

TARTU ÜLIKOOL
Füüsika-keemiateaduskond
Eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituut

THEA TOOMLA

**MÜOMEETRILISTE PARAMEETRITE DIAGNOSTILISEST
INFORMATIIVSUSEST TÖÖTERVISHOIU MEDITSIINILISES
UURINGUS**

Rakendusfüüsika
Magistritöö

Juhendaja: dotsent Dr. Habil. Biol. ARVED VAIN

Tartu 2005

SISUKORD

PUBLIKATSIOONID JA ETTEKANDED MAGISTRITÖÖ TEEMAL	4
TÄHISTUSED	5
SISSEJUHATUS	9
1. ÜLEVAADE PROBLEEMIST KIRJANDUSE PÕHJAL	10
1.1. Töötervishoid ja tööfüsioloogia	10
1.2. Skeletilihase ehitus	15
1.3. Skeletilihase toonus	17
1.4. Skeletilihaste biomehaanilised omadused	17
1.5. Lihashaiguste üldine iseloomustus ja diagnoosimine	18
1.6. Uutest meetoditest ja seadmetest lihaste toonuse testimisel	21
2. UURITAVAD JA MEETODID	25
2.1. Uuritavad	25
2.2. Meetodid	25
2.2.1. Terviseuuring	25
2.2.2. Kehamassiindeksi määramine	26
2.2.3. Müomeetriline uuring	27
2.3. Müomeetrilise testimise tehnoloogia	27
2.4. Müomeetri abil mõõdetavad parameetrid	28
2.5. Andmetöötlus	29
3. TULEMUSED	30
3.1. Mõõtmistulemuste jaotused	30
3.2. Statistilised võrdlused	39
3.3. Statistilised seosed	42
3.4. Normväärtused	55
3.5. Parameetrite vahelised sõltuvused WizWhy programmiga	57
3.5.1. Töökoha riskianalüüs	58
3.5.2. Füüsilise ülekoormusega seotud haigused	59
3.5.3. Diagnoosid	61
3.5.4. Arteriaalne vererõhk	62
4. TULEMUSTE ANALÜÜS	64
4.1. Mõõtmistulemuste jaotuse hinnangud	64
4.2. Statistilised võrdlused	64
4.3. Statistiliste seoste hindamine	65
4.4. Normväärtused	66
4.5. Parameetrite vaheliste sõltuvuste hindamine WizWhy programmiga	71
4.5.1. Töökoha riskianalüüs	71
4.5.1.1. Teine terviseriski tase	71
4.5.1.2. Kolmas terviseriski tase	72
4.5.1.3. Neljas terviseriski tase	73
4.5.2. Füüsilise ülekoormusega seotud haigused	74
4.5.2.1. Füüsilise ülekoormusega seotud haigus puudub	74
4.5.2.2. Algnähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes	75
4.5.2.3. Periooditi manifesteerunud nähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes	76
4.5.2.4. Püsiva iseloomuga tunnused füüsilise ülekoormusega seotud haigustes	77
4.5.3. Diagnoosid	78

4.5.3.1. Diagnoos 1	78
4.5.3.2. Diagnoos 2	79
4.5.4. Arteriaalne vererõhk	80
KOKKUVÕTE	82
KASUTATUD KIRJANDUS	83
SUMMARY	86
LISAD	87

PUBLIKATSIOONID JA ETTEKANDED MAGISTRITÖÖ TEEMAL

1. Toomla T., Vain A., Kahn H., *Skeletilihaste funktsionaalse seisundi võrdlev analüüs müomeetrilisel meetodil*, konverents „Teadus, sport ja meditsiin“ ETTEKANDED, Tartu, AS Atlex, 2004, 94-96
2. Vain A., Toomla T., Kaljuvee A., *Müomeetria võimalustest töötervishoiu ekspertiisis*, V Rahvusvaheline töötervishoiu alane sümposium „Eesti Töötervishoid 21: Koostöö & eetika“ ettekannete teesid, Tartu, Hoobeks OÜ, 2005, 69-70
3. Toomla T., Vain A., Kahn H., *Müomeetria meetodi võimalustest hüpertoonia ennetamisel*, XXXV Eesti Füüsikapäevad, ettekanne, Tartu, OÜ Greif, 2005, 98-99
4. Toomla T., Vain A., Kahn H., *Skeletilihaste seisundi hindamine müomeetrilisel meetodil*, Eesti Töötervishoid, 2005 (avaldamiseks vastu võetud)
5. Toomla T., Vain A., Kahn H., *Müomeetria meetodil määratud skeletilihaste parameetrite seosest arteriaalse hüpertooniaga*, Eesti Arst, 2005 (avaldamiseks vastu võetud)

TÄHISTUSED

ABD – *m.abductor pollicis brevis*

ADD – *m.adductor pollicis*

EXD – *m.extensor digitorum*

FLC – *m.flexor carpi radialis*

TIB – *m.tibialis anterior*

GAS – *m.gastrocnemius caput mediale*.

TRS – *m.trapezius* (ülemine regioon)

TRC – *m.trapezius* (keskmine regioon)

ERE – *m.erector spinae*

F – sagedus

D – logaritmiline dekrement

C – jäikus

abd_r_f_r – parema kehapoole *m.abductor pollicis brevis* sagedus rahuolekus

abd_l_f_r – vasaku kehapoole *m.abductor pollicis brevis* sagedus rahuolekus

abd_r_d_r – parema kehapoole *m.abductor pollicis brevis* logaritmiline dekrement rahuolekus

abd_l_d_r – vasaku kehapoole *m.abductor pollicis brevis* logaritmiline dekrement rahuolekus

abd_r_c_r – parema kehapoole *m.abductor pollicis brevis* jäikus rahuolekus

abd_l_c_r – vasaku kehapoole *m.abductor pollicis brevis* jäikus rahuolekus

add_r_f_r – parema kehapoole *m.adductor pollicis* sagedus rahuolekus

add_l_f_r – vasaku kehapoole *m.adductor pollicis* sagedus rahuolekus

add_l_d_r – vasaku kehapoole *m.adductor pollicis* logaritmiline sagedus rahuolekus

add_r_c_r – parema kehapoole *m.adductor pollicis* jäikus rahuolekus

add_l_c_r – vasaku kehapoole *m.adductor pollicis* jäikus rahuolekus

exd_l_f_r – vasaku kehapoole *m.extensor digitorum* sagedus rahuolekus

exd_r_c_r – parema kehapoole *m.extensor digitorum* jäikus rahuolekus

flc_l_f_r – vasaku kehapoole *m.flexor carpi radialis* sagedus rahuolekus

flc_r_d_r – parema kehapoole *m.flexor carpi radialis* logaritmiline dekrement rahuolekus

flc_l_d_r – vasaku kehapoole *m.flexor carpi radialis* logaritmiline dekrement rahuolekus

flc_r_c_r – parema kehapoole *m.flexor carpi radialis* jäikus rahuolekus

flc_l_c_r – vasaku kehapoole *m.flexor carpi radialis* jäikus rahuolekus

tib_r_f_r – parema kehapoole *m.tibialis anterior* sagedus rahuolekus

tib_l_f_r – vasaku kehapoole *m.tibialis anterior* sagedus rahuolekus

tib_l_d_r – vasaku kehapoole *m.tibialis anterior* logaritmiline dekrement rahuolekus

tib_r_c_r – parema kehapoole *m.tibialis anterior* jäikus rahuolekus

tib_l_c_r – vasaku kehapoole *m.tibialis anterior* jäikus rahuolekus

gas_r_d_r – parema kehapoole *m.gastrocnemius caput mediale* logaritmiline dekrement rahuolekus

gas_r_c_r – parema kehapoole *m.gastrocnemius caput mediale* jäikus rahuolekus

trs_r_f_r – parema kehapoole *m.trapezius* (ülemine regioon) sagedus rahuolekus

trs_l_f_r – vasaku kehapoole *m.trapezius* (ülemine regioon) sagedus rahuolekus

trs_r_d_r – parema kehapoole *m.trapezius* (ülemine regioon) logaritmiline dekrement rahuolekus

trs_l_d_r – vasaku kehapoole *m.trapezius* (ülemine regioon) logaritmiline dekrement rahuolekus

trs_r_c_r – parema kehapoole *m.trapezius* (ülemine regioon) jäikus rahuolekus

trc_r_f_r – parema kehapoole *m.trapezius* (keskmise regioon) sagedus rahuolekus

trc_r_d_r – parema kehapoole *m.trapezius* (keskmise regioon) logaritmiline dekrement rahuolekus

trc_l_d_r – vasaku kehapoole *m.trapezius* (keskmise regioon) logaritmiline dekrement rahuolekus

trc_r_c_r – parema kehapoole *m.trapezius* (keskmise regioon) jäikus rahuolekus

trc_l_c_r – vasaku kehapoole *m.trapezius* (keskmise regioon) jäikus rahuolekus

ere_r_f_r – parema kehapoole *m.erector spinae* sagedus rahuolekus

ere_l_f_r – vasaku kehapoole *m.erector spinae* sagedus rahuolekus

ere_r_d_r – parema kehapoole *m.erector spinae* logaritmiline dekrement rahuolekus

ere_l_d_r – vasaku kehapoole *m.erector spinae* logaritmiline dekrement rahuolekus

ere_r_c_r – parema kehapoole *m.erector spinae* jäikus rahuolekus

ere_l_c_r – vasaku kehapoole *m.erector spinae* jäikus rahuolekus

abd_l_d_c – vasaku kehapoole *m.abductor pollicis brevis* logaritmiline dekrement kontraktisioonis

add_r_d_c – parema kehapoole *m.adductor pollicis* logaritmiline dekrement kontraktisioonis

add_l_d_c – vasaku kehapoole *m.adductor pollicis* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

exd_r_d_c – parema kehapoole *m.extensor digitorum* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

exd_l_d_c – vasaku kehapoole *m.extensor digitorum* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

flc_l_d_c – vasaku kehapoole *m.flexor carpi radialis* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

tib_r_d_c – parema kehapoole *m.tibialis anterior* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

tib_l_d_c – vasaku kehapoole *m.tibialis anterior* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

gas_l_d_c – vasaku kehapoole *m.gastrocnemius caput mediale* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

trs_r_d_c – parema kehapoole *m.trapezius* (ülemine regioon) logaritmiline dekrement kontraktsioonis

trs_l_d_c – vasaku kehapoole *m.trapezius* (ülemine regioon) logaritmiline dekrement kontraktsioonis

trc_r_d_c – parema kehapoole *m.trapezius* (keskmine regioon) logaritmiline dekrement kontraktsioonis

trc_l_d_c – vasaku kehapoole *m.trapezius* (keskmine regioon) logaritmiline dekrement kontraktsioonis

ere_r_d_c – parema kehapoole *m.erector spinae* logaritmiline dekrement kontraktsioonis

in abd l – dekremendiindeks *m.abductor pollicis brevis* vasakul kehapoolel

in add l – dekremendiindeks *m.adductor pollicis* vasakul kehapoolel

in exd r – dekremendiindeks *m.extensor digitorum* paremal kehapoolel

in exd l – dekremendiindeks *m.extensor digitorum* vasakul kehapoolel

in flc r – dekremendiindeks *m.flexor carpi radialis* paremal kehapoolel

in flc l – dekremendiindeks *m.flexor carpi radialis* vasakul kehapoolel

in tib r – dekremendiindeks *m.tibialis anterior* paremal kehapoolel

in tib l – dekremendiindeks *m.tibialis anterior* vasakul kehapoolel

in gas r – dekremendiindeks *m.gastrocnemius caput mediale* paremal kehapoolel

in trs r – dekremendiindeks *m.trapezius* (ülemine regioon) paremal kehapoolel

in trs l – dekremendiindeks *m.trapezius* (ülemine regioon) vasakul kehapoolel

in trc r – dekremendiindeks *m.trapezius* (keskmine regioon) paremal kehapoolel

in ere r – dekremendiindeks *m.erector spinae* paremal kehapoolel

in ere I – dekremendiindeks *m.erector spinae* vasakul kehapoolel

KMI – kehamassiindeks

L – vasak kehapool

R – parem kehapool

N – naine

M – mees

No – vanus < 35 aastat

Va – vanus ≥ 35 aastat

V25 – KMI < 25

S25 – KMI ≥ 25

SISSEJUHATUS

Üheks lahendamata probleemiks töötervishoiu meditsiinilisel uuringul on skeletilihaste seisundi objektiivne uurimine. Senised meetodid: palpeerimine, anamnees jms annavad subjektiivseid hinnanguid, mille tõttu on skeletilihaste haigestumisel diagnoosi formuleerimine komplitseeritud ja real juhtudest vaidlustatav.

Vastavalt 1950 aastal Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni (ILO) ja Maailma Tervishoiuorganisatsiooni (WHO) poolt vastuvõetud töötervishoiu definitsioonile, on tegemist distsipliiniga, mille peaesmärgiks on töötajate tervise ja töövõime säilitamine ja parandamine, töökeskkonna ja tööprotsessi muutmine turvalisemaks, töökultuuri arendamine selliselt, et see aitaks kaasa turvalisusele töökohtadel, edendaks positiivset sotsiaalset kliimat ja aitaks tõsta ettevõtete produktiivsust (ILO, 1997).

Müomeetrilise meetodi leiutamine (Vain A., 1977) ja selle täiustamine (Vain A., 1996) skeletilihaste toonuse parameetrite mõõtmiseks ja hindamiseks annab uusi võimalusi meditsiinilise uuringu kvaliteedi tõstmiseks töötervishoius. Müomeetrilise meetodi ja seadme mõõtekorratavus on hea (Bizzini M., 2003), seetõttu on selle meetodiga võimalik avastada skeletilihaste toonuse, jäikuse ja elastsuse varajasi muutusi ning hinnata kasutusele võetud meetmete efektiivsust. Meetod annab objektiivseid tulemusi sõltumata mõõtjast (Viir et al. 2005) ning on informatiivne teiste skeletilihaste uurimismeetoditega (EMG, lihasesisese rõhu mõõtmine (Korhonen et al. 1999)).

Antud töö eesmärgiks on selgitada, kas skeletilihaste biomehaaniliste omaduste karakteristikad on informatiivsed lihashaiguste diagnoosimiseks töötervishoius. Töö ülesanneteks on:

1. Koguda sünkroonselt töötervishoiu uuringuga tööprotsessis enam rakendatavate lihaste kohta müomeetrilised parameetrid.
2. Selgitada kogutud rakendusueuringu andmete baasil lihaste parameetrite normväärtuste arvutamise eeskiri arvestades sugu, vanust ja KMI.
3. Selgitada statistilisi seoseid ja sõltuvusi müomeetriliste parameetrite ning meditsiinilise terviseuuringu traditsiooniliste parameetrite vahel.

1. ÜLEVAADE PROBLEEMIST KIRJANDUSE PÕHJAL

Skeletilihased on inimorganismi tugiliikumisaparaadis aktiivne osa. Need määravad ära organismi eluvõime, võimaldades organismi liikumist ümbritseva keskkonna suhtes, aidates hoida kehaasendit, pumbates venoosset verd südame suunas. Liikumine on elusa looduse üks tähtsamaid avaldusvorme. Liikumine on väga tähtis ka organismi töövõime ning tervise arendamisel ja säilitamisel. Liikumisest osavõtva lihaseid nimetatakse agonistideks ja antagonistideks. Agonistid on lihased, mis sooritavad soovitud liigutuse ja antagonistid on sellele vastand toimega lihased. Inimese tugiliikumisaparaat on ehitatud nii, et igal liigutusel osalevad samaaegselt nii agonistid (lühenevad) kui ka antagonistid (venitatakse välja). Seega mängivad inimest liigutustel suurt rolli skeletilihaste biomehaanilised omadused. Töötervishoius skeletilihaste seisundi hindamisel on tähtis teada lihaste biomehaanilisi omadusi, mis iseloomustavad lihaste antagonistide koostööd.

Töötervishoiu meditsiinilises uuringus kogutakse töötaja kohta andmeid eesmärgiga formuleerida haiguse olemasolul diagnoos. Selleks kasutatakse anamneesi, teste ja mõõtmisi.

Tüüpiline lihastrauma tekib ülemääraste välisjõudude tulemusena lihase passiivses struktuuris. Lihase ülemäärase kasutamise tulemuseks võib olla lihasväsimus. See väsimus tekib kui lihasesisene rõhk ületab kapillaarset rõhku ning põhjustab isheemiat ja aktiivse lihaskiu hapnikuvaegust (Sjøgaard ja Søgaard, 1998). Skeletilihastes leiavad aset vanusega seotud muutused, alates 40 aastast väheneb jõud astmeliselt ja see kasvab dramaatiliselt pärast 60 aastat. (Freivalds A., 2004)

1.1. Töötervishoid ja tööfüsioloogia

„Töötervishoid on meditsiiniharu, mis tegeleb inimese tööst tulenevate riskiteguritega – nende määramise, mõõtmise, riskiteguritest tulenevate tagajärgede prognoosimise ning soovitude andmisega töötingimuste parandamiseks. Tegemist on ennetava meditsiiniharuga, mille eesmärgiks on tervisehäirete vältimine ja optimaalsete töötingimuste loomine, et vältida või vähendada tervisele ebasoodsa faktori mõju.

Töötervishoiu ja tööohutuse seaduse mõistes loetakse füsioloogilisteks ohuteguriteks füüsilise töö raskust, sama tüüpi liigutuste kordumist, üleväsimust põhjustavaid

sundasendeid ja –liigutusi ning ka muid samalaadseid tegureid, mis võivad aja jooksul viia tervisekahjustuseni” (Soon S., Soon A., 2003).

Skeletilihases kestvaks tööks vajalik energia saadakse hapniku utiliseerimisel. Hapnik jõuab skeletilihase rakuni arteriaalse vere kaudu.

On teada, et veri ringleb kinnises veresoontesüsteemis, mille osadena eristatakse kopsu- ja keharinget. Veri voolab kõrgema rõhuga veresoonekonna osa poolt madalama rõhuga koha suunas. Vere liikumine veresoontes oleneb seal esinevate rõhkude vahest ja veresoonekonna takistusest. Takistus verevoolule oleneb vere viskoossusest, veresoonepikkusest ja läbimõõdust. Vere voolamise takistus on suhteliselt väike suurtes arterites, takistus on kõige suurem arterioolides ja kapillaarides ning seal liigub veri aeglaselt (Pärnat, 1997). Takistus, mida avaldab veresoone teatud lõik vere voolamisele, on vere

laminaarsel voolamisel väljendatav Poiseuille` seadusega: $R = \frac{8 \cdot L \cdot \eta}{\pi \cdot r^4}$, kusjuures L – veresoone antud lõigu pikkus, η – vere viskoossus ja r – veresoone raadius. Verevoolu mahtkiirus (l/min) on võrdeline veresoonte eri osade rõhkude vahega ($P_1 - P_2$), veresoonte raadiuse neljanda astmega ja pöördvõrdeline veresoone pikkuse ning vere viskoossusega:

$$\dot{Q} = \frac{(P_1 - P_2) \cdot \pi \cdot r^4}{8 \cdot L \cdot \eta}$$
. Muude tingimuste samaks jäämisel sõltuks vere mahtkiirus ainult

veresoonte diameetrist. Veresoonte diameetri kahekordne vähenemine kutsuks esile verevoolu vähenemise 16 korda. Vere voolamise seaduspärasused organismis on tegelikult ülimalt keerukad, sest veresooned on muutuva elastsusega, paljude hargnemiste ja koondumistega, osa neist on väga väikese läbimõõduga ja väga lühikesed. Veresoonte summaarse ristlõikepindala suurenemisel vere voolamise joonkiirus perifeeria suunas väheneb ja on kapillaarides ainult mõned mm/s. Seega on vere voolamise joonkiirus seda väiksem, mida suurem on antud vereringeosa summaarne ristlõik (Kingisepp, 2000).

Hüpertoonia varajasel diagnoosimisel on siiani kasutatud selle haiguse esmaseid sümptomeid: tavalisest kõrgemat vererõhku, subjektiivseid tervisehäireid ja patsiendi anamneesi andmeid. Võttes aga arvesse üldisemaid füsioloogilisi seaduspärasusi vereringe kohta on võimalik selgitada täiendavaid kriteeriume hüpertoonia tekkemehhanismi kohta.

Hüpertoonia all mõistetakse patoloogiat, mille põhjustab väikeste veresoonte ahenemine. Viimase põhjusteks võib olla kesknärvisüsteemist saabuval impulsil veresoonte silelihastesse ja organismis leiduvad vererõhku kõrgendavad ained. Vanuse suurenedes vähenevad üldjuhul ka veresoonte ristlõiked ateroskleroosi (lipoidiainevahetuse häire) tagajärjel.

„Normipiiri ületavaid vererõhu väärtusi nimetatakse hüpertooniaks. Ülemaailmse Tervishoiuorganisatsiooni (WHO) soovitusel tuleb lugeda süstoolse ja diastoolse vererõhu normipiiriks vastavalt 140/90 mmHg, hüpertooniaks lugeda siis, kui süstoolne vererõhk $\geq$ 160 mmHg ja diastoolne vererõhk $\geq$ 95 mmHg. Kuid rangeks piiriks normotoonia ja hüpertoonia vahel ei või seda siiski pidada elueast sõltuvate muutuste tõttu. Hüpertooniat võib vallandada nii südame väljutusmahu tõus kui ka perifeerse takistuse suurenemine või tõus mõlemas parameetris. Kliinikus klassifitseeritakse hüpertoonia vorme eelkõige etioloogilistest vaatekohtadest 1) primaarseteks essentsiaalseteks hüpertooniateks ja 2) sekundaarseteks sümptomaatilisteks hüpertooniateks.

Primaarsetel essentsiaalsetel hüpertooniatel (ca 90% kõikidest hüpertooniatest) puudub selge tekkepõhjus. On viiteid, et essentsiaalne hüpertoonia on geneetiliselt tingitud ning seetõttu pärilik. Teiselt poolt diskuteeritakse võimalike etioloogiliste tegurite hulgas naatriumi jaotuvuse häireid organismis (kuhjumist takistusveresoontesse). Põhjusena tuuakse ka hüpotalaamiliste vereringekeskuste hüperreaktiivsust, kusjuures hüpertoonia manifesteerumist võiksid mõjutada nii isiksuse struktuur kui ka ümbritseva keskkonna tegurid. Lõpuks tuleb veel mainida, et ka sagedased akuutsed vererõhu tõusud – sõltumata neid vallandanud teguritest – põhjustavad takistusveresoonte silelihaste hüpertroofiat koos voolamistakistuse suurenemisega, mis soodustab kroonilist vererõhu kõrgenemist.

Ülejäänud 10%-l juhtudest on tegemist sekundaarsete sümptomaatiliste hüpertooniaga. Nendest ligikaudu 25% on põhjustatud neeruparenhüümi või neeruveresoonte haigustest. Umbes 3% puhul on tegemist endokriinsete häiretega ja ülejäänus osa, väljaarvatud üksikud erandid, on põhjustatud kardiovaskulaarsetest haigustest.

Hüpertoonia tagajärjel tekivad sekundaarsed degeneratiivsed veresoonte muutused, mis voolamistakistust veelgi suurendavad. Sellega seotud verevarustuse piiramine võib tekitada funktsioonihäireid, eelkõige ajus, südames ja neerudes, samuti võib kõrge rõhk põhjustada veresoonte ruptuure. Südame töövõime langus ühelt poolt ja kõrgenenud nõudmised (tarbimisnivoo) teiselt poolt kiirendavad hüpertoonia kõikide vormide puhul südamepuudulikkuse arengut” (Schmidt R.F., Thews G., 1997).

Töötavate lihaste veresoonte laienemise teel suunatakse põhihulk verest lihastesse. Sellega kaasneb nende organite veresoonte ahenemine, mis töös ei osale. Nii väheneb töö ajal maksa, seedetrakti ning neerude verevarustus. Lihaste ja naha verevarustuse tõusuga kaasneb aju ja südame verevarustuse paranemine. Lihaste verega varustamine sõltub paljudest teguritest, näiteks arterioolide laienemisest ja kapillaaride avanemisest lihastes

ning arteriaalse vererõhu tasemest. Arteriaalne vererõhk oleneb südame tööst, suurte veresoonte toonusest ja väikestes veresoontes esinevast perifeersest vastupanust. Perifeerset vastupanu vähendab veresoonte laienemine lihastes ning suurendab kõhuorganite veresoonte ahenemine, kokkuvõttes esineb tööl vastupanu üldine vähenemine. Vajaliku vererõhu saavutamiseks peab süda nendes tingimustes tagama suurema minutimahu. Arteritele survet avaldades võivad tugevad lihaskontraktsioonid vähendada verevoolu lihastesse, vahelduv surve veenidele aga soodustab vere äravoolu lihastest. Töötavatest jäsemetest vere äravoolu intensiivistamisel on põhiosa lihaskontraktsioonidel (nn lihaspumbal) (Pärnat, 1997).

„Kehaline töö vallandab elundsüsteemides, eeskätt lihastes, südame-vereringe ja hingamissüsteemis, kiireid ümberkorraldusi. Üldjuhul on ümberkorraldus-reaktsioonide ulatus võrdeline pingutuse suurusega. Kui puhkeolekus on lihase verevoolutus 20-40ml/kg/min, siis raske dünaamilise töö puhul võib see suurenedagi 10-15 korda või enamgi. Kestvama töö korral tekib lihastes hapnikuvaegus ja suuremat osa energiast hakatakse tootma anaeroobsel teel. Lihaste puuduliku verevarustuse või arteriaalse hüpoksia tõttu koguneb anaeroobse energiaproduktiooni tagajärjel lihaskoesse piimhapped, mis põhjustabki lihasväsimust” (Schmidt R.F., Thews G., 1997). Lihaste hapnikuvaegus pole tingitud ainult füüsilise töö korral suurenenud hapnikuvajadusest, vaid ka sellest, et lihaskiudude suurenenud toonuse tõttu surutakse veresooned kokku (Vain A., 2002A).

Intensiivse või kestva kehalise tegevuse ja töö korral tekib teatud momendil väsimus, millele on iseloomulik väsimustunne ja võimetus jätkata tegevust vajaliku intensiivsusega. Väsimuse korral langeb töövõime. See võib avalduda nii töömahu kui ka tegevuse kvaliteedi languses. Selles seisundis ilmnevad muutused kesknärvisüsteemi talitluses ja võib häiruda funktsioonide kooskõlastatud tegevus. Väsimustunne annab märku, et pingutuse intensiivsust tuleb vähendada või tegevus hoopiski lõpetada (Pärnat, 1997). Soon S. ja Soon A. rõhutavad, et võrreldes väsimust dünaamilise ja staatilise töö puhul, siis esimesel juhul toimub lihase kokkutõmbe vältel vajaliku energiavaru taastamine ja laguneproductide kõrvaldamine lihase lõdvestuse ajal ehk siis juba töö enese vältel. Kui aga tehakse dünaamilist tööd üle võimekuse piiride, ei pruugi lõõgastusaeg olla piisav ning energiavarude taastamine ja laguneproductide eemaldamine ei ole enam nii efektiivne ja väsimus hakkab süvenema. Staatilise töö puhul kujuneb väsimus sellepärast, et hoidmistöö, mida igapäevaselt tehakse, ületab füüsilise võimekuse .

Füüsiline töö võib olla nii dünaamiline kui ka staatiline. Dünaamilise töö puhul järgneb lihase kokkutõmbele lõdvestus ja on seotud liigutuste sooritamisega ning keha

liikumisega. Vere vajadus lihases on praktiliselt võrdne sinna juurdevoolavaga ja tänu sellele on lihaskude varustatud pidevalt hapnikuga. Staatilise lihastöö puhul on füsioloogilised protsessid teisiti. Lihase kokkutõmbele ei järgne täielikku lõdvestust ning energiavajadus lihasesse on väga suur. Paraku aga suureneb lihaspinge pidevalt, sest täielik lõdvestus puudub. Lihaskoe varustamine hapnikurikka verega halveneb ja hakkavad kuhjuma laguproduktid. Lihases on laguproduktideks piimhape (nn „väsimusaine”). Piimhape põhjustabki lihase töövõime vähenemise. Järelikult vere vajadus lihases staatilise lihastöö puhul on tunduvalt suurem juurdevoolust (Soon S., Soon A., 2003).

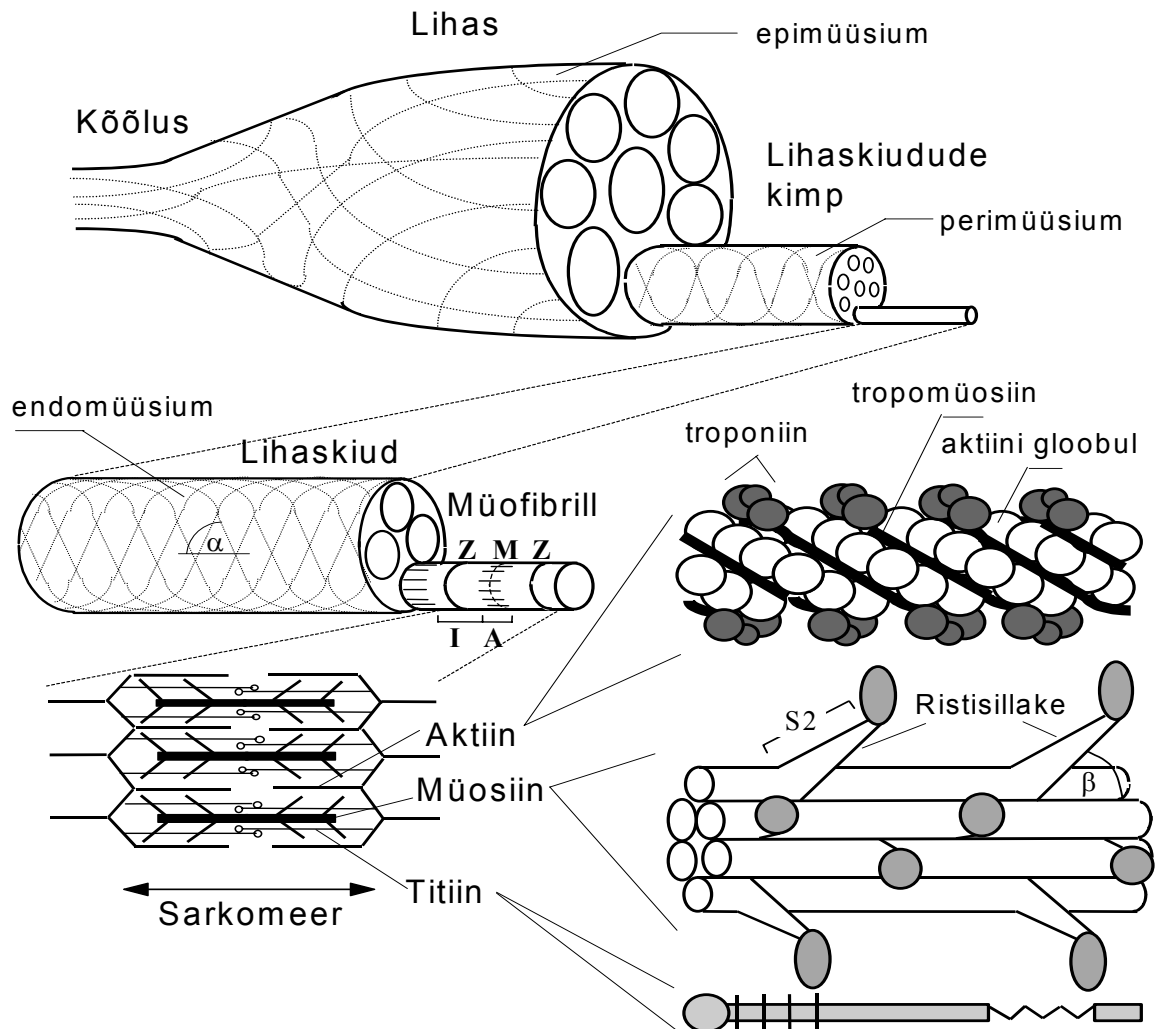
On oluline pöörata tähelepanu sellele, et füsioloogiliste pinguskriteeriumide alusel võib eristada kehaliselt väsitavat ja mitteväsitavat tööd. Kui organismile pärast väsitavat tööd ei võimaldata küllaldast puhkust, tekivad funktsioonihäired ja haigestumised, mis avalduvad ülepingutussündroomina või ülekoormushaigusena. Vastavalt pingutuse intensiivsusele ja kestusele limiteerivad väsitava töö puhul kehalist töövõimet ning seega sooritatud töö hulka organismis toimivate energeetiliste protsesside eri lülid. Kehtib seadus: mida lühem on töö kestus, seda suurem võib olla töö intensiivsus ja seda väiksem on aeroobse energiaproduktiooni osatähtsus. See kehtib nii dünaamilise kui ka staatilise töö kohta.

Töökoormuse ebasoodne mõju avaldub järgmiselt: esimesena kujuneb välja ebamugavustunne tugi-liikumisaparaadis ning töövõime alaneb, järgnevalt tulevad esile mõõdukad mittespetsiifilised kaebused, mis seisnevad peamiselt valudes. Töövõime langeb veelgi, kuna valutavate lihaste-liigestega on ebamugav oma tööülesandeis täita. Edasisel töökoormuse jätkumisel hakkavad arenema juba kindla haigusprotsessi tunnused, milleks võivad olla valude lokaliseerumine kindlasse probleemsesse piirkonda, tursete teke, tundlikkuse häired ja inimese enda poolt tajutavad funktsioonihäired. Järgnevalt aga kujunevad välja kroonilise haiguse tunnused, mis viivad ka püsivale töövõime alanemisele ja halvemal juhul lõplikule invaliidistumisele. (Kahn H., jt., 2003).

Skeletilihaste verevarustus on suuresti määratud skeletilihase biomehaanilistest omadustest nagu toonuse parameetrid ja elastsus.

1.2. Skeletilihase ehitus

Skeletilihaste tähtsaim ülesanne on liigutada skeleti osi ning kindlustada sel teel keha ja selle üksikosade liikumist ruumis. Nad algavad luult (luudelt) ületavad liigese (liigesed) ja kinnituvad teisele luule (luudele).



Joonis 1. Skeletilihase ehitus. (Nigg, Herzogi (1994) ja Bagshaw (1982) järgi, titiini ehitus Nave (diss. 1990) järgi, titiinifilamentide paigutus sarkomeeris Vain (1995) järgi.

Skeletilihas koosneb (vt. joonis 2) lihaskiudude kimpudest, mis omakorda koosnevad lihaskiududest ehk mitme tuumaga lihasrakkudest. Kogu lihast ümbritseb tihe sidekude – epimüüseum, lihaskiudude kimpu ümbritseb kohev sidekude – perimüüseum, selles kulgevad arterid ja närvid ning lihaskiudu ümbritseb endomüüseum. Endomüüseum koosneb õrnast kollageensete kiudude võrgust ja rakkudest, mis paiknevad verekapillaaride läheduses. Skeletilihase kollageeniniitide orientatsioon lihaskiu pikitelje suhtes omab suurt tähtsust sarkomeeris tekkinud mehaanilise energia transmissioonil lihase kõõlusele ja selle

kaudu luukangidele (Purslow P.P., Trotter J.A., 1994). Iga lihaskiud on ümbritsetud õhukese membraani ehk sarkolemmiga. Vahetult sarkolemmi all paikneb palju tuumi. Kiu sisemuses asetsevad paralleelselt peened lihasniidid müofibrillid. Müofibrillide vahel paikneb sarkoplasma, selles on hapnikku siduv müoglobiin, glükogeeniterakesed, rasvatilgad, fosforühendid, mitokondrid, väikeste kanalite ja õõnete süsteem ehk sarkoplasmaatiline retiikulum. Müofibrillid sisaldavad kokkutõmbevalke müosiini ja aktiini, reguleerivaid valke troponiini ja tropomüosiini ning lisavalke titiini ja nebuliini. Aktiin ehk peenike müofilament kujutab endast aktiini gloobulite biheeliksit, millel asetsevad teatud intervalliga troponiini gloobulid. Troponiini ülesanne on kontraktsiooni juhtimine. Puhkeolekus katab aktiini gloobulitel asuvaid aktiivtsentreid tropomüosiini kiud (joonisel 2 tumeda spiraalina) (Bagshaw C.R., 1982).

