. **Raudsepp, L., Pääsuke, M.** Gender differences in fundamental movement patterns, motor performance and strength measurements of prepubertal children. *Ped Exerc Sci*, 1995, 7: 294-304
69. **Raudsepp, L., Viru, A.** Motoorne areng. Tartu, Atlex, 1996
70. **Reimer, A.M., Smits-Engelsman, B.C.M.** Development of an instrument to measure manual dexterity in children with visual impairments aged 6-12. *J Vis Impair Blind*, 1999, 93(10): 643-659
71. **Robertson, M.A.** Changing motor patterns during childhood. In: J.R. Thomas (Ed). *Motor Development During Childhood and Adolescence*. Minneapolis, Burgess, 1984, pp.75-78
72. **Rowland, T.W.** Exercise and Children's Health. Champaign, Human Kinetics, 1990
73. **Schmidt, R.F., Thews, G.** Inimese füsioloogia. Tartu, 1997, lk. 249-290
74. **Seelye, W.** Physical fitness of blind and visually impaired Detroit public school children. *J Vis Impair Blind*, 1983, 77: 117-118
75. **Seger, J.Y., Thorstensson, A.** Gender specific development of eccentric strength over puberty. Abstracts of XVIIth Congress of International Society of Biomechanics. Tokyo, 1999
76. **Silva, P.A., Birkbeck, J., Russell, D.G., Wilson, J.** Some biological developmental and social correlates of gross and fine motor performance in Dunedin seven year olds. *J Hum Mov Studies*, 1984, 10: 35
77. **Simons, J., Ostyn, M., Beunen, G., Ruison, G., Van Gerven, D.** Factor analytic study of the motor ability of Belgian girls age 12 to 19. In: F. Landry and W.A. Orball (Eds). *Biomechanics of Sports and Kinantropometry Symposia Specialists*. Miami, 1978, pp. 395
78. **Sinaki, M., Limburg, P.J., Wollan, P.C., Rogers, J.W., Murtaugh, P.A.** Correlation of trunk muscle strength with age in children 5 to 18 years old. *Mayo Clin Proc*, 1996, 71: 1047-1054
79. **Sleuwenhoek, H.C., Boter, R.D., Vermeer, A.** Perceptual-motor performance and the social development of visually impaired children. *J Vis Impair Blind*, 1995, 89: 359-367

80. **Sonksen, P., Levitt, S., Kitsinger, M.** Identification of constraints acting on motor development in young visually disabled children and principles of remediation. *Child Care, Health Dev*, 1984, 10: 273-286
81. **Stack, D., Minnes, P.** Aberrant motor development in three disabilities: Directions for research and practice. *Early Child Dev Care*, 1989, 43: 1-14
82. **Sunnegardh, J., Bratteby, L.E., Nordesjo, L.O., Nordgren, B.** Isometric and isokinetic muscle strength, anthropometry and physical activity in 8-13 year old Swedish children. *Eur J Appl Physiol*, 1988, 58: 291-297
83. **Sykanda, A., Levitt, S.** The physiotherapist in the developmental management of the visually impaired child. *Child Care, Health Dev*, 1982, 8: 261-270
84. **Thomas, J.R., Nelson, K.R., Nelson, J.K.** Longitudinal change in throwing performance: gender differences. *Res Quart Exerc Sport*, 1991, 62: 105-108
85. **Vandervoort, A.A., Sale, D.G., Moroz, J.R.** Comparison of motor unit activation during childhood and bilateral leg extension. *J Appl Physiol*, 1984, 56: 46-51
86. **Van Praagh, E., Doré, E.** Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Med*, 2002, 32: 701-728
87. **Vassenin, A.** Nägemispuudega inimesed. Tallinn, Eesti Puuetega Inimeste Koda, 2003
88. **Viitasalo, J.T., Häkkinen, K., Komi, P.V.** Isometric and dynamic force production and muscle performance in man. *J Hum Movem Stud*, 1981, 7: 199-209
89. **Violan, M.A., Small, E.W., Zetaruk, M.N., Micheli, L.J.** The effect of karate training on flexibility, muscle strength and balance in 8- to 13-year-old boys. *Ped Exerc Sci*. 1997, 9: 55-64
90. **Viru, A., Loko, J., Volver, A., Laaneots, L., Sallo, M., Smirnova, T., Karelson, K.** Alterations in foundations for motor development in children and adolescents. *Coaching Sport Sci J*, 1996, 1: 11-19
91. **Westcott, S.L., Pax-Lowes, L., Richardson, P.K.** Evaluation of postural stability in children: Current theories and assesment tools. *Phys Ther*, 1997, 77: 629-645
92. **White, P.** Elu pimedana. Tallinn, Koolibri, 2000
93. **Wickström, R.L.** Fundamental Motor Patterns (3rd ed). Philadelphia, Lea and Febiger, 1983
94. **Williams, H.G.** Perceptual and Motor Development. New York, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1983

95. **Winter, D.A.** Anatomy, Biomechanics and Control of Balance During Standing and Walking. Waterloo, Waterloo Biomechanics, 1995
96. **Wyatt, L.N., Gabriel, Y.** The effect of visual impairment on the strength of children's hip and knee extensors. *J Vis Impair Blind*, 1997, 91(1): 40-47
97. **Zanandra, M.** Play, social interaction, and motor development: practical activities for preschoolers with visual impairments. *J Vis Impair Blind*, 1998, 92(3): 176-189

Motor Performance in 8-12-year-old Children With Visual Impairment

Evelin Avi

SUMMARY

The aim of this study was to compare the motor performance characteristics in 8-12-year-old children with visual impairment (VI) (n=18) and sighted children (n=12) as controls (CON). Handgrip force was measured with Lafayette hand dynamometer. Bilateral (BL) and unilateral (UL) maximal isometric voluntary contraction (MVC) force of the leg extensor muscles were measured using specially designed dynamometric chair. Vertical jump height and static standing balance were tested on force platforms. Sensory motor reaction on visual and auditory signal was measured by special computer program. The results indicated that maximal handgrip force was less ($p<0.05$) in VI children than in CON children. VI children had lower ($p<0.01$) MVC force of the leg extensor muscles during UL contraction than CON children. MVC force of the leg extensor muscles during BL contraction was also less ($p<0.001$) in VI children compared to CON children. BL strength deficit did not differ significantly in the measured groups. CON children demonstrated greater ($p<0.001$) vertical jump height compared to VI children. VI children demonstrated higher postural instability during standing with open and closed eyes. Sensory motor reaction time did not differ significantly in the measured groups of children. VI children had significant positive correlation between anthropometrical characteristics, maximal handgrip force, vertical jump height, and negative correlation between age and sensory motor reaction time. Visual acuity correlated positively with handgrip force in VI children. CON group had significant positive correlation between anthropometrical characteristics and maximal handgrip force, and between vertical jump height and MVC force of the leg extensor muscles.