

TARTU ÜLIKOOL  
Meditsiiniteaduste valdkond  
Hambaarstiteaduse instituut

Andrey Dashuk

**PILOOTUURING: OROFATSIAALSE MÜOFUNKTSIONAALSE TERAAPIA MÕJU  
KEELELUU ASENDILE OBSTRUKTIIVSE UNEAPNOE DIAGNOOSIGA  
PATSIENTIDEL**

Juhendaja: Dr. Triin Jagomägi, PhD

Kaasjuhendaja: Andres Köster, MA

## SISUKORD

ABSTRACT .....	3
KASUTATUD LÜHENDID .....	4
SISSEJUHATUS .....	5
KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
Obstruktiivne uneapnoe (OSA) .....	6
Orofatsiaalne müofunktsionaalne teraapia (OMT).....	8
Keeleлуу ( <i>Os hyoideum</i> ) .....	9
MATERJALID JA MEETODID.....	11
Uuringu struktuur .....	11
Uuringus osalejad .....	11
Tsefalomeetriline analüüs .....	12
Tarkvara ja testid .....	13
TULEMUSED .....	14
VÄLISTATUD PATSIENTIDE TULEMUSED .....	19
ARUTELU.....	21
KOKKUVÕTE.....	24
TÄNUAVALDUS .....	25
KASUTATUD KIRJANDUS.....	26
LISA 1. KEELELUU KLASSIFIKATSIOON .....	29
LISA 2. TSEFALOMEETRILISES ANALÜÜSIS KASUTATUD PUNKTID.....	30
LISA 3. TSEFALOMEETRILISES ANALÜÜSIS KASUTATUD MÕÕTMISED.....	31
LISA 4. MÜOFUNKTSIONAALSE TERAAPIA HARJUTUSTE KIRJELDUS JA MÕJUTATUD LIHASED.....	36
LISA 5. TSEFALOMEETRILISE UURINGU TULEMUSED JA KEHAKAALU MUUTUSED.....	38
LISA 6. TSEFALOMEETRILISE UURINGU TULEMUSED JA KEHAKAALU MUUTUSED (VÄLISTATUD PATSIENDID) .....	40

## **ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate whether orofacial myofunctional therapy is associated with changes in hyoid bone position.

**Methods:** This study included 5 patients diagnosed with obstructive sleep apnea (OSA), and 4 patients were not included in the study. At the beginning of the study (T1), cone beam computed tomography (CBCT) was performed on all the patients. Patients underwent a course of myofunctional therapy for 3 months. After the therapy (T2), new CBCT was conducted. CBCT was used to create cephalometric and superimposition images. Cephalometric measurements of the hyoid bone and facial structures were assessed. Measurements were analyzed using "t-test: paired two-sample for means."

**Results:** Superimposition images showed changes in hyoid bone position. Cephalometric measurement changes between T1 and T2 demonstrated significant differences. Significant vertical position changes of the hyoid bone were observed, with the hyoid bone moving significantly upwards – in the direction of the oral cavity.

**Conclusion:** Orofacial myofunctional therapy leads to changes in the vertical position of the hyoid bone, resulting in an elevated hyoid bone position.

## KASUTATUD LÜHENDID

AHI (*apnea-hypopnea index*) – apnoe-hüpopnoe indeks

BMI (*body mass index*) – kehamassiindeks

CBCT (*cone beam computed tomography*) – koonuskimp-kompuutertomograafia

CPAP (*continuous positive airway pressure*) – pidev positiivne hingamisteede rõhk

CSA (*central sleep apnea*) – kesknärvisüsteemiga seotud uneapnoe

HSAT (*home sleep apnea testing*) – kodus apnoe testimine

ICSD (*international classification of sleep disorders*) – rahvusvaheline unehäirete klassifikatsioon

MAD (*mandibular advancement device*) – alalõua ette toov seade

MARME (*mini-implant assisted rapid maxillary expansion*) – kiire ülalõualaiendus mini-implantaatide abil

MMA (*maxillomandibular advancement surgery*) – maksillomandibulaarne etteviimise operatsioon

OCST (*out-of-center sleep testing*) – väljaspool keskust une testimine

OMT (*orofacial myofunctional therapy*) - orofatsiaalne müofunktsionaalne teraapia

OSA (*obstructive sleep apnea*) – obstruktiivne uneapnoe

PAP (*positive airway pressure*) – positiivne hingamisteede rõhk

PM (*nocturnal portable monitoring*) – öine kaasaskantav jälgimisseade

PSG (*polysomnography*) – polüsomnograafia

RME (*rapid maxillary expansion*) – kiire ülalõualaiendus

UPPP (*uvulopalatopharyngoplasty*) – uvulopalatofarüingoplastika

UT REC (*research ethics committee of the University of Tartu*) – Tartu Ülikooli teadustööde eetikakomitee

## SISSEJUHATUS

Obstruktiivne uneapnoe (OSA) on üks sagedasematest unehäiretest, mida esineb ligikaudu ühel miljardil inimesel üle maailma (Benjafield jt, 2019). OSA on laialt levinud terviseprobleem, mis põhjustab riigile suurt majanduslikku koormust ja langetab inimeste elukvaliteeti. Itaalias tehtud uuringu tulemused viitavad, et 2018. aastal oli uneapnoe tingitud kliiniliste (nt diabeet) ja mittekliiniliste (nt liiklusõnnetused) seisundite majanduslik koormus iga Itaalia elaniku kohta vahemikus 177 kuni 530 eurot. See moodustab 3–9% kõigist tervisele tehtud kuludest (Borsoi jt, 2022). Euroopas esines 2018. aastal OSAd 44% täiskasvanutest (Malhotra jt, 2018).

Selle probleemi lahendamiseks on vajalikud efektiivsed, suhteliselt odavad ja kättesaadavad OSA ravimeetodid. Lisaks on vajalik leida viisid nende ravimeetodite edukuse ja efektiivsuse hindamiseks.

OSA üksikasjalik patofüsioloogia on keeruline, OSA levinumaks tekkepõhjuseks on hingamisteede kokkulangemine, mida soodustab nõrgenenud orofarüngaalsete lihaste toonuse langus magamise ajal (Kayamori jt, 2022; McNicholas ja Pevernagie, 2022)

Sellest lähtudes on üks võimalikest ravimeetoditest teraapia, mis tõstab lihaste toonust (Guimarães jt, 2009; Ieto jt, 2015). Uuringud on näidanud, et isotoonilistel ja isomeetrilistel harjutustel põhineva suu ja näopiirkonna lihastoonust tõstva orofatsiaalse müofunktsionaalse teraapia (OMT) tulemusel on vähenenud apnoe-hüpopnoe indeks (AHI), paranenud magamiseaegne hapniku saturatsiooni näitaja ja leevenud muud OSA-ga kaasanevad kaebused. Orofarüngaalsete lihaste toonuse tõstmisega muutub ka keeleluu asend, kuna osa OMT ajal mõjutatud lihastest on keeleluu külge kinnitunud (De Felicio jt, 2018). Lisaks näitavad uuringud, et esineb seos suprahüoidsete ning suupõhjelihaste toonuse languse ja keeleluu alandatud positsiooni vahel (Soares jt, 2022). See tähendab, et keeleluu positsiooni muutust saab kasutada müofunktsionaalse teraapia efektiivsuse hindamiseks.

Selle töö hüpotees on, et OMT põhjustab keeleluu positsiooni muutust ülespoole ja sellega aitab leevendada OSA sümptomeid. Uuringu eesmärk on välja selgitada, kuidas OMT mõjutab OSA patsientidel keeleluu positsiooni.

## KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Unehäired võib jaotada seitsmesse kategooriasse: unetus (*insomnia*), unega seotud hingamishäired (*sleep-related breathing disorders*), kesknärvisüsteemiga seotud liigunisuse häired (*central disorders of hypersomnolence*), ööpäevarütmi unehäired (*circadian rhythm sleep-wake disorders*), parasomniad (*parasomnias*), unega seotud liikumishäired (*sleep-related movement disorders*) ja muud unehäired (*other sleep disorders*).

Unega seotud hingamishäired jaotatakse neljaks: obstruktiivse uneapnoe (OSA) ja kesknärvisüsteemiga seotud uneapnoe (CSA) sündroomid, unega seotud hüpoventilatsiooni häired ja unega seotud hüpokseemia häire (Sateia, 2014).