Müosiin ehk jäme müofilament koosneb müosiini molekulide kimbust, millel molekulide rasked ahelad moodustavad spiraalselt paiknevad nn risticillakesed. Risticillakestel on eristatavad globulaarne pea ja elastsusjõudu genereeriv kael (Nigg B.M., Herzog W., 1994). Risticillikes paiknevad müofilamendid rangelt heksagonaalselt.

Aktiini - ja müosiinifilamendid on lihaskiudus asetatud korrapäraselt, ühesugused osad kõrvuti, sellepärast paistab valgusmikroskoobi all võõrlihase struktuuris üldise pikikiulise ehitusega risticillakeid heledamaid ja tumedamaid alasid, nn võõte. Müofibrillid jaotatakse Z-joontega sarkomeerideks, millede keskel paikneb müosiinifilamente ühendav tugivalguvõrgustik – M-joon. Optiliselt erinevate (kaksikmurduvate) omadustega A- (anisotroopne) võõte koosneb omakorda kahest tumedast ja kahest heledamast alast, selle vahele jääb H-tsoon. Ainult aktiinifilamente sisaldav I-(isotroopne) võõte on heledam, Z-ketas jaotab selle kaheks.

Nave järgi kinnitub titiini üks ots Z-joonel ja pea paikneb müosiini filamenti poolitava M-joone juures. Vaini arvates titiini pead ületavad M-joone ja haakuvad lihase piisava siserõhu korral vastaspoolsete titiini filamentide peadega (nagu näidatud joonisel 2) (Vain A., 1993, 1995). Titinile omistatakse tähtsat rolli lihase elastsuse moodustamisel (Nave R., 1990, Wang K., 1993) ja ka lihastoonuse hoidmisel (Vain A., 1993, 1995, 1999). Nimelt toimub Vaini järgi lihase tasakaaluolekus küllaldase siserõhu puhul vastakuti asuvate titiini filamentide peade haakumine. Sellises olukorras on lihase pikkuse hoidmiseks kulutatav energia minimaalne, kuna aktiivset lihastööd ei tehta (Vain A., 1993, 1995, 1999).

Seega mõõtmiste objekt on keerulise ehitusega ja selle mehaanilised omadused ei saa olla konstantse väärtusega.

1.3. Skeletilihase toonus

„Lähtudes kirjanduse andmetest võib lihastoonust defineerida kui mehaanilist pingust skeletilihases, mille abil kindlustatakse keha tasakaal ja kehaosade omavaheline asend ning luuakse aktiivseks lihastööks vajalik eelpinge foon.

Skeletilihase toonus on integraalne näitaja, mis peegeldab kogu organismi seisundit. Ta on informatiivne näitaja nii organismi patoloogiliste kui ka eelpatoloogiliste seisundite diagnoosis“ (Vain A., 2002B).

Lihastoonust ei saa iseloomustada ühe kindla arvuga. Teada on, et inimese igal skeletilihasel on organismis kindel funktsioon. Seetõttu on erinevate lihaste toonus ka üksteisega võrreldes erinev. Sarnasus peaks olema vasaku ja parema kohapoole samanimeliste lihaste toonuses. Lõõgastumise seisundis on skeletilihase mehaaniline pinge alati väiksem kui tahtelisel maksimaalsel kontraktsioonil. Toonusele avaldavad mõju ka kehatemperatuur, vanus, emotsionaalne seisund jms.

Kõrgenenud lihastoonus halvendab esmalt kudede verevarustust. Lihaste varustamine hapnikuga väheneb, kuna hapniku hulk, mis ajaühikus verevooluga üksikute rakkudeni jõuab, võrdub arteriaalse vere hapniku kontsentratsiooni ja rakust läbi voolava vere mahu korruisega. Skeletilihaste suurenenud mehaaniline pinge (siserõhk, toonus) ahendab tunduvalt veresoonte, kaasa arvatud kapillaaride ristlõiget. Lihaste kontraktsiooni ja lõõgastumise vaheldumine on mikrokapillaarse tsirkulatsiooni normaalse toimimise üks eeldus. Töö protsessis aset leidev lõõgastumisaeg on reeglina lühiajaline.

1.4. Skeletilihaste biomehaanilised omadused

Skeletilihase funktsionaalne seisund, lähtudes biomehaanilisest mudelist, on iseloomustatav lihase biomehaaniliste omaduste: jäikuse ja elastsuse kaudu. Viimast võib iseloomustada kustuvate võnkumiste meetodi korral logaritmilise dekremendi kaudu.

Skeletilihase elastsus on lihase võime pärast kontraktsiooni taastada oma esialgne kuju. Siinjuures tuleb rõhutada, et lihaskonna elastsus on inimestel suuresti erinev ja oleneb lisaks individuaalsetele iseärasustele ka tervislikust üldseisundist, treenitusest ja east. Kui skeletilihas omab head elastsust, on võimalik lihaskoe pinge kiire vähenemine ja verevoolu mahu suurenemine. Halva elastsuse korral aga lihaskude ei vabane pingest liigutuse

lõõgastustsüklis kiiresti ja verevoolu maht on väike, mis viib väsimuse ja ülekoormusest tingitud patoloogiateni.

Skeletilihase jäikus on lihase omadus osutada vastupanu tema kuju muutvale jõule (Vain A., 2002B).

1.5. Lihashaiguste üldine iseloomustus ja diagnoosimine

Ebasoodsad tingimused metaboolsete protsesside kulgemiseks põhjustavad lihaste ülekoormushaigusi. Töötervishoius sagedamini diagnoositud lihashaigused:

1) Müofastsiaalsed valud – „on lihasvalud, mis tekivad lihaste päästikpunktide e. triggerpunktide e. vallanduspunktide provotseerimisel. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Isoleeritud müofastsiaalsed valud: tavaliselt lühikese anamneesiga ühest või mõnest triggerpunktist vallanduvad.
- Lihasgruppide sümptomaatikaga valud: müofastsiaalsed valud kulgevad mööda lihasgruppe, näiteks epikondülopaatia ja humeroskapulaar-periartropaatia puhul.
- Segmentaarse sümptomaatikaga valud: vastavalt eri müotoomidele ja segmentaar-reflektorsetele kompleksidele.
- Generaliseerunud sümptomaatikaga valud: nendega kaasneb sümpaatilise närvisüsteemi haaratus. Protsessi süvenemisel tekib nn fibromüalgia sündroom, mille tunnusteks on püsiva iseloomuga (üle 6 kuu) sümmeetrilised valud peaaegu kõigis kehapiirkondades” (Kahn H., jt., 2003).

2) Lihastepinged – lihastes on pinged. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Lihaste palpeerimisel valulikkus
- Väsimus
- Kehaosa liikuvus liigesetelje ümber vähenenud.

3) Kanalite sündroom:

* „Kubitaalkanali sündroom – ulnaarnärvi kompressioon ja pitsumine küünarliigese tasandil. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Valu küünarliigeses.
- Puutetundlikkuse kadu ja paresteesiad 4. ja 5. sõrmel ning labakäel ulnaarselt.
- Hüpoteenari ja labakäe väikeste lihaste kõhetumine.

* Karpaalkanali sündroom – mediaannärvi kompressioon kõõlustuppede turse tõttu karpaalkanali piirkonnas. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Palpatsioonil tundlikkus randmeliigese pihkmisel osal.
- Paresteesia ja/või tundlikkuse langus mediaannärvi innervatsiooni alal.
- Jõu langus labakäes ja sõrmedes.
- Positiivne Phaleni randmefleksiooni test – patsient hoiab randmed painutatult, käeseljad vastamisi ühe minuti jooksul. Positiivse testi sümptomid on valu ja paresteesia käes tugevneb.
- Positiivne Tineli test – mediaannärvi perkussioon karpaalkanali kohal ~30 sekundi jooksul vallandab iseloomulikud sümptomid.
- Sümptomid ilmnevad enamasti hommikupoole ööd ja käe sundasendites.
- Närvi erutusjuhtehäired (vajalik elektroneuromüograafia uuring)” (Kahn H., jt., 2003).

4) Kaela radikuliit – kiirgav valu lülisamba kaelaosast mööda õla- ja küünarvart sõrmedesse (Zupping R., 1990). Tüüpilisteks sümptomiteks on valu, mis lokaliseerub kaela ja/või õlgade piirkonda

5) Nimme-ristluuradikuliit – iseloomustab kiirgav valu lülisamba nimme- ja ristluu piirkonnast alajäsemetesse kuni labajalga. Lülisamba allosa – nimme- ja ristluu piirkonna – valusid diagnoositakse lumbalgiana. Tüüpilisteks sümptomiteks on valu, mis lokaliseerub selgroo nimme- ja/või ristluu piirkonda (Zupping R., 1990).

6) Epikondüliit :

* „Lateraalne epikondüliit – (tenniseküünarnukk) küünarliigese lateraalse piirkonna kõõluste ärritusnähud, degeneratiivsed muutused. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Rahuolekus lokaliseerub valu lateraalse epikondüli piirkonda.
- Valu võib kiirguda randmesse ja käelaba dorsaalsele pinnale.
- Haaramisjõu nõrkus.
- Lihaste atroofia.
- Lokaalne tundlikkus lateraalse epikondüli piirkonnas.
- Valu tugevneb randme ekstensioonil painutatud sõrmedega.
- Sümptomid võivad tugevneda, kui patsient surub 3. ja 4. sõrmega vastu takistust.

* Mediaalne epikondüliit – (golfiküünarnukk) kõõluste ärritusnähud mediaalse epikondüli piirkonnas. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Rahuolekus lokaliseerub valu mediaalse epikondüli piirkonda.
- Küünarliigese painutus põhjustab valu küünarliigese mediaalsel küljel.
- Palpatsioonil tundlikkus (valulikkus) mediaalse epikondüli piirkonnas.
- Valu teket soodustab või tugevdab randme ja sõrmede painutus.
- Valu küünarvarre pronatsiooni korral” (Kahn H., jt., 2003).

7) Liigesepõletik ehk artriit ja õlaliigese artriit – „Reumatoidartriidi puhul lokaliseerub põletikuline protsess enamasti perifeersetes liigestes. Kõige sagedamini kahjustuvad sõrmede, randmete, põlvede ja jalalabade liigesed. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Valu liigeses või seda ümbritsevates kudedes.
- Turse
- Liigese liikuvuse puudulikkus, mis võib olla nii osaline kui täielik.
- Liigese deformatsioon – püsiv liigese kuju muutus” (Birkenfeldt R., 2000).

8) Stress + düstoonia – „Stress on välis- või sisekeskkonna tugevasti muutunud mõjurite toimel tekkiv pingeseisund organismis, mille vastuseks on kohanemismuutused” (meditsiinisõnastik). „Düstoonia on taatele mittealluv lihasgruppide kontraktsioon, mis väljendub tõmblevate või väänlevate liigutustena või pideva ebanormaalse kehaasendina. Düstooniaid süvendavateks teguriteks on stress ja ärevus” (Zaidat O. O., Lerner A. J., 2004).

9) Hulkliigeste põletik – on mitme liigese põletikuline haigestumus. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Kõrge kehatemperatuur.
- Tugevad valud liigestes või neid ümbritsevates kudedes.
- Tursed
- Hüperemia
- Liigese liikuvuse puudulikkus, mis võib olla nii osaline kui täielik.
- Liigese deformatsioon – püsiv liigese kuju muutus (Birkenfeldt R., 2000).

10) Tendovaginiit – „on kõõlust ümbritseva tupe sünoviaalkirme põletik, mida põhjustab löök, kestav intensiivne koormus kõõlusele, põletiku teket soodustavad kollenakkused, külmetused jm. Tüüpilisteks sümptomiteks on:

- Kõõluse liikumisel valu ja rigin.
- Kõõluse kohal on punetus, turse, hüpertermia.

- Protsessi krooniliseks muutumisel võivad tekkida liited kõõluse ja selle tupe vahel, mistõttu kõõluseliikuvus muutub piiratuks” (Seeder J., 1995).

Lihashaigusi diagnoositakse patsiendi kaebuste ja arsti palpeerimise andmete põhjal. Selline olukord tingib asjaolu, et haiguse avastamine on võimalik alles siis, kui lihases on juba aset leidnud patoloogilised muutused. Oluliselt tähtsam on teada eelpatoloogia tunnuseid. See on võimalik vastavate mõõteriistade olemasolul ning siis saab neid tunnuseid kindlaks teha enne patoloogiat.

1.6. Uutest meetoditest ja seadmetest lihaste toonuse testimisel

Mistahes biomehaanika instrumentatsioon või mõõtmistehnikad peavad rahuldama teatavaid kriteeriume: 1) instrument peab olema põhjendatud; 2) instrument peab olema usaldatav, töökindel; 3) instrument peab olema spetsiifiline ja tundlik; 4) instrument või tehnika peavad olema ohutud kasutamiseks; 5) instrument peab olema lihtsalt kasutatav, suhteliselt portatiivne, suhteliselt odav ja tunduvalt välisele mürale (Freivalds A., 2004).

Järgnevalt vaatame mõningaid lihaste seisundi hindamiseks leiutatud meditsiinilisi mõõteriistu, nagu näiteks US5195532 – seade stimulatsiooni tekitamiseks vibratsiooni abil (Baden H., et al, 1993), US6063044 – seade lihase toonuse mõõtmiseks (Leonard C. T., Mikhailenok E. L., 2000), WO-9116003-A1 – mitteinvasiivne seade pehme bioloogilise koe vähemalt ühe mehaanilise omaduse mõõtmiseks (Bjerring P., Arendt-Nielsen L, 1991).

Oma töös kasutan EE03374 (Vain A., 1996) – meetod ja seade pehmete bioloogiliste kudede omavõnkumise registreerimiseks - müomeeter, mis on Tartu Ülikoolis välja töötatud meetodika ja aparatuur skeetilihase funktsionaalse seisundi diagnostikaks. Meetod seisneb pindmise skeetilihase või selle osa mehaanilisele mõjutusele järgneva mehaanilise vastuse registreerimises kiirendusanduri abil ning selle signaali analüüsis personaalarvuti abil. Müomeetriga saadud signaal kujutab endast lihase mehaanilist vastust müomeetri löökotsikuga tekitatud mehaanilisele mõjutusele ja see on kustuva võnkumise graafik. Viimase parameetrid iseloomustavad lihase toonilist pinget ja elastsusomadusi mõõtmise ajal. Mõõtmisprotseduuri on võimalik läbi viia nii toonilise pinge all (rahuoleku seisundis) oleval lihasel kui ka lihase pingeseisundis, aga samuti maksimaalse tahtelise kontraktsiooni tingimustes. Selliselt kogutud andmed võimaldavad luua nii arvulisi kui ka graafilisi kriteeriume diagnostikaks. Väljatöötatud kriteeriumid võimaldavad täiendada

skeletilihase funktsionaalse seisundi diagnostikat ja on informatiivsed teiste klassikalise diagnostika parameetrite suhtes. Aparatuur koosneb poolautomaatsest müomeetrisest andurist, ühendusjuhtmest ja personaalarvutist andmete visualiseerimiseks, analüüsiks ja säilitamiseks. Arvutiprogramm võimaldab töötada kahes režiimis: esimesel juhul mõõdetakse kindlaksmääratud lihaste gruppi ja teisel juhul ühte lihast mõnesekundiliste intervallide järel etteantud arv korda. Mõlemal juhul väljastab arvuti vaatluskaardi, kus on tehtud mõõtmistulemuste esialgne analüüs. Kui ühte isikut on mõõdetud kaks või enam korda saab tulemusi väljastada ka graafiliselt. Viimasel juhul on võimalik arvutada ka iga lihase kohta individuaalseid normväärtusi ning hindekskaalasid.

US5195532 on seade stimulatsiooni tekitamiseks vibratsiooni abil kasutades tõukevarrast, mis asetatakse inimese (patsiendi) nahale. Leiutis on seotud mehaanilise stimulatsiooni tekitamiseks inimese nahale asetatud tõukevarda vibratsioonil. Seade koosneb mõõtepeast, mis koosneb korpusest, millesse on seatud edasi-tagasi liikuv tõukurvarras ja tõukurvarda näitaja. Tõukurvardale on kinnitatud kiirendusandur. Seda tüüpi seadmega saab testida mehaanilise vibratsiooni tajumist, nii et näiteks ajas kasvava või kahaneva amplituudiga võnkumiste jaoks saab testitav isik (patsient) anda vibratsiooni tajumise läviväärtused. Tulemustest saab tõendeid suuremõõduliste medullaarsete afferentsete närvikiudude juhtivuse kohta. Võrreldes tervete patsientide normaalandmete või samalt patsiendilt varem saadud andmetega analoogilistes tingimustes võib varakult diagnoosida tunnetusliku polüneuropaatia, polüskleroosi ja seljakeeliku haigusi.

Antud seade erineb müomeetrist sellepoolest, et müomeetria meetodi ja aparatuuri kasutamisel ei kutsuta esile inimese reaktsiooni vibratsioonile, vaid üksikimpulsiga, mis kestab mõne millisekundi ja pärast kiiret vabastamist, registreeritakse pehme bioloogilise koe vabavõnkumine, mille parameetrite kaudu hinnatakse testitud koe mehaanilisi omadusi. Viimaste arvutamiseks kasutatakse pehme bioloogilise koe võnkegraafiku algust, mille kestvus ei ületa 0,14 sekundit. Löögi energia on valitud nii, et ei kutsu esile taktiliste retseptorite reflektorset vastust. Seetõttu selle seadme ja meetodiga ei saa mõõta inimese vibratsiooni läve. Toodud võrdlusest saame järeldada, et müomeeter mõõdab pehme bioloogilise koe biomehaanilisi omadusi antud ajahetkel, US5195532 aga bioloogilise koe vastusena vibratsioonile tekkivat signaali.

US6063044 on seade lihase toonuse mõõtmiseks. Leiutis on töökindel seade, mis on võimeline kiirelt ja efektiivselt mõõtma ning kvantifitseerima lihase toonust, lihase järeleandlikkust ja lihase jõudu. Leiutis on käeshoitav elektrooniline seade, mida saab ühendada arvutiga nii et mõõtmised salvestatakse ja analüüsitakse koos, enne kui teised

mõõtmised võetakse ja salvestatakse. Seade asetatakse patsiendi nahale. Mõõtepea on pehmelt pressitud allapoole naha pinda. Mõõtepea ei tungi läbi naha vaid tõukub naha vastu. Mõõtmistulemused saadakse, kui rakendada jõudu kuni 20 N, kas lõdvestunud seisundis või maksimaalse kontraktsiooni seisundis olevale lihasele. Rahuoleku seisundi väärtustest määratakse lihase toonus ja lihase järelandlikkus ning kontraktsiooni seisundi väärtustest määratakse lihase jõud.

Antud seade erineb müomeetrist sellepolest, et US6063044 seadmes avaldatakse jõudu kuni 20 N tõukevarda kaudu, mille läbimõõt on 10 mm ning mõõteprotseduur on minutites. Nimetatud ajavahemiku jooksul saab mõõdetav muuta tahteliselt oma kudede mehaanilisi omadusi, mis vähendab mõõtmistulemuste korratavust. Müomeetria seisneb pehmele bioloogilisele koele mõne millisekundilise kestusega üksikimpulsi tekitamises. Kasuliku signaali saamiseks kulub mitte rohkem kui 0,5 sekundit, mis välistab tahtelise kudede mehaaniliste omaduste muutmise, kuna ta ei kutsu esile neuroloogilisi reaktsioone ega avalda mõju kudede ainevahetusprotsessidele. Eelkirjeldatud erinevused võimaldavad suurendada müomeetriga teostatava mõõtmisprotsessi täpsust ja mõõtmistulemuste korratavust.

WO-9116003-A1 on mitteinvasiivne seade pehme bioloogilise koe vähemalt ühe mehaanilise omaduse mõõtmiseks. Pehme bioloogilise koe mehaanilise omaduse mõõtmine, nt naha, on tehtud mõõtmisüksuse vahendiga, mis on ühendatud elektroonilise andmetöötluse üksusega. Mõõtmisüksus koosneb stabiliseerimisplaadist, millel on ava ja vaakumi iminapp nahale kinnitamiseks. Vaakumi iminapp vibreerib vibraatorseadme abil ning töötlemisüksus võtab vastu valge müra jada. Jõuandur ja kiirendusandur asuvad vibraatori ja iminapa vahel. Andurid sooritavad nihke dünaamilised mõõtmised, mis leiavad aset naha võnkumise ajal. Signaalid töödeldakse töötlusüksusega ja tavapärase matemaatilise arvutusmeetodiga saab otsekohe arvutada naha mehaanilised parameetrid SI-ühikutes nagu elastsus, sumbuvus, mass ja resonants sagedus. Mõõtmine on mitteinvasiivne ning saab hõlpsasti ja kiirelt teostada in vivo.

Antud seade erineb müomeetrist sellepolest, et WO-9116003-A1 meetod seisneb vibratsiooni (valge müra) tekitamises uuritavale koele ning kasuliku signaali saamiseks kulub 0,5 - 4 sekundit. Seadmes sisaldava aluse kinnitamisel uuritavale koele vaakumi abil mõjutatakse bioloogilist kude enne mõõtmist, kutsutakse esile neuroloogilisi reaktsioone, mis komplitseerib mõõtmisprotseduuri läbiviimist ja vähendab mõõtmistäpsust. Nimetatud ajavahemiku jooksul saab mõõdetav elusobjekt kasuliku signaali üleskirjutamise ajal muuta tahteliselt oma kudede mehaanilisi omadusi, mis vähendab mõõtmistulemuste

korratavust. Müomeetria meetod seisneb pehmele bioloogilisele koele mõne millisekundilise kestusega üksikimpulsi tekitamises. Kasuliku signaali saamiseks kulub mitte rohkem kui 0,5 sekundit, mis välistab tahtelise kudede mehaaniliste omaduste muutmise, kuna ta ei kutsu esile neuroloogilisi reaktsioone ega avalda mõju kudede ainevahetusprotsessidele. Eelkirjeldatud tunnused võimaldavad suurendada mõõtmisprotsessi täpsust ja mõõtmistulemuste korratavust.

Siiamaani eksisteerinud seadmetega lihase toonuse mõõtmiseks ei saanud toonust mõõta kuna nende mõju muutis mõõtmise ajal lihase toonust. Müomeetriga saab mõõta lihase toonust ilma, et seade muudaks lihase toonust mõõtmise ajal. Seega müomeetria kasutuselevõtt töötervishoius võimaldaks tõsta töötervishoiualase ekspertiisi informatiivsust skeletilihaste ülekoormustraumade ennetamiseks. Müomeetria meetod ja seade on loodud skeletilihaste toonuse muutuste monitooringuks, sümmeetriliste lihasrühmade seisundi võrdlemiseks jne. Iga müomeetriline mõõtmine annab tulemuseks objektiivsed lihase seisundit iseloomustavate parameetrite numbrilised väärtused, mille alusel on võimalik tuvastada väga väikesi muudatusi lihaste funktsionaalses seisundis.

Müomeetrilise meetodi ja seadme mõõtekorratavus on hea (Bizzini M., Mannion A.F., 2003), seetõttu on selle meetodiga võimalik avastada skeletilihaste jäikuse ja elastsuse varajasi muutusi ning hinnata kasutusele võetud meetmete efektiivsust.

2. UURITAVAD JA MEETODID

2.1. Uuritavad

Uuriti 1796 töötajat vanuses 19 – 74 aastat ja kehamassiindeksiga 16 – 46. Uuringus osales 1796 töötajat, keda jagati soo järgi (mehed ja naised), vanuse järgi nooremateks ja vanemateks (kuni 35 aastat ja üle 35 aasta) ning kehamassiindeksi järgi kergemateks ja raskemateks (kuni 25 ja üle 25) järgnevalt:

		216 KMI < 25
		426 vanus < 35.a.
		210 KMI ≥ 25
864 meest		103 KMI < 25
		438 vanus ≥ 35.a.
		335 KMI ≥ 25
1796 uuritavat		269 KMI < 25
		354 vanus < 35.a.
		85 KMI ≥ 25
	932 naist	205 KMI < 25
		578 vanus ≥ 35.a.
		373 KMI ≥ 25

2.2. Meetodid

2.2.1. Terviseuuring

Sisehaiguste arst ja neuroloog uurisid töötajaid oma eriala aspektist. Määrati ka töökoha ergonoomiline hinnang. Ergonoomiline hinnang lõppes töökoha terviseriski taseme formuleerimisega. Terviseriski tasemed on järgmised: I – vähene – tervisekahjustuste tekkimise võimalus on ebatõenäoline; II – vastuvõetav – tervisekahjustuste tekkimine on võimalik teatud tingimustel, ohuteguri toimet on võimalik vältida teadliku suhtumise abil ja alternatiivlahenduste kasutamisega; III – keskmine – ohutegur on arvestatav ja võib põhjustada tervisekahjustusi ja tuleb kasutusele võtta vajalikud meetmed; IV – suur – tegevust töökohal ei tohi alustada enne kui riski on vähendatud töökorraldusmeetmete või isikukaitsevahendite kasutamise abil; V – talumatu – tööd ei tohi alustada ilma kardinaalsete meetmete rakendamiseta. Töötajate

tervisekontrolli käigus mõõdeti kõikidel uuritavatel arteriaalset vererõhku *a. cubitalis* peal *fossa cubitalis* kohal. Selleks kasutati OMRON M4-1 vererõhu-pulsi mõõturit ja kõrgete vererõhuväärtuste täiendavaks kontrolliks YAMASU sfügmomanomeetrit. Vererõhu väärtuste interpreteerimisel lähtuti Maailma Tervishoiuorganisatsiooni (WHO) kriteeriumist: süstoolse ja diastoolse vererõhu normaalseks piiriks loeti vastavalt 140/90 mmHg, kõrgenenud vererõhu (hüpertoonia) diagnoosimiseks peavad ülalnimetatud parameetrid ületama 160/95 mmHg taset.

Tervisekontrolli käigus formuleeriti arsti poolt töötajatele lihashaiguste diagnoos. Lihashaiguste üldine iseloomustus ja diagnoosimine on toodud eespool (3.5.) ning diagnoositud lihashaiguste toodud numeratsiooni kasutatakse edaspidi tulemuste esitamisel ja analüüsimisel.

Meditšiini uuringu tulemuste põhjal formuleeriti neli füüsilise ülekoormusega seotud haiguste tasandit: 0 – kui füüsilise ülekoormusega seotud haigused puuduvad; 1 – kui on algnähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes; 2 – kui on periooditi manifesteerunud nähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes; 3 – kui on püsiva iseloomuga tunnused füüsilise ülekoormusega seotud haigustes (Kahn H. jt, 2004).

2.2.2. Kehamassiindeksi määramine

Kehamassiindeksi määramiseks mõõdeti antropomeetrilised näitajad nagu keha mass meditsiinilisel kaalul firma SOEHNLE ning keha pikkus metall antropomeetriga. KMI arvutati järgnevalt: $KMI = \frac{N}{h^2}$, kus N on keha kaal [kg] ja h on keha pikkus [m]. KMI väärtus ei sõltu soost ega vanusest. KMI ei saa kasutada laste (kasvueas), rasedate naiste ja väga lihaseliste inimeste, näiteks sportlaste, puhul. KMI järgi on rahvusvahelised spetsialistid välja töötanud piirmäärad, eristamaks normaalkaalu, ülekaalu ja rasvumist (www.roche.ee):

Kategooria	KMI
Alakaal	< 18,5
Normaalkaal	18,5-24,9
Ülekaal	25,0-29,9
Rasvumine	30,0-39,9
Tugev rasvumine	> 40

2.2.3. Müomeetriline uuring

Skeletilihaste toonuse karakteristikute mõõtmine (toonuse, elastsuse ja jäikuse näitajad) teostati lamades portatiivsel ravilaua Apollo Nova (Soome), rahuolekus ja pingeolekus nii paremal kui ka vasemal kehapoolel lihaskõhu keskel järgmistel lihastel: *m.tibialis anterior*, *m.extensor digitorum*, *m.abductor pollicis brevis*, *m.adductor pollicis*, *m.flexor carpi radialis*, *m.gastrocnemius caput mediale*, *m.trapezius* kahest regioonist – (ülemine regioon) ja (keskmine regioon) ning *m.erector spinae*. Need kaheksa lihast valiti sellepärast, et need on töös kõige enam kasutatavad lihased ning nende lihaste kohta on tulnud kaebused töötervishoiu arstidele.

2.3. Müomeetrilise testimise tehnoloogia

Müomeetriline uuring algab KMI määramisega. Viimane tuleb teha selleks, et teada saada kas erinevatel KMI väärtustega inimestel on lihaste parameetrid erinevad. Selleks tuleb saadud andmeid hiljem võrrelda ja analüüsida müomeetria andmetega.

KMI kindlaks tegemiseks mõõdetakse inimese keha pikkus ning kaal. Sellega on KMI määramiseks vajalike andmete kogumine läbi ning järgneb müomeetria uuring.

Lihaste müomeetriline uuring seisneb kaheksa erineva lihase mõõtmisel müomeetriga Myoton 2. Mõõtmiste läbiviimiseks heidab vaatlusalune selili ravilauale, käed kõrval ja põlvede alla pannakse poolsilindriline padjake ning laseb ennast võimalikult lõdvas. Mõõtmisi teostati bilateraalselt rahuolekus ja tahtelisel pingutusel. Esimene lihas, mida mõõdame on *m.tibialis anterior* puhkeseisundis algul paremalt ja siis vasemalt kehapoolelt. Järgneb sama lihase mõõtmine pingeseisundis, mis saavutatakse kui vaatlusalune teostab jala supinatsiooni. Pingutada pole vaja maksimaalselt, vaid nii palju, et lihas oleks pinges.

Järgmine lihas on *m.extensor digitorum* ja järgmised lihased, samuti algul lõdvas olekus analoogselt eelmisele. Pingeseisund saadakse kui vaatlusalune tõstab labakäe üles nii, et peopesa on suunatud allapoole ja assistent surub sellele.

Järgneb *m.abductor pollicis brevis* mõõtmine, kus pingeseisund saavutatakse kui vaatlusalune surub pöidla ja nimetissõrme kokku.

Järgneva lihase *m.adductor pollicis* mõõtmine, ka pingeseisundi saavutamine on sarnane eelmise lihase mõõtmisega.

Järgmiseks on *m.flexor carpi radialis* mõõtmine, kus lihas saadaks pingesse kui vaatlusalune painutab oma labakätt nii, et peopesa on ülespoole ning assistent surub sellele.

Järgneva nelja lihase mõõtmisel on vaja, et vaatlusalune heidaks lauale kõhuli ja nägu oleks näoavast läbi, otsaesine toetuks näoava servale, käed alla vabalt rippumas ja hüppeliigese alla pannakse poolsilindriline padjake ning laseb lihased võimalikult lõdvaks.

Kõhuli olles esimene lihas, mida mõõdame on *m.gastrocnemius caput mediale*, kus pingeseisund saavutatakse, kui vaatlusalune teostab plantaarfleksiooni ja assistent surub vastu.

Järgneb *m.trapezius* (ülemine regioon) mõõtmine, kus pingeseisund saavutatakse, kui vaatlusalusele antakse kätte hantel ning ta tõstab käe kõhuli olles õlgade kõrgusele, küünarvars liigesest kõverdatud 90° kõrvale.

Järgneva lihase *m.trapezius* (keskmine regioon) mõõtmine on sarnane eelmise lihase mõõtmisega. Pingeseisund saadakse kui vaatlusalusele antakse kätte hantel ning ta tõstab käe kõhuli olles õlgade kõrgusele ette sirutatud ülajäsemega.

Viimaseks lihaseks, mida mõõdetakse on *m.erector spinae*, kus pingeseisund saadakse, kui vaatlusalune tõstab oma ülakeha natuke üles. Kõik lihase mõõtmised toimuvad otse nahapinnalt. Müomeetria löökotsik on risti naha pinnaga ja kallutused ei ületa 30°.

Kogu uuring, mis koosneb kehamassiindeksi ja müomeetriliste parameetrite määramisest, kestab ligikaudu 15 minutit.

2.4. Müomeetri abil mõõdetavad parameetrid

- 1) **Sagedus (*frequency*)** -iseloomustab lihase pinget e. toonust. Lihase omavõnkumise sagedus kirjeldab lihase lõdvas (*relaxed*) olekus selle lihase toonust. Normaalse lihase puhul on lihase pinge puhkeolekus väike, lihase pingestamisel sagedus suureneb. Juhul, kui lihase omavõnkumissagedused pingestatud ja lõdvas olekus oluliselt ei erine, viitab see lihase funktsioneerimise tõsistele häiretele. Lihaste omavõnkesagedus avaldub järgmisel: $\nu = \frac{1}{T}$, kus ν on omavõnkesagedus [Hz], T on võnkeperiood [s].
- 2) **Dekrement (*decrement*)** -iseloomustab lihase elastsust, st. lihase võimet taastada pärast kokkutõmmet oma esialgne kuju. Vabalt sumbuvate võnkumiste logaritmiline

dekrement avaldub järgnevalt: $\Theta = \ln \frac{A_2}{A_4}$, kus Θ on sumbuvate võnkumiste

logaritmiline dekrement, A_2 on teise võnke sumbumise amplituud [s], A_4 on neljanda võnke sumbumise amplituud [s].

- 3) **Jäikus (*stiffness*)** - iseloomustab lihase omadust osutada vastupanu tema kuju muutvale jõule. Lihaste jäikus antud hetkel avaldub järgnevalt: $C = \frac{m \cdot a_{\max}}{\Delta l}$, kus m on

müomeetri löökotsiku mass [kg], $a_{\max}$ on kiirendus [m/s^2] hetkel, kui löökotsik on uuritava lihase kõige enam kokku surunud, Δl on deformatsioon [m] (Vain, 2002B).

- 4) **Dekremendiindeks** - lihase elastsust peegeldav indeks I_e arvutatakse valemiga (Vain

A., 1985) $I_e = 1 + \frac{(\Theta_r - \Theta_c^2)}{\Theta_c(1 + \Theta_r)}$, kus Θ_r ja Θ_c on vastavalt rahuolekus ja

kontraheerunud lihase logaritmiline dekrement. Olgu siinkohal märgitud, et uuringud on näidanud, et lihase dünaamilisel tööl avalduv elastsus oleneb eelkõige kontraheerunud lihase dekremendist ja seetõttu on see parameeter valemi lugejas ruutu võetud.

2.5. Andmetöötlus

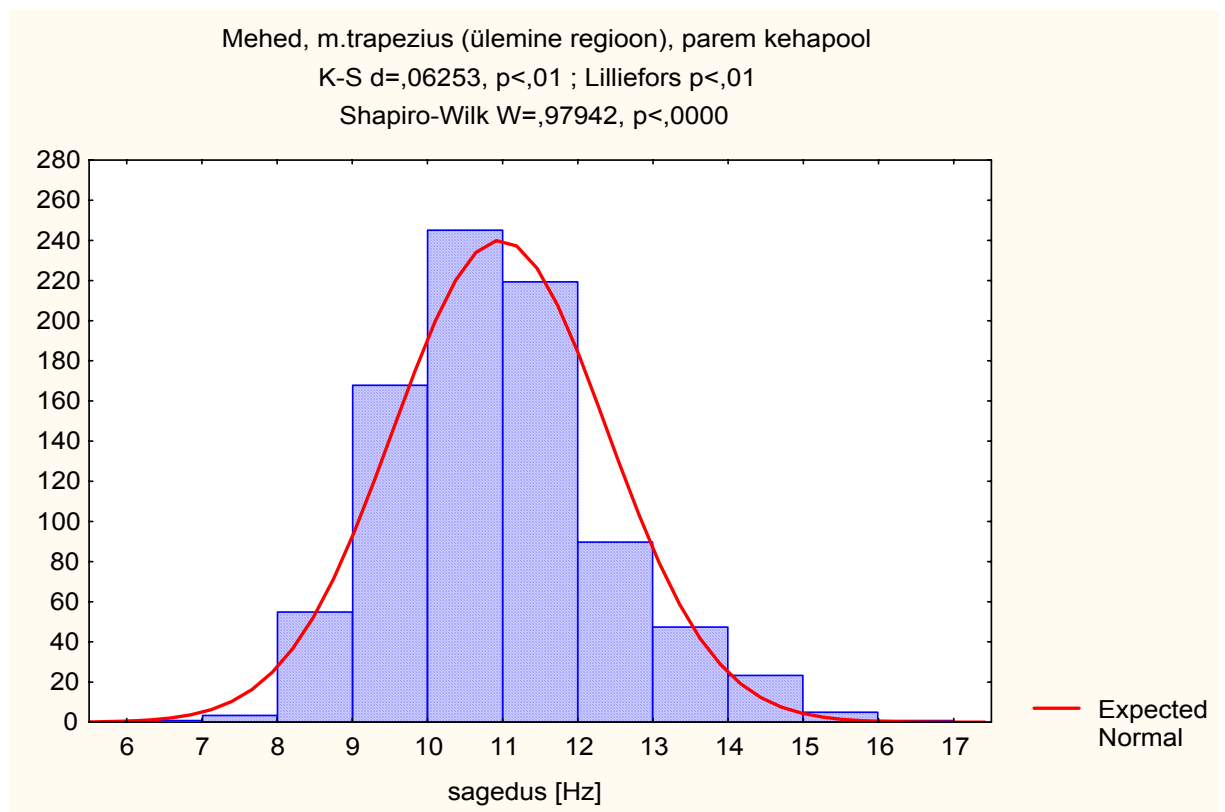
Statistilisel andmetöötlusel kasutati kirjeldava statistika ja korrelatsioonide saamiseks programmi STATISTICA. Tulemuste jaotusi hinnati Kolmogorov–Smirnovi testi (K-S), Lilliefors testi ja Shapiro-Wilks' testiga. Keskmiste võrdlemisel kasutati Studenti t-testi.

WizWhy programmi leidmaks sõltuvusi uuritud isikute andmete ning lihaste parameetrite vahel. WizWhy programm on loodud subjektiivsete hinnangute kaudu saadud tulemuste töötlemiseks analüütiliste hierarhiate abil. Meetodi korral olulised faktorid valitakse ja programm korrastab need hierarhilisse struktuuri. Kõigepealt tuleb eesmärk, siis kriteeriumid, alamkriteeriumid ning otsustusalternatiivid – kõik järjestikustel eritasemetel loodavas hierarhias. Meetod on mõeldud eeskätt subjektiivsete hinnangute objektiviseerimiseks (Võhandu L, 1998).

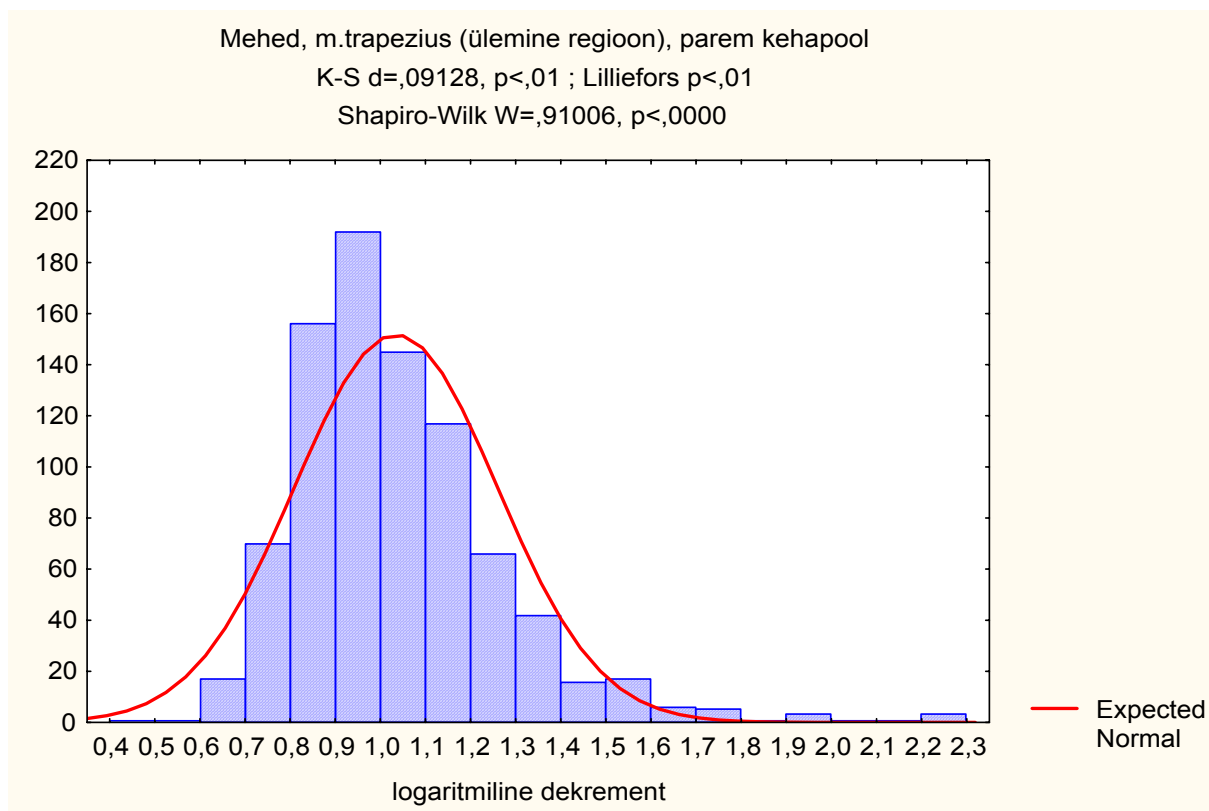
3. TULEMUSED

3.1. Mõõtmistulemuste jaotused

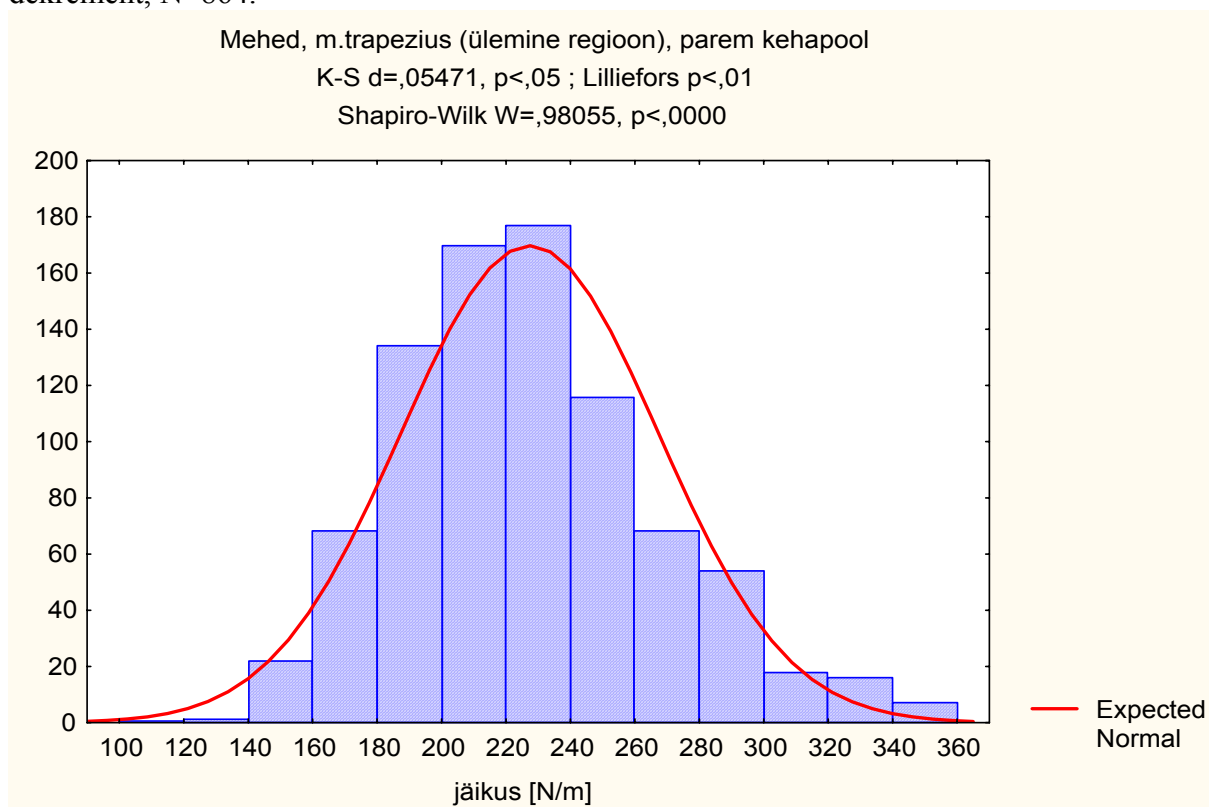
Järgnevalt toome ühe lihase, *m.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoolel rahuolekus, parameetrite histogrammid meeste, naiste, meeste vanus < 35 aastat, meeste vanus ≥ 35 aastat, naiste vanus < 35 aastat ja naiste vanus ≥ 35 aastat puhul.



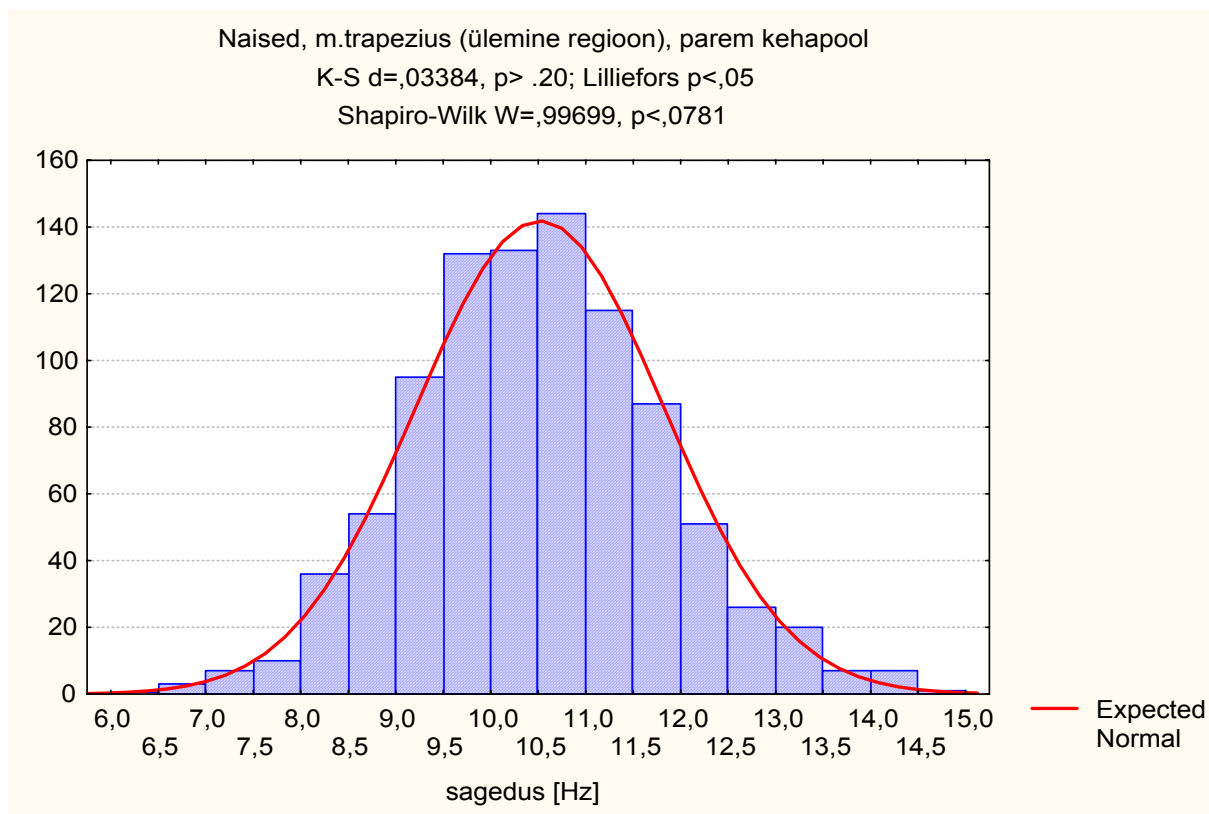
Joonis 2. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapool, mehed, sagedus [Hz], N=864.



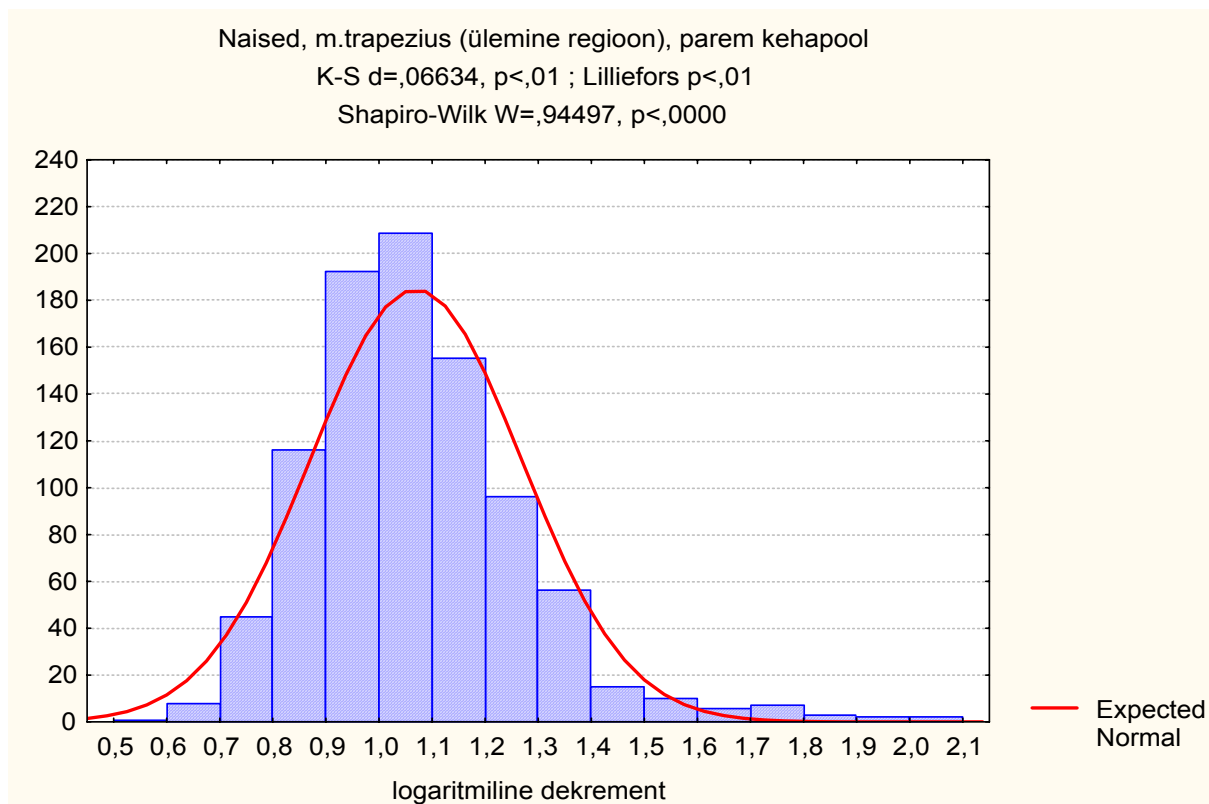
Joonis 3. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, mehed, logaritmiline dekrement, N=864.



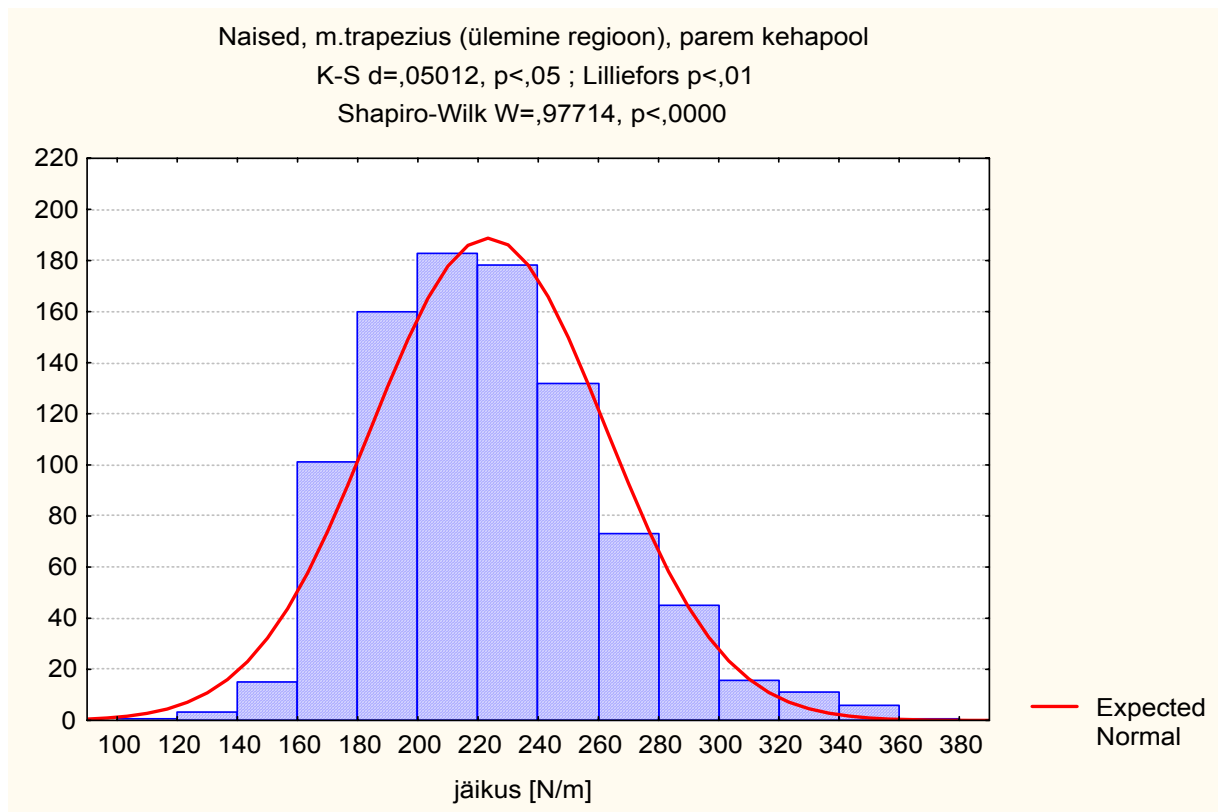
Joonis 4. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, mehed, jäikus [N/m], N=864.



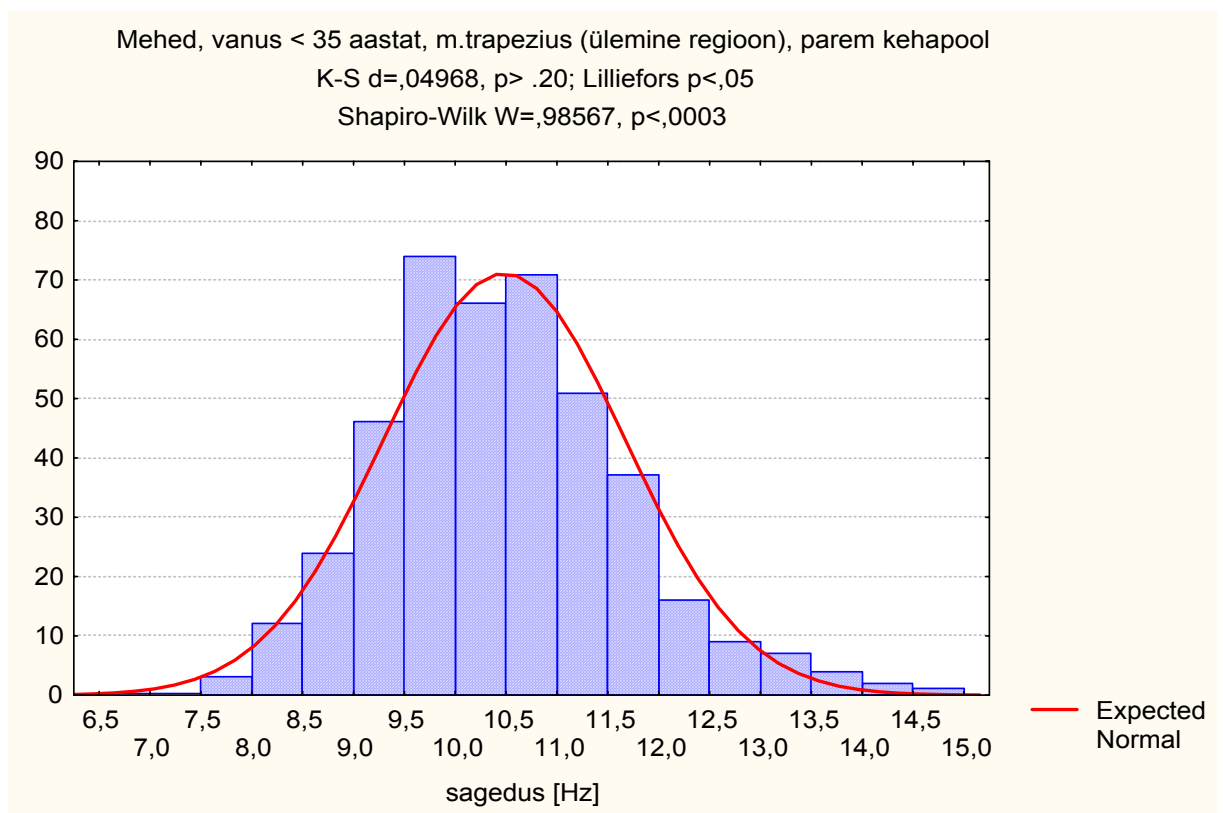
Joonis 5. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, sagedus [Hz], N=932.



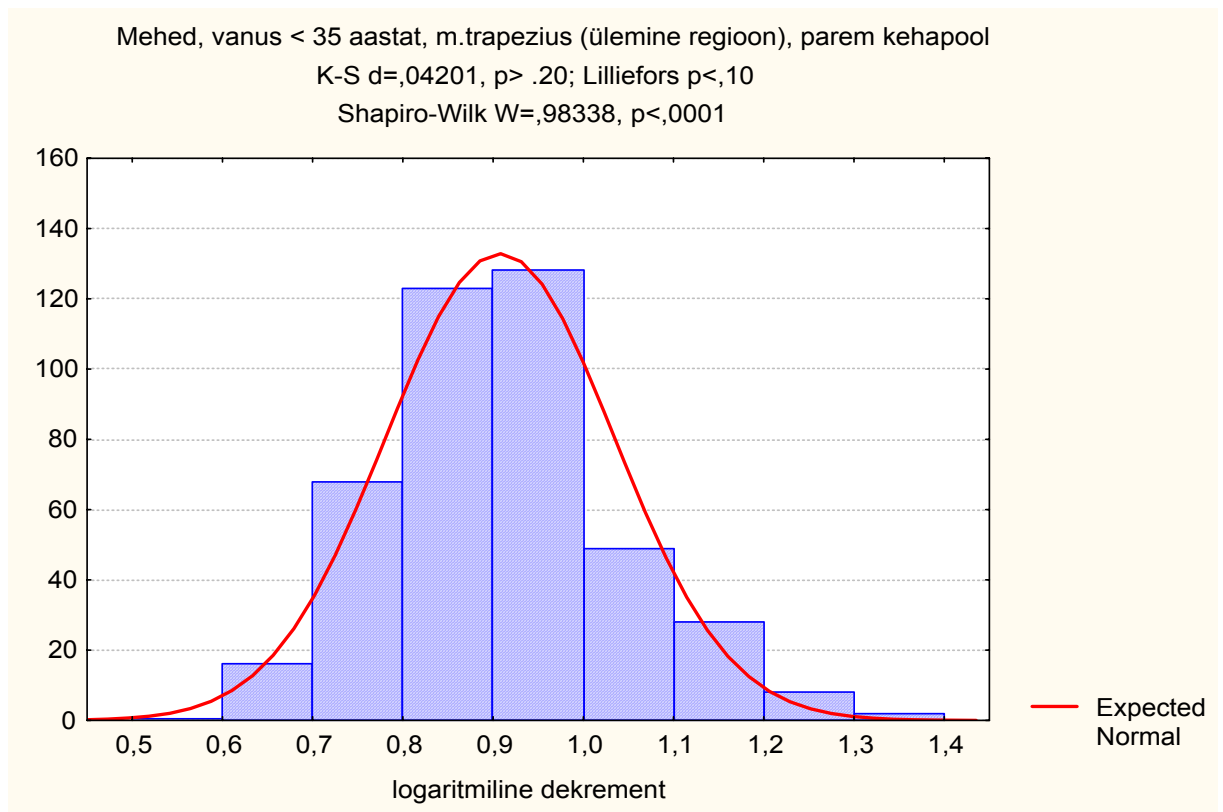
Joonis 6. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, logaritmiline dekrement, N=932.



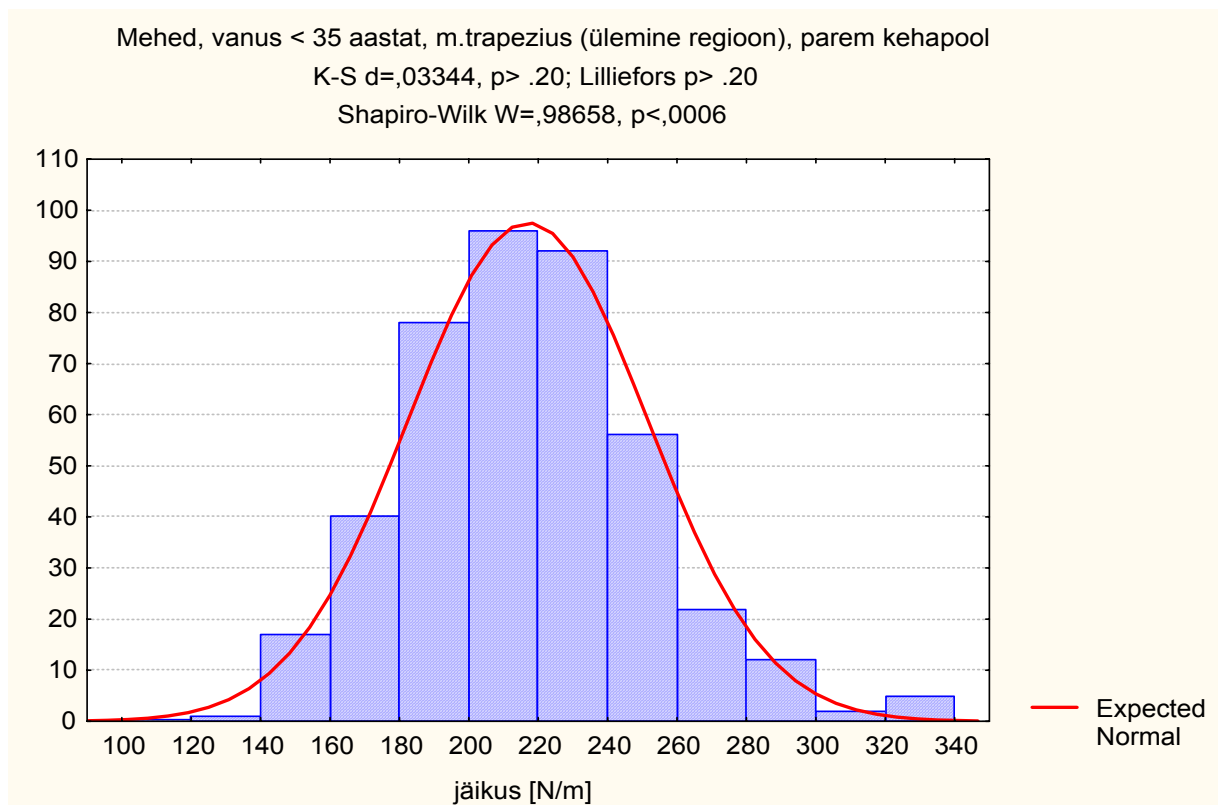
Joonis 7. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, jäikus [N/m], N=932.



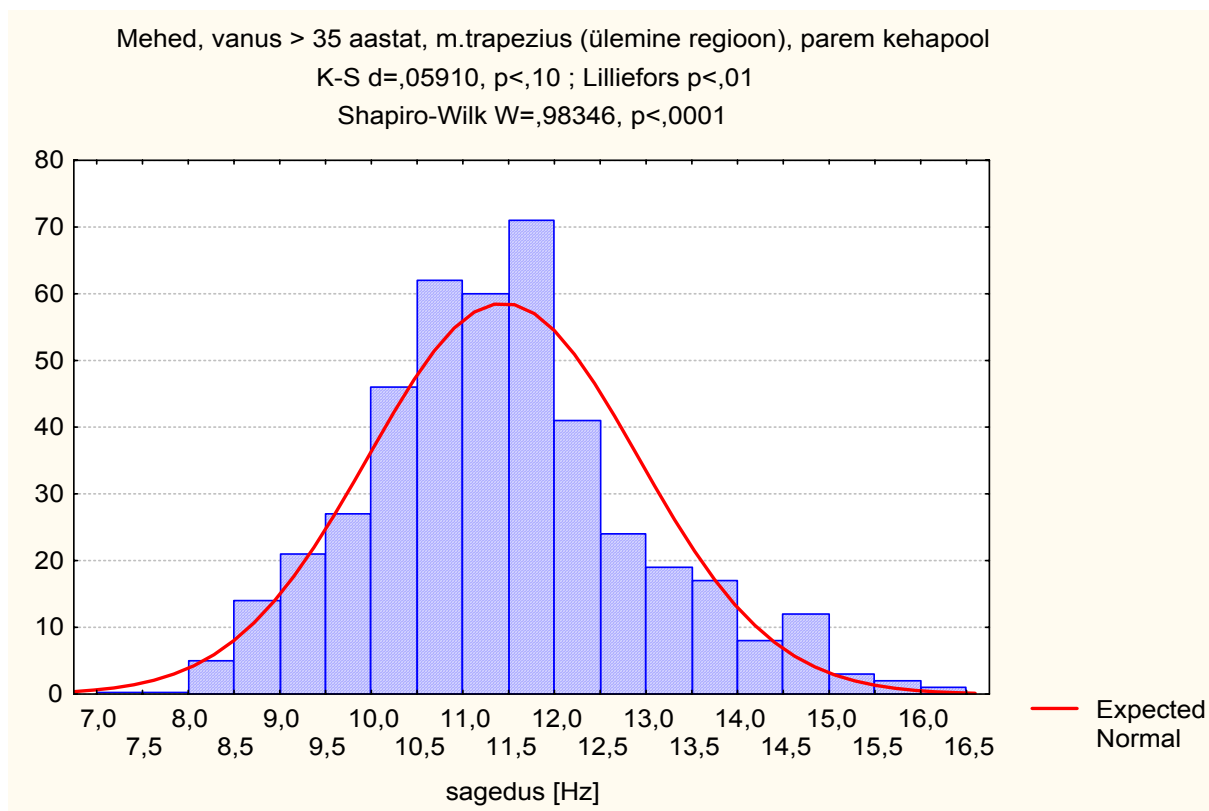
Joonis 8. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, mehed, vanus<35.a., sagedus [Hz], N=426.



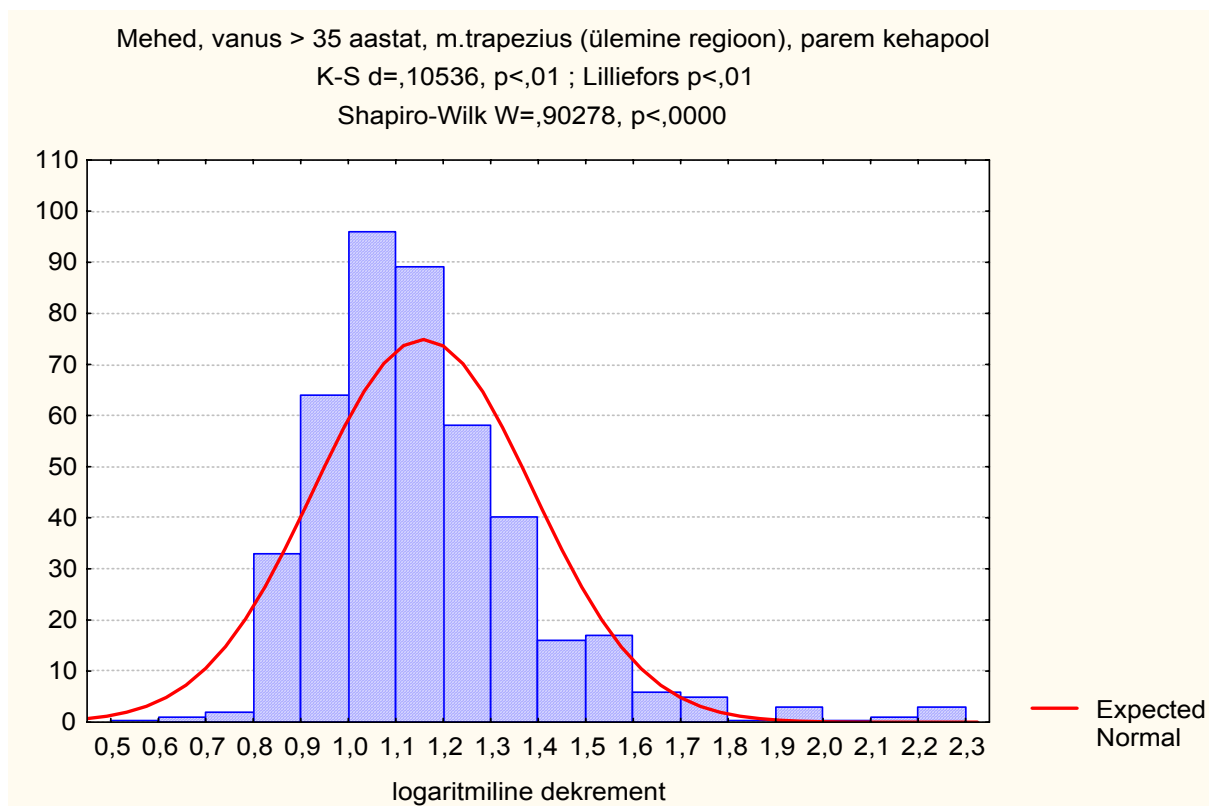
Joonis 9. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, mehed, vanus<35.a., logaritmiline dekrement, N=426.



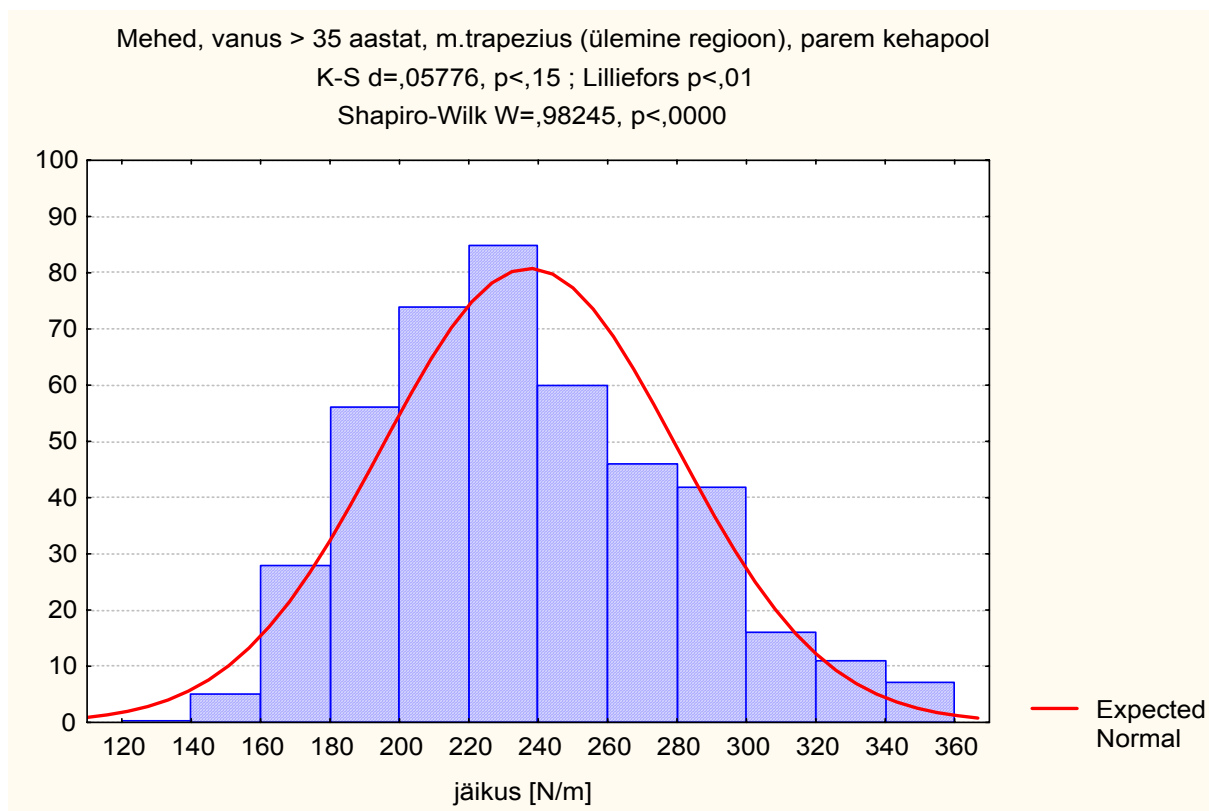
Joonis 10. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, mehed, vanus<35.a., jäikus [N/m], N=426.



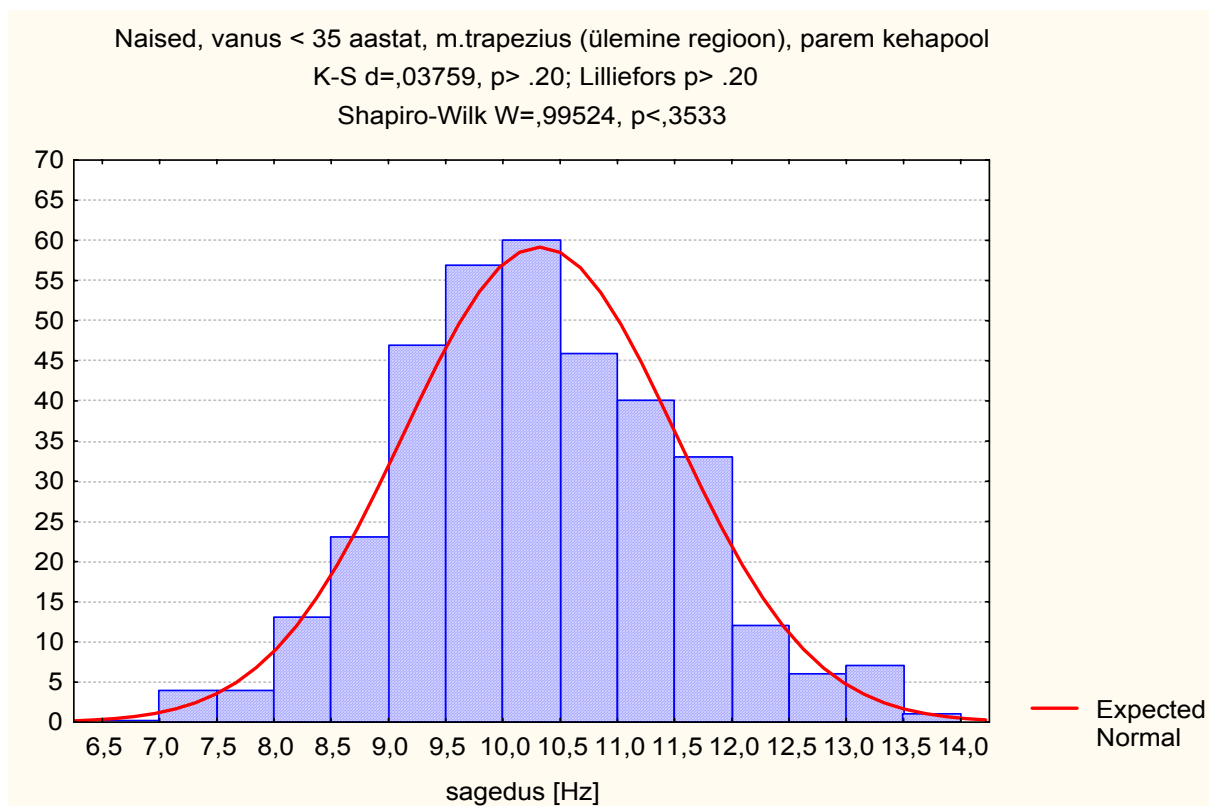
Joonis 11. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, mehed, vanus≥35.a., sagedus [Hz], N=438.



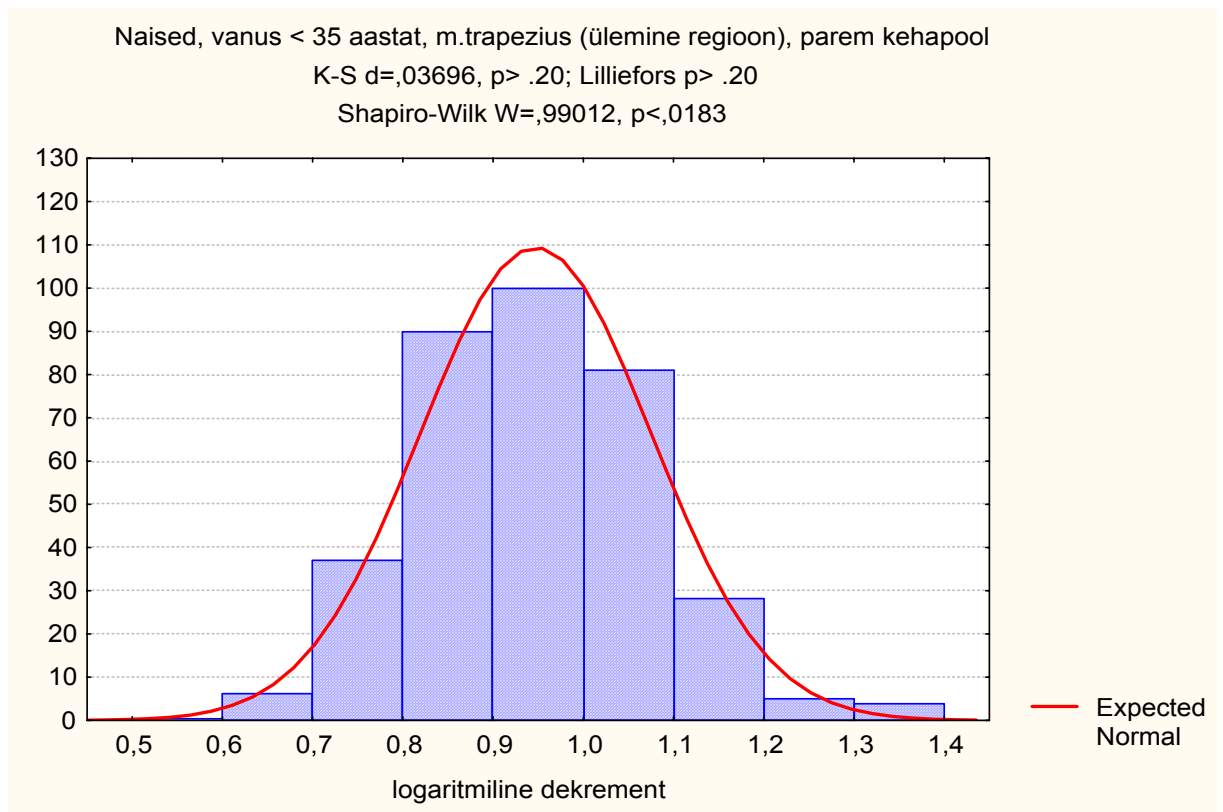
Joonis 12. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, mehed, vanus≥35.a., logaritmiline dekrement, N=438.



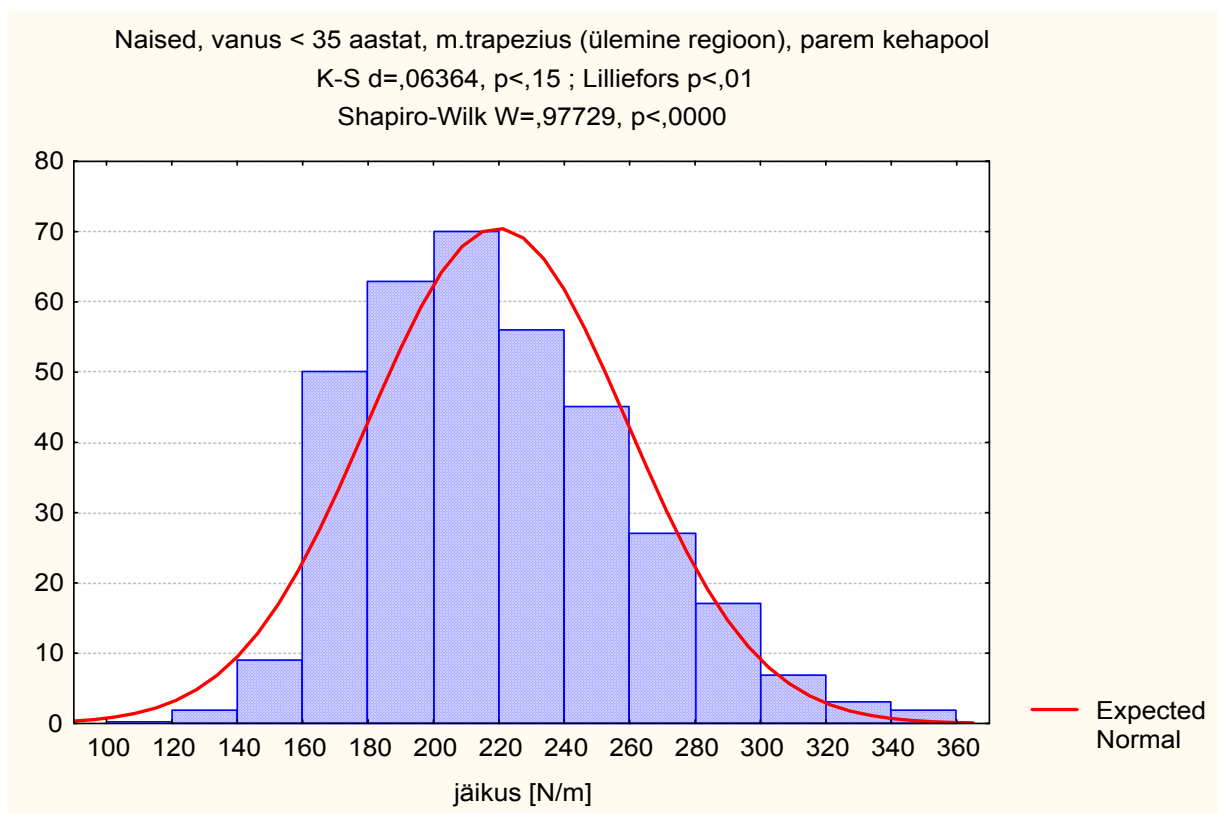
Joonis 13. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapool, mehed, vanus $\geq$ 35.a., jäikus [N/m], N=438.



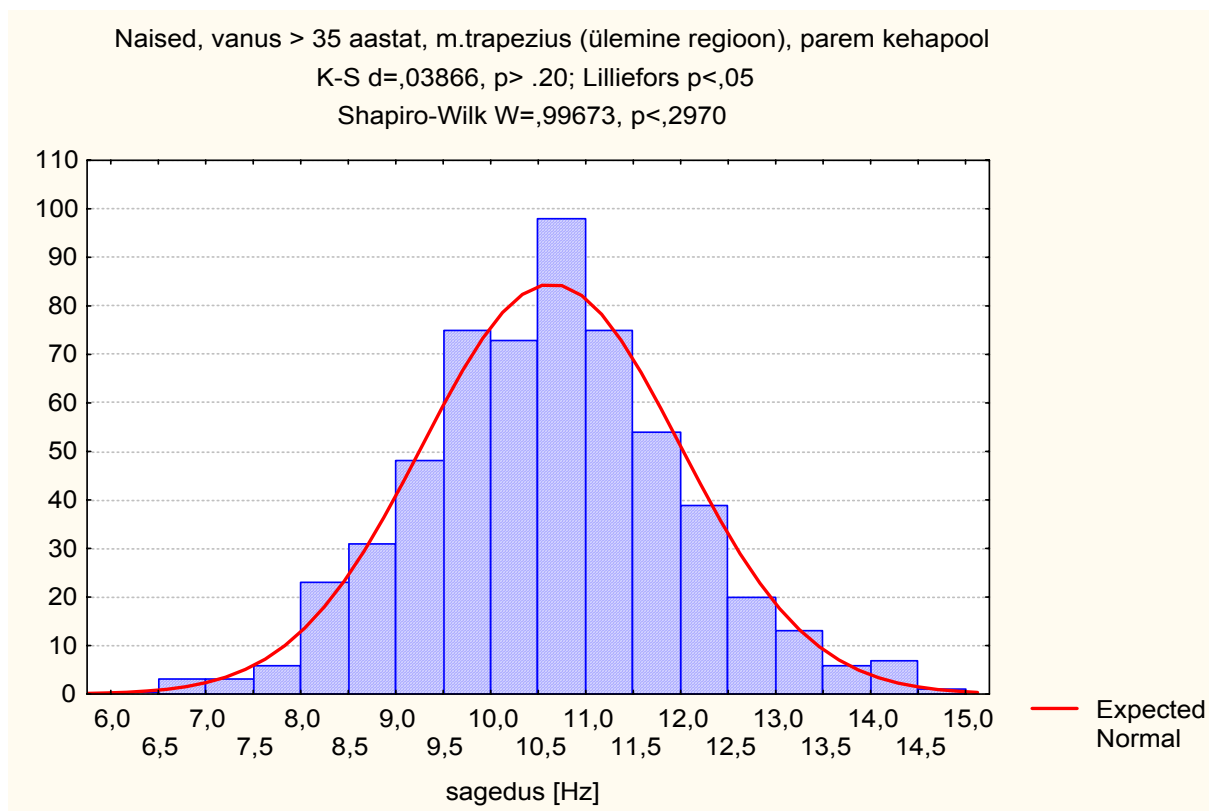
Joonis 14. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapool, naised, vanus<35.a., sagedus [Hz], N=354.



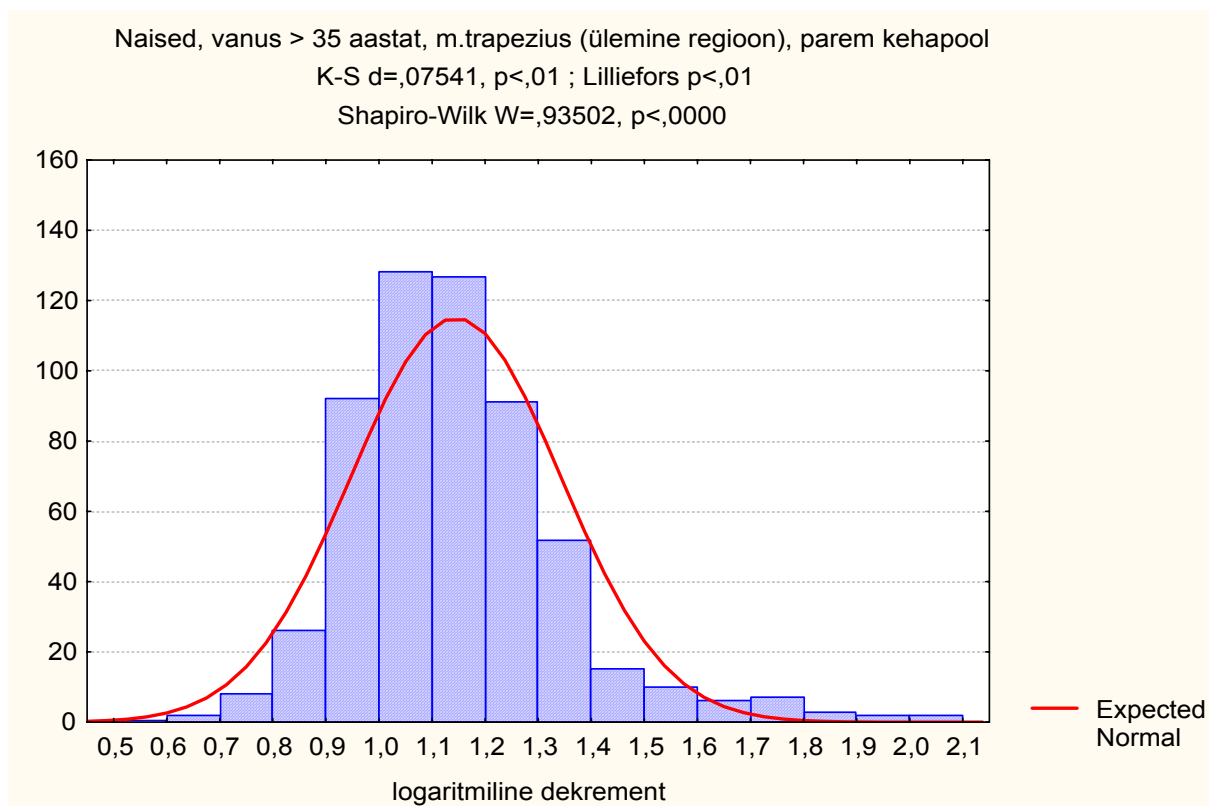
Joonis 15. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, vanus<35.a., logaritmiline dekrement, N=354.



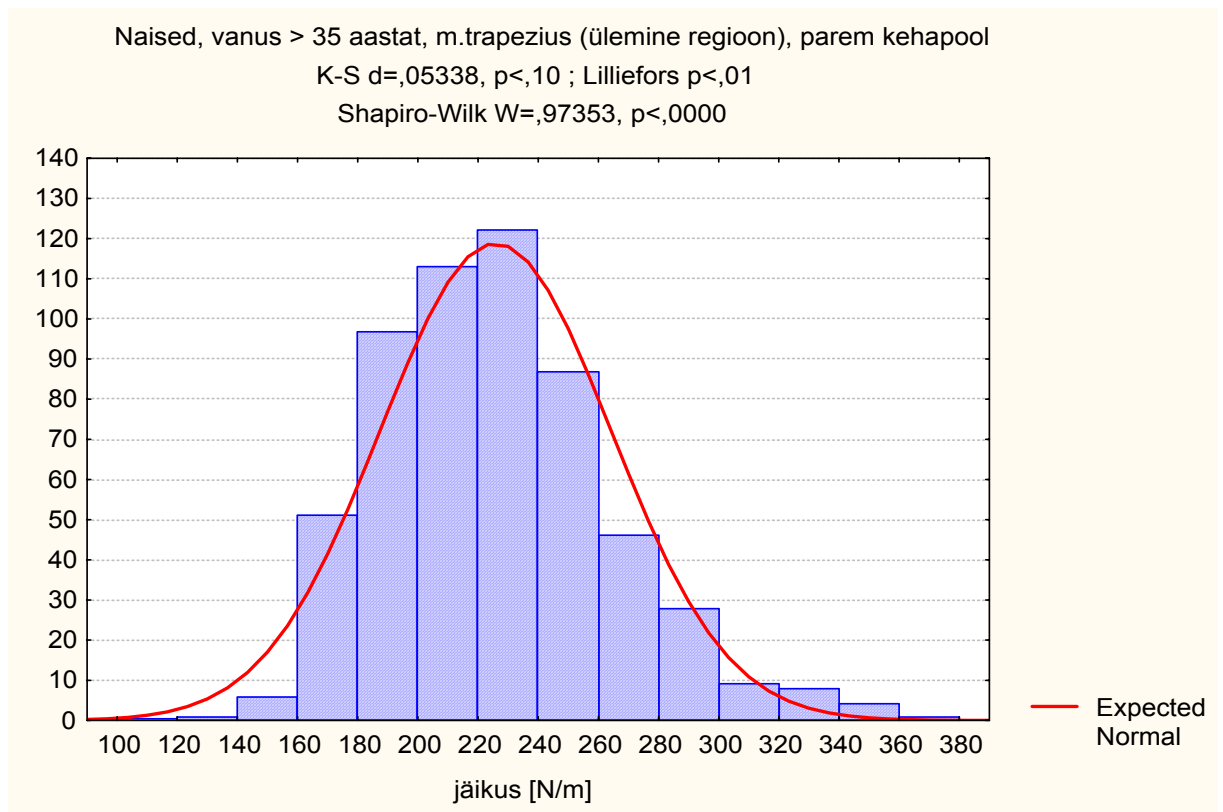
Joonis 16. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, vanus<35.a., jäikus [N/m], N=354.



Joonis 17. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, vanus≥35.a., sagedus [Hz], N=578.



Joonis 18. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, vanus≥35.a., logaritmiline dekrement, N=578.



Joonis 19. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parema kehapoole, naised, vanus $\geq$ 35.a., jäikus [N/m], N=578.

3.2. Statistilised võrdlused

Järgnevalt on toodud uuritud lihaste: *m.tibialis anterior*, *m.extensor digitorum*, *m.adductor pollicis*, *m.abductor pollicis brevis*, *m.flexor carpi radialis*, *m.gastrocnemius caput mediale*, *m.trapezius* (ülemine osa), *m.trapezius* (keskmine osa) ja *m.erector spinae*, sageduse, logaritmiline dekrementi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoole kohta soo, vanuse ja kehamassiindeksi järgi jaotatult tabelites 1 - 7. Tabelites “+” tähendab võrreldavate gruppide suuremat lihase parameetri näitu ja “-“ tähendab väiksemat näitu ning värvitud ruut tähendab statistilist olulist erinevust $p<0.05$.

Tabel 1. Meeste (M) ja naiste (N) lihaste omavõnkesageduse, dekremendi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoolel.

		ABD			ERE			EXD			FLC			GAS			ADD			TIB			TRC			TRS		
parem	kp	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C			
Sugu	M	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+			
	N	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-			
vasak		kp	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C		
Sugu	M	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+			
	N	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-			

Tabel 2. Vanus < 35.a. ja vanus ≥ 35.a. meeste lihaste omavõnkesageduse, dekremendi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoolel.

		ABD			ERE			EXD			FLC			GAS			ADD			TIB			TRC			TRS		
		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C
parem kp	Vanus < 35.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	≥ 35.a.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
vasak kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C
Vanus	< 35.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	≥ 35.a.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+

Tabel 3. Vanus < 35.a. ja vanus ≥ 35.a. naiste lihaste omavõnkesageduse, dekremendi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoolel.

		ABD			ERE			EXD			FLC			GAS			ADD			TIB			TRC			TRS		
parem kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C
Vanus	< 35.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
	≥ 35.a.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
vasak kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C
Vanus	< 35.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	≥ 35.a.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+

Tabel 4. KMI < 25 ja KMI ≥ 25 meeste vanus < 35.a. lihaste omavõnkesageduse, dekremendi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoolel.

		ABD			ERE			EXD			FLC			GAS			ADD			TIB			TRC			TRS		
		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C
parem kp	KMI < 25	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
	≥ 25	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+
vasak kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C
KMI	< 25	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
	≥ 25	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+

Tabel 5. KMI < 25 ja KMI ≥ 25 meeste vanus ≥ 35.a. lihaste omavõnkesageduse, dekremendi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoolel.

		ABD			ERE			EXD			FLC			GAS			ADD			TIB			TRC			TRS		
parem kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C			
KMI	< 25	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-			
	≥ 25	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+			
vasak kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C			
KMI	< 25	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-			
	≥ 25	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+			

Tabel 6. KMI < 25 ja KMI ≥ 25 naiste vanus < 35.a. lihaste omavõnkesageduse, dekremendi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoolel.

		ABD			ERE			EXD			FLC			GAS			ADD			TIB			TRC			TRS		
parem kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C			
KMI	< 25	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+			
	≥ 25	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-			
vasak kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C			
KMI	< 25	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+			
	≥ 25	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-			

Tabel 7. KMI < 25 ja KMI ≥ 25 naiste vanus ≥ 35.a. lihaste omavõnkesageduse, dekremendi ja jäikuse võrdlus nii parema kui ka vasema kehapoolel.

		ABD			ERE			EXD			FLC			GAS			ADD			TIB			TRC			TRS		
parem kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C			
KMI	< 25	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-			
	≥ 25	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+			
vasak kp		F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C	F	D	C			
KMI	< 25	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-		
	≥ 25	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+			

Uuritud kaheksa grupi arteriaalse vererõhu keskmised ± standardhälve (SD) on toodud tabelis 8.

Tabel 8. Arteriaalse vererõhu keskmised ± SD [mm Hg] vaatlusgruppide kohta.

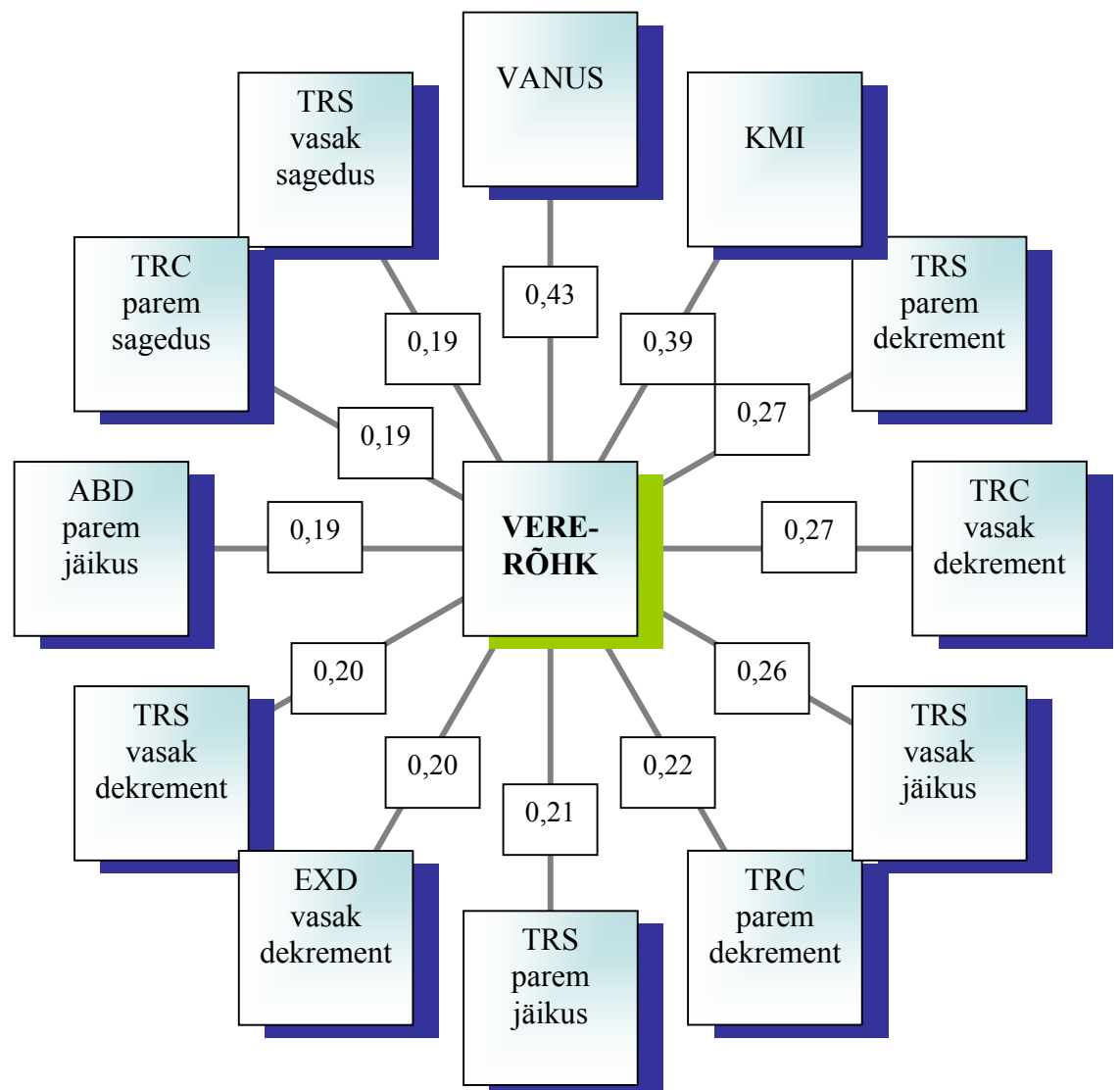
Mehed		143,59 ± 12,97	
Vanus < 35.a.	137,49 ± 13,44	Vanus ≥ 35.a.	149,46 ± 22,52
KMI < 25	KMI ≥ 25	KMI < 25	KMI ≥ 25
134,37 ± 12,91	140,67 ± 13,26	137,97 ± 19,30	152,94 ± 22,29

Naised		133,84 ± 20,44	
Vanus < 35.a.	123,10 ± 12,55	Vanus ≥35.a.	140,42 ± 21,53
KMI < 25	KMI ≥ 25	KMI < 25	KMI ≥ 25
121,49 ± 11,95	128,22 ± 13,11	131,10 ± 16,96	145,51 ± 22,06

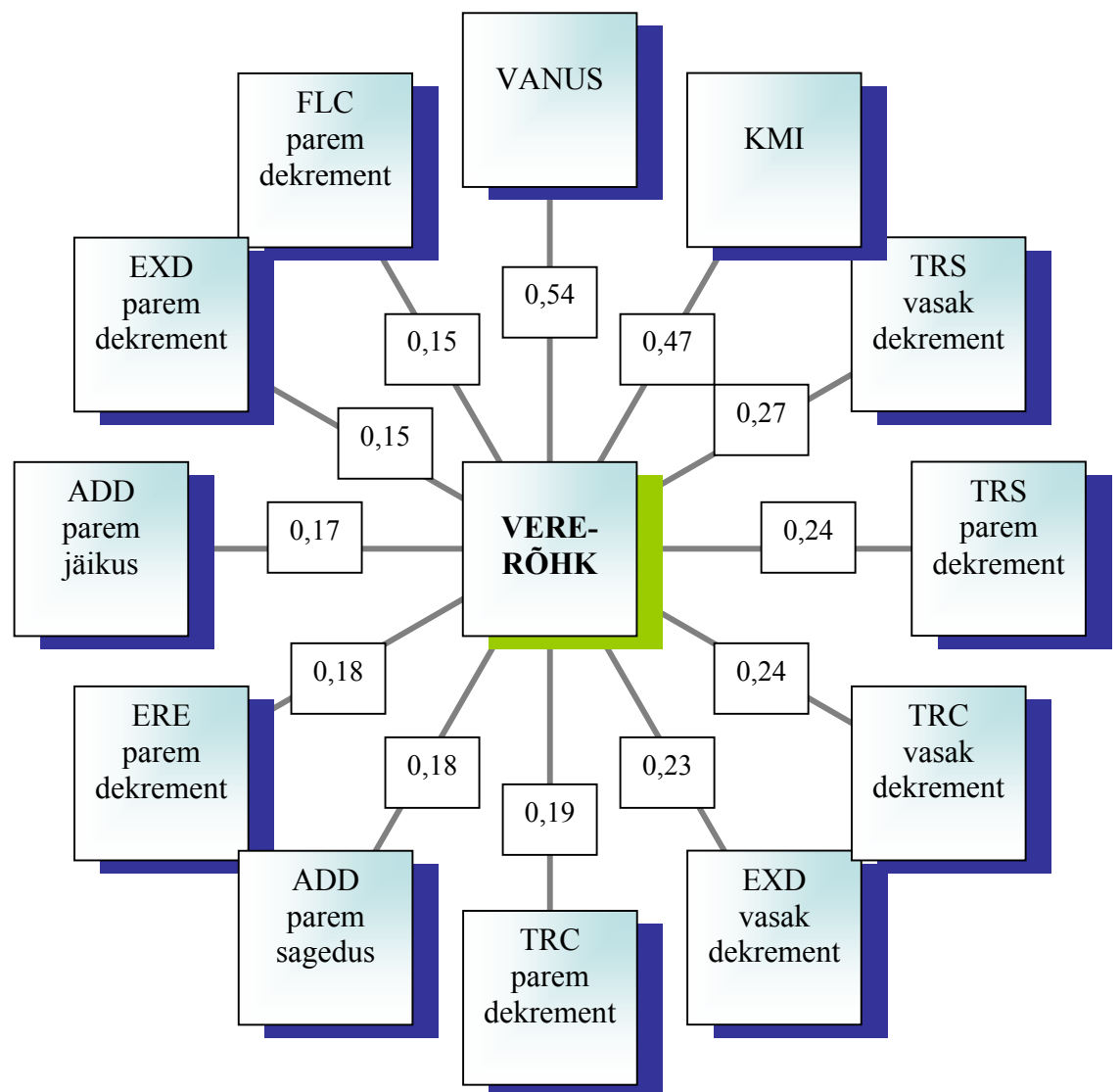
Kõigil gruppidel on keskmiste erinevus statistiliselt oluline kõrgel olulisuse nivool $p < 0,000001$.

3.3. Statistilised seosed

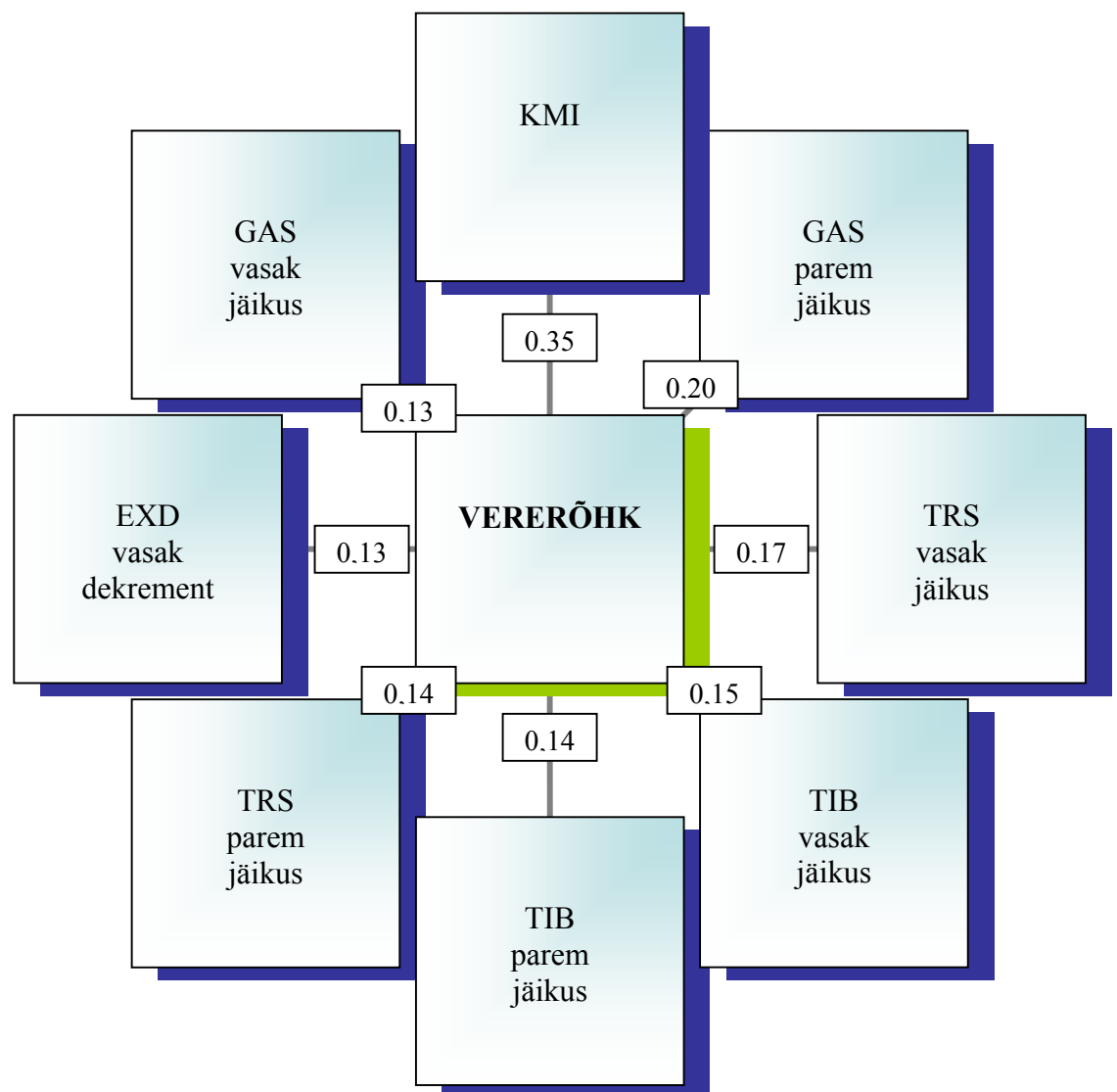
Statistilised mudelid koostati seostest, mille korral $p < 0,01$ ja valime nendest kuni 12 tugevamat seost igas grupis (vt. joonised 20-33).



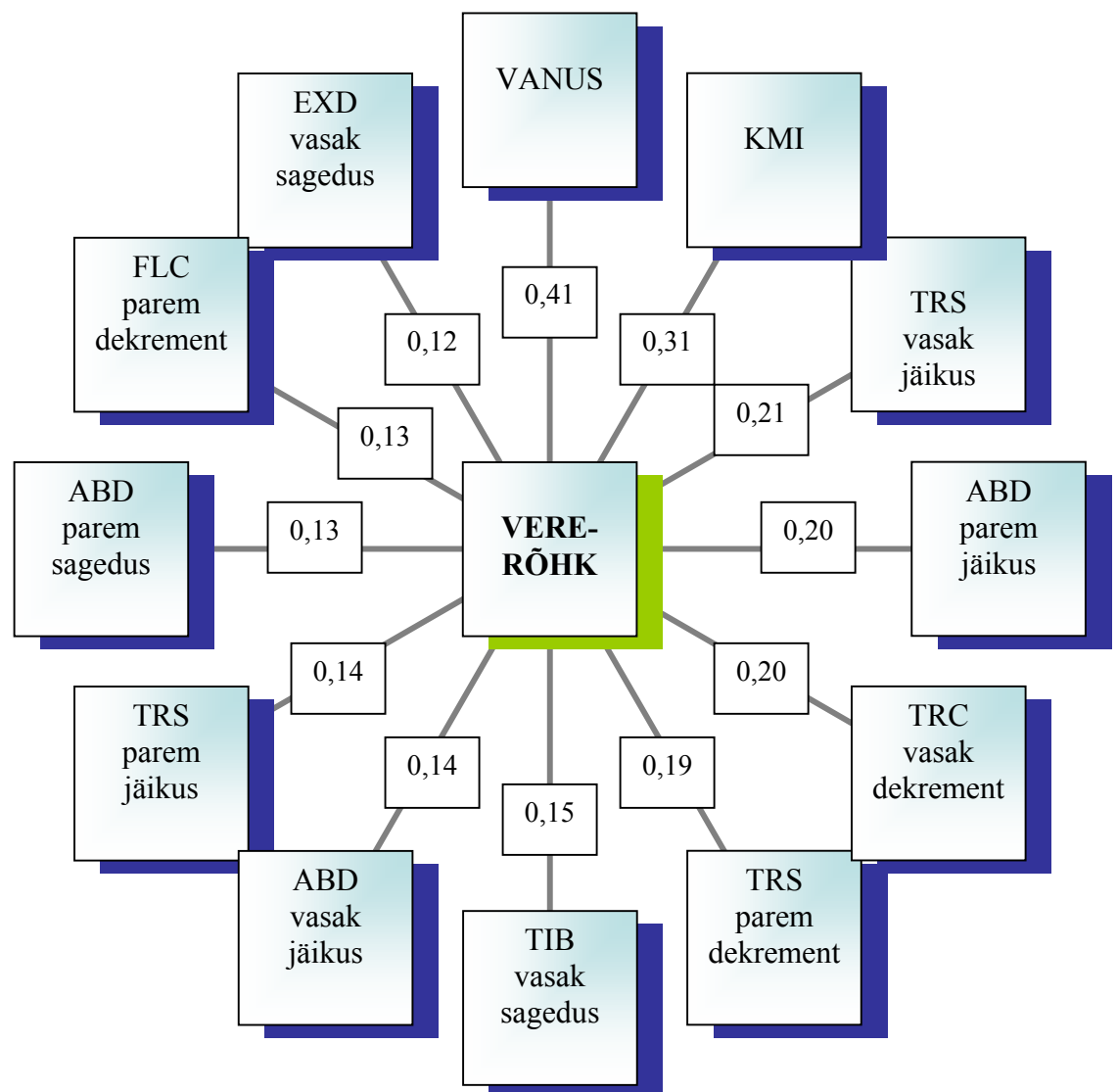
Joonis 20. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Mehed, N=864.



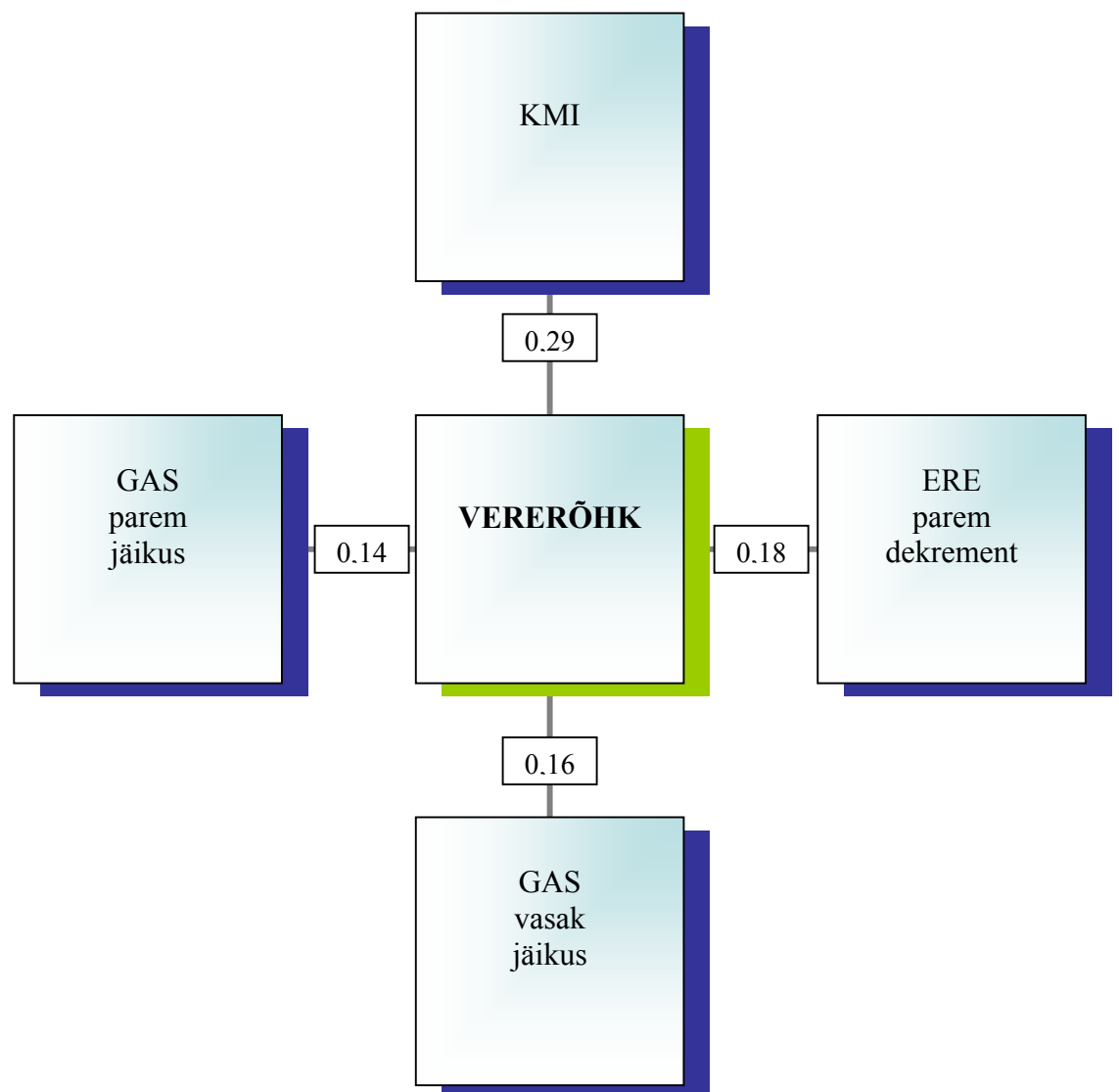
Joonis 21. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Naised, N=932.



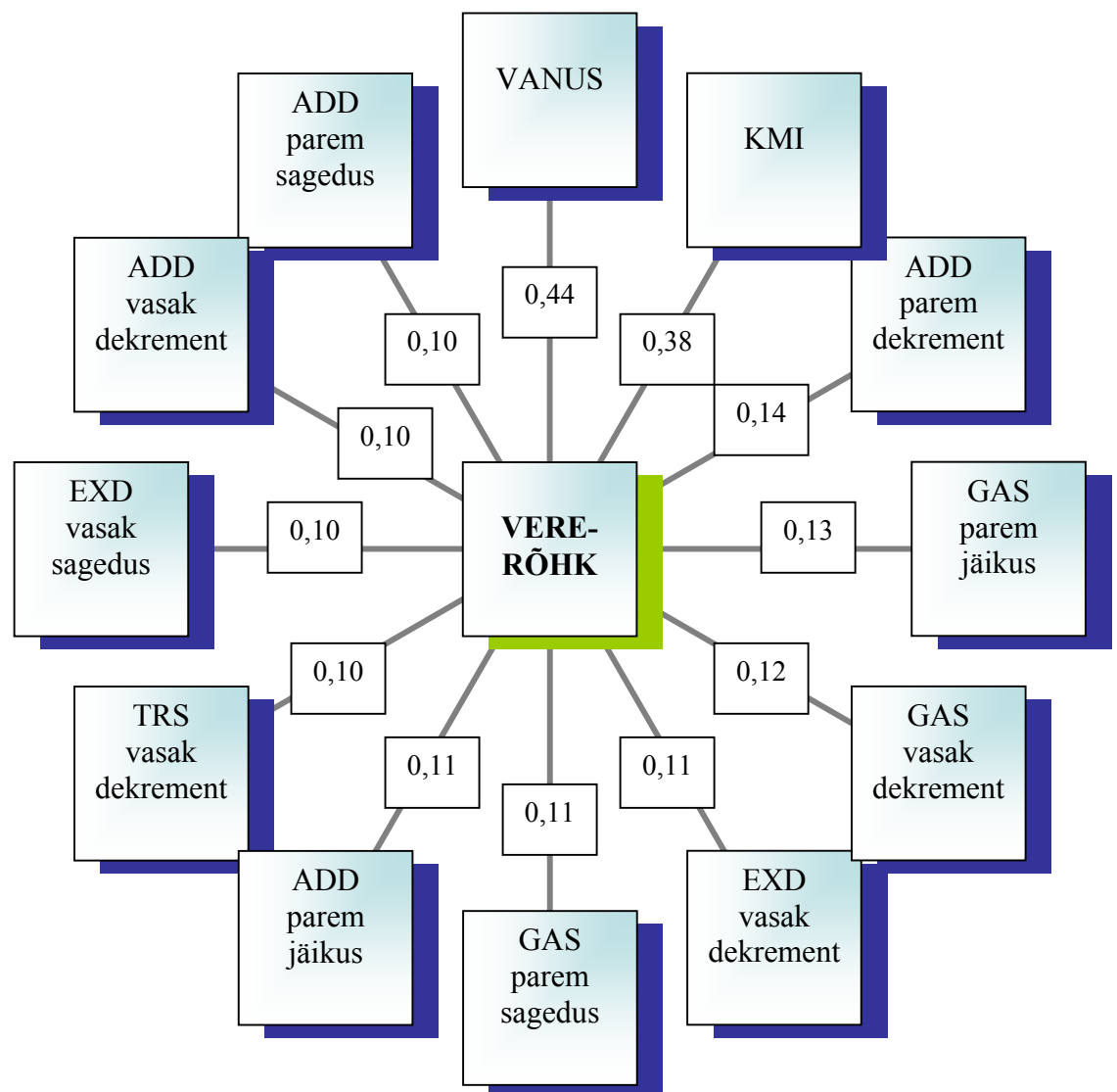
Joonis 22. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Mehed, vanus < 35, N=426.



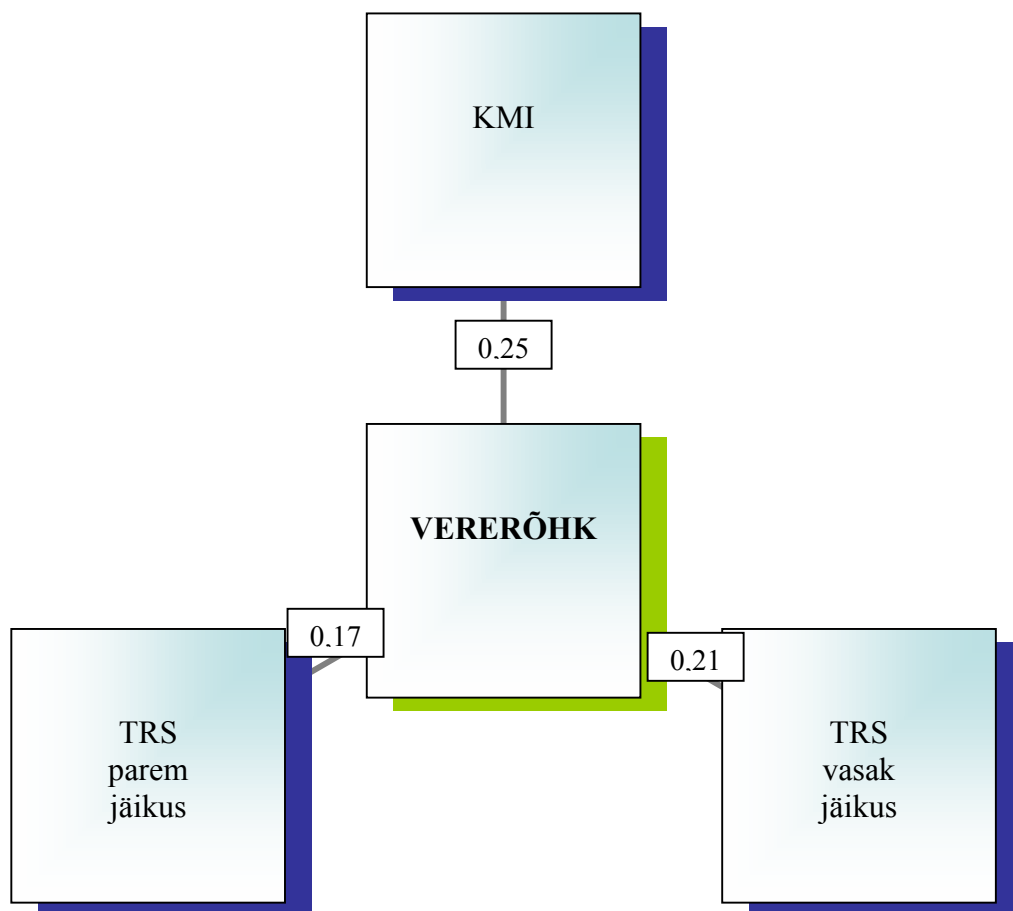
Joonis 23. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Mehed, vanus ≥ 35 , N=438.



Joonis 24. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Naised, vanus < 35, N=354



Joonis 25. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Naised, vanus ≥ 35 , N=578



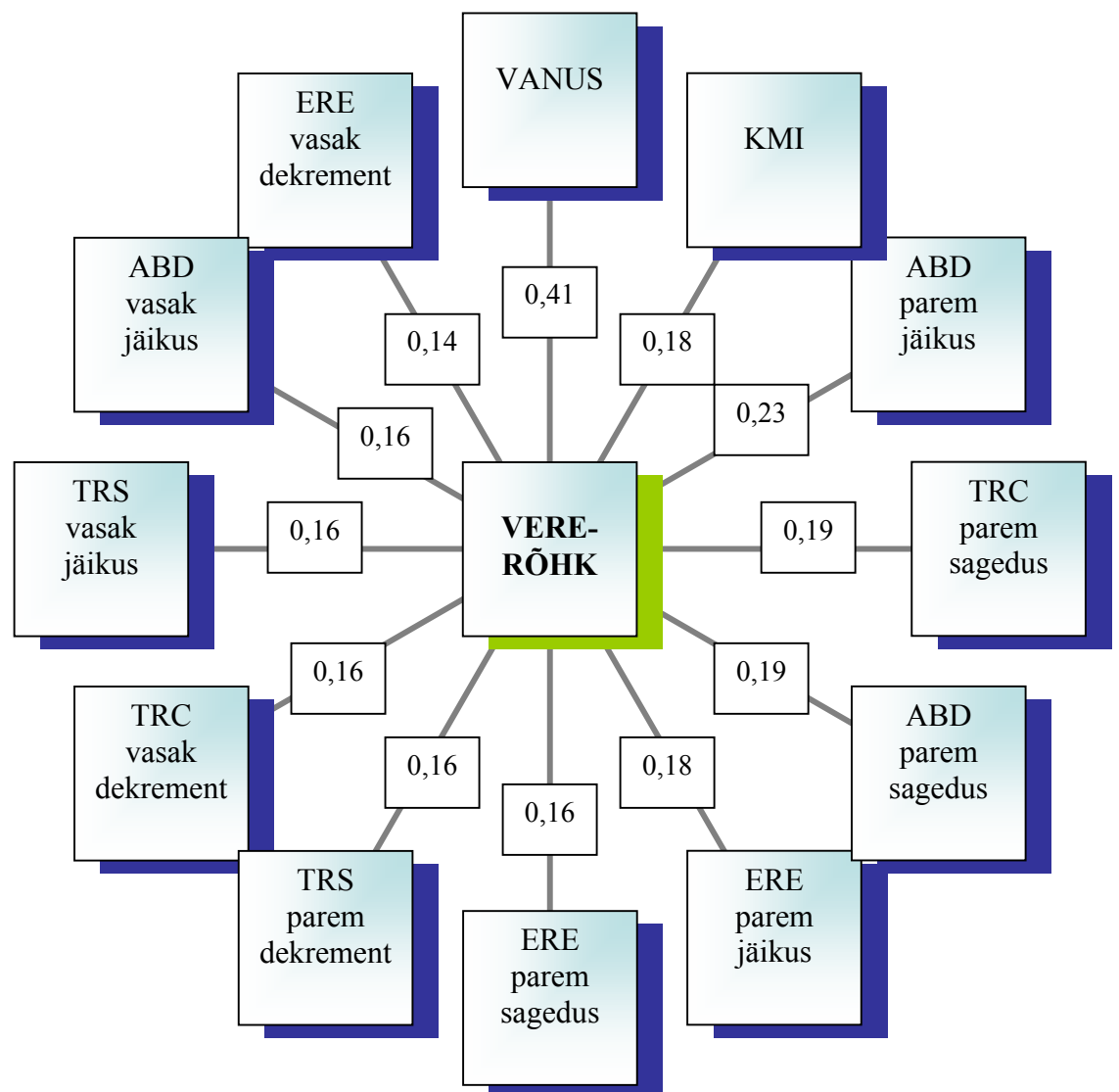
Joonis 26. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Mehed, vanus < 35, KMI < 25, N=216



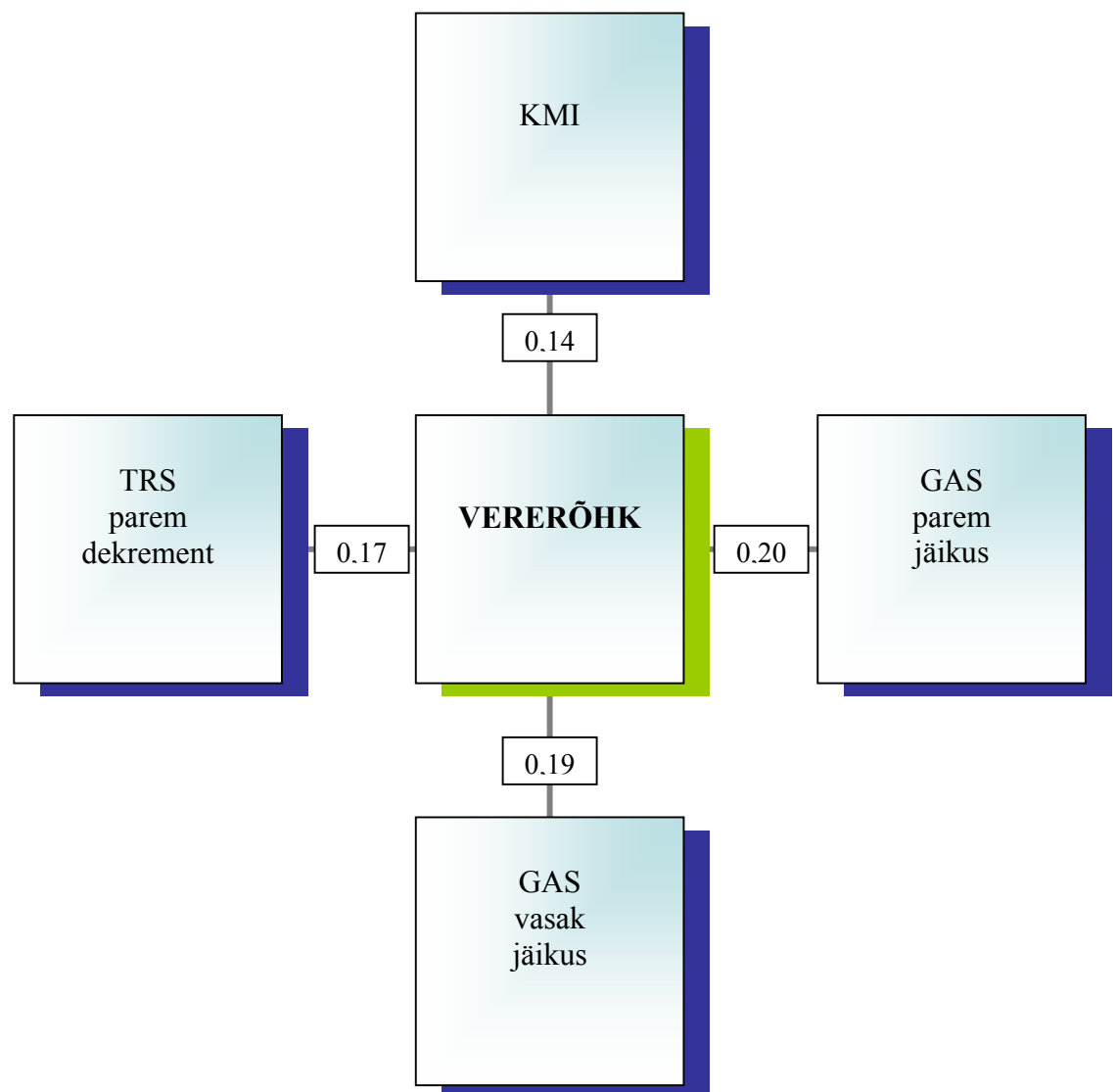
Joonis 27. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta.
Mehed, vanus < 35, KMI ≥ 25 , N=210.



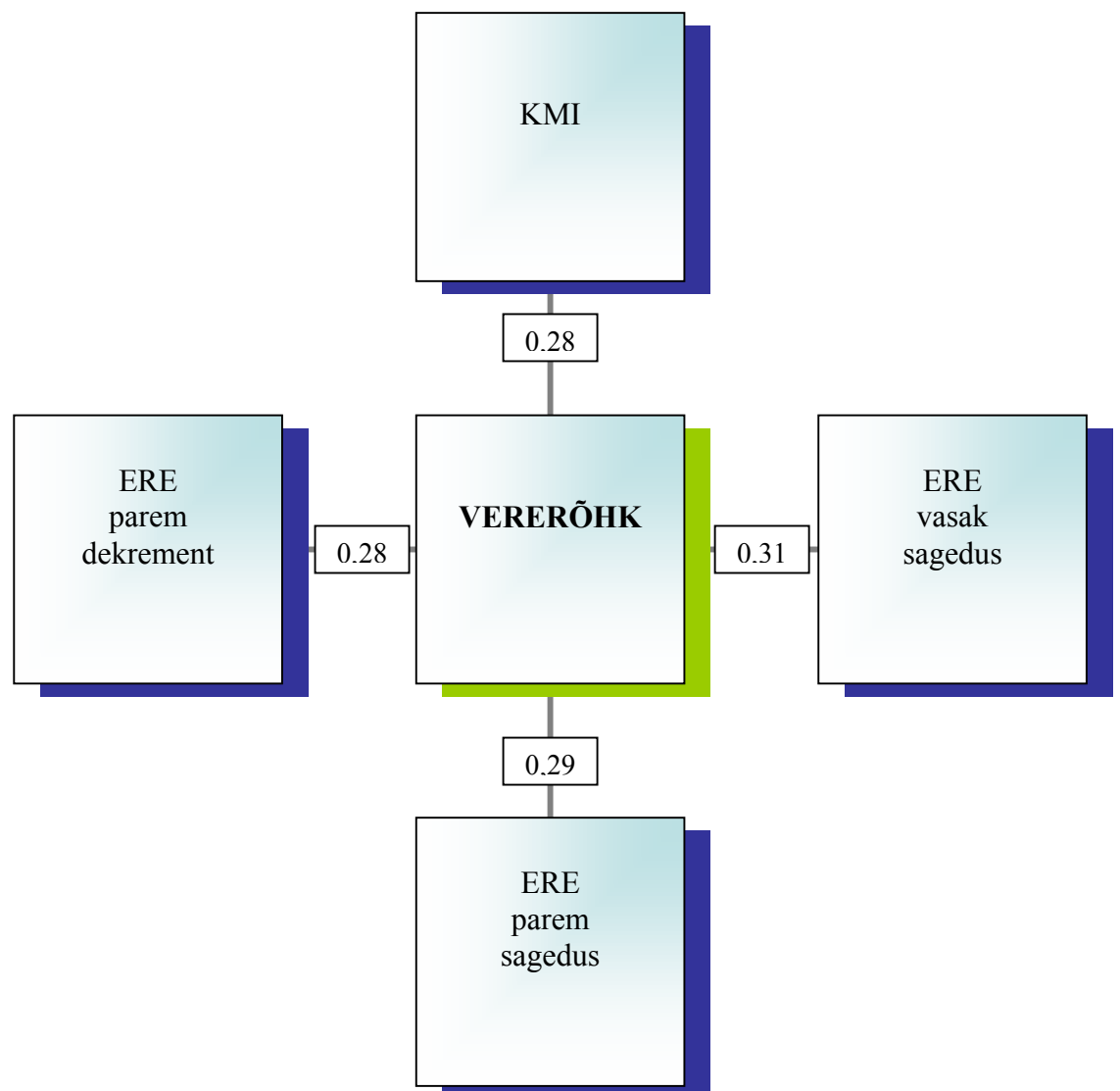
Joonis 28. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Mehed, vanus ≥ 35 , KMI <25 , N=103.



Joonis 29. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Mehed, vanus ≥ 35 , KMI ≥ 25 , N=335.



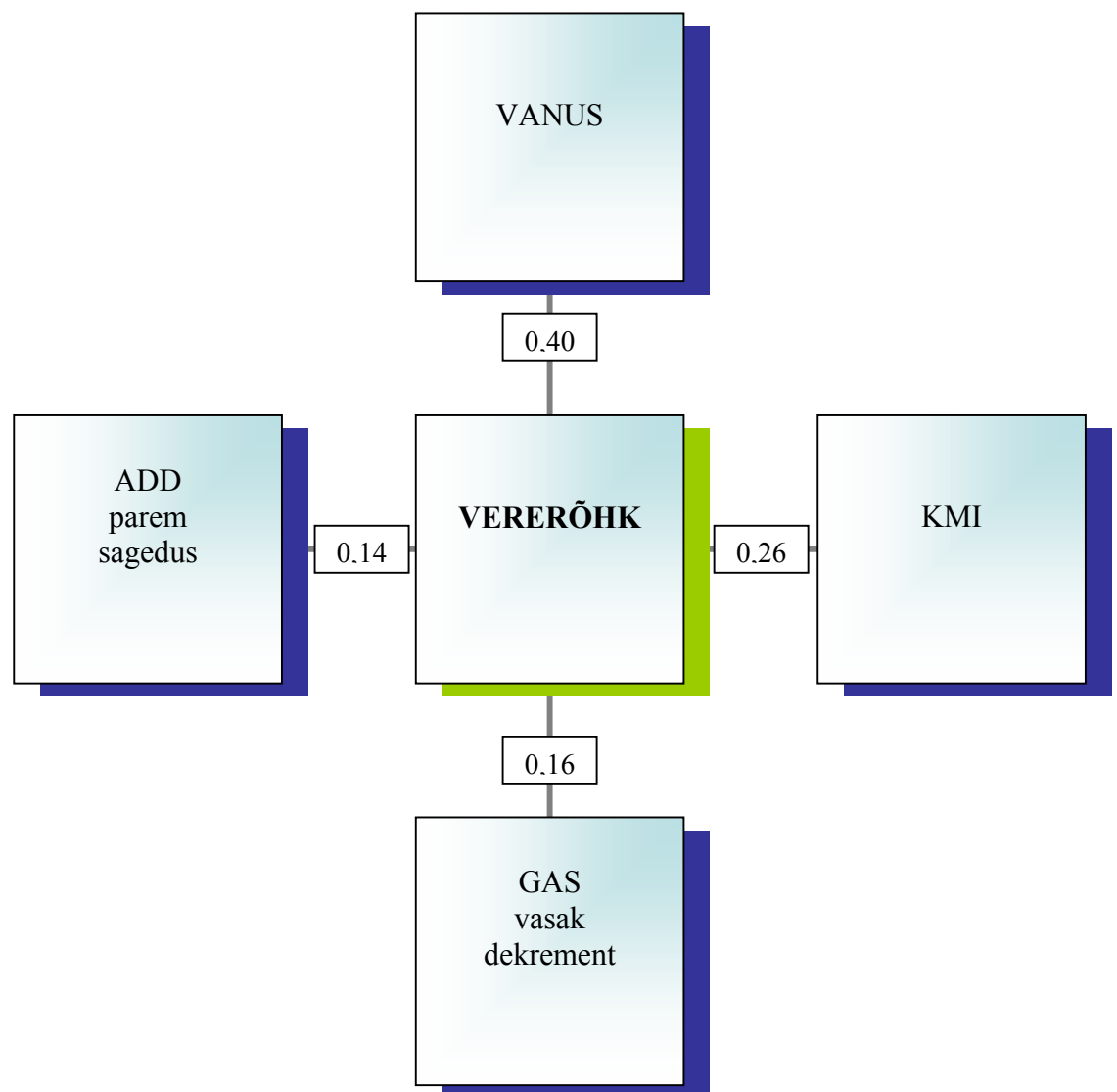
Joonis 30. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Naised, vanus < 35, KMI<25, N=269.



Joonis 31. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Naised, vanus < 35, KMI ≥ 25 , N=85



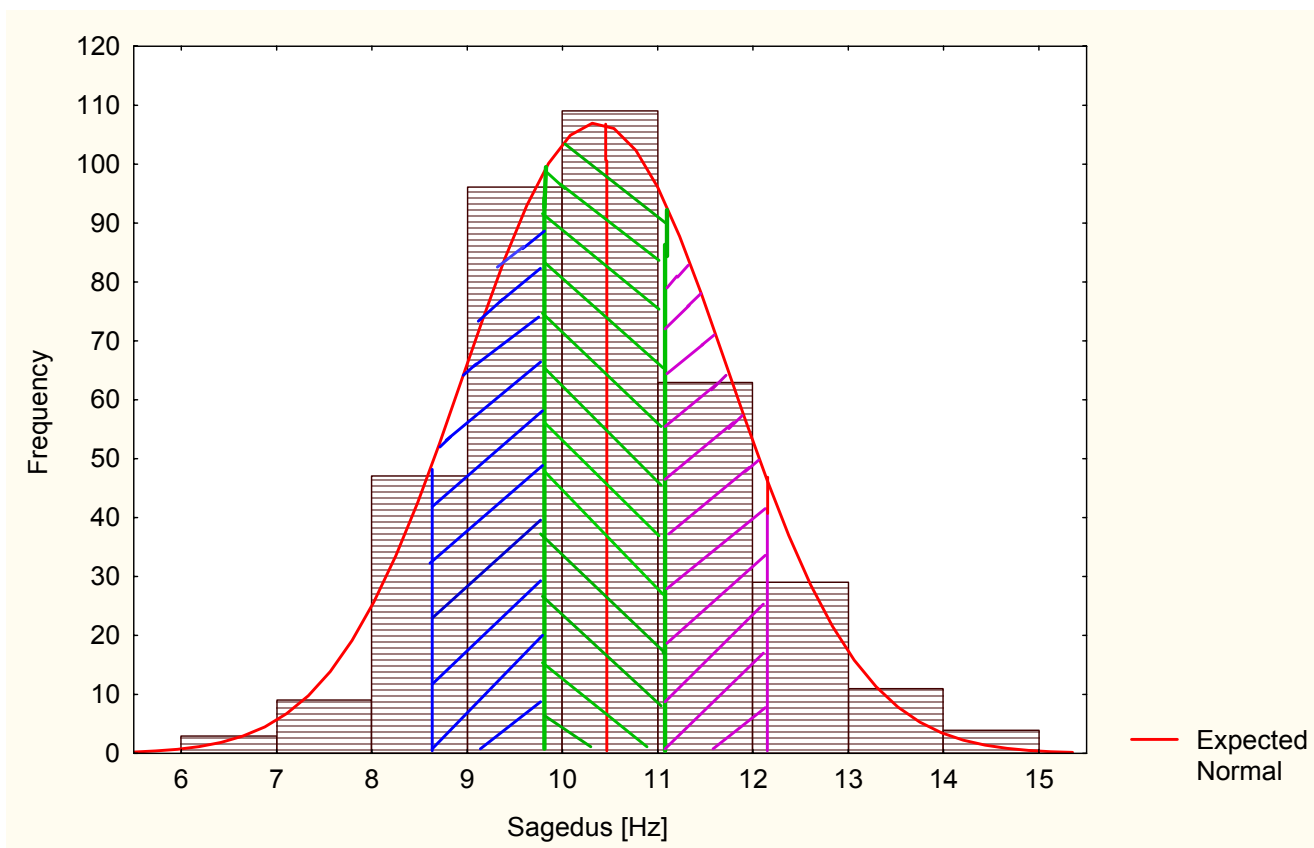
Joonis 32. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Naised, vanus ≥ 35 , KMI <25 , N=205



Joonis 33. Korrelatiivne mudel vererõhu ja rahuolekus uuritud parameetrite kohta. Naised, vanus ≥ 35 , KMI ≥ 25 , N=373.

3.4. Normväärtused

Kõik normväärtused arvutati rahuolekus lihase parameetrite kohta. Rakendusuuringus kogutud andmetest saab arvutada normväärtusi juhul, kui ülalkirjeldatud kaheksa grupi uuritud lihaste parameetrite jaotusfunktsioon vastab normaaljaotusele.



Joonis 34. Histogramm, *m.trapezius* (ülemine osa), parem kehapool, naised, vanus ≥ 35 .a., KMI ≥ 25 , sagedus [Hz]. Roheline viirutatud ala vastab keskmistele normväärtustele, vasakpoolne ehk sinine viirutatud ala madalatele normväärtustele, parempoolne ehk lilla viirutatud ala kõrgetele normväärtustele, sellest paremale poole jäävad väga kõrgete väärtuste ala ja sinisest vasakule väga madalate väärtuste ala.

Normväärtuste keskmine vahemik tähendab, et seal paiknedes on lihastega kõik korras, kuid kui lihase väärtused paiknevad kõrgemas normväärtuste vahemik, tähendab see, et uuritud lihas on ohustatud ülekoormustraumast ning kui madalamas normväärtuste vahemikus, siis on lihas väga heas seisundis.

Normväärtused esitatakse eespool kirjeldatud vahemike näol. Tabelis on toodud *m.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoolle normväärtused, kus sugu: 0-naine, 1-mehe, vanus: 0- ≥ 35 aastat, 1- < 35 aastat, KMI: 0- ≥ 25 , 1- < 25 .(vt tabel 9).

Tabel 9. Normväärtused, *m.trapezius* (ülemine regioon), paremal kehapoolel, rahuolekus.

	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	0	0	0	8,75	9,89	10,46	11,03	12,17
dekrement	0	0	0	0,776	0,8879	0,9498	1,016	1,1625
jäikus [N/m]	0	0	0	162,99	202,17	221,76	241,35	280,53
sagedus [Hz]	0	0	1	7,9	9,14	9,76	10,38	11,62
dekrement	0	0	1	0,7193	0,8422	0,9113	0,9861	1,1545
jäikus [N/m]	0	0	1	148,97	190,02	210,54	231,07	272,12
sagedus [Hz]	0	1	0	9,35	10,51	11,09	11,67	12,82
dekrement	0	1	0	0,8877	1,0425	1,1298	1,2243	1,4378
jäikus [N/m]	0	1	0	169,25	205,86	224,17	242,48	279,1
sagedus [Hz]	0	1	1	8,24	9,64	10,34	11,04	12,44
dekrement	0	1	1	0,8635	1,0337	1,131	1,2375	1,4815
jäikus [N/m]	0	1	1	167,39	207,09	226,94	246,78	286,48
sagedus [Hz]	1	0	0	8,9	10,12	10,73	11,34	12,56
dekrement	1	0	0	0,7185	0,828	0,8889	0,9542	1,0996
jäikus [N/m]	1	0	0	159,37	197,19	216,1	235	272,82
sagedus [Hz]	1	0	1	8,57	9,62	10,15	10,68	11,74
dekrement	1	0	1	0,7311	0,8542	0,9232	0,9979	1,1658
jäikus [N/m]	1	0	1	174,38	203,68	218,34	232,99	262,3
sagedus [Hz]	1	1	0	9,42	10,6	11,18	11,77	12,95
dekrement	1	1	0	0,8398	1,0082	1,1047	1,2104	1,4531
jäikus [N/m]	1	1	0	162,44	199,38	217,84	236,31	273,24
sagedus [Hz]	1	1	1	9,19	10,76	11,54	12,33	13,89
dekrement	1	1	1	0,8653	1,0526	1,161	1,2805	1,5577
jäikus [N/m]	1	1	1	182,43	224,47	245,49	266,51	308,55

3.5. Parameetrite vahelised sõltuvused WizWhy programmiga

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga saime esimese kahekümne rangema reegli põhjal, et on sõltuvusi ka lihaste parameetritest. Vaadeldi juhte, kus sõltuvuse usaldatavuse nivoo oli $p < 0,000001$.

3.5.1. Töökoha riskianalüüs

WizWhy programmi abil saadud sõltuvuste hinnangud terviseriski erinevatel tasemetel.

Tabel 10. II terviseriski tase ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
ere_r_c_r	175,8 - 401,5	301,7	N/m
tib_r_f_r	17,6 - 23,4	20,5	Hz
trs_r_f_r	7,0 - 10,1	9,23	Hz
flc_r_d_r	1,1 - 4,3	1,5	
abd_r_f_r	13,4 - 18,8	17,0	Hz
trc_r_c_r	260,3 - 378,7	319,8	N/m
trs_l_f_r	7,3 – 10,0	9,2	Hz
flc_l_d_r	0,9 – 2,0	1,3	
tib_r_d_c	0,5 - 1,1	0,9	
in tib r	0,7 – 2,0	1,0	
add_r_d_c	0,8 - 3,3	1,1	
ere_l_f_r	9,4 - 16,7	14,4	Hz
trc_r_f_r	12,3 - 15,6	14,4	Hz

Tabel 11. III terviseriski tase ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
gas_r_d_r	1,2 - 3,6	1,8	
gas_r_c_r	215,8 - 258,3	238,3	N/m
in trs r	0,8 - 1,3	1,0	
in exd l	0,4 - 1,2	0,9	
trs_r_c_r	180,6 - 412,9	229,4	N/m
trs_r_d_c	0,8 - 1,3	1,1	
flc_l_f_r	8,6 - 14	12,7	Hz
in add l	0,9 - 1,9	1,2	
in flc l	0,5 - 1,3	1,0	

Tabel 12. Kui ei ole III terviseriski tase ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Vanus	50 - 75	56,9	aasta
trs_r_d_r	1,0 - 2,6	1,2	
Vererõhk	133 - 229	154,4	mmHg
tib_l_c_r	483,4 - 818,9	567,6	N/m
add_r_f_r	15,8 - 17,9	16,9	Hz
KMI	29 - 45	32,9	

Tabel 13. IV terviseriski tase ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
abd_l_c_r	412,4 - 1028,2	511,0	N/m
flc_l_f_r	14,7 - 25,4	16,8	Hz
flc_l_c_r	275,1 - 507,3	333,9	N/m
tib_r_c_r	238,1 - 413,9	372,2	N/m
tib_l_d_c	0,4 - 0,8	0,7	

Tabel 14. Kui ei ole IV terviseriski tase ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
trc_l_c_r	314,4 - 459,1	386,0	N/m
trs_l_f_r	7,3 – 10,0	9,2	Hz
ere_r_c_r	273,4 – 420,0	347,9	N/m
in trc r	0,7 - 2,6	0,9	
ere_r_f_r	13,4 - 17,9	15,2	Hz
Vanus	22 – 34	28,1	aasta
in trs l	0,8 - 1,5	1	
trs_r_d_c	0,7 - 1,3	1,1	
in ere r	0,5 – 1,0	0,8	
trc_r_c_r	257,1 - 338,7	302,3	N/m

V terviseriski tasemega töökohti antud uuringus ei tuvastatud.

3.5.2. Füüsilise ülekoormusega seotud haigused

WizWhy programmi abil saadud sõltuvuste hinnangud füüsilise ülekoormusega seotud haiguste korral.

Tabel 15. Kui füüsilise ülekoormusega seotud haigused puuduvad ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Mees	
in ere r		0,9	
in ere l		1,0	
abd_l_d_c		1,1	
in trs l		0,9	
flc_l_d_c	0,6 - 0,8	0,8	
trs_r_d_r		0,9	

Tabel 16. Kui füüsilise ülekoormusega seotud haigused üldjuhul esinevad ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Naine	
ere_r_d_c	1,1 - 3,5	1,4	
flc_l_d_c	0,9 - 3,5	1,3	
in flc r	0,4 - 1,3	1,1	
trs_l_d_r		1,0	

Tabel 17. Kui on algnähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Naine	
KMI	16 - 24		
in tib r	0,6 - 1,6	0,9	
in exd l	0 - 1,1	0,9	
in exd r	0,1 - 1,1	0,9	
tib_r_d_c	0,6 - 1,5	1,2	
exd_r_d_c	1,0 - 4,0	1,3	
tib_r_c_r	357,1 - 557,5	451,0	N/m
trc_r_c_r	317,3 - 747,4	414,6	N/m
ere_l_f_r	9,1 - 17,0	14,3	Hz
trc_l_d_r	0,7 - 1,5	1,2	
exd_l_d_c	0,9 - 2,0	1,2	
in flc l	0,1 - 1,2	0,9	
Vererõhk	94 -139	122,8	mmHg
ere_l_c_r	158,7 - 374,5	318,7	N/m

Tabel 18. Kui on periooditi manifesteerunud nähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Naine	
add_l_c_r	277,3 - 627,4	350,7	N/m
trc_l_c_r	353,4 - 807,5	453,7	N/m
add_r_f_r	15,2 - 27,3	17,4	Hz
ere_r_d_r	1,1 - 4,8	1,6	
gas_l_d_c	1,0 - 2,6	1,3	
trs_l_d_c	0,9 - 2,6	1,1	
add_l_f_r	15,3 - 31,3	17,9	Hz
abd_r_d_r	1,2 - 2,0	1,6	
abd_r_f_r	17,0 - 36,6	20,6	Hz
flc_r_c_r	289,8 - 552,4	343,4	N/m
trc_r_f_r	14,2 - 25,9	17,6	Hz

Tabel 19. Kui on püsiva iseloomuga tunnused füüsilise ülekoormusega seotud haigustes ja sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Naine	
Vanus	33 - 73	46,6	aasta
trs_r_f_r	8,8 - 10,8	10,0	Hz
exd_r_c_r	306,6 - 552,6	363,4	N/m
ere_r_f_r	12,7 - 18,5	15,1	Hz
tib_r_f_r	16,9 - 24,6	20,9	Hz
trs_l_d_r	1,1 - 2,5	1,2	
in abd l	0,8 - 1,3	1,0	
in exd r	0,8 - 1,7	1,0	
trs_l_f_r	9,5 - 11,7	10,6	Hz
gas_r_c_r	252,4 - 332,0	287,8	N/m

3.5.3. Diagnoosid

WizWhy programmi abil saadud sõltuvuste hinnangud diagnooside korral.

Tabel 20. Formuleeritud diagnooside esinemissagedus uuritud kontingentidel.

<i>Diagnoos</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Sagedus</i>	209	596	88	24	169	45	55	215	36	24

Tabel 21. Kui on müofastsiaalsed valud, siis millised on sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Naine	
trs_r_d_c	1,0 - 2,5	1,2	
trs_r_c_r	195,8 - 315,3	238,0	N/m
ere_l_c_r	245,0 - 453,0	340,8	N/m
trc_l_c_r	313,0 - 545,0	412,0	N/m
ere_l_d_r	1,4 - 4,0	1,9	
add_r_c_r	329,0 - 514,0	375,0	N/m
trc_r_d_r	1,4 - 2,5	1,6	
Vanus	39 - 73	49,6	aasta
trc_l_d_c	1,4 - 4,8	1,8	
abd_l_f_r	16,7 - 31,3	20,8	Hz
in abd l	0,8 - 2,1	1,1	
Vererõhk	119 - 219	141,0	mmHg
trc_l_d_r	1,3 - 3,2	1,5	
in gas r	1,0 - 1,3	0,8	
in flc r	0,1 - 1,3	1,0	

Tabel 22. Kui on lihastepinged, siis millised on sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Naine	
ere_r_f_r	9,6 - 18,1	14,4	Hz
trc_l_d_c	0,5 - 1,7	1,3	
trs_l_d_r	0,1 - 1,3	1,0	
in trc r	0,6 - 2,6	0,9	
trs_r_d_c	0,4 - 1,4	1,1	
abd_l_c_r	240,4 - 477,2	354,9	N/m
exd_l_d_c	0,8 - 4,4	1,3	
ere_l_d_r	1,0 - 4,0	1,7	
flc_l_d_c	0,9 - 4,9	1,5	
tib_l_d_c	0,7 - 2,0	1,1	

Tabel 23. Kui ei ole lihastepinged, siis millised on sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Sugu		Mees	
abd_l_f_r	15,3 - 41,7	21,2	Hz
abd_l_d_r	0,9 - 3,7	1,5	

3.5.4. Arteriaalne vererõhk

WizWhy programmi abil saadud sõltuvuste hinnangud vererõhu korral.

Tabel 24. Kui arteriaalne vererõhk on üle 160 mmHg, siis millised on sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
Vanus	33 - 76	48	aasta
KMI	25 - 46	29,5	
abd_r_c_r	366,0 - 908,0	442,5	N/m
tib_l_f_r	17,0 - 28,0	19,1	Hz
exd_l_d_c		1,0	
abd_l_c_r	382,0 - 874,0	473,8	N/m
abd_r_f_r	20,0 - 50,0	22,6	Hz
tib_r_d_c		1,0	
add_l_d_r		1,0	

Tabel 25. Kui arteriaalne vererõhk on alla 160 mmHg, siis millised on sellele vastavad parameetrite vahemikud.

<i>Parameeter</i>	<i>Vahemik</i>	<i>Keskmine</i>	<i>Ühik</i>
KMI	17 - 24	21,9	
Vanus	19 - 32	26,9	aasta
exd_r_f_r	14,0 - 18,0	15,7	Hz
trc_r_d_c	0 – 1,0	1,0	
in trc r	1,0 - 2,0	1,0	
in tib l		1,0	
tib_l_d_r		1,0	
tib_l_c_r	394,0 - 796,0	495,9	N/m
add_l_d_c		1,0	
trc_l_d_c		1,0	

4. TULEMUSTE ANALÜÜS

4.1. Mõõtmistulemuste jaotuse hinnangud

Mõõtmistulemuste jaotusi analüüsiti kõigil uuritud lihastel. Rõhuval enamikul juhtudest oli tegemist normaalfaotusega. Allpool vaatleme lähemalt *m.trapezius* (ülemine regioon), kuna selle lihase kohta selgus uuringu käigus kõige enam kaebusi. Mõõtmistulemuste jaotusi hinnati protseduuriga kirjeldav statistika. Analüüsime *m.trapezius* (ülemine regioon) testide tulemusi. Valime olulisuse nivooks $\alpha=0,05$. Normaalfaotuse testid nõuavad $p>\alpha$, siis on tegemist normaalfaotusega. Järelikult peab $p>0,05$, siis on tegemist normaalfaotusega. Selgus, et päris ranget vastavust normaalfaotusele üldjuhul pole, näiteks joonistel 2, 12 ja 19, kuid esineb ka suhteliselt rangeid normaalfaotusi, näiteks joonistel 14, 15 ja 10. Kuna üldjuhul aga rangeid normaalfaotusi pole, võime tänu suurele vaatlusarvule öelda, et jaotused on normaalfaotusele lähedased jaotused.

4.2. Statistilised võrdlused

Selgitati uuritud skeletilihaste parameetrite erinevust sõltuvalt soost, vanusest ja KMI väärtusest. Selgus, et meeste ja naiste lihaste korral on erinevus statistiliselt oluline nivool $p<0,05$ (vt tabel 1). Üldiselt võib öelda, et kui võrrelda mehi ja naisi, siis meeste lihaste toonuse parameetritest olid sageduse ja jäikuse väärtused suuremad kuid logaritmilise dekremendi väärtused väiksemad naiste lihaste toonuse parameetritest (vt tabel 1). Võrreldes meeste ja naiste korral vanusegruppe nooremad kui 35 ja vanemad kui 35 aastat selgus, et rõhuval enamikul juhtudest on erinevus statistiliselt oluline nivool $p<0,05$ ning, et vanematel kui 35 aastat on lihaste toonuse parameetrid suuremad kui noorematel kuni 35 aastat (vt tabelid 2 ja 3). Võrreldes ülaltoodud gruppide korral KMI väärtusi, mis olid väiksemad kui 25 neist suuremate väärtustega saime jällegi enamikul juhtudest statistiliselt olulise erinevuse $p<0,05$ ja suurema KMI korral on uuritud lihaste toonuse parameetrid suuremad kui väiksema KMI korral (vt tabel 4, 5, 6 ja 7). Seega tuleb uuritud lihaste kohta normväärtused arvutada kaheksa grupi korral arvestades sugu, vanust ja KMI väärtusi.

Lihaste parameetrite võrdlemisel gruppide kaupa saadi rõhuval enamikul juhtudest statistiliselt oluline erinevus (vt tabel 1-7). Normide arvutamisel iga grupi korral selgitati mõõtmistulemuste jaotusfunktsioon ja hinnati jaotuse sümmeetrilisust. Logaritmilise dekrementi korral kasutati logaritmilist teisendust (Bland M., 2004). Saadud tulemus selgitab, et skeletilihaste toonuse parameetrid muutuvad suuremaks vanematel inimestel ja normväärtused tuleb luua eraldi meeste ning naiste kohta. Samuti selgub eelpool toodud tabelite analüüsist, et suurema KMI korral on uuritud lihaste toonuse parameetrid statistiliselt olulisel määral suuremad.

Tabelist 8 võib järeldada, et kõrgem vererõhk esineb vanematel ja suurema KMI väärtuste korral. Seega arvestades neid faktoreid on väga oluline hüpertoonia preventtsioonis jälgida lisaks kesknärvisüsteemi seisundile ja vererõhku kõrgendavate ainete osakaalu suurenemisele ka skeletilihaste toonust.

4.3. Statistiliste seoste hindamine

Tulemused näitavad, et eksisteerib tugev korrelatsioon arteriaalse vererõhu ja vanuse ning KMI vahel kõigi gruppide juures. Samuti esinevad kõrge statistilise usaldusväärsusega positiivsed korrelatsioonid vererõhu ja uuritud lihaste elastsust iseloomustavate logaritmiliste dekrementide vahel. Viimane iseloomustab mehaanilise energia dissipatsioon ühe võnkeperioodi vältel. Suurematel logaritmilise dekrementi väärtustel on lihaste elastsusomadused halvemad. Kõrgemad omavõnkesageduse ja jäikuse väärtused iseloomustavad uuritava lihase kõrge toonust ja koos sellega suurenenud takistust mikrokapillaarsele tsirkulatsioonile.

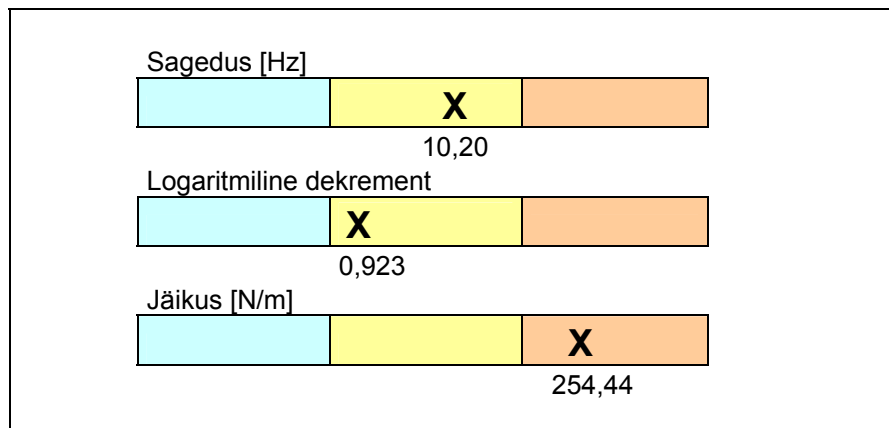
Kõik skeletilihase toonuse karakteristikute korrelatsioonid esinesid: meeste, naiste, vanemad kui 35 aastat mehed ja naised ning vanemad kui 35 aastat ja suurema KMI kui 25 meeste korrelatiivsetes mudelites (vt jooniseid 20, 21, 23, 25 ja 29). Nooremad kui 35 aastat meeste ja naiste ning nooremad kui 35 aastat ja KMI väiksem kui 25 meeste ja naiste ning ka vanemad kui 35 ja KMI väiksem kui 25 meeste korral on korrelatiivsetes mudelites prevaleeruv ainult jäikus (vt. joonis 22, 24, 26, 28 ja 30). Sageduse ja logaritmilise dekrementi korrelatsioonid vererõhuga esinesid noorematel kui 35 aastat ja KMI suurem kui 25 naistel ning vanematel kui 35 aastat ja KMI suurem kui 25 meestel korrelatiivsetes mudelites (vt. jooniseid 31 ja 33). Suurem KMI aga põhjustab toonuse tõusu ja selle kaudu ka tõstab arteriaalset vererõhku.

Ainult logaritmilise dekremendi korrelatsioon arteriaalse vererõhuga esines nooremate kui 35 aastat ja KMI suurem kui 25 meeste ning vanemate kui 35 aastat ja KMI väiksem kui 25 naiste korrelatsioonis (vt. jooniseid 27 ja 32). Võib arvata, et siin on tegemist tööst tingitud mõjuga trapetslihasele, kuna korrelatsioon on *m.trapezius* vasaku poole ülemise ja keskmise regiooniga, milline on enamkoormatud parema ülajäseme tegevuse kaudu.

Uurides lihaste müomeetriliste parameetrite omavahelisi korrelatiivseid seoseid selgus, et ei eksisteeri 8 uuritud lihase vahel tugevaid korrelatiivseid seoseid. Selgus ka, et tugevas korrelatsioonis on sama lihas paremal ja vasakul kehapoolel ning sama lihase omavõnkesagedus ja jäikus. Kuna inimene on ehituselt sümmeetriline siis peakski parema ja vasaku kehapoolle vahel olema korrelatiivne seos. Tugevamat korrelatiivset seost võis veel märgata *m.trapezius* (ülemine regioon) ja *m.trapezius* (keskmine regioon) müomeetriliste parameetrite vahel. See on suhteliselt loogiline tulemus, kuna ikkagi on tegemist ühe ja sama lihasega kuid erinevate regioonidega. Järelduseks võib öelda, et kuna uuritud lihaste müomeetriliste parameetrite vahel tugevaid korrelatiivseid seoseid ei olnud, annavad kõik kaheksa uuritud lihast lisainformatsiooni töötervishoiu meditsiinilises uuringus.

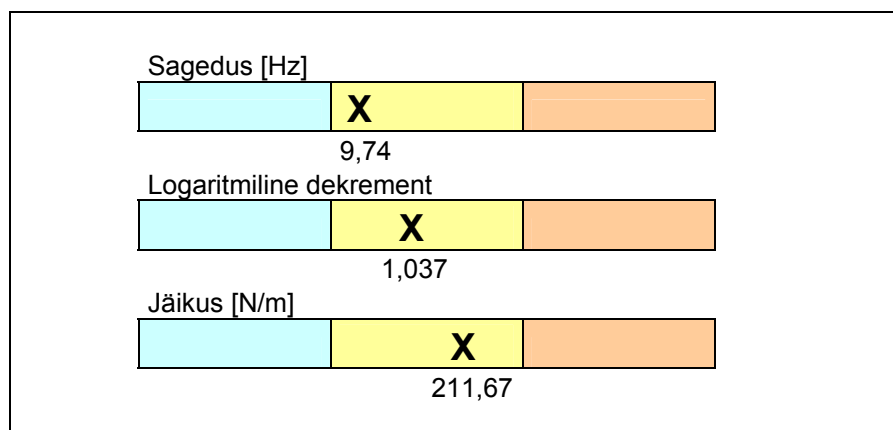
4.4. Normväärtused

Järgnevalt vaatleme kaheksa grupi iseloomustamiseks igast grupist ühe juhuslikult valitud isiku lihase - *m.trapezius* (ülemine osa). Toome graafiliselt parema kehapoolle müomeetriliste parameetrite väärtuste paiknevuse tabelis 9 toodud normväärtuste vahemikes alates vasakult: madal, keskmine, kõrge ning väga kõrge.



Joonis 35. Naised, vanus < 35.a., KMI < 25

Joonisel 35 on näha, et sellel isikul uuritud lihase sagedus ja logaritmiline dekrement paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus ning jäikus paikneb kõrges vahemikus. Kuna meditsiinilise uuringu tulemusena ei tuvastatud vaatlusalusel ühtegi haigust ning isikul polnud kaebusi uuritud lihase kohta, siis võib eeldada, et kõrgeenenud jäikus oli ainult mõõtmise päeval ja üldjuhul on sellel isikul uuritud lihasega on kõik korras.



Joonis 36. Naised, vanus < 35.a., KMI ≥ 25

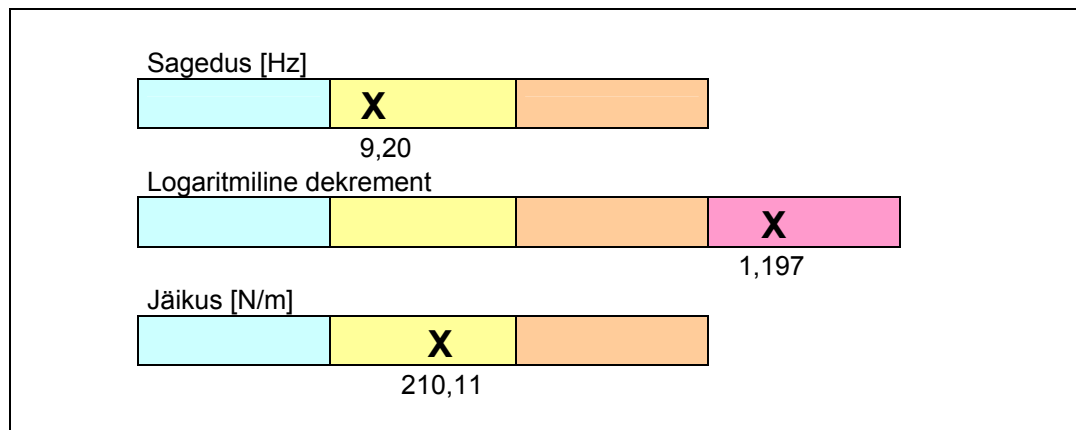
Joonisel 36 on näha, et sellel isikul uuritud lihase kõik kolm parameetrit (sagedus, logaritmiline dekrement ja jäikus) paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. See tähendab, et sellel isikul on uuritud lihasega kõik korras. Kuigi meditsiinilise uuringu tulemusena tuvastati vaatlusalusel lihastepinged ja ise kaebas valu selja- ja ülemisel

trapetslihasel, siis võib eeldada, et isik sai näiteks eelmine päev massaaži, mis viis lihase parameetrid normi.



Joonis 37. Naised, vanus ≥ 35 .a., KMI < 25

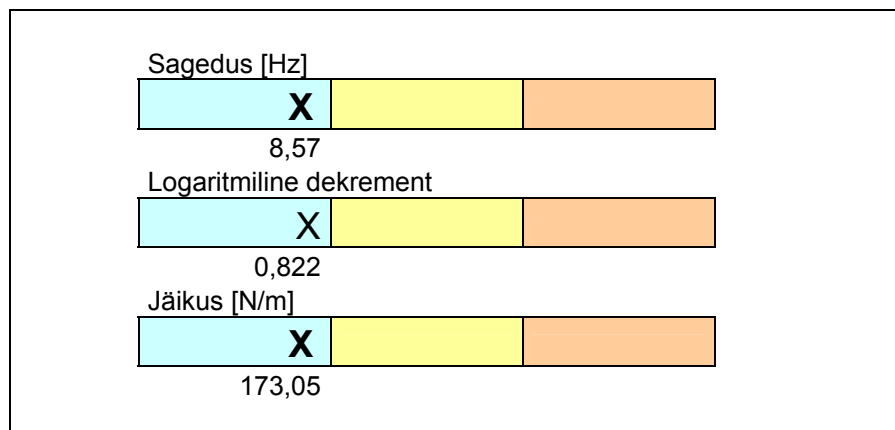
Joonisel 37 on näha, et sellel isikul uuritud lihase sagedus paikneb normväärtuste skaalal kõrges vahemikus, logaritmiline dekrement paikneb väga kõrges vahemikus ning jäikus paikneb keskmises vahemikus. Kuna meditsiinilise uuringu tulemusena tuvastati vaatlusalusel lihastepinged ja stress ning düstoonia ja ta ise kaebas valu ülemises trapetslihasel, siis võib öelda, et isikul on uuritud lihases pinged ning halb elastsus.



Joonis 38. Naised, vanus ≥ 35 .a., KMI ≥ 25

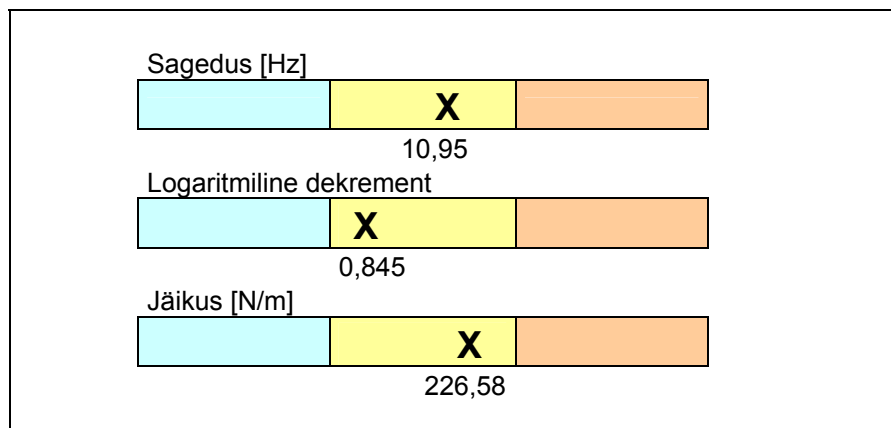
Joonisel 38 on näha, et sellel isikul uuritud lihase sagedus ja jäikus paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus ning logaritmiline dekrement paikneb väga kõrges vahemikus. Kuna meditsiinilise uuringu tulemusena tuvastati vaatlusalusel

lihastepinged ja isik ise midagi ei kaevanud, võib öelda, et isikul on antud uuritud lihase elastsus halb.



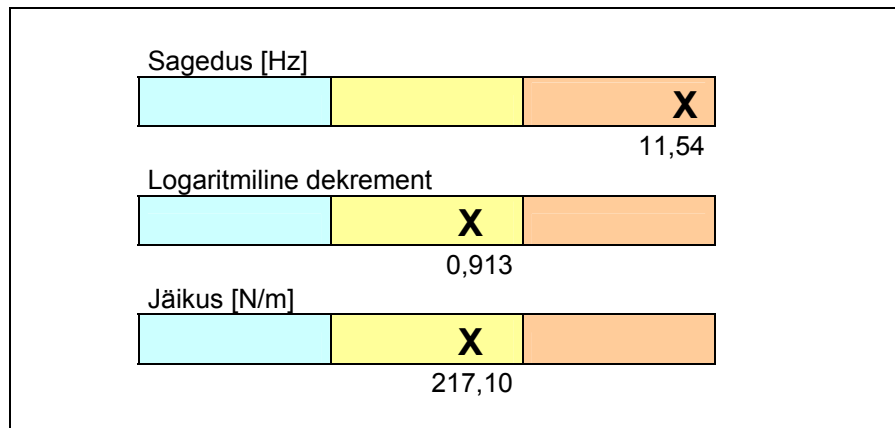
Joonis 39. Mehed, vanus < 35.a., KMI < 25

Joonisel 39 on näha, et sellel isikul uuritud lihase kõik kolm parameetrit (sagedus, logaritmiline dekrement ja jäikus) paiknevad normväärtuste skaalal madalas vahemikus. See tähendab, et antud isikul on uuritud lihasega kõik korras ja lihaste riskitegurid on väikesed. Meditsiinilise uuringu tulemusena ei tuvastatud vaatlusalusel ühtegi haigust ja isikul ei olnud ka kaebusi uuritud lihase kohta.



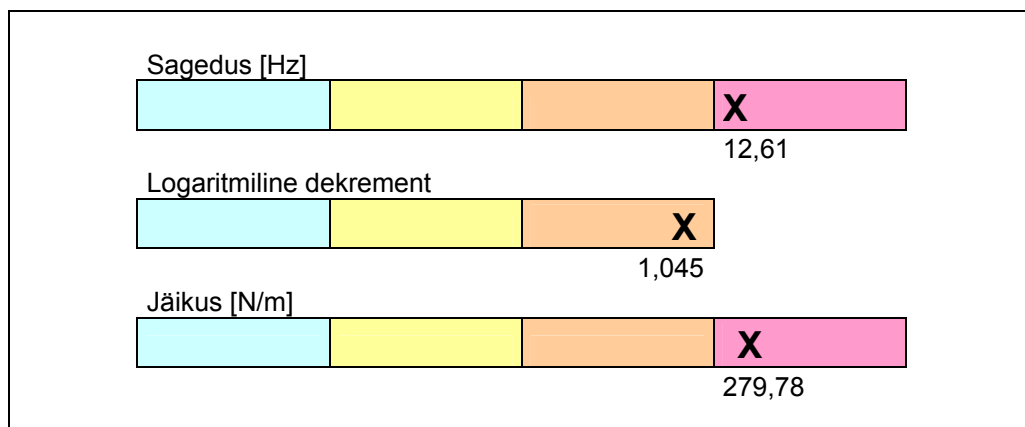
Joonis 40. Mehed, vanus < 35.a., KMI ≥ 25

Joonisel 40 on näha, et sellel isikul uuritud lihase kõik kolm parameetrit (sagedus, logaritmiline dekrement ja jäikus) paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. See tähendab, et antud isikul on uuritud lihasega kõik korras. Meditsiinilise uuringu tulemusena sellel lihasel ei tuvastatud haigusi ja isikul polnud kaebusi uuritud lihase kohta.



Joonis 41. Mehed, vanus ≥ 35 .a., KMI < 25

Joonisel 41 on näha, et sellel isikul uuritud lihase sagedus paikneb normväärtuste skaalal kõrges vahemikus ning logaritmiline dekrement ja jäikus paiknevad keskmises vahemikus. Meditsiinilise uuringu tulemusena tuvastati vaatlusalusel lihastepinged ja nimme-ristluuradikuliit ja isik ise kaebas ülemise trapetslihase valu ning siit võib tõdeda, et tõepoolest isikul on antud uuritud lihases ülemääraseid pinged.



Joonis 42. Mehed, vanus ≥ 35 .a., KMI ≥ 25

Joonisel 42 on näha, et sellel isikul uuritud lihase sagedus ja jäikus paiknevad normväärtuste skaalal väga kõrges vahemikus ning logaritmiline dekrement paikneb kõrges vahemikus. Meditsiinilise uuringu tulemusena tuvastati vaatlusalusel nimme-ristluuradikuliit, epikondüliit, liigesepõletik, stress ning düstoonia, kuid isikul uuritud

lihase kohta kaebusi polnud. Üldiselt võib järeldada, et uuritud lihas on väga pinges ja halva elastsusega.

Müomeetriliste mõõtmiste läbiviimisel pikema ajavahemiku jooksul on võimalik selliste hinnangute kaudu jälgida skeetilihastes toimuvaid muutusi. Kui järgmine uuring teostatakse aasta pärast, siis saame kindlaks teha, kas muutused uuritavas lihases näitavad töötaja tervisliku seisundi paranemist või halvenemist. Kui kahe mõõtmise vahelisel perioodil rakendati taastusravi, siis saame hinnata ka selle efektiivsust. Kui muutused ei ole toimunud soovitud suunas, siis tuleks kasutusele võtta teisi taastusravi vahendeid jne. Sellise uuringu tulemusena saame objektiivset kinnitust meditsiinilistele leidudele.

4.5. Parameetrite vaheliste sõltuvuste hindamine WizWhy programmiga

4.5.1. Töökoha riskianalüüs

4.5.1.1. Teine terviseriski tase

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga terviseriski tasemete ja lihaste parameetrite vahel selgus, et terviseriski tase on II (vt tabel 10), siis kui: *m.erector spinae* jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 175,8 N/m ja lihase sagedus vasakul kehapoolel rahuolekus on suurem kui 9,4 Hz; *m.tibialis anterior* sagedus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 17,6 Hz ja lihase logaritmiline dekrement kontraktsioonis on keskmiselt 0,9 ning parema kehapoole dekeremendiindeks on keskmiselt 1; *m.trapezius* (ülemine regioon) sagedus rahuolekus bilateraalselt on üle 7 Hz ning lihase (keskmine regioon) paremal kehapoolel rahuolekus jäikus on suurem kui 260,3 N/m ja sagedus on suurem kui 12,3 Hz; *m.flexor carpi radialis* logaritmiline dekrement rahuolekus bilateraalselt on keskmiselt 1,3; *m.abductor pollicis brevis* jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 13,4 Hz ja *m.adductor pollicis* logaritmiline dekrement paremal kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt üle ühe.

Kui nüüd võrrelda saaduid skeetilihaste parameetrite keskmisi normväärtusi ja kuna antud juhul pole sõltuvust soost, vanusest ning KMI, siis võime vaadata üldiselt normväärtusi ning saame, et: *m.erector spinae* parema kehapoole jäikus ja vasaku kehapoole sagedus langevad normväärtuste skaalal keskmisse vahemikku; *m.tibialis anterior* parema kehapoole sagedus langeb normväärtuste skaalal keskmisse vahemikku ning parema kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on alla ühe see viitab, et

lihase elastsus on hea; *m.trapezius* (ülemine regioon) mõlema kehapoole sagedused langevad normväärtuste skaalal keskmisse vahemikku ning sama lihase (keskmine regioon) parema kehapoole jäikus on samuti normväärtuste skaalal keskmises vahemikus ning parema kehapoole sagedus langeb normväärtuste skaalal lausa madalasse vahemikku; *m.adductor pollicis* parema kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonil on natuke üle ühe, mis viitab selle lihase heale elastsusele; *m.abductor pollicis brevis* parema kehapoole sagedus langeb normväärtuste skaalal madalasse vahemikku. Saadud tulemused lubavad järeldada, et II terviseriski tasemaga töökoha korral on töötajate skeletilihaste funktsionaalne seisund on hea ja ohutegurid madalad.

4.5.1.2. Kolmas terviseriski tase

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga terviseriski tasemete ja lihaste parameetrite vahel selgus, et terviseriski tase on III (vt tabel 11), siis kui: *m.gastrocnemius caput mediale* rahuolekus paremal kehapoolel logaritmiline dekrement on keskmiselt 1,8 ja jäikus on suurem kui 215,8 N/m; *m.trapezius* (ülemine regioon) jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 180,6 N/m ja lihase logaritmiline dekrement kontraktsioonil on keskmiselt 1,1 ning dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 1; *m.flexor carpi radialis* vasakul kehapoolel rahuolekus sagedus on suurem kui 8,6 Hz ja dekremendiindeks on keskmiselt 1; *m.extensor digitorum* dekremendiindeks vasakul kehapoolel on keskmiselt 0,9 ning *m.adductor pollicis* vasaku kehapoole dekremendiindeks on keskmiselt 1,2.

Võrreldes saaduid skeletilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus nii vanusest kui ka KMI, siis tuleb seda arvestada normväärtustega võrdlemise juures. Kui terviseriski tase on III siis: *m.gastrocnemius caput mediale* paremal kehapoolel logaritmiline dekrement asub normväärtuste skaalal kõrges vahemikus ja jäikus paikneb normväärtuste skaalal madalas vahemikus; *m.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoole jäikus paikneb normväärtuste skaalal keskmises vahemikus ja logaritmiline dekrement kontraktsioonis on natuke üle ühe mis viitab, selle lihase keskmisele elastsusele; *m.flexor carpi radialis* vasaku kehapoole sagedus paikneb normväärtuste skaalas madalas vahemikus. Saadud tulemused lubavad järeldada, et III terviseriski tasemega töökoha korral skeletilihaste funktsionaalne seisund on küll halvem kui II terviseriski tasemega töökohal, kuid pole kriitiline ning ohutegur on arvestatav.

Terviseriski tase ei ole III (vt tabel 12), siis kui: vanus on üle 50 aasta, KMI on üle 29 ning vererõhk on suurem kui 133 mmHg; *m.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoole logaritmiline dekrement rahuolekus on keskmiselt 1,2; *m.tibialis anterior* jäikus vasakul kehapoolel rahuolekus on suurem kui 483,4 N/m ja *m.adductor pollicis* parema kehapoole sagedus rahuolekus on keskmiselt 16,9 Hz.

Kui tegemist on vanemate, suurema KMI väärtustega ja kõrgema arteriaalse vererõhuga isikutega ning *m.trapezius* (ülemine regioon) paremal kehapoolel logaritmiline dekrement asub normväärtuste skaalal isegi väga kõrges vahemikus; *m.tibialis anterior* vasaku kehapoole jäikus asub normväärtuste skaalal kõrges vahemikus ja *m.adductor pollicis* parema kehapoole jäikus paikneb normväärtuste skaalal keskmises tsoonis, siis need isikud väldivad III-da terviseriski tasemega töökohti. Kuna neil on juba skeletilihaste funktsionaalne seisund halb.

4.5.1.3. Neljas terviseriski tase

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga terviseriski tasemete ja lihaste parameetrite vahel selgus, et terviseriski tase on IV (vt tabel 13), siis kui: *m.abductor pollicis brevis* jäikus vasakul kehapoolel rahuolekus on suurem kui 412,4 N/m; *m.flexor carpi radialis* vasakul kehapoolel rahuolekus sagedus on suurem kui 14,7 Hz ja jäikus on suurem kui 275,1 N/m ning *m.tibialis anterior* jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 238,1 N/m ja lihase logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 0,7.

Võrreldes saaduid skeletilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus vanusest ning seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui terviseriski tase on IV, siis: *m.abductor pollicis brevis* vasaku kehapoole jäikus asub normväärtuste skaalal kõrges vahemikus; *m.flexor carpi radialis* vasaku kehapoole sagedus ja ka jäikus paiknevad normväärtuste skaalal keskmise vahemiku kõrgemate väärtuste poolel ning kõrgemas vahemikus ja *m.tibialis anterior* parema kehapoole jäikus asub normväärtuste skaalal madalas vahemikus. Saadud tulemustest võib järeldada, et skeletilihaste funktsionaalne seisund, eriti aga käelihastel on halb IV terviseriski tasemega töökohtade korral ning ohutegurid on kõrged, riske peab vähendama.

Terviseriski tase ei ole IV (vt tabel 14), siis kui: vanus on alla 34 aasta ning *m.trapezius* (keskmine regioon) jäikus rahuolekus bilateraalselt on keskmiselt üle 300 N/m ja parema kehapoole dekremendiindeks on keskmiselt 0,9 ning sama lihase kuid (ülemine

regioon) sagedus vasakul kehapoolel rahuolekus on keskmiselt 9,18 Hz, parema kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on keskmiselt 1,1 ja dekremendiindeks vasakul kehapoolel on keskmiselt 1; *m.erector spinae* rahuolekus paremal kehapoolel jäikus on keskmiselt 347,9 N/m ja sagedus on keskmiselt 15,2 Hz ning dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 0,8.

Kui aga tegemist on nooremate isikutega ja *m.trapezius* (keskmine regioon) jäikus asub normväärtuste skaalal parema kehapoole korral madalas vahemikus ning vasaku kehapoole korral keskmises vahemikus ja sama lihase (ülemine regioon) vasaku kehapoole sagedus paikneb normväärtuste skaalal madalas vahemikus ning *m.erector spinae* parema kehapoole jäikus ja sagedus paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. Siis võib järeldada, et nooremad isikud väldivad töötamist IV terviseriski tasemega töökohtadel.

4.5.2. Füüsilise ülekoormusega seotud haigused

4.5.2.1. Füüsilise ülekoormusega seotud haigus puudub

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga füüsilise ülekoormusega seotud haiguste ja lihaste parameetrite vahel selgus, et füüsilist ülekoormusega seotud haigust ei ole (vt tabel 15), siis kui: sugu on mees ning *m.abductor pollicis brevis* logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on 1,1; *m.flexor carpi radialis* logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 0,8 ja *m.trapezius* (ülemine regioon) logaritmiline dekrement paremal kehapoolel rahuolekus on 0,9 ning sama lihase dekremendiindeks vasakul kehapoolel on 0,9 ja *m.erector spinae* dekremendiindeks paremal kehapoolel on 0,9 ning vasakul kehapoolel on 1.

Võrreldes saadud skeetilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus soost ning seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui füüsilise ülekoormusega seotud haigused puuduvad siis, on tegemist meesterahvaga ning *m.trapezius* (ülemine regioon) paremal kehapoolel logaritmiline dekrement, vasaku kehapoole dekremendiindeks ning *m.erector spinae* bilateraalselt dekremendiindeks on ühe lähedal, mis viitab nende lihaste heale elastsusele. Saadud tulemustest võib järeldada, et kui füüsilise ülekoormusega seotud haigused puuduvad, siis tegemist on meesterahvaga ja skeetilihaste elastsus on hea.

Füüsilise ülekoormusega seotud haigus üldiselt esineb (vt tabel 16), siis kui: sugu on naine ning *m.erector spinae* logaritmiline dekrement paremal kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,4; *m.flexor carpi radialis* vasakul kehapoolel logaritmiline dekrement kontraktsioonis on keskmiselt 1,3 ja dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 1,1 ning *m.trapezius* (ülemine regioon) vasakul kehapoolel logaritmiline dekrement rahuolekus on 1.

Kui üldiselt on füüsilise ülekoormusega seotud haigus, siis on tegemist naisterahvaga ning *m.erector spinae* parema kehapoolle ja *m.flexor carpi radialis* vasaku kehapoolle logaritmiline dekrement kontraktsioonis on palju üle ühe, mis viitab nende lihaste halvale elastsusele. *m.flexor carpi radialis* parema kehapoolle dekremendiindeks on ühe lähedal, mis viitab keskmisele elastsusele ja *m.trapezius* (ülemine regioon) vasakul kehapoolel logaritmiline dekrement paikneb normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. Saadud tulemustest saab järeldada, et kui üldiselt eksisteerivad füüsilise ülekoormusega seotud haigused, siis on tegemist naisterahvaga ning lihaste elastsus on halb.

4.5.2.2. Algnähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga füüsilise ülekoormusega seotud haiguste ja lihaste parameetrite vahel selgus, et kui on algnähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes (vt tabel 17), siis kui sugu on naine, KMI on alla 24 ja arteriaalne vererõhk on alla 139 mmHg ning *m.tibialis anterior* logaritmiline dekrement paremal kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,2, lihase jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 357,1 N/m ja dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 0,9; *m.extensor digitorum* logaritmiline dekrement kontraktsioonis bilateraalselt on keskmiselt üle ühe ja dekremendiindeks bilateraalselt on keskmiselt 0,9; *m.trapezius* (keskmine regioon) jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 317,3 N/m ja lihase logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel rahuolekus on keskmiselt 1,2 ning *m.erector spinae* vasakul kehapoolel rahuolekus sagedus on suurem kui 9,1 Hz ja jäikus on keskmiselt 318,5 N/m ning *m.flexor carpi radialis* dekremendiindeks vasakul kehapoolel on keskmiselt 0,9.

Võrreldes saadud skeetilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus soost, KMI ja arteriaalsest vererõhust, siis seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui on algnähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes, siis tegemist on naisterahvaga, väiksemate KMI-tega ning *m.tibialis anterior* parema kehapoolle ja *m.extensor digitorum* bilateraalselt dekremendiindeksid on ühe lähedal, mis

viitab nende lihaste keskmisele elastsusele. *M.tibialis anterior* parema kehapoole ja *m.extensor digitorum* bilateraalne logaritmiline dekrement kontraktsioonis on üle ühe, mis viitab nende lihaste halvale elastsusele. *M.tibialis anterior* ja *m.trapezius* (keskmine regioon) parema kehapoole jäikus ja viimase lihase vasaku kehapoole logaritmiline dekrement paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. *M.erector spinae* vasaku kehapoole sagedus asub normväärtuste skaalal keskmises vahemikus ning jäikus paikneb normväärtuste skaalal kõrges vahemikus. *M.flexor carpi radialis* vasaku kehapoole dekremendiindeks on ühe lähedal, mis viitab lihase keskmisele elastsusele ning arteriaalne vererõhk on samuti keskmine. Saadud tulemustest saab järeldada, et kui füüsilise ülekoormusega seotud haigused on 1, siis tegemist on naisterahvaga, väiksema KMI ja keskmise arteriaalse vererõhu väärtustega ning skeetilihaste funktsionaalne seisund on keskmine, kuid jala- ning käelihaste elastsused on halvemapoolsed. Üldiselt võib siis öelda, et esinevad algnähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes.

4.5.2.3. Periooditi manifesteerunud nähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga füüsilise ülekoormusega seotud haiguste ja lihaste parameetrite vahel selgus, et kui on periooditi manifesteerunud nähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes (vt tabel 18), siis kui sugu on naine ning *m.adductor pollicis* rahuolekus vasakul kehapoolel jäikus on suurem kui 277,3 N/m ja bilateraalselt sagedus on suurem kui 15 Hz; *m.trapezius* (keskmine regioon) jäikus vasakul kehapoolel rahuolekus on suurem kui 353,4 N/m ja lihase sagedus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 14,2 Hz ning sama lihase (ülemine regioon) logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,1; *m.erector spinae* logaritmiline dekrement paremal kehapoolel rahuolekus on keskmiselt 1,6; *m.gastrocnemius caput mediale* logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,3; *m.abductor pollicis brevis* rahuolekus paremal kehapoolel logaritmiline dekrement on keskmiselt 1,6 ja sagedus on suurem kui 17 Hz ning *m.flexor carpi radialis* jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 289,8 N/m.

Võrreldes saadud skeetilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus soost ja seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui on periooditi manifesteerunud nähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes, siis tegemist on naisterahvaga ning *m.adductor pollicis* vasaku kehapoole jäikus ja bilateraalselt sagedus paiknevad normväärtuste skaalal keskmise vahemiku kõrgemate väärtuste poolal ning

kõrgemas vahemikus, *m.trapezius* (keskmine regioon) vasaku kehapoole jäikus asub normväärtuste skaalal kõrges vahemikus, *m.erector spinae* parema kehapoole logaritmiline dekrement paikneb normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. *M.gastrocnemius caput mediale* ja *m.trapezius* (ülemine regioon) vasakul kehapoolel logaritmiline dekrement kontraktsioonis on üle ühe ning see viitab nende lihaste halvale elastsusele. *M.abductor pollicis brevis* parema kehapoole logaritmiline dekrement ja sagedus paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus, *m.flexor carpi radialis* parema kehapoole jäikus ja *m.trapezius* (keskmine regioon) parema kehapoole sagedus paiknevad normväärtuste skaalal keskmise vahemiku kõrgemate väärtuste poolel ning kõrgemas vahemikus. Saadud tulemustest või järeldada, et kui on periooditi manifesteerunud nähud füüsilise ülekoormusega seotud haigustes, siis tegemist on naisterahvaga ning skeletilihaste funktsionaalne seisund on pigem halb.

4.5.2.4. Püsiva iseloomuga tunnused füüsilise ülekoormusega seotud haigustes

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga füüsilise ülekoormusega seotud haiguste ja lihaste parameetrite vahel selgus, et kui on püsiva iseloomuga tunnused füüsilise ülekoormusega seotud haigustes (vt tabel 19), siis kui sugu on naine, vanus on üle 33 aasta ning *m.trapezius* (ülemine regioon) rahuolekus bilateraalselt sagedus on keskmiselt üle 10 Hz ja vasakul kehapoolel logaritmiline dekrement on keskmiselt 1,23; *m.extensor digitorum* rahuolekus paremal kehapoolel jäikus on suurem kui 306,6 N/m ja dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 1; *m.erector spinae* rahuolekus paremal kehapoolel sagedus on suurem kui 12,7 Hz; *m.tibialis anterior* sagedus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 16,9 Hz; *m.gastrocnemius caput mediale* paremal kehapoolel rahuolekus jäikus on suurem kui 252,4 N/m ning *m.abductor pollicis brevis* dekremendiindeks vasakul kehapoolel on keskmiselt 1.

Võrreldes saadud skeletilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus soost ja vanusest ning seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui on püsiva iseloomuga tunnused füüsilise ülekoormusega seotud haigustes, siis tegemist on naisterahvaga, vanematega kui 33 aastat ning *m.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoole sagedus asub normväärtuste skaalal keskmises vahemikus, *m.extensor digitorum* parema kehapoole jäikus ja *m.erector spinae* parema kehapoole sagedus paiknevad normväärtuste skaalal keskmise vahemiku kõrgemate väärtuste poolel ning kõrgemas vahemikus, *m.tibialis anterior* parema kehapoole sagedus asub normväärtuste skaalal

keskmises vahemikus, *m.trapezius* (ülemine regioon) vasaku kehapoole logaritmiline dekrement paikneb normväärtuste skaalal isegi väga kõrges vahemikus. *M.abductor pollicis brevis* vasaku kehapoole ja *m.extensor digitorum* parema kehapoole dekremendiindeksid on ühed, mis viitavad nende lihaste keskmisele elastsusele. *M.trapezius* (ülemine regioon) vasaku kehapoole sagedus paikneb normväärtuste skaalal keskmise vahemiku kõrgemate väärtuste poolel ning kõrgemas vahemikus ja *m.gastrocnemius caput mediale* parema kehapoole jäikus asub normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. Saadud tulemustest võib järeldada, et kui on püsiva iseloomuga tunnused füüsilise ülekoormusega seotud haigustes, siis tegemist on vanemate kui 33 aastat naisterahvaga ning skeletilihaste funktsionaalne seisund on halb, esineb lihaste ülepingeid ning lihaste halba elastsust.

4.5.3. Diagnoosid

Analüüsimise kahte diagnoosi - diagnoos 1 ehk müofastsiaalsed valud ja diagnoos 2 ehk lihastepinged.

4.5.3.1. Diagnoos 1

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga diagnooside ja lihaste parameetrite vahel selgus, et diagnoos on 1 (vt tabel 21) ehk on müofastsiaalsed valud, siis kui sugu on naine, vanus on üle 39 aasta, arteriaalne vererõhk on üle 119 mmHg ning *m.trapezius* (ülemine regioon) paremal kehapoolel logaritmiline dekrement kontraktsioonis on keskmiselt 1,2 ja jäikus rahuolekus on suurem kui 195,8 N/m ning sama lihas (keskmine regioon) rahuolekus jäikus vasakul kehapoolel on suurem kui 313 N/m ja bilateraalselt logaritmiline dekrement on keskmiselt 1,5 ning kontraktsioonis vasakul kehapoolel logaritmiline dekrement on keskmiselt 1,8; *m.erector spinae* rahuolekus vasakul kehapoolel jäikus on suurem kui 245 N/m ja logaritmiline dekrement on keskmiselt 1,9; *m.adductor pollicis* jäikus paremal kehapoolel rahuolekus on suurem kui 329 N/m ja *m.abductor pollicis brevis* sagedus vasakul kehapoolel rahuolekus on suurem kui 16,7 Hz ja dekremendiindeks vasakul kehapoolel on keskmiselt 1,1; *m.gastrocnemius caput mediale* parema kehapoole dekremendiindeks on keskmiselt 0,8 ning *m.flexor carpi radialis* dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 1.

Võrreldes saadud skeletilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus soost, vanusest ja arteriaalsest vererõhust ning seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui diagnoos on 1, siis tegemist on naisterahvaga ja *m.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on üle ühe, mis viitab lihase halvale elastsusele. *M.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoole ja sama lihase (keskmine regioon) vasaku kehapoole jäikus ning *m.erector spinae* vasaku kehapoole jäikus paiknevad normväärtuste skaalal keskmise vahemiku kõrgemate väärtuste poolel ning kõrgemas vahemikus. *M.erector spinae* vasaku kehapoole logaritmiline dekrement, *m.adductor pollicis* parema kehapoole jäikus ja *m.trapezius* (keskmine regioon) parema kehapoole logaritmiline dekrement paiknevad normväärtuste skaalal kõrges vahemikus. Vanust on üle 39 aasta ning *m.trapezius* (keskmine regioon) vasaku kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on natuke alla kahe, mis viitab selle lihase väga halvale elastsusele. *M.abductor pollicis brevis* vasaku kehapoole sagedus paikneb normväärtuste skaalal keskmise vahemiku kõrgemate väärtuste poolel ning kõrgemas vahemikus. Arteriaalse vererõhu väärtused on kõrged ja *m.trapezius* (keskmine regioon) vasaku kehapoole logaritmiline dekrement paikneb normväärtuste skaalal kõrges vahemikus ning *m.abductor pollicis brevis* vasaku kehapoole, *m.gastrocnemius caput mediale* ja *m.flexor carpi radialis* parema kehapoole dekremendiindeks on ühe lähedal, mis viitavad nende lihaste keskmisele elastsusele. Saadud tulemustest saab järeldada, et kui diagnoos on 1, siis on tegemist naisterahvaga, vanemaga kui 39 aastat ja kõrgema arteriaalse vererõhu väärtusega ning skeetilihaste funktsionaalne seisund on halb, eriti aga selja- ja trapetslihase seisund. Üldiselt võib öelda, et kui on müofastsiaalsed valud, siis skeetilihaste eriti aga selja- ja trapetslihase funktsionaalne seisund on halb.

4.5.3.2. Diagnoos 2

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga diagnooside ja lihaste parameetrite vahel selgus, et diagnoos on 2 (vt tabel 22) ehk on lihastepinged, siis kui sugu on naine ning *m.erector spinae* rahuolekus sagedus paremal kehapoolel on suurem kui 9,6 Hz ja logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel on keskmiselt 1,7; *m.trapezius* (keskmine regioon) logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,3 ja dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 0,9 ning sama lihas (ülemine regioon) logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel rahuolekus on keskmiselt üks ja paremal kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt üks; *m.abductoe pollicis brevis*

rahuolekus vasakul kehapoolel jäikus on suurem kui 240,4 N/m; *m.extensor digitorum* logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,3; *m.flexor carpi radialis* logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,5 ning *m.tibialis anterior* logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on keskmiselt 1,1.

Võrreldes saaduid skeletilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus soost ja seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui diagnoos on 2, siis tegemist on naisterahvaga ning *m.erector spinae* parema kehapoole sagedus paikneb normväärtuste skaalal keskmises vahemikus, *m.trapezius* (keskmine regioon) vasaku kehapoole ja sama lihase (ülemine regioon) parema kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on üle ühe, mis viitab selle lihase halvale elastsusele. *M.trapezius* (keskmine regioon) parema kehapoole dekremendiindeks on alla ühe, mis tähendab selle lihase halba elastsust ja sama lihase (ülemine regioon) vasaku kehapoole logaritmiline dekrement, *m.abductor pollicis brevis* vasaku kehapoole jäikus ning *m.erector spinae* vasaku kehapoole logaritmiline dekrement paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. *M.trapezius* (ülemine regioon) parema kehapoole, *m.extensor digitorum*, *m.flexor carpi radialis* ja *m.tibialis anterior* vasaku kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on üle ühe, mis viitab nende lihaste suhteliselt halvale elastsusele. Saadud tulemustest võib järeldada, et kui diagnoos on 2, siis on tegemist naisterahvaga ning skeletilihaste elastsused on halvad.

Diagnoos ei ole 2 (vt tabel 23), siis kui sugu on mees ning *m.abductor pollicis brevis* vasakul kehapoolel rahuolekus sagedus on üle 15,3 Hz ja logaritmiline dekrement on keskmiselt 1,5.

Kui diagnoos ei ole 2, siis tegemist on meesterahvaga ning *m.abductor pollicis brevis* vasaku kehapoole sagedus ja logaritmiline dekrement paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. Saadud tulemustest saab järeldada, et kui diagnoos ei ole 2, siis on tegemist meesterahvaga ja skeletilihaste funktsionaalne seisund on hea.

4.5.4. Arteriaalne vererõhk

Otsides sõltuvusi WizWhy programmiga vererõhu ja lihaste parameetrite vahel selgus, et arteriaalne vererõhk on suurem kui 160 mmHg (vt tabel 24), kui: vanus on üle 33 aasta, KMI on suurem kui 25 ning *m.abductor pollicis brevis* jäikus on suurem kui 366

N/m rahuolekus bilateraalselt ning lihase omavõnkesagedus rahuolekus on suurem kui 20 Hz; *m.tibialis anterior* omavõnkesagedus vasakul kehapoolel rahuolekus on suurem kui 17 Hz; *m.extensor digitorum* logaritmiline dekrement vasakul kehapoolel kontraktsioonis on üks ning *m.tibialis anterior* paremal kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on üks.

Võrreldes saaduid skeletilihaste parameetrite keskväärtusi normväärtustega ja antud juhul on sõltuvus vanusest ja KMI ning seda tuleb arvestada normväärtuste juures. Kui arteriaalne vererõhk on üle 160 mmHg, siis *m.abductor pollicis brevis* bilateraalne jäikus ja parema kehapoole sagedus ning *m.tibialis anterior* vasaku kehapoole sagedus paiknevad normväärtuste skaalal kõrges vahemikus. *M.extensor digitorum* vasaku kehapoole ja *m.tibialis anterior* parema kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on üks, mis viitab nende lihaste keskmisele elastsusele. *M.adductor pollicis* vasaku kehapoole logaritmiline dekrement asub normväärtuste skaalal madalas vahemikus. Saadud tulemustest saab järeldada tuntud tõsiasi, et kõrgem vererõhk esineb vanematel kui 33 aastat ja isikutel, kel KMI on suurem kui 25. Tulemusest võib järeldada, et kui vererõhk on suurem kui 160 mmHg, siis nimetatud lihaste kõrgenenud toonus ja jäikus ning halvem elastsus on kõrgemat arteriaalset vererõhku tõstvateks faktoriteks.

Kõrgenenud vererõhku ei esine (vt tabel 25), kui: vanus on alla 32 aasta, KMI on väiksem kui 25 ning *m.extensor digitorum* sagedus on väiksem kui 18 Hz; *m.tibialis anterior* vasakul kehapoolel rahuolekus jäikus on keskmiselt 501 N/m, logaritmiline dekrement on väiksem kui 1 ja dekremendiindeks on 1; *m.trapezius* (keskmine regioon) logaritmiline dekrement bilateraalselt kontraktsioonis on 1 ja dekremendiindeks paremal kehapoolel on keskmiselt 1 ning *m.adductor pollicis* vasaku kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis on 1.

Kui arteriaalne vererõhk on alla 160 mmHg, siis *m.extensor digitorum* parema kehapoole sagedus, *m.tibialis anterior* vasaku kehapoole logaritmiline dekrement ja jäikus paiknevad normväärtuste skaalal keskmises vahemikus. *M.trapezius* (keskmine regioon) bilateraalne ja *m.adductor pollicis* vasaku kehapoole logaritmiline dekrement kontraktsioonis ning *m.trapezius* (keskmine regioon) parema kehapoole ja *m.tibialis anterior* vasaku kehapoole dekremendiindeksid on ühed, mis viitab nende lihaste keskmistele elastsustele. Saadud tulemustest võib järeldada, et kõrget vererõhku ei eksisteeri noorematel ja väiksema kehamassiindeksi ning hea elastsusega lihaste seisundi korral.

KOKKUVÕTE

Käesoleva uuringu eesmärk oli selgitada müomeetrilisel meetodil saadud skeletilihaste parameetrite diagnostilist informatiivsust töötervishoiu meditsiinilises uuringus.

Uuriti 1796 Eesti ettevõtete töötajat vanuses 19 – 74 aastat ja kehamassiindeksiga 16 – 46. Meetoditena kasutati: terviseuuringut, mis oli rahvusvaheliselt standardne terviseuuring sisehaiguste arsti ja neuroloogi poolt ning töökoha ergonoomiline hinnang. Kehamassindeksi määramiseks mõõdeti keha mass ja keha pikkus. Müomeetria meetodi ja seadme abil mõõdeti kaheksat lihast: *m.tibialis anterior*, *m.extensor digitorum*, *m.abductor pollicis brevis*, *m.adductor pollicis*, *m.flexor carpi radialis*, *m.gastrocnemius caput mediale*, *m.trapezius* kahest regioonist – (ülemine regioon) ja (keskmine regioon) ning *m.erector spinae*. Tulemuste põhjal selgitati normväärtused ja müomeetriliste parameetrite informatiivsus standardse terviseuuringu andmete vahel.

Saadud tulemused lubavad järeldada.

Valitud kontingent oli piisav uuritud lihaste kohta normväärtuste arvutamiseks. Tuvastati statistilised seosed arteriaalse vererõhu, vanuse ja KMI ning lihaste parameetrite vahel. WizWhy programmi abil selgitati, et eksisteerivad hierarhilised sõltuvused müomeetriliste parameetrite terviseriski tasemete, tuvastatud lihashaiguste diagnooside, füüsilise ülekoormusega seotud haiguste ning arteriaalne vererõhu vahel.

Kõrgenenud lihastoonus ja halvem elastsus esinevad vanematel kui 35 aastastel ja suurema kui 25 kehamassi indeksiga isikutel.

Toonuse kõrgenenud parameetrid soodustavad hüpertoonia arengut vähendades vereringe mikrokapillaarses tsirkulatsioonis vere mahtkiirust. Regulaarne skeletilihaste toonuse jälgimine müomeetrilisel meetodil annab täiendava võimaluse õigeaegselt rakendada preventiivseid meetmeid hüpertoonia ennetamiseks.

Tulemustest võib järeldada, et müomeetriline meetod annab töötervishoiu meditsiinilises uuringus täiendavat informatsiooni, mis võimaldab konkretiseerida diagnoosi formuleeringut ja jälgida skeletilihastes tööprotsessiga esilekutsutud muutusi ning ennetada ülekoormustraumat. Normväärtuste olemasolu lihtsustab hinnangute andmist ja näitab, millises ohutsoonis on uuritav lihas.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Baden H., Schumacher W., Wetzel W., Arndt G., Hollnagel G., May A., Oberdorfer D., Pluequett U., *Apparatus for producing a stimulation by vibration of a tappet which is put on a human's skin*, US5195532, 1993
2. Bagshaw C.R., *Muscles contraction*, London, New York: Chapman and Hall, 1982, 1-79
3. Birkenfeldt R., Haviko T., Kallikorm R., Pää L., Pää S., Veinpalu L., *Reumatoloogia*, AS Medicina, Tallinn, 2000
4. Bizzini M., Mannion A.F., *Reliability of a new, hand-held device for assessing skeletal muscle stiffness*, Clinical Biomechanics, Vol. 18, Issue 5, 2003: 459-461.
5. Bjerring P., Arendt-Nielsen L., *An apparatus for a penetration-free measurement of at least on mechanical property of soft biological tissue*, WO-9116003-A1, 1991
6. Bland M., *An introduction to medical statistics*, Oxford, Oxford University Press, 2004.
7. Freivalds A., *Biomechanics of the upper limbs: Mechanics, Modeling, and Musculoskeletal Injuries*, CRC Press LLC, Florida, 2004
8. International Labour Organization. Technical and ethical guidelines for workers' health surveillance (MEHS/1997/D2).
9. Kahn H., Moks M., Tuulik V., Pille V., *Füüsilisest ülekoormusest põhjustatud ajasemete, kaela ja õlavöötme kutsehaiguste diagnoosimine ja preventatsioon*, Metoodiline materjal, Tallinn, 2003
10. Kahn H., Moks M., Altrov E., Tikk A., *Tööga seotud haigused – aktuaalne töötervishoiu probleem*, Eesti Arst, nr 9, 2004
11. Kingisepp P-H. *Inimese füsioloogia*, Tartu AS Atlex 2001, 167-175
12. Korhonen R., Vain A., Vanninen E., Viir R., Jurvelin J.S., *Interrelationships of the interstitial pressure, electrical and mechanical characteristics of the skeletal muscle.*, Medical & Biological Engineering & Computing, 1999, Vol. 37, Supplement 1: 200-201
13. Leonard C. T., Mikhailenok E. L., *Apparatus for measuring muscle tone*, US6063044, 2000
14. *Meditatsioonastik*, Medicina, 2 trükk, Tallinn, 2004

15. Nave R., Dissertation: *Titin – die elastische Komponente des quergestreiften Muskels: Korrelation zwischen dem isolierten Molekül und seiner Lokalisation im Sarkomer*, Hannover: Universität Hannover 1990, 1-134
16. Nigg B.M., Herzog W., *Biomechanics of the Musculo-Skeletal System*, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, John Wiley & Sons, 1994, 154-566
17. Pärnat J., *Lihastegevuse füsioloogia alused*, Eesti Riigikaitse Akadeemia, Tallinn, 1997
18. Purslow P.P., Trotter J.A., *The morphology and mechanical properties of endomysium in series-fibred muscles: variations with muscle length*, Journal of Muscle Research & Cell Motility, **15**(3), 1994, 299-308
19. Schmidt R.F., Thews G., *Inimese füsioloogia*, Tartu, 1997.
20. Seeder J., *Skeletisüsteemi ülekoormushaigused ja spordivigastused*, Medicina, 1995, 20-23
21. Sjøgaard G. and Søgaard K., *Muscle injury in repetitive motion disorders*, Clinical Orthopaedics and Related Research, 1998, 351:21-31
22. Soon A., Soon S., *Töotervishoid ettevõttes*, Kentaur, Tallinn, 2003
23. Vain A., *Seade skeletilihaste viskoelastsete omaduste uurimiseks*, Autoritunnistus nr.790397, 1977
24. Vain A., *Biomechanical Diagnostics of the Motor System of Athletes* – in 10th International Congress of Biomechanics. Abstract Book, Umea, 1985
25. Vain A., *On the Tone of the Skeletal Muscle*, Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis, **Vol. 958**, Tartu 1993, 123-129
26. Vain A., *On Mechanical Energy Recuperation Mechanism of Skeletal muscle According to the New Biomechanical Model of the Muscle*- in Book of Abstracts XVth Congress of the International Society of Biomechanics, Jyväskylä 1995, 954-955
27. Vain A., *Meetod ja seade pehmete bioloogiliste kudede omavõnkumise registreerimiseks – müomeeter*, Eesti patendikiri nr. 03374, 1996
28. Vain A., *Estimation of Skeletal Muscle Elasticity on Subtonic Tension Level*, Proc. Estonian Acad. Sci. Eng. 1999, 5,4, 312-321
29. Vain A., *Role of skeletal muscle tone and elasticity in the workability restoration of male crosscountry skiers*, AAOE, Tartu, 2002A
30. Vain A., *Müomeetria*, Skeetilihaste funktsionaalse seisundi biomehaaniline diagnostika, Tartu, 2002B, (käsikiri)

31. Viir R., Laiho K., Kramarenko J., Mikkelsen M., *Repeatability of trapezius muscle tone assessment by a myometric method*, Journal of Mechanics in Medicine and Biology, (in print, (2005).
32. Võhandu L., *Subjektiivsetest hinnangutest objektiivsete tulemusteni*, loengukonspekt, Tallinna Tehnikaülikool, Informaatikainstituut, 1998
33. Wang K., *Viscoelasticity of the sarcomere matrix of skeletal muscles: the titin-myosin composite filament is a dual-stage molecular spring*, Biophysical Journal 1993, **64(4)**, 1161 – 1177
34. www.roche.ee/roche.php?id=70
35. Zaidat O. O., Lerner A. J., *Neuroloogiline taskuraamat*, AS Medicina, Tallinn, 2004
36. Zupping R., *Nimmevalud ja –radikuliit*, Valgus, Tallinn, 1990

SUMMARY

DIAGNOSTIC INFORMATIVITY OF THE MYOMETRICAL METHOD IN THE MEDICAL RESEARCH OF OCCUPATIONAL HEALTH CARE

The purpose of current research was to study the diagnostic informativity of the parameters of skeletal muscles (measured by myometric method) in the medical research of occupational health care.

The research involved 1796 employees from different Estonian companies, aged 19-74 (with body mass index (BMI) in the range of 16-46). The methods that were used included: health study in accordance with international standards, conducted by a therapist and a neurologist, ergonomic evaluation of the work place, body mass and height were measured (for calculation of BMI). Independently, eight muscles were measured using the myometrical method and equipment: *m. tibialis anterior*, *m. extensor digitorum*, *m. abductor pollicis brevis*, *m. adductor pollicis*, *m. flexor carpi radialis*, *m. gastrocnemius caput mediale*, *m. trapezius* was measured from two regions (upper region and middle region) and *m. erector spinae*. Based on the results, normative values and the informativity of myometrical parameters in the data of a standard health study were estimated.

The following conclusions can be made based on the results of the research. The sample was sufficient to determine the normative values of the muscles examined for the population. Statistical relationships between persons' age, arterial blood pressure, BMI and muscle parameters were determined. It was explained by the program WizWhy that there is hierarchy between the myometrical parameters and the level of health risk, diagnosis of a muscle trauma, occupational physical overload diseases and arterial blood pressure.

Increased muscle tone and lower elasticity was determined in case of the people of 35 years old or above, and in case of the people with the BMI of 25 and above. Increased parameters of muscle tone contribute to the development of hypertonia by decreasing blood flow volume in microcapillary circulation. Regular monitoring of the tone of skeleton muscles by the myometrical method enables the possibility of well-timed application of the preventive measures against hypertonia.

According to the results of the study, myometrical method provides complementary information in the medical research of occupational health care. The complementary information allows doctors to specify the formulation of diagnosis and monitor the changes in skeleton muscles, thus preventing the cumulative trauma disorder. The existence of normative values simplifies the evaluation of the stage of the muscle.

LISAD

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	13,18	15,04	15,97	16,9	18,76
dekrement	R	N	Va	S25	0,8358	1,1382	1,3282	1,5499	2,1106
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	252,22	296,25	318,26	340,27	384,29
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	13,11	14,65	15,42	16,19	17,73
dekrement	R	N	Va	V25	0,9404	1,1734	1,3106	1,464	1,8267
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	246,59	291	313,2	335,41	379,82
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	14,1	15,94	16,86	17,78	19,62
dekrement	R	N	No	S25	0,8608	1,1573	1,3419	1,5559	2,0917
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	263,45	308,79	331,45	354,12	399,46
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	14,44	16,2	17,08	17,97	19,73
dekrement	R	N	No	V25	0,9741	1,2691	1,4486	1,6535	2,1542
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	273,71	320,77	344,3	367,83	414,89
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	13,27	14,71	15,44	16,16	17,61
dekrement	R	M	Va	S25	0,9938	1,2035	1,3244	1,4575	1,7651
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	230,99	280,49	305,23	329,98	379,48
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	13,23	14,83	15,63	16,44	18,04
dekrement	R	M	Va	V25	0,9867	1,1641	1,2644	1,3733	1,6202
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	246,39	293,82	317,54	341,25	388,69
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	14,29	15,99	16,84	17,69	19,39
dekrement	R	M	No	S25	1,0354	1,2931	1,4451	1,615	2,0171
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	250,34	299,71	324,39	349,07	398,44
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	14,02	15,79	16,68	17,57	19,35
dekrement	R	M	No	V25	1,0841	1,2743	1,3816	1,4978	1,7606
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	258,33	304,42	327,47	350,51	396,6
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	13,09	15,28	16,37	17,46	19,65
dekrement	L	N	Va	S25	0,768	1,0597	1,2448	1,4623	2,0178
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	244,08	293,01	317,48	341,94	390,87
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	13,59	15,34	16,22	17,09	18,85
dekrement	L	N	Va	V25	0,8346	1,0967	1,2572	1,4412	1,8939
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	244,85	296,73	322,68	348,62	400,5
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	14,3	16,32	17,33	18,34	20,36
dekrement	L	N	No	S25	0,7257	1,0459	1,2557	1,5075	2,1727
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	268,58	314,53	337,51	360,49	406,45
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	13,96	16,26	17,41	18,56	20,86
dekrement	L	N	No	V25	0,9051	1,1992	1,3803	1,5888	2,1051
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	262,65	316,17	342,93	369,69	423,22
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	13,66	15,14	15,88	16,62	18,11
dekrement	L	M	Va	S25	0,925	1,164	1,3058	1,4648	1,8434
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	242,01	289,19	312,79	336,38	383,56
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	13,22	14,93	15,79	16,65	18,36
dekrement	L	M	Va	V25	0,9358	1,1373	1,2538	1,3823	1,68
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	240,27	290,52	315,64	340,76	391,01
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	14,17	15,93	16,82	17,7	19,46
dekrement	L	M	No	S25	0,9024	1,1547	1,3062	1,4775	1,8906
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	245,75	300,23	327,46	354,7	409,17
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	13,78	15,89	16,94	17,99	20,1
dekrement	L	M	No	V25	0,9794	1,197	1,3233	1,4629	1,788
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	251,08	303,63	329,9	356,18	408,73

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	12,04	13,84	14,73	15,63	17,42
dekrement	R	N	Va	S25	0,8369	1,0806	1,2278	1,3952	1,8014
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	218,24	305,43	349,02	392,61	479,79
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	10,3	12,36	13,39	14,43	16,49
dekrement	R	N	Va	V25	0,7587	1,1102	1,343	1,6246	2,3772
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	173,38	230,65	259,29	287,93	345,2
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	12,05	14,61	15,89	17,18	19,74
dekrement	R	N	No	S25	0,9427	1,2811	1,4935	1,741	2,3659
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	241,85	329,73	373,68	417,62	505,5
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	11,17	13,54	14,72	15,9	18,27
dekrement	R	N	No	V25	0,9178	1,2783	1,5086	1,7804	2,4796
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	188,17	267,41	307,03	346,64	425,88
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	12,61	14,41	15,31	16,21	18,01
dekrement	R	M	Va	S25	0,7662	0,997	1,1373	1,2973	1,6881
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	256,7	332,91	371,02	409,12	485,34
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	11,77	13,3	14,07	14,84	16,37
dekrement	R	M	Va	V25	0,7224	0,9541	1,0965	1,2601	1,6644
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	215,82	272,61	301,01	329,41	386,2
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	12,42	15,31	16,75	18,2	21,09
dekrement	R	M	No	S25	0,9101	1,2589	1,4806	1,7413	2,4086
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	260,44	367,01	420,29	473,58	580,15
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	12,08	14,4	15,55	16,71	19,03
dekrement	R	M	No	V25	0,8982	1,2394	1,4559	1,7102	2,3597
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	230,85	314,37	356,12	397,88	481,39
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	11,44	13,88	15,1	16,32	18,76
dekrement	L	N	Va	S25	0,9306	1,3123	1,5584	1,8506	2,6098
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	231,86	313,23	353,92	394,61	475,98
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	11,14	13,08	14,06	15,03	16,98
dekrement	L	N	Va	V25	0,8309	1,185	1,4151	1,6899	2,4099
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	180,54	237,37	265,79	294,21	351,05
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	11,16	14,13	15,62	17,11	20,09
dekrement	L	N	No	S25	0,9931	1,3641	1,5988	1,8738	2,5739
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	253,66	334,21	374,48	414,75	495,29
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	11,58	13,74	14,82	15,91	18,07
dekrement	L	N	No	V25	1,0063	1,3538	1,5702	1,8212	2,4499
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	205,32	277,19	313,12	349,06	420,92
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	12,1	14,07	15,05	16,04	18
dekrement	L	M	Va	S25	0,8359	1,1486	1,3464	1,5782	2,1687
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	272,33	338,65	371,81	404,97	471,29
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	12,12	13,53	14,24	14,94	16,35
dekrement	L	M	Va	V25	0,8711	1,1685	1,3534	1,5676	2,1028
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	232,32	286,81	314,06	341,3	395,79
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	11,74	14,99	16,61	18,23	21,48
dekrement	L	M	No	S25	0,9577	1,3719	1,642	1,9653	2,8154
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	299,32	376,42	414,96	453,51	530,61
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	11,9	14,6	15,95	17,3	20
dekrement	L	M	No	V25	1,0431	1,4436	1,6983	1,998	2,7652
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	234,9	324,97	370	415,03	505,1

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	12,92	14,63	15,48	16,33	18,04
dekrement	R	N	Va	S25	0,8357	1,071	1,2124	1,3725	1,7588
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	264,27	310,48	333,58	356,69	402,89
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	12,74	14,58	15,5	16,42	18,27
dekrement	R	N	Va	V25	0,828	1,1667	1,3849	1,6439	2,3163
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	267,02	317,3	342,43	367,57	417,84
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	12,72	14,75	15,76	16,77	18,79
dekrement	R	N	No	S25	0,8772	1,1572	1,3292	1,5267	2,0141
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	256,42	307,32	332,77	358,22	409,13
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	13,15	15,17	16,18	17,2	19,22
dekrement	R	N	No	V25	0,9604	1,2665	1,4544	1,6702	2,2025
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	273,67	324,74	350,28	375,81	426,88
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	13,55	15,35	16,25	17,15	18,95
dekrement	R	M	Va	S25	0,7387	0,8809	0,9619	1,0504	1,2525
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	294,79	338,81	360,83	382,84	426,86
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	13,33	15,38	16,41	17,44	19,5
dekrement	R	M	Va	V25	0,8028	0,9675	1,0621	1,1659	1,4051
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	310,98	357,16	380,25	403,34	449,52
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	13,2	15,17	16,16	17,14	19,12
dekrement	R	M	No	S25	0,8321	0,9916	1,0825	1,1817	1,4083
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	269,61	318,81	343,41	368,01	417,22
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	13,69	15,76	16,79	17,83	19,89
dekrement	R	M	No	V25	0,869	1,0572	1,1661	1,2862	1,5648
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	275,68	335,25	365,04	394,82	454,39
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	12,57	14	14,72	15,44	16,87
dekrement	L	N	Va	S25	0,8086	0,9538	1,036	1,1251	1,3272
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	270,46	313,21	334,58	355,96	398,71
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	12,49	13,96	14,69	15,42	16,88
dekrement	L	N	Va	V25	0,7679	1,0235	1,1817	1,3642	1,8184
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	272,7	310,48	329,37	348,26	386,04
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	12,72	14,21	14,96	15,7	17,2
dekrement	L	N	No	S25	0,808	1,0175	1,1418	1,2813	1,6135
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	266,1	311,23	333,79	356,36	401,49
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	12,71	14,46	15,33	16,2	17,95
dekrement	L	N	No	V25	0,8942	1,1445	1,2947	1,4647	1,8745
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	266,59	314,62	338,64	362,66	410,69
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	13,03	14,48	15,21	15,94	17,39
dekrement	L	M	Va	S25	0,6832	0,8019	0,8687	0,9412	1,1047
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	282,5	332,37	357,31	382,24	432,12
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	12,46	14,46	15,47	16,47	18,47
dekrement	L	M	Va	V25	0,6894	0,8439	0,9337	1,0331	1,2647
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	298,19	352,7	379,95	407,21	461,72
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	13,07	14,65	15,44	16,23	17,82
dekrement	L	M	No	S25	0,7425	0,8825	0,9621	1,0489	1,2467
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	268,15	323,1	350,57	378,04	432,99
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	13,69	15,45	16,33	17,22	18,98
dekrement	L	M	No	V25	0,8131	0,974	1,066	1,1667	1,3975
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	287,91	341,62	368,48	395,34	449,05

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	12	13,52	14,28	15,04	16,56
dekrement	R	N	Va	S25	0,8826	1,149	1,311	1,4959	1,9475
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	257,51	297,54	317,56	337,57	377,61
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	10,72	12,71	13,71	14,71	16,71
dekrement	R	N	Va	V25	0,9422	1,2954	1,519	1,7811	2,4489
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	246,26	290,07	311,98	333,88	377,7
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	12,71	14,15	14,87	15,59	17,04
dekrement	R	N	No	S25	0,9108	1,2021	1,3809	1,5864	2,0937
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	265,51	306,75	327,37	347,99	389,23
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	11,63	13,6	14,58	15,56	17,52
dekrement	R	N	No	V25	1,0073	1,3676	1,5935	1,8567	2,5208
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	252,74	301,33	325,62	349,91	398,5
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	13,59	15,13	15,9	16,67	18,21
dekrement	R	M	Va	S25	0,7747	0,9809	1,1038	1,2421	1,5729
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	286,81	328,14	348,8	369,47	410,79
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	13,41	15,07	15,9	16,74	18,4
dekrement	R	M	Va	V25	0,884	1,0739	1,1837	1,3048	1,5852
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	287,31	337,79	363,03	388,27	438,75
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	13,68	15,3	16,11	16,91	18,53
dekrement	R	M	No	S25	0,827	1,0461	1,1765	1,3233	1,6739
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	278,86	322,57	344,43	366,28	409,99
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	13,73	15,38	16,2	17,02	18,66
dekrement	R	M	No	V25	0,8992	1,1319	1,2699	1,4247	1,7932
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	280,56	330,44	355,38	380,32	430,2
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	11,49	13,64	14,72	15,8	17,96
dekrement	L	N	Va	S25	0,8395	1,1627	1,3683	1,6104	2,2304
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	242,35	287,25	309,7	332,15	377,05
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	10,76	13,31	14,59	15,86	18,41
dekrement	L	N	Va	V25	0,8166	1,1929	1,4418	1,7426	2,5457
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	228,36	278,96	304,25	329,55	380,15
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	12,77	14,72	15,7	16,68	18,64
dekrement	L	N	No	S25	0,8938	1,2089	1,406	1,6352	2,2118
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	248,58	297,63	322,16	346,69	395,74
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	12,09	14,51	15,71	16,92	19,33
dekrement	L	N	No	V25	0,8723	1,2453	1,4879	1,7777	2,5378
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	232,66	287,7	315,23	342,75	397,79
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	14	15,85	16,78	17,71	19,56
dekrement	L	M	Va	S25	0,7619	1,0124	1,167	1,3452	1,7874
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	273,72	326,06	352,23	378,4	430,74
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	13,94	16	17,02	18,05	20,1
dekrement	L	M	Va	V25	0,8644	1,1395	1,3083	1,5022	1,9804
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	274,6	330,67	358,71	386,74	442,81
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	14,19	15,85	16,68	17,51	19,17
dekrement	L	M	No	S25	0,8048	1,0649	1,2249	1,409	1,8643
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	274,83	319,97	342,54	365,12	410,26
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	14,26	16,29	17,3	18,32	20,34
dekrement	L	M	No	V25	0,848	1,1437	1,3282	1,5425	2,0803
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	282,08	332,78	358,13	383,49	434,19

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	10,91	13,2	14,35	15,49	17,79
dekrement	R	N	Va	S25	0,6509	1,0464	1,3268	1,6822	2,7044
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	205,58	248,43	269,86	291,29	334,14
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	11,4	13,82	15,04	16,25	18,67
dekrement	R	N	Va	V25	0,8169	1,2104	1,4734	1,7934	2,6573
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	214,93	263,08	287,15	311,23	359,38
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	9,81	12,56	13,94	15,31	18,07
dekrement	R	N	No	S25	0,7457	1,1833	1,4907	1,8779	2,98
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	201,8	241,21	260,92	280,63	320,04
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	10,93	13,67	15,03	16,4	19,14
dekrement	R	N	No	V25	0,7947	1,224	1,5191	1,8852	2,9037
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	212,19	260,26	284,29	308,32	356,39
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	10,96	13,57	14,88	16,19	18,8
dekrement	R	M	Va	S25	0,747	1,0937	1,3234	1,6012	2,3443
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	219,27	261,66	282,85	304,05	346,43
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	12,18	14,73	16	17,27	19,82
dekrement	R	M	Va	V25	0,8324	1,1974	1,4362	1,7225	2,4778
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	230,68	293,05	324,24	355,42	417,79
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	9,87	12,73	14,17	15,6	18,47
dekrement	R	M	No	S25	0,7941	1,1678	1,4162	1,7174	2,5255
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	191,16	239,51	263,69	287,87	336,23
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	10,69	13,79	15,33	16,88	19,97
dekrement	R	M	No	V25	0,8681	1,2326	1,4688	1,7502	2,4853
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	218,46	268,49	293,5	318,52	368,55
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	10,71	12,41	13,27	14,12	15,83
dekrement	L	N	Va	S25	0,83	1,2095	1,46	1,7625	2,5683
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	209,28	247,27	266,27	285,27	323,26
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	10,83	12,91	13,94	14,98	17,05
dekrement	L	N	Va	V25	0,9517	1,2756	1,4767	1,7096	2,2913
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	228,43	270,41	291,39	312,38	354,36
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	9,68	11,87	12,97	14,07	16,26
dekrement	L	N	No	S25	0,859	1,2619	1,5294	1,8537	2,7231
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	203,95	241,07	259,63	278,19	315,31
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	10,59	12,63	13,64	14,66	16,7
dekrement	L	N	No	V25	0,9225	1,3135	1,5674	1,8704	2,6633
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	211,02	256,79	279,67	302,55	348,31
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	11,01	13,12	14,18	15,23	17,35
dekrement	L	M	Va	S25	0,8507	1,1917	1,4106	1,6695	2,3389
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	227,05	266,68	286,5	306,32	345,95
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	11,61	13,9	15,04	16,19	18,48
dekrement	L	M	Va	V25	0,9594	1,2906	1,4969	1,7361	2,3355
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	232,45	288,33	316,27	344,2	400,08
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	9,72	12,43	13,79	15,15	17,86
dekrement	L	M	No	S25	0,8256	1,1663	1,3863	1,6478	2,3279
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	201,62	242,98	263,66	284,34	325,71
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	10,91	13,33	14,54	15,75	18,18
dekrement	L	M	No	V25	0,8792	1,2381	1,4692	1,7434	2,455
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	218,51	265,12	288,42	311,73	358,33

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	14,49	17,54	19,06	20,59	23,64
dekrement	R	N	Va	S25	1,0526	1,4023	1,6186	1,8682	2,4888
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	237,86	305,75	339,7	373,65	441,54
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	14,64	17,82	19,41	21	24,18
dekrement	R	N	Va	V25	1,0825	1,4092	1,6079	1,8346	2,3883
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	263,92	323,69	353,58	383,47	443,24
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	15,33	18,16	19,58	21	23,83
dekrement	R	N	No	S25	1,0171	1,3511	1,5573	1,7949	2,3843
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	248,41	317,7	352,34	386,99	456,28
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	14,59	17,87	19,52	21,16	24,44
dekrement	R	N	No	V25	1,0759	1,3965	1,5911	1,8127	2,353
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	258,72	332,11	368,8	405,49	478,87
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	15,05	17,91	19,34	20,77	23,64
dekrement	R	M	Va	S25	1,0056	1,296	1,4713	1,6704	2,1528
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	259,8	324,49	356,83	389,18	453,86
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	14,73	17,84	19,4	20,96	24,07
dekrement	R	M	Va	V25	1,009	1,2745	1,4324	1,6098	2,0334
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	255,37	331,8	370,02	408,24	484,68
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	15,4	18,64	20,26	21,88	25,12
dekrement	R	M	No	S25	1,0172	1,3256	1,5132	1,7274	2,2511
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	258,07	335,85	374,74	413,64	491,42
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	15,44	18,86	20,57	22,28	25,7
dekrement	R	M	No	V25	1,0382	1,3024	1,4588	1,6339	2,0498
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	273,18	356,23	397,76	439,28	522,33
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	14,19	17,76	19,54	21,33	24,9
dekrement	L	N	Va	S25	0,7367	1,1489	1,4347	1,7916	2,7939
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	250,72	320,39	355,22	390,05	459,71
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	13,29	16,77	18,5	20,24	23,71
dekrement	L	N	Va	V25	0,9928	1,4034	1,6686	1,9838	2,8041
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	257,37	327,16	362,05	396,95	466,73
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	14,55	17,98	19,7	21,41	24,85
dekrement	L	N	No	S25	0,6587	1,0456	1,3173	1,6597	2,6346
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	261,91	331,14	365,76	400,37	469,6
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	13,9	18,09	20,18	22,27	26,46
dekrement	L	N	No	V25	0,8374	1,2043	1,4443	1,7321	2,4911
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	266,52	354,97	399,19	443,41	531,86
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	13,91	17,87	19,85	21,83	25,78
dekrement	L	M	Va	S25	0,9008	1,2423	1,459	1,7134	2,3631
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	255,89	345,16	389,8	434,43	523,7
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	13,5	18,06	20,35	22,63	27,19
dekrement	L	M	Va	V25	0,9233	1,2539	1,4612	1,7028	2,3125
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	247,97	351,04	402,57	454,1	557,17
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	13,57	17,74	19,83	21,91	26,09
dekrement	L	M	No	S25	0,8774	1,1932	1,3915	1,6227	2,2068
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	246,86	344,03	392,62	441,21	538,38
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	14,32	18,52	20,61	22,71	26,91
dekrement	L	M	No	V25	0,9487	1,2533	1,4405	1,6557	2,1874
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	270	365,49	413,24	460,99	556,49

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	16,49	19,28	20,68	22,08	24,87
dekrement	R	N	Va	S25	0,8273	1,0958	1,2611	1,4513	1,9223
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	348,82	428,25	467,97	507,69	587,12
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	16,65	19,23	20,52	21,81	24,39
dekrement	R	N	Va	V25	0,9097	1,2276	1,426	1,6565	2,2352
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	341,65	419,91	459,04	498,16	576,42
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	15,97	19,04	20,58	22,11	25,19
dekrement	R	N	No	S25	0,8079	1,1355	1,3462	1,5959	2,2432
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	331,73	411,34	451,15	490,96	570,57
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	16,79	19,95	21,53	23,1	26,26
dekrement	R	N	No	V25	0,8418	1,1721	1,383	1,632	2,2723
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	335,76	425,61	470,53	515,46	605,31
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	16,41	18,93	20,18	21,44	23,95
dekrement	R	M	Va	S25	0,7178	1,0231	1,2215	1,4583	2,0785
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	346,66	423,35	461,7	500,04	576,73
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	16,98	20,12	21,69	23,26	26,41
dekrement	R	M	Va	V25	0,7474	1,0296	1,2085	1,4185	1,9542
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	372,91	468,6	516,44	564,28	659,97
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	14,75	17,96	19,56	21,16	24,36
dekrement	R	M	No	S25	0,7575	1,1213	1,3643	1,6599	2,4571
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	289,68	380,69	426,2	471,71	562,72
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	16,14	19,59	21,31	23,04	26,49
dekrement	R	M	No	V25	0,7802	1,1039	1,3131	1,562	2,2101
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	342,95	424,79	465,71	506,63	588,47
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	14,75	16,86	17,92	18,97	21,08
dekrement	L	N	Va	S25	0,6913	0,8761	0,9863	1,1103	1,407
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	365,01	442,18	480,76	519,34	596,51
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	13,82	16,17	17,35	18,53	20,88
dekrement	L	N	Va	V25	0,6927	0,8882	1,0058	1,1389	1,4604
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	337,57	424,98	468,69	512,4	599,82
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	14,97	17,23	18,36	19,49	21,75
dekrement	L	N	No	S25	0,6762	0,8627	0,9744	1,1006	1,4041
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	344,99	427,19	468,28	509,38	591,58
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	14,83	17,17	18,35	19,52	21,86
dekrement	L	N	No	V25	0,7274	0,9104	1,0185	1,1395	1,4262
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	342,63	431,41	475,79	520,18	608,95
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	15,12	17,11	18,1	19,1	21,09
dekrement	L	M	Va	S25	0,5889	0,731	0,8145	0,9074	1,1263
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	363,84	452,56	496,92	541,28	630
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	15,42	17,63	18,73	19,84	22,05
dekrement	L	M	Va	V25	0,6133	0,8158	0,9409	1,0852	1,4435
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	412,12	502,6	547,84	593,08	683,56
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	14,47	16,37	17,33	18,28	20,19
dekrement	L	M	No	S25	0,6037	0,7449	0,8274	0,9191	1,1339
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	321,03	405,31	447,44	489,58	573,86
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	15,25	17,38	18,45	19,52	21,65
dekrement	L	M	No	V25	0,6478	0,8035	0,8948	0,9966	1,236
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	356,02	445,08	489,61	534,14	623,19

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	13,07	15,22	16,3	17,38	19,54
dekrement	R	N	Va	S25	0,9859	1,142	1,2291	1,3228	1,5323
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	263,49	332,67	367,27	401,86	471,05
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	11,45	13,97	15,24	16,5	19,03
dekrement	R	N	Va	V25	0,9579	1,159	1,2748	1,4022	1,6964
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	228,47	302,88	340,08	377,28	451,69
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	13,99	16,53	17,81	19,08	21,63
dekrement	R	N	No	S25	1,1049	1,3042	1,4169	1,5394	1,8171
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	280,77	366	408,62	451,24	536,47
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	12,86	15,42	16,7	17,98	20,53
dekrement	R	N	No	V25	1,099	1,3063	1,4243	1,5528	1,8458
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	266,6	345,96	385,63	425,31	504,67
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	13,08	15,48	16,69	17,89	20,29
dekrement	R	M	Va	S25	0,8455	1,0046	1,0951	1,1938	1,4186
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	248,95	332,85	374,79	416,74	500,63
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	13,04	14,99	15,96	16,93	18,88
dekrement	R	M	Va	V25	0,8822	1,0473	1,1411	1,2433	1,476
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	251,62	322,74	358,31	393,87	464,99
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	14,49	17,59	19,14	20,69	23,79
dekrement	R	M	No	S25	1,0166	1,19	1,2874	1,3929	1,6304
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	283,35	386,01	437,35	488,68	591,34
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	14,72	17,35	18,66	19,97	22,59
dekrement	R	M	No	V25	1,0755	1,2564	1,3579	1,4677	1,7145
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	299,57	387,87	432,02	476,17	564,48
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	13,52	15,74	16,84	17,95	20,17
dekrement	L	N	Va	S25	0,9874	1,1406	1,2258	1,3174	1,5217
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	288,42	361,57	398,14	434,71	507,86
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	11,9	14,32	15,52	16,73	19,14
dekrement	L	N	Va	V25	1,0207	1,1853	1,2773	1,3765	1,5986
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	248,78	320,92	356,98	393,05	465,18
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	14,65	17,29	18,61	19,93	22,57
dekrement	L	N	No	S25	1,1212	1,3156	1,425	1,5436	1,8112
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	304,63	393,74	438,29	482,85	571,96
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	13,27	15,93	17,26	18,59	21,25
dekrement	L	N	No	V25	1,1177	1,3291	1,4494	1,5805	1,8794
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	271,64	360,07	404,28	448,5	536,92
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	13,26	15,59	16,76	17,92	20,25
dekrement	L	M	Va	S25	0,8305	0,9698	1,048	1,1325	1,3225
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	270,34	347,83	386,58	425,33	502,82
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	13,32	15,35	16,36	17,38	19,41
dekrement	L	M	Va	V25	0,9228	1,0756	1,1612	1,2537	1,4612
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	267,55	335,96	370,17	404,37	472,79
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	14,98	17,93	19,4	20,87	23,81
dekrement	L	M	No	S25	0,9961	1,1786	1,282	1,3946	1,6501
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	298,21	404,37	457,45	510,53	616,69
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	14,82	17,55	18,91	20,28	23,01
dekrement	L	M	No	V25	1,0664	1,2499	1,3531	1,4649	1,7169
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	307,47	396,8	441,46	486,13	575,46

M.trapezius (ülemine regioon) normväärtused

LISA 9

	Keha- pool	Sugu	Vanus	KMI	keskm. - 1.5*SD	keskm. - 0.5*SD	keskm.	keskm. + 0.5*SD	keskm. + 1.5*SD
sagedus [Hz]	R	N	Va	S25	8,75	9,89	10,46	11,03	12,17
dekrement	R	N	Va	S25	0,776	0,8879	0,9498	1,016	1,1625
jäikus [N/m]	R	N	Va	S25	162,99	202,17	221,76	241,35	280,53
sagedus [Hz]	R	N	Va	V25	7,9	9,14	9,76	10,38	11,62
dekrement	R	N	Va	V25	0,7193	0,8422	0,9113	0,9861	1,1545
jäikus [N/m]	R	N	Va	V25	148,97	190,02	210,54	231,07	272,12
sagedus [Hz]	R	N	No	S25	9,35	10,51	11,09	11,67	12,82
dekrement	R	N	No	S25	0,8877	1,0425	1,1298	1,2243	1,4378
jäikus [N/m]	R	N	No	S25	169,25	205,86	224,17	242,48	279,1
sagedus [Hz]	R	N	No	V25	8,24	9,64	10,34	11,04	12,44
dekrement	R	N	No	V25	0,8635	1,0337	1,131	1,2375	1,4815
jäikus [N/m]	R	N	No	V25	167,39	207,09	226,94	246,78	286,48
sagedus [Hz]	R	M	Va	S25	8,9	10,12	10,73	11,34	12,56
dekrement	R	M	Va	S25	0,7185	0,828	0,8889	0,9542	1,0996
jäikus [N/m]	R	M	Va	S25	159,37	197,19	216,1	235	272,82
sagedus [Hz]	R	M	Va	V25	8,57	9,62	10,15	10,68	11,74
dekrement	R	M	Va	V25	0,7311	0,8542	0,9232	0,9979	1,1658
jäikus [N/m]	R	M	Va	V25	174,38	203,68	218,34	232,99	262,3
sagedus [Hz]	R	M	No	S25	9,42	10,6	11,18	11,77	12,95
dekrement	R	M	No	S25	0,8398	1,0082	1,1047	1,2104	1,4531
jäikus [N/m]	R	M	No	S25	162,44	199,38	217,84	236,31	273,24
sagedus [Hz]	R	M	No	V25	9,19	10,76	11,54	12,33	13,89
dekrement	R	M	No	V25	0,8653	1,0526	1,161	1,2805	1,5577
jäikus [N/m]	R	M	No	V25	182,43	224,47	245,49	266,51	308,55
sagedus [Hz]	L	N	Va	S25	8,65	9,79	10,36	10,93	12,07
dekrement	L	N	Va	S25	0,7722	0,8825	0,9434	1,0086	1,1526
jäikus [N/m]	L	N	Va	S25	156,06	196,35	216,49	236,63	276,91
sagedus [Hz]	L	N	Va	V25	7,85	9,05	9,65	10,25	11,45
dekrement	L	N	Va	V25	0,6923	0,8306	0,9098	0,9965	1,1955
jäikus [N/m]	L	N	Va	V25	155,36	189,02	205,84	222,67	256,33
sagedus [Hz]	L	N	No	S25	9,2	10,48	11,12	11,77	13,05
dekrement	L	N	No	S25	0,912	1,0473	1,1224	1,2028	1,3814
jäikus [N/m]	L	N	No	S25	167,79	204,62	223,04	241,46	278,3
sagedus [Hz]	L	N	No	V25	8,33	9,7	10,38	11,06	12,43
dekrement	L	N	No	V25	0,8523	1,0358	1,1419	1,2589	1,53
jäikus [N/m]	L	N	No	V25	169,68	209,3	229,1	248,91	288,52
sagedus [Hz]	L	M	Va	S25	8,97	10,09	10,65	11,22	12,34
dekrement	L	M	Va	S25	0,6931	0,8045	0,8667	0,9337	1,0837
jäikus [N/m]	L	M	Va	S25	156,74	196,4	216,24	236,07	275,74
sagedus [Hz]	L	M	Va	V25	8,62	9,64	10,14	10,65	11,66
dekrement	L	M	Va	V25	0,7151	0,8339	0,9006	0,9725	1,1342
jäikus [N/m]	L	M	Va	V25	172,33	205,08	221,45	237,82	270,57
sagedus [Hz]	L	M	No	S25	9,49	10,7	11,31	11,91	13,12
dekrement	L	M	No	S25	0,8457	1,0006	1,0883	1,1838	1,4006
jäikus [N/m]	L	M	No	S25	166,92	200,4	217,13	233,87	267,35
sagedus [Hz]	L	M	No	V25	9,36	10,87	11,62	12,38	13,89
dekrement	L	M	No	V25	0,8376	1,0079	1,1056	1,2129	1,4595
jäikus [N/m]	L	M	No	V25	186,67	226,53	246,46	266,39	306,26