### Obstruktiivne uneapnoe (OSA)

Obstruktiivset uneapnoet (OSA) kirjeldavad episoodid, mil toimub osaline või täielik ülemiste hingamisteede kollaps, millega kaasneb õhuvoolu vähenemine (hüpopnoe) või puudumine (apnoe) kestusega vähemalt 10 sekundit. OSA põhjustab päevast liigset unisust, mis langetab elukvaliteeti ja põhjustab rea terviseprobleeme (Gottlieb ja Punjabi, 2020). OSA tõttu toimub perioodide kaupa õhuvoolu vähenemine või puudumine, millega on seotud vere hapnikusisalduse langus, hüpokseemia, sümpaatilise närvisüsteemi hüperaktiveerimine ja une fragmentatsioon. Kõik need on riskifaktorid südame-veresoonkonna haiguste, diabeedi, insuldi, enneaegse surma, kognitiivsete funktsioonide vähenemise ja elukvaliteedi languse tekkeks. OSA peamine riskifaktor on vistseraalne rasvumine. Lisaks anotoomilistele faktoritele, nagu rasvumine, retrognatia, pehme suulae lõtvus või makroglossia, esinevad ka teised OSA patogeneesiga seotud faktorid, näiteks geneetiline eelsoodumus, suitsetamine, alkoholi tarbimine ja meessugu (Chang jt, 2020). Üks peamisi OSA patogeneesi mehhanisme on lihaste vähenenud võimekus säilitada une ajal õhuteed avatuna. Üks olulistest lihastest on *musculus genioglossus*, mis on üks neelupiirkonna laiendavatest lihastest, mis lükkab keelt ette, laiendab suuneelu ning takistab õhujuha ummistumist une ajal (Hsu jt, 2020). Neelupiirkonna laiendavad lihased tugevdavad kollapseeeruvat segmenti sissehingamise ajal ja nendest sõltub orofarüingealse hingamistee avatus. Tavaliselt kontrakteeruvad ülemiste hingamisteede laiendavad lihased iga sissehingamise ajal, tasakaalustades sellega negatiivset rõhku, mis tekib ülemistes hingamisteedes sissehingamise ajal. Faktorid, mis suurendavad seda negatiivset rõhku või vähendavad laiendavate lihaste kokkutõmbe efektiivsust, häirivad seda tasakaalu ja soodustavad ülemiste hingamisteede obstruktsiooni. Negatiivset rõhku võib suurendada hingamisteede kitsenemine, mille tõttu tekib suurem hingamisteede kollapsi soodustav jõud, mis nõuab laiendavate lihaste tugevamat kontraktsiooni, et säilitada hingamisteede avatus

(McNicholas ja Pevernagie, 2022). Hingamisteede kitsenemine põhjustab negatiivse rõhu suurenemist Bernoulli seaduse tõttu. Bernoulli seaduse järgi väheneb vedeliku või ka gaasi voolukiiruse suurenemisega voolu sees olev rõhk. Hingamistee ahenemine põhjustab õhuvoolu kiiruse suurenemist, mille tõttu hingamistee sees olev rõhk langeb (Hsu jt, 2020).

Hüoidluu ja sellega seotud lihased on olulised, et hoida hingamisteed vabad. Ülemiste hingamisteede struktuurid kollabeeruvad selili olekus ja kompensatoorsed refleksid mõjutavad neelu laiendavaid lihaseid, hoides keeleluu ettepoole ja aidates ennetada neelu ahenemist. Üks OSA ja selle raskusastme kõrge potentsiaaliga diagnostiline parameeter on keeleluu positsioon. Võrreldes tervete patsientidega on OSA patsientidel keeleluu teiste luustruktuuride suhtes madalamal positsioonil. Keeleluu alumine asetus suurendab neelu kollabeerumise tõenäosust (Tanellari jt, 2022).

OSA diagnoosimise kuldstandard on polüsomnograafia (PSG). Odavam alternatiiv on öine kaasaskantav jälgimisseade (PM), kodus apnoe testimine (HSAT) või väljaspool keskust une testimine (OCST), mis annavad võimaluse une uurimiseks kodus, aga millel on väiksem sensitiivsus võrreldes polüsomnograafiaga (Antonaglia ja Passuti, 2022; Lee ja Sundar, 2021). Diagnoosimiseks mõõdetakse AHId ehk apnoe-hüpopnoe indeksit, mis näitab apnoe või hüpopnoe episoodide arvu ühe tunni jooksul. Diagnoosi panemiseks on vajalik, et  $AHI \geq 15$ , isegi kui sümptomeid pole; või AHI vahemikus 5 kuni 15 eespool kirjeldatud sümptomite puhul. OSA klassifitseeritakse kergena, kui  $15 > AHI \geq 5$ ; mõõdukana, kui  $30 > AHI \geq 15$ ; ja raskena, kui  $AHI \geq 30$ . Lisaks AHI-le on olemas ka teised olulised faktorid, mis aitavad hinnata OSA raskust, näiteks verehapniku languse sügavus ja kestus, erutuse ulatus ja kestus ning sümpaatilise närvisüsteemi aktivatsiooni tase (Chang jt, 2020).

OSA ravis on kasutatud eri meetodeid sõltuvalt OSA raskusest, põhjusest ja patsiendist. Mitteinvasiivsed ravivõimalused on CPAP (*continuous positive airway pressure*); suusisesed aparaadid, nagu alalõualuu edendamise seade (MAD – *mandibular advancement device*); kiire ülalõualaiendus (RME – *rapid maxillary expansion*) või kiire ülalõualaiendus mini-implantaatide abil (MARME – *mini-implant assisted rapid maxillary expansion*); positsiooniline teraapia; elustiili muutus; kaalu langetamine ja müofunktsionaalne teraapia. Invasiivsed ravivõimalused on uvulopalatofarüngoplastika (UPPP – *uvulopalatopharyngoplasty*), traheostoomia, mida ei kasutata enam palju ja mida kasutati viimase võimaliku kirurgilise ravivõimalusena; maksillomandibulaarne etteviimise operatsioon (MMA – *maxillomandibular advancement surgery*) ja *nervus hypoglossus*'e stimulatsioon (Chang jt, 2020; Lee ja Sundar, 2021).

## Orofatsiaalne müofunktsionaalne teraapia (OMT)

Uuringud näitavad, et OMT on tõhus teraapiameetod obstruktiivse uneapnoe käsitlemisel, aidates vähendada apnoe-hüpopnoe indeksit (AHI) täiskasvanutel 50% ja lastel 62%, parandada madalama saturatsiooni taset 3–4% ning vähendada norskamise taset 72,4% (Camacho jt, 2015).

OMT põhimõtteks on korduvad lihasharjutused, mis parandavad lihaste koordinatsiooni, toonust ja vastupidavust. Lisaks vähendavad need lihastes rasva hulka, millega vähendatakse ülemiste hingamisteede kollapsi riski. Müofunktsionaalne teraapia on suunatud eri orofarüingeaalsetele struktuuridele – keelele, suulaele, neelu seintele, epiglottisele –, mis osalevad õhuteede kollapsis. Näiteks pehme suulae suurenenud pikkus on seotud uneapnoe suurenenud sageduse ja suurenenud apnoe-hüpopnoe indeksiga, mistõttu on pehme suulae ja uvula toonuse tõstmine üks müofunktsionaalse teraapia eesmärkidest. Müofunktsionaalne teraapia tegeleb eri lihastega, milleks on näiteks *musculus palatoglossus*, *musculus palatopharyngeus*, alalõualuud tõstvad lihased, keelelihased ja pehme suulae tõstmiseks vajalikud ülemiste hingamisteede lihased, nagu *m. levator et tensor veli palatini*. Keelelihaste harjutused on väga olulised, kuna keele maht on tihedalt seotud õhuteede kollapsi riskiga ja uneapnoega patsientidel on rasva sisaldus keeles üks peamistest keele mahu suurenemise faktoritest. Üks võimalik harjutus on keeleotsa liigutamine suulaes eest tahapoole või kogu keele surumine vastu suulage. Sellised harjutused suurendavad keele vastupidavust ja väsimusläve, mis aitab saavutada keele õiget asendit puhkeolekus ja neelamisel. Neelamise alguses tekib kontakt keele ja suulae eesmise osa ning neelamise jooksul suureneb kontaktala tagumise suulae suunas, surudes toitu neelu suunas. Keele tõstmise eest vastutavad *Musculi suprahyoidei* lihased, mis liigutavad keeleluud ka anterioorses (*Musculus geniohyoideus*) ja superioorses (*Musculus mylohyoideus*) suunas (De Felicio jt, 2018). Eri müofunktsionaalsetes teraapiaprogrammides kasutatakse eri harjutusi, mis mõjutavad vastavaid lihaseid (vt lisa 4). (Guimarães jt, 2009; Waschke jt, 2019).

Orofatsiaalne müofunktsionaalne teraapia haarab peapiirkonnas eri lihaseid, millest osa on keelelihased. Mõned keelelihased kinnituvad keeleluu külge ja täidavad olulist rolli ülemiste hingamisteede avatuse tagamisel. Keele positsiooni muutus on seotud keeleluu nihkega. Kui keeleluu asub madalal, liigub keel tahapoole, vähendades hingamisteede mahtu. Võrreldes tervete patsientidega on obstruktiivse uneapnoe sündroomiga patsientidel keeleluu positsioon teiste luustikustruktuuride suhtes madalam (Tanellari jt, 2022).



## **Keeleлуу (*Os hyoideum*)**

Keeleлуу (*Os hyoideum*) on väike luu, mis asub türeoidkõhre ja alalõualuu vahel kaela eesmises osas, sagedamini kolmanda kaelalüli tasemel (Dursun jt, 2021). Keeleлуу saab jagada kuueks tüübiks ja kaheks alatüübiks (Kopuz ja Ortug, 2016) (vt lisa 1). Keeleлуу on kinnitatud kõri-, neelu-, keele- ja suupõhjalihaste abil. Nimi *hyoid* pärineb kreekakeelsest sõnast *hyodeides*, mis tähendab „üpsiloni kujuline“. Keeleлуу on hobuserauakujuline ja koosneb kehast ning kahest suuremast ja kahest väiksemast sarvest. Luu keha moodustab keeleлуу keskse segmendi. Keeleлуу sarved on suunatud väljapoole ja suuremad sarved on keeleлуу väiksematest sarvedest suuremad ning pikemad. Suuremaid ja väiksemaid sarvi tuntakse ka kui *cornu majus* ja *cornu minus*. Keha ja suuremad sarved annavad hüoidluule U-kuju. Suuremad ja väiksemad sarved on tavaliselt keeleлуу kehaga ühendatud fibroosse koe või liigeste abil. Vanuse suurenemisel toimub suuremate ja väiksemate sarvede liigeste, mis ühendavad neid keeleлуу kehaga, füsioloogiline anküloos (AlJulaih ja Menezes, 2023).

Keeleлуу on sesamoidluu ehk luu, mis on kinnitatud lihaste või kõõluste külge, ehk keeleлуу ei ole kontaktis mingi teise luuga. Kuid keeleлуу erineb kõikidest teistest sesamoidluudest, kuna need moodustuvad otseselt kõõlustes ja sidemetes leiduvast sidekoest, aga keeleлуу moodustub sarnaselt teiste luudega kõhre-eelkäijast. Keeleлуу osaleb paljudes elutähtsates funktsioonides. Keeleлуу on tihedalt seotud kõriga, osaledes kõne, hingamise, närimise ja neelamise funktsioonides. Samuti hoiab see avatuna õhuteed orofaarünksi ja trahhea kõhrrõngaste vahel. Neelamis- ja kõnefunktsioonides toimib keeleлуу lihaste ankruna, tagades õige koordineerimise ja liikumise. Keeleлуу hoiab ka pea asendit, sest see on seotud alalõualuu ja lülisamba lülidega (Auvenshine ja Pettit, 2020; Nteli Chatzioglou jt, 2023).

Keeleлуule kinnituvad 20 lihast, 10 lihast mõlemalt poolt. Need saab jagada kahte rühma: suprahüoidsed ja infrahüoidsed lihased (Auvenshine ja Pettit, 2020). Need lihased mängivad olulist rolli neelamisel, kõnelemisel ja hingamisteede avatuna hoidmisel, samuti osalevad need hammaste krigistamisel ja suu avamisel. Suprahüoidsed lihased osalevad peamiselt kõri, suupõhja ja keeleлуу ning sellega koos ka keele tõstmisel. Osa suprahüoidsetest lihastest osaleb ka keeleлуу ette-taha liikumisel. Infrahüoidsete lihaste mõju keeleлуule on vastupidine, need osalevad keeleлуу liikumisel allapoole (vt tabel 1) (Khan ja Bordoni, 2023; Waschke jt, 2019).

<b>Suprahüoidsed lihased</b>	<b>Funktsioon</b>
<i>Musculus digastricus</i> ( <i>venter anterior</i> , <i>venter posterior</i> )	Keeleлуу fikseeritud ja mõlemapoolne aktiivsus: alalõua langetamine. Aitab langetada lõuatsit ehk aitab suu avamisel. Keeleлуу fikseeritud ja ühepoolne aktiivsus: krigistamise liigutus. Alalõug fikseeritud ja mõlemapoolne aktiivsus: keeleлуу ja suupõhja tõstmine ehk aitab neelamise ajal. Keeleлуу kinnitamine ja kõri tõstmine.
<i>Musculus stylohyoideus</i>	Kahepoolse tegevuse käigus tõmbub keeleлуу taha- ja ülespoole. Aitab keelt tõsta ja suupõhja pikendada, osaleb neelamisel.
<i>Musculus mylohyoideus</i>	Ühepoolse tegevuse ja fikseeritud keeleлууga: krigistamise liigutus. Kahepoolse tegevuse ja fikseeritud alalõuaga: tõstab keeleлуud. Aitab tõsta suupõhja ja keelt ehk aitab neelamise ajal ja kõnelemisel. Tõstab suupõhja, suu avanemine (langetab alalõuga kahepoolse tegevuse ja fikseeritud keeleлууga).
<i>Musculus geniohyoideus</i>	Tõstab suupõhja, suu avanemine (langetab alalõuga kahepoolse tegevuse ja fikseeritud keeleлууga). Ühepoolse tegevuse ja fikseeritud keeleлууga: krigistamise liigutus. Mõlemapoolse aktiivsusega ja fikseeritud alalõuaga: tõstab keeleлуud neelamise ajal üles. Aitab tõsta keeleлуу ettepoole ning aitab ka hingamisteede läbipääsu laiendamisel.
<b>Infrahüoidsed lihased</b>	
<i>Musculus omohyoideus</i> ( <i>venter superior</i> , <i>venter inferior</i> )	Tõmbab keeleлуу allapoole, fikseerib keeleлуу. Pingutab keskmist kaelafastsiat, soodustab veenivereringet peast ja kaelast, kuna aitab hoida avatuna <i>V. jugularis</i> 't.
<i>Musculus sternohyoideus</i>	Tõmbab keeleлуud kaudaalses suunas, fikseerib keeleлуу lõualuu avamise ja krigistamise jaoks.
<i>Musculus sternothyroideus</i>	Tõmbab kõri kaudaalses suunas, fikseerib kõri kõnelemise ajal.
<i>Musculus thyrohyoideus</i>	Kui keeleлуу on kinnitatud: kõri tõstmine neelamise jaoks. Kui kõri on kinnitatud: keeleлуу langetamine kõnelemise mõjutamiseks.

Tabel 1. Keeleлуу lihaste funktsioonid

## **MATERJALID JA MEETODID**

See uuring on osa suuremast uuringust, millele on andnud loa Tartu Ülikooli teadustööde eetikakomitee (UT REC) (luba nr 371/T-16).

### **Uuringu struktuur**

Patsiendid jagati kahte gruppi: müofunktsionaalse teraapiaga tegelev grupp ja kontrollgrupp. Uuringu alguses (T1) tehti patsientidele CBCT uuring, pärast seda tegeles üks rühm kolme kuu jooksul müofunktsionaalse teraapiaga. Harjutuste protokoll koosnes kaheksast harjutusest. Teraapiaprogrammi kuuluvad harjutused, mis põhinevad müofunktsionaalsetel teraapiaprogrammidel, mis näitasid statistiliselt väärtuslikke tulemusi Guimarães jt ja Ieto jt uuringutes (vt lisa 4) (Guimarães jt, 2009; Ieto jt, 2015). Enne suurema uuringu algust tehti pilootuuring Norras ja harjutuste kompleksi modifitseeriti vastavalt SARS-CoV-2 epideemia ajal tekkinud tingimustele. Harjutused, mida ei saanud väljaspool kodu turvaliselt ja mugavalt teha, välistati või asendati alternatiivsete harjutustega. Enne harjutustega alustamist toimus esmane visiit müofunktsionaalse teraapia spetsialistiga (Andres Köster), kes juhendas patsiente müofunktsionaalse teraapia harjutuste osas, mida patsiendid pidid tegema iga päev. Samuti koostas spetsialist veebipõhiste teraapiate ajakava. Harjutusperiood kestis kolm kuud (12 nädalat). Harjutuste progressi, subjektiivseid uneparameetreid ja ravisooatumust hindas spetsialist videosessioonidel, mille ajal lahendati ka tekkinud probleemid. Harjutusi tehti veebipõhise nutitelefonirakenduse abil. Teine CBCT uuring (T2) tehti kõikidele osalejatele kolme kuu möödudes. CBCT uuringute tegemiseks kasutati röntgenseadet NewTom Vgi evo, mille sätted olid järgmised: torupinge 110 kV, voolutugevus 3 mA, ekspositsiooniaeg 1,8 s, vokslisuurus 0,3 mm. CBCT uuringuid tehti radioloogiatehnik.

### **Uuringus osalejad**

Uuringus osales 9 patsienti. Müofunktsionaalse teraapiaga tegelevas grupis oli 4 patsienti: 2 meest ja 2 naist. Kontrollgrupis oli 1 naispatsient. Uuringust välistati 4 patsienti: 2 meest ja 2 naist. Suurema uuringu raames patsiendid täitsid kahe nädala jooksul unepäeviku.

Uuringus osalejate kaasamise kriteeriumid olid järgmised:

- uuritav on saanud vastavalt kehtivale rahvusvahelisele unehäirete klassifikatsioonile (ICSD) kõrva-nina-kurguarstilt obstruktiivse uneapnoe diagnoosi;
- uuritav ei ole varem saanud positiivse õhurõhu (PAP – *positive airway pressure*) ega alalõua ette nihutamise seadmega (MAD – *mandibular advancement device*) ravi;
- uuritav on täisealine (vanem kui 18) ja BMI on vähem kui 35;

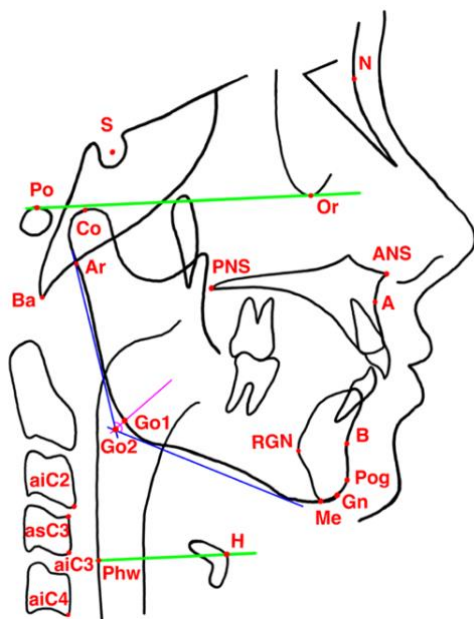
- uuritav on võimeline nina kaudu hingama;
- uuritav on nõus järgima uuringu protokoll, mille jaoks ta on andnud kirjaliku nõusoleku;
- uuritav ei ole saanud näolihastesse viimase kolme kuu jooksul botuliintoksiini süste;
- uuritaval on olemas hambad 5-5 või fikseeritavad hambaproteesid või implantaadid;
- uuritav on allkirjastanud Tartu Ülikooli inimuuringu eetika komitee aktsepteeritud kirjaliku nõusoleku vormi.

Väljajätmise kriteeriumid olid järgmised:

- meditsiinilised või psühhiaatrilised seisundid, mis võivad uurija arvates segada uuringuprotokoll täitmist, näiteks äge psühhos, narkomaania ja dementsus;
- kahe nädala jooksul mobiilirakenduses oleva elektroonilise unepäeviku sissekannete tegemine vähem kui 70%;
- kinnine keelekida (suu avamise ulatus, kui keeleots toetub ülemisele papillile, on väiksem kui 50% suu maksimaalse avatuse ulatusest).

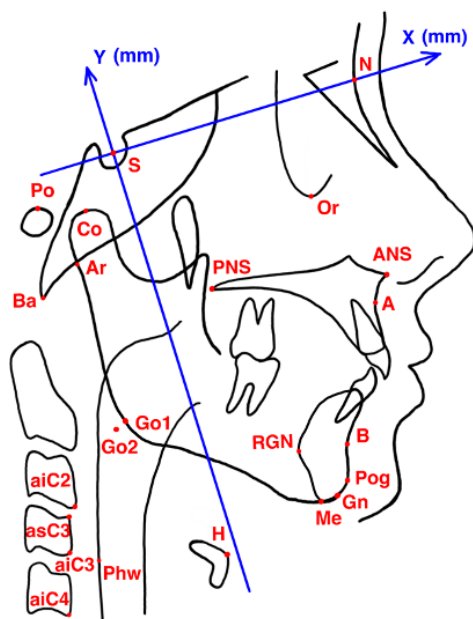
Üks patsientidest oli uuringust välistatud lühikese keelekida tõttu. Patsiendile tehti keelekida vabastamise operatsioon ja ta oli hiljem kaasatud suuremasse uuringusse. Siinse uuringu raames on selle patsiendi tulemused eraldi välja toodud, et hinnata keelekida vabastamise protseduuri mõju keeleluu positsioonile. Teine patsient oli sellest uuringust välistatud, kuna teise CBCT uuringu jooksul oli patsiendi peasend esimese CBCT uuringuga võrreldes erinev ja keeleluu positsiooni polnud võimalik analüüsida.

### Tsefalomeetriline analüüs



Tsefalomeetrilise analüüsi jaoks valiti mõõtmised, et hinnata keeleluu positsiooni muutust teiste struktuuride suhtes ja üla- ning alalõualuu vahelise positsiooni muutust. Mõõtmisteks kasutati 26 punkti (vt joonis 1 ja lisa 2). Tsefalomeetriliseks analüüsiks kasutati 49 mõõtmist. (vt lisa 3).

Joonis 1. Tsefalomeetrilises analüüsis kasutatud punktid



Keeleлуу positsiooni muutuste analüüsiks kasutati jaotust vertikaalseks ja horisontaalseks teljeks. X-telg läbis S- ja N-punkte ning Y-telg läbis S-punkti ja oli perpendikulaarne X-teljega. Koordinaatide alguspunktiks valiti S-punkt (vt joonis 2).

Joonis 2. Koordinaatteljed. X-telg läbib S- ja N-punkte ning Y-telg läbib S-punkti ja on perpendikulaarne X-teljega

### Tarkvara ja testid

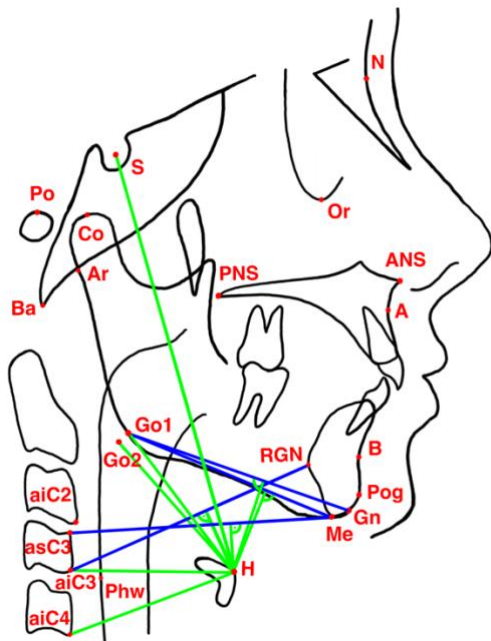
CBCT uuringute analüüsiks ning ortopantomogrammide ja superimpositsioonide tegemiseks kasutati Planmeca Romexise programmi versiooni 6.4.3.33 09.03.23 (Planmeca Oy, Soome). Tsefalogrammide analüüsiks kasutati Dolphin Managementi tarkvara versiooni 11.95 Premium (Patterson Dental Holdings Inc.). Andmeid analüüsiti Microsoft Exceli 2016 aasta versiooniga 16.0.5435.1000 (Microsoft Corporation, Ameerika Ühendriigid) ja GeoGebra Classic 6 versiooniga 6.0.823.0 (Byju's, India) . Analüüsiks kasutati t-testi ehk kahe valimi testi keskmiste jaoks (*t-test: paired two sample for means*) ja mõõtmiste täpsuse hindamiseks kasutati Anova testi: kaks tegurit ilma replikatsioonita (*Anova: two-factor without replication*). Muutus oli statistiliselt oluline, kui p väärtus oli vähem kui 0,05.

## TULEMUSED

Tsefalomeetrilise analüüsi mõõtmisi tehti kaks korda kahe nädalase intervalliga. Mõõtmiste täpsuse hindamiseks tehti Anova kahefaktoriline replikatsioonita test, mille tulemus oli 0,997. Pärast kolmekuulist müofunktsionaalset teraapiat näitas tsefalomeetriline analüüs statistiliselt olulisi muutusi keeleluu positsioonis ( $P < 0,05$ ) müofunktsionaalse teraapia grupi patsientidel. Kontroll grupis oli üks patsient kellel puudusid märgatavad muutused keeleluu positsioonis (vt tabel 2). Muutused BMIs ja kaela ümbermõõdus puudusid. Tulemuste täielik nimekiri on toodud lisas 5.

	Müofunktsionaalse teraapia grupp			Kontrollgrupp	
	T0 keskmine $\pm$ SD	T1 keskmine $\pm$ SD	P	Patsient E – T0	Patsient E – T1
H $\perp$ (RGN-aiC3) (mm)	10,20 $\pm$ 2,18	7,83 $\pm$ 3,06	0,0382	0,70	0,30
H - MP1 ehk H $\perp$ (Me-Go1) (mm)	21,10 $\pm$ 3,75	18,43 $\pm$ 2,87	0,0468	11,90	11,70
H $\perp$ (Go1-Gn) (mm)	22,15 $\pm$ 3,56	19,48 $\pm$ 2,83	0,0496	12,60	12,00
H $\perp$ (Me - asC3) (mm)	11,83 $\pm$ 2,25	9,58 $\pm$ 3,16	0,0473	2,40	1,80
H - Go1 (mm)	32,18 $\pm$ 4,40	29,43 $\pm$ 5,42	0,0498	15,30	16,00
H - Go2 (mm)	31,68 $\pm$ 4,60	28,78 $\pm$ 5,71	0,0451	14,30	15,20
H - S (mm)	105,38 $\pm$ 7,53	102,88 $\pm$ 8,23	0,0133	94,10	93,60
H - aiC3 (mm)	32,45 $\pm$ 4,01	33,18 $\pm$ 4,38	0,0407	27,20	28,30
H - aiC4 (mm)	37,05 $\pm$ 3,26	38,13 $\pm$ 3,50	0,0340	37,70	38,90
MP1-H/Go1-Gn suhe	0,308 $\pm$ 0,053	0,270 $\pm$ 0,041	0,0361	0,217	0,210

Tabel 2. Statistiliselt olulised tulemused

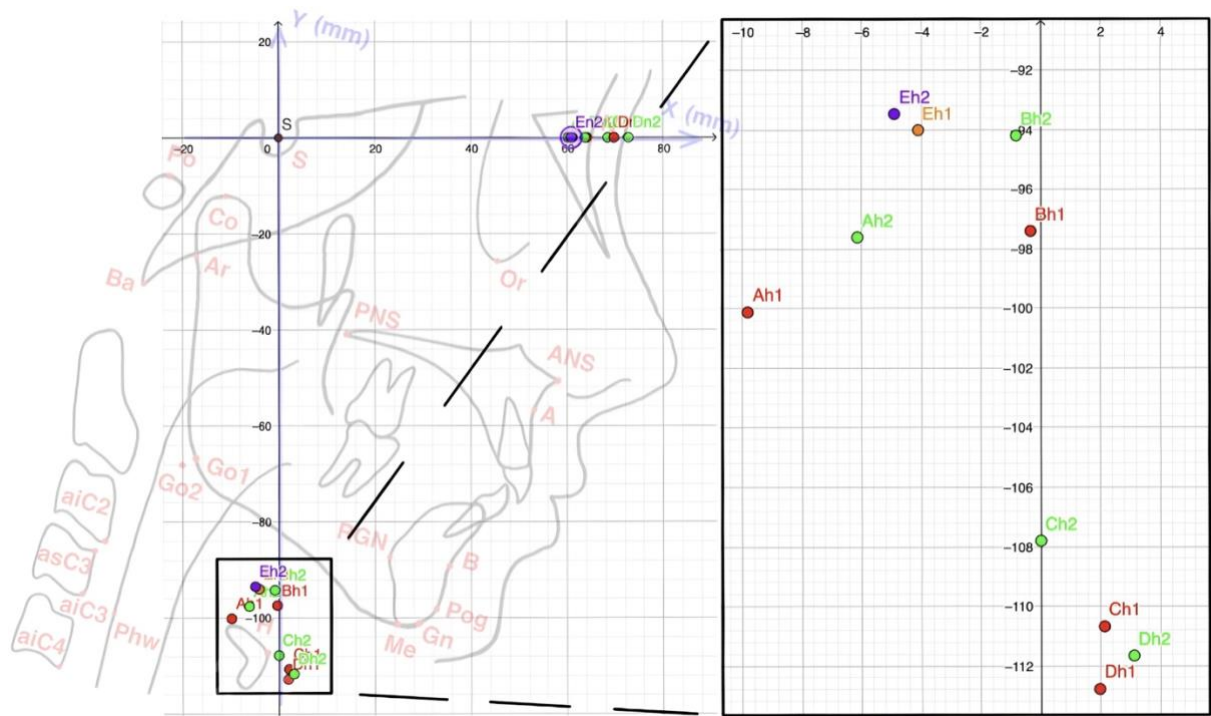


Statistiliselt olulised muutused hõlmavad peamiselt keeleluu positsiooni muutust vertikaaltasapinnas (vt joonis 3). Horisontaalses tasapinnas statistiliselt olulised muutused on H - aiC3 ja H - aiC4 väärtustes. Koordinaattasandil põhinev analüüs (vt joonis 2) näitab harjutusi teinud patsientidel keeleluu positsiooni vertikaalset muutust ülespoole (Y-teljel positiivses suunas). Mõnedel nendest patsientidest analüüs näitas ka keeleluu positsiooni horisontaalset muutust ette- ja tahapoole (X-teljel positiivses ja negatiivses suunas) (vt joonis 4 ja tabel 3).

Joonis 3. Statistiliselt oluliste tulemuste illustatsioon

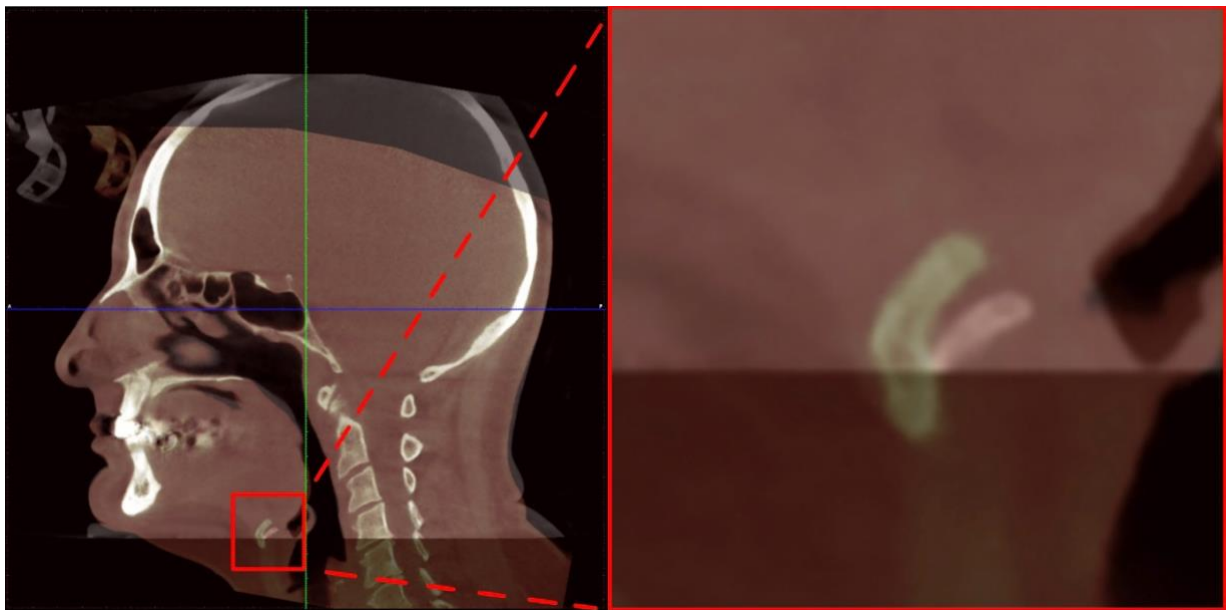
<b>Müofunktsionaalse teraapia grupp</b>				
Punkt	Patsient A (T1)	Patsient A (T2)	Patsient B (T1)	Patsient B (T2)
S	(0; 0)	(0; 0)	(0; 0)	(0; 0)
N	(61,11; 0)	(60,17; 0)	(64,12; 0)	(63,74; 0)
H	(-9,82; -100,12)	(-6,12; -97, 61)	(-0,34; -97,40)	(-0,82; -94,20)
	Patsient C (T1)	Patsient C (T2)	Patsient D (T1)	Patsient D (T2)
S	(0; 0)	(0; 0)	(0; 0)	(0; 0)
N	(69,74; 0)	(68,46; 0)	(69,78; 0)	(72,77; 0)
H	(2,13; -110,68)	(0; -107, 80)	(1,97; -112,78)	(3,12; -111,66)
<b>Kontrollgrupp</b>				
	Patsient E (T1)		Patsient E (T2)	
S	(0; 0)		(0; 0)	
N	(60,73; 0)		(60,89; 0)	
H	(-4,10; -94,01)		(-4,90; -93, 47)	

Tabel 3. Patsientide keeleluu positsiooni koordinaadid



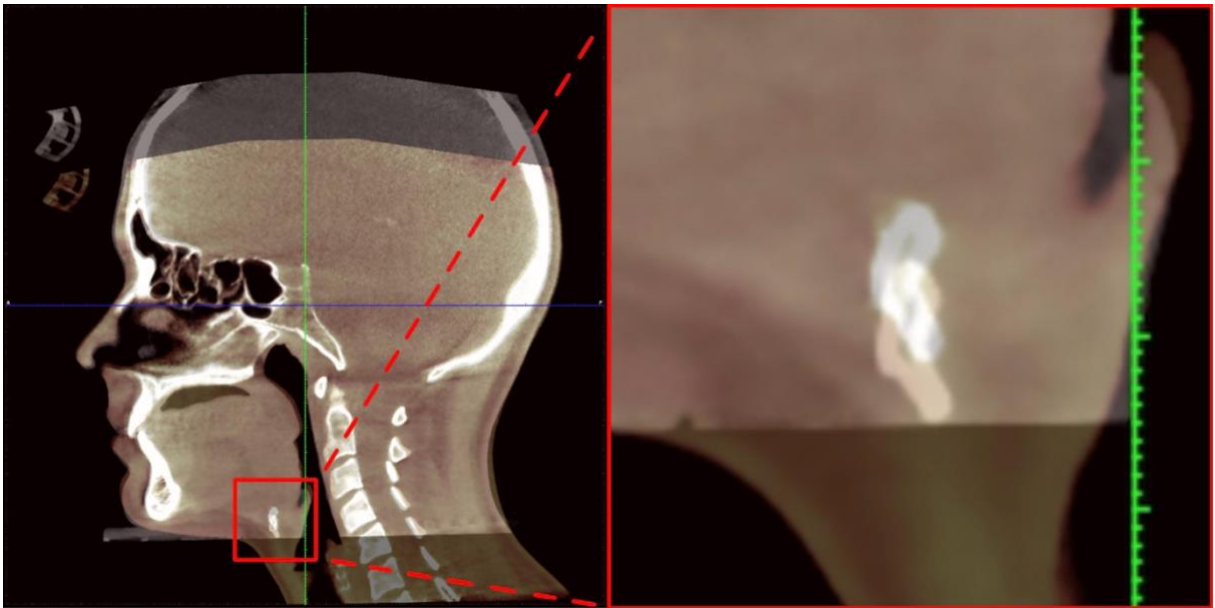
Joonis 4. Patsientide keeleluu positsiooni koordinaadid

Superimpositsioonipildid näitavad samuti, et kõikidel müofunktsionaalset teraapiat saaval patsientidel on keeleluu positsiooni muutus ülespoole ning esineb ka keeleluu positsiooni horisontaalne muutus (vt joonised 5 ja 6).

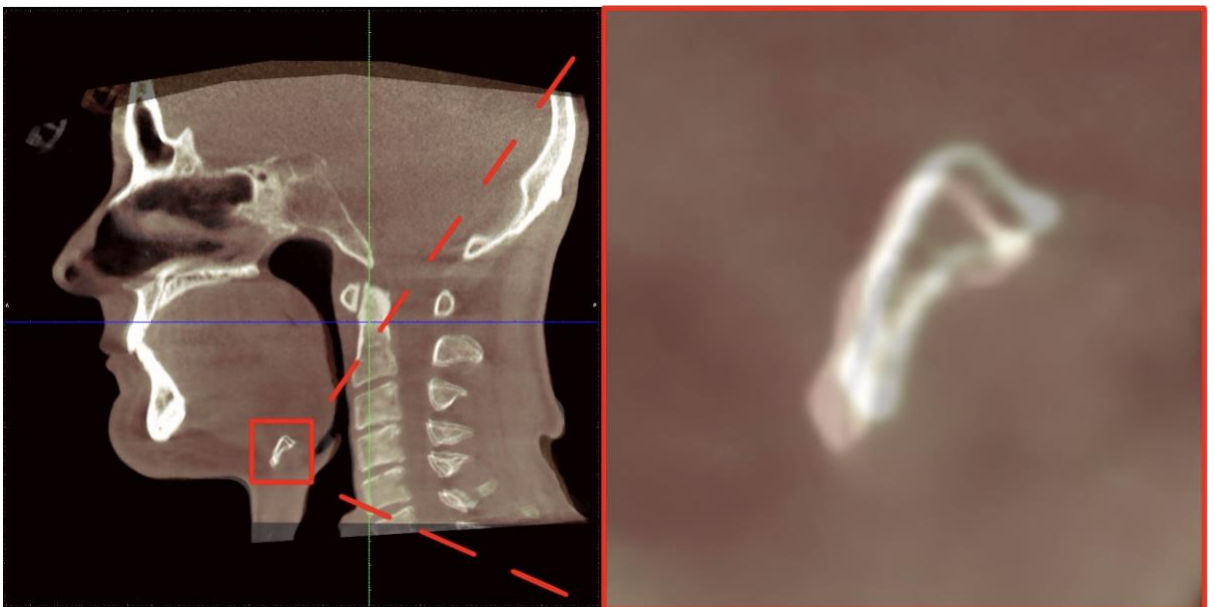


Joonis 5. Müofunktsionaalse teraapia grupi patsiendi (Patsient A) CBCT uuringute superimpositsioon (punane on T1 ja roheline on T2)

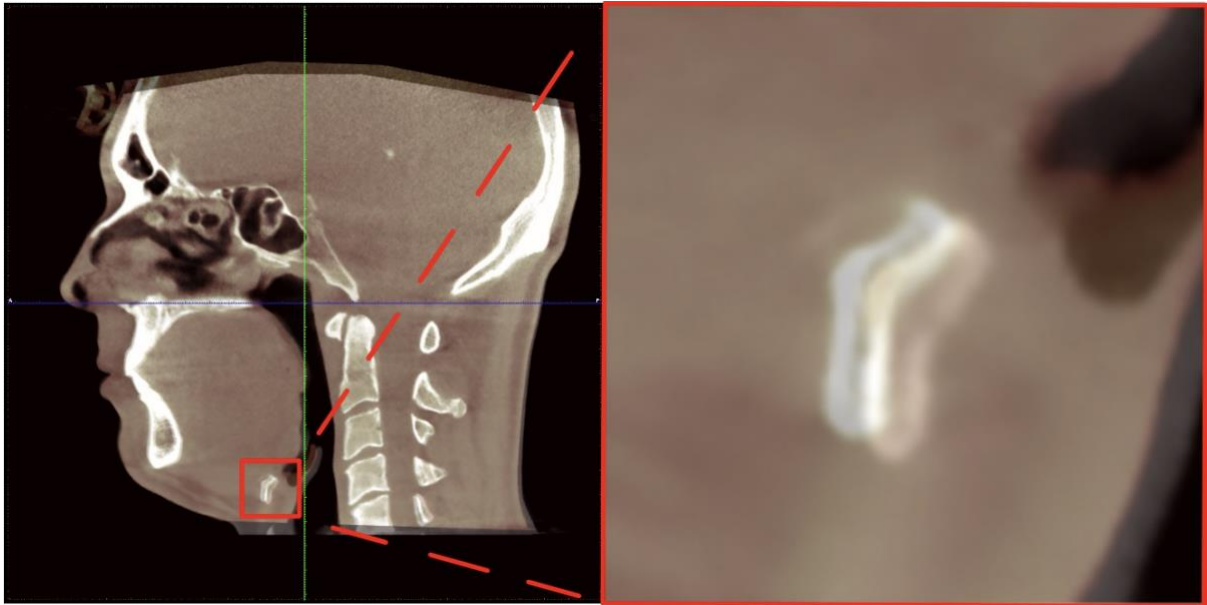




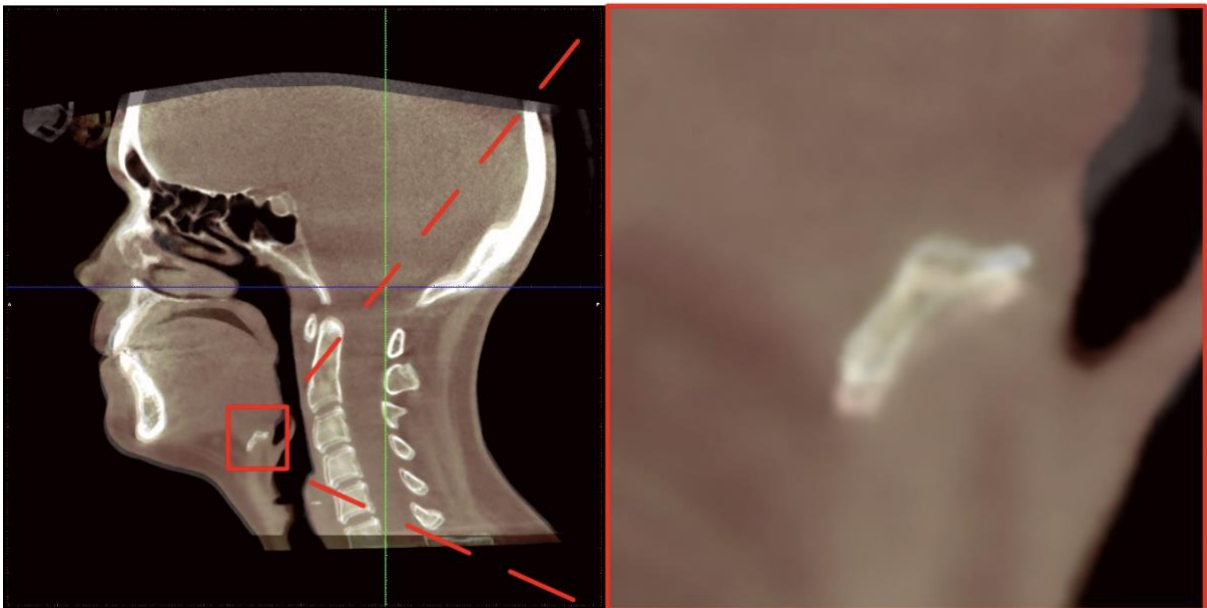
*Joonis 6. Müofunktsionaalse teraapia grupi patsiendi (Patsient B) CBCT uuringute superimpositsioon (punane on T1 ja roheline on T2)*



*Joonis 7. Müofunktsionaalse teraapia grupi patsiendi (Patsient C) CBCT uuringute superimpositsioon (punane on T1 ja roheline on T2)*



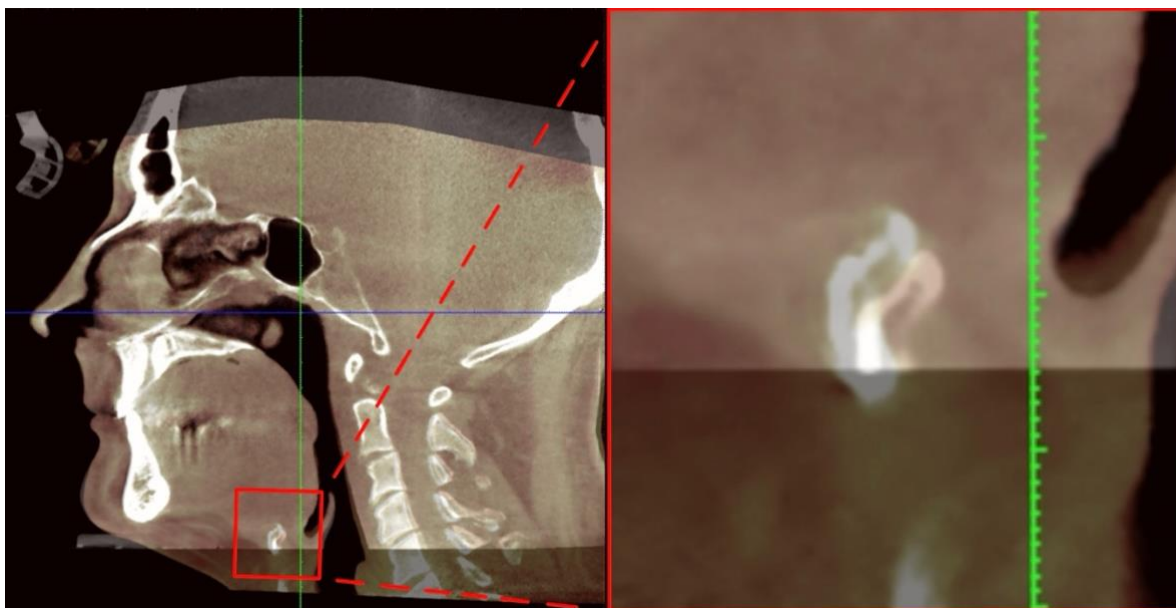
*Joonis 8. Müüfunktsionaalse teraapia grupi patsiendi (Patsient D) CBCT uuringute superimpositsioon (punane on T1 ja roheline on T2)*



*Joonis 9. Kontroll grupi patsiendi (Patsient E) CBCT uuringute superimpositsioon (punane on T1 ja roheline on T2).*

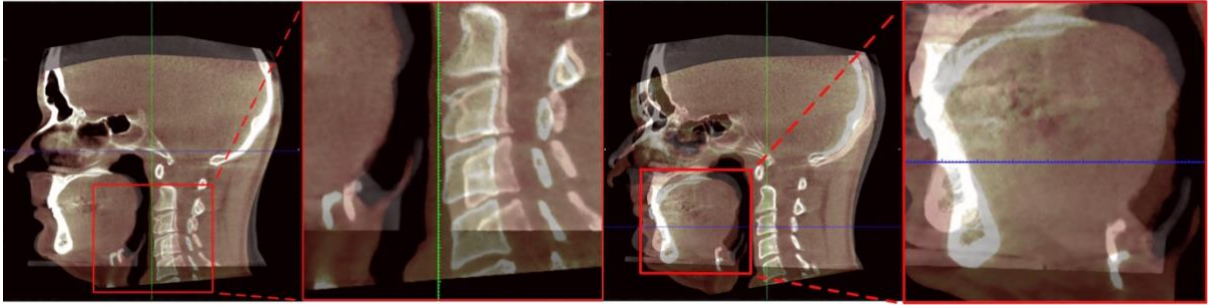
## VÄLISTATUD PATSIENTIDE TULEMUSED

Patsiendile Z tehti CBCT uuring (T1), aga ta välistati uuringust lühikese keelekida tõttu. Patsiendile Z tehti keelekida vabastav operatsioon ja ta kaasati kaks nädalat pärast lõikust suuremasse uuringusse, kus talle tehti uus CBCT uuring (T2). Patsiendi Z tsefalomeetriline analüüs (vt lisa 6) ja superimpositsiooni pilt (vt joonis 10) näitavad, et pärast keelekida vabastavat protseduuri muutus keeleluu positsioon üles- ja ettepoole.

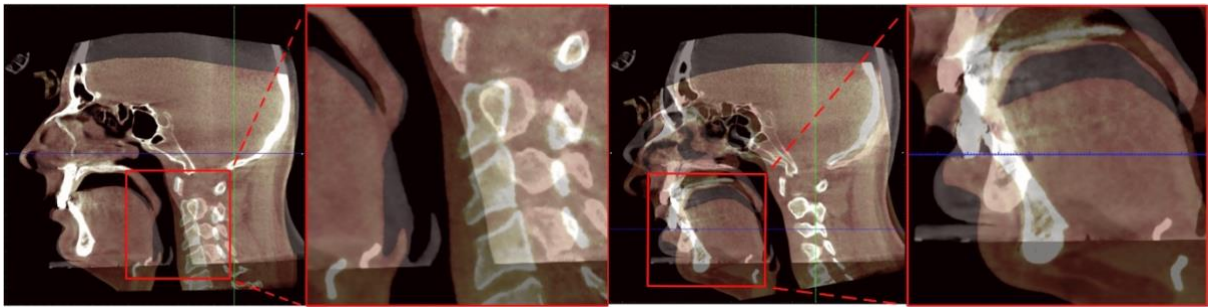


Joonis 10. Patsiendi Z CBCT uuringute superimpositsioon (punane on T1 ja roheline on T2)

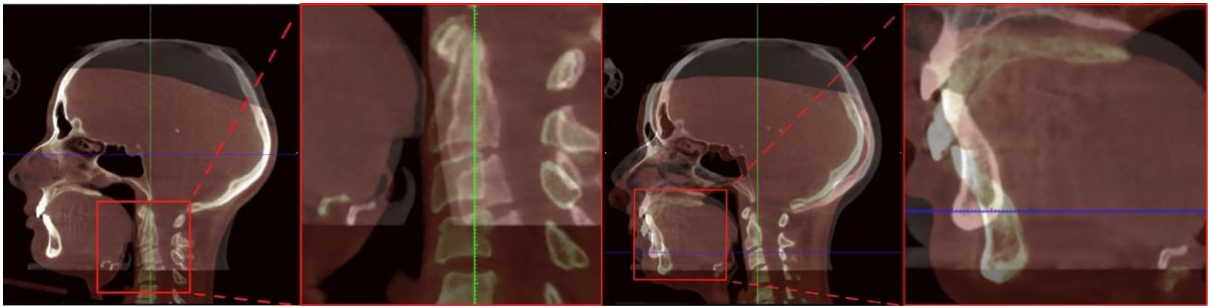
Patsiendid W, X ja Y olid kontrollgrupi patsiendid, aga pärast teist (T2) CBCT uuringut selgus, et kõigi kolme patsiendi peasend oli CBCT T1 ja T2 uuringu ajal erinev. Tekkis peasendi nihkumine, mis on nähtav superimpositsiooni pildil (vt joonised 11, 12 ja 13). Kuna esines lüüsisamba lülide positsiooni muutus, polnud võimalik hinnata keeleluu positsiooni muutust vertikaalsel tasapinnal. Patsientide W, X ja Y tsefalomeetrilised analüüsid (vt lisa 6) ja superimpositsiooni pildid näitavad, et vertikaalsel tasapinnal puudub keeleluu positsiooni muutus ülespoole ja võib esineda positsiooni muutus allapoole. Seda ei saa siiski kinnitada, kuna esineb peasendi muutus, millega kaasneb ka keeleluu positsiooni muutus.



*Joonis 11. Patsiendi Y CBCT uuringute superimpositsioon lõualuudele ja lülisambale (punane on T1 ja roheline on T2)*



*Joonis 12. Patsiendi X CBCT uuringute superimpositsioon lõualuudele ja lülisambale (punane on T1 ja roheline on T2)*



*Joonis 13. Patsiendi W CBCT uuringute superimpositsioon lõualuudele ja lülisambale (punane on T1 ja roheline on T2)*

## ARUTELU

Uuringu peamine tulemus näitab, et müofunktsionaalne teraapia aitab muuta keeleлуу positsiooni vertikaalses suunas ülespoole. See uuring on pilootuuring ja uuritavate arv on väike. Selleks et suurendada tulemuste väärtust, valiti osalejad kindlaid kriteeriume silmas pidades. Kuna rasvumine on üks peamisi OSA riskitegureid, võeti osalejate valimisel arvesse nende BMI-d, mille muutumist jälgiti ja analüüsiti kogu uuringu jooksul. Osalejate BMI väärtuste statistiliselt olulised muutused puudusid.

Üks kriteeriumidest oli ka patsientide võimekus ja motiveeritus harjutusi teha. Enne uuringut täitsid patsiendid kahe nädala jooksul unepäevikut ja uuringusse kaasati ainult need, kes olid selle aja jooksul teinud unepäevikusse 70% või rohkem sissekandeid. Kuna osalejate arv oli limiteeritud, kasutati CBCT uuringute superimpositsiooni pilte, et iga uuritavat eraldi analüüsida ja tulemust visualiseerida. Tulemuste analüüsimiseks kasutati ka tsefalomeetrilist analüüsi.

Praegu on vähe uuringuid, milles hinnatakse müofunktsionaalse teraapia mõju täiskasvanute keeleлуу positsioonile ja OSA-le. Siiski on tehtud uuringuid, milles hinnatakse teiste ravimeetodite mõju keeleлуу positsioonile ja OSA raskusastmele või uuritakse OSA ja anatoomiliste struktuuride vahelist seost.

Selle uuringu raames leiti, et müofunktsionaalse teraapiaga tegelevas rühmas esinevad H-(RGN-aiC3), H-MP1, H-(Go1-Gn), H-(Me-asC3), H-Go1, H-Go2, H-S väärtuste ja MP1-H/Go1-Gn suhte vähenemine ning H-aiC3, H-aiC4 väärtuste suurenemine. Need muutused on statistiliselt olulised.

H-MP1 väärtuse ja MP1-H/Go1-Gn suhte muutused tuvastati ka Au jt (2018) uuringus, milles keskenduti OSA ja anatoomiliste struktuuride seosele eelpuberteedieas laste puhul (Au jt, 2018). H-MP1, H-aiC3 muutuseid leiti ka Tanellari jt (2022) uuringus, milles keskenduti OSA ja keeleлуу ning hingamisteede vahelisele seosele (Tanellari jt, 2022).

Selles uuringus kasutati keeleлуу positsiooni muutuste analüüsimiseks ka koordinaattasandit. Koordinaattasandil põhinev analüüs näitas kõigi harjutusi teinud patsientide puhul keeleлуу positsiooni vertikaalset muutust ülespoole (Y-teljel positiivses suunas). Keeleлуу positsiooni muutus Y-teljel positiivses suunas (suuõõne suunas) tuvastati ka Ogisawa jt (2023) uuringus, milles uuriti kirurgiliste ravimeetodite mõju OSA patsientide keeleлуule ja suuõõne mahule ning milles kasutati selle uuringuga sama koordinaattasandit (Ogisawa jt, 2023). Selle uuringu koordinaattasandi analüüsi tulemused näitasid, et mõnel patsiendil esines ka keeleлуу positsiooni horisontaalne muutus ette- ja tahapoole (X-teljel positiivses ja negatiivses suunas).

Lisaks esinevad selles uuringus H-aiC3 ja H-aiC4 statistiliselt olulised muutused, mis võivad viidata keeleлуу positsiooni horisontaalsele muutusele. Keeleлуу positsiooni horisontaalne muutus ettepoole tuvastati Soaresi jt (2022) uuringus, milles uuriti OSA raskusastme ja näo luuliste muutuste ning keeleлуу vahelist seost (Soares et al., 2022).

Samal ajal näitab koordinaattasandil põhinev analüüs, et kahel müofunktsionaalse teraapiaga tegeleva patsiendil esines keeleлуу positsiooni muutus ettepoole ja kahel patsiendil tahapoole, aga nihke ulatus oli erinev – nihe ettepoole oli suurem. H-aiC3 ja H-aiC4 väärtuste suurenemine ei pruugi olla seotud mitte ainult keeleлуу positsiooni muutusega ettepoole, aga ka ülespoole ehk H-aiC3 ja H-aiC4 väärtuste suurenemine ei pruugi näidata keeleлуу nihet ettepoole. Selleks et teha selgemaks positsiooni muutuse olemasolu horisontaalses suunas, on vaja analüüsida rohkem patsiente.

Au jt (2018), Tanellari jt (2022), Ogisawa jt (2023) ja Soares jt (2022) uuringute tulemusi analüüsides selgub, et statistiliselt olulisi muutusi näidanud väärtused viitavad sellele, et AHI vähenemine ja OSA raskusastme vähenemine on seotud keeleлуу positsiooni muutusega vertikaalses suunas ülespoole. Soares jt (2022) uuring näitab ka, et AHI väärtus ja OSA raskusastme vähenemine on seotud keeleлуу nihkega ettepoole. Selles uuringus on eeltoodud uuringutega samad tulemused – tulemused näitavad, et müofunktsionaalse teraapia tulemuseks on keeleлуу kõrgenenud positsioon. Peamine erinevus teiste uuringutega seisneb selles, et siin uuringus keskenduti sellele, kuidas müofunktsionaalne teraapia mõjutab keeleлуу positsiooni, samas kui varasemates uuringutes uuriti teiste ravimeetodite või anatoomiliste struktuuride ja OSA olemasolu ning selle raskusastme vahelist seost, samuti keeleлуу positsiooni ja AHI muutuste vahelist seost. Siin uuringus pole keeleлуу positsiooni ning AHI vahelist seost uuritud. Selleks et saada andmeid OSA raskusastme muutuse kohta sõltuvalt keeleлуу positsioonist ja müofunktsionaalsest teraapiast, oleks vaja teha PSG uuring müofunktsionaalse teraapiaga tegelevatele patsientidele.

Selles uuringus uuriti ka nüüdisaegset kirjandust, et teha selgeks, kuidas orofatsiaalne müofunktsionaalne teraapia mõjutab keeleлуу positsiooni. Müofunktsionaalse teraapia jooksul toimub lihaste, sealhulgas ülemiste hingamisteede laiendavate lihaste toonuse tõstmine, mille tõttu peavad need paremini vastu sissehingamise ajal tekkivale negatiivsele rõhule. Suprahüoidsete lihaste üks funktsioon on keeleлуу tõstmine ja nende lihaste toonuse tõstmine võiks selgitada keeleлуу positsiooni muutust ülespoole. Infrahüoidsed lihased liigutavad keeleлуud allapoole, aga need olid siin uuringus kasutatud müofunktsionaalse teraapia programmi jooksul vähem mõjutatud kui suprahüoidsed lihased. Koos keeleлуу kõrgenenud positsiooniga muudab oma positsiooni ettepoole ka keel, mis võiks põhjustada hingamisteede

mahu suurenemist. Lisaks võib müofunktsionaalse teraapia tulemuseks olla ka keele ja neelu rasvasisalduse langemine, mis põhjustab hingamisteede suurenenud mahtu. Hingamisteede mahu suurenemise tõttu peaks negatiivne rõhk muutuma väiksemaks, mis soodustab ülemiste hingamisteede laiendavate lihaste võimekust hoida õhuteed avatuna. Need muutused põhjustavad AHI langust ja OSA sümptomite leevendamist.

Selle uuringu piirangute hulka kuulub väike osalejate arv, mis vähendab tulemuste statistilist olulisust. Puudub ka patsientide homogeenne jaotus vanuse, BMI ja OSA raskusastme alusel ning neid tegureid ei ole statistilise analüüsi puhul arvesse võetud. Tuleb märkida, et Au jt (2018) uuringus leiti, et OSA olemasolu on seotud alanenud keeleluu positsiooniga sõltumata vanusest, soost, kurgumandlite suurusest, BMI-st või kaela ümbermõõdust (Au jt, 2018).

Selle uuringu kontrollgrupi CBCT-uuringute analüüs oli raskendatud, kuna T1 ja T2 CBCT-uuringutel ei olnud võimalik kõikidele osalejatele täielikku superimpositsiooni teha. See võis olla tingitud patsiendi erinevast peasendist CBCT-uuringu ajal, samuti võis esineda olukord, kus patsient neelas uuringu ajal. Kontrollgrupi CBCT-uuringute superimpositsioon tehti vastavatele lõualuudele ja lüüsisambale. Nende superimpositsiooni piltide ja tsefalomeetriliste analüüside põhjal ei täheldatud keeleluu positsiooni muutust vertikaalsuunas või esines keeleluu nihkumist allapoole. Siiski ei ole võimalik seda kindlalt kinnitada ega absoluutse kindlusega järeldada, kuna superimpositsioon õnnestus ainult ühel kontrollgrupi patsiendil, mille tõttu pole võimalik teha kontrollgrupi andmete statistilise olulisuse hindamist T-testi abil. Huvitav leid oli ka ühe välistatud patsiendi tulemus. Tal avastati kaks nädalat pärast keelekida vabastavat operatsiooni keeleluu positsiooni muutus üles- ja ettepoole. Selline muutus võib olla põhjendatud samade mehhanismidega, mis toimivad müofunktsionaalse teraapia korral. Pärast keelekida vabastavat operatsiooni tekkis patsiendil võimalus kasutada keelelihaseid suuremal määral, mistõttu nende lihaste toonus muutus. Kuna need lihased on seotud keeleluuga, põhjustasid need keeleluu positsiooni muutust.

Uurimistöö tulemustest saab järeldada, et müofunktsionaalne teraapia mõjutab keeleluu positsiooni, nihutades seda ülespoole. Keeleluu positsiooni muutust võib kasutada müofunktsionaalse teraapia ravi edukuse ja efektiivsuse hindamise meetodina.

## **KOKKUVÕTE**

Uuringu eesmärk oli välja selgitada, kuidas orofatsiaalne müofunktsionaalne teraapia mõjutab keeleluu positsiooni. Uuringus osales viis patsienti (kaks meest ja kolm naist), neli patsienti (kaks naist, kaks meest) olid uuringust välistatud.

Tulemused näitasid, et orofatsiaalse müofunktsionaalse teraapia tõttu muutub keeleluu positsioon vertikaalses suunas ülespoole – keeleluu nihkub suuõõne suunas.

Seega seisneb uurimistöö kliiniline ja praktiline tähtsus selles, et keeleluu positsiooni võib kasutada orofatsiaalse müofunktsionaalse teraapia tulemuste hindamiseks, kuna on uuringuid, milles on tõestatud seos keeleluu kõrgeenenud positsiooni ja OSA sümptomite leevendamise vahel.

Uuringu tulemuste statistiliste andmete väärtuste tõstmiseks ja täpsemate tulemuste saamiseks on vaja suurendada uuritavat gruppi.



## **TÄNUAVALDUS**

Soovin tänada oma juhendajat (Dr. Triin Jagomägi), kaasjuhendajat (Andres Köster), Dr. Anh Dao Hoangi, Dr. Xin Fengi ja Kelly Pärnalaant nende toetuse, nõustamise ja abi eest selle lõputöö kirjutamisel.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. AlJulaih, G.H., Menezes, R.G., 2023. Anatomy, Head and Neck: Hyoid Bone, in: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
2. Antonaglia, C., Passuti, G., 2022. Obstructive sleep apnea syndrome in non-obese patients. *Sleep Breath.* 26, 513–518.
3. Au, C.T., Chan, K.C.C., Liu, K.H., Chu, W.C.W., Wing, Y.K., Li, A.M., 2018. Potential Anatomic Markers of Obstructive Sleep Apnea in Prepubertal Children. *J. Clin. Sleep Med.* 14, 1979–1986.
4. Auvenshine, R.C., Pettit, N.J., 2020. The hyoid bone: an overview. *Cranio J. Craniomandib. Pract.* 38, 6–14.
5. Benjafield, A.V., Ayas, N.T., Eastwood, P.R., Heinzer, R., Ip, M.S.M., Morrell, M.J., Nunez, C.M., Patel, S.R., Penzel, T., Pépin, J.-L., Peppard, P.E., Sinha, S., Tufik, S., Valentine, K., Malhotra, A., 2019. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. *Lancet Respir. Med.* 7, 687–698.
6. Borsoi, L., Armeni, P., Donin, G., Costa, F., Ferini-Strambi, L., 2022. The invisible costs of obstructive sleep apnea (OSA): Systematic review and cost-of-illness analysis. *PLOS ONE* 17, e0268677.
7. Camacho, M., Certal, V., Abdullatif, J., Zaghi, S., Ruoff, C.M., Capasso, R., Kushida, C.A., 2015. Myofunctional Therapy to Treat Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sleep* 38, 669–675.
8. Chang, H., Chen, Y., Du, J., 2020. Obstructive sleep apnea treatment in adults. *Kaohsiung J. Med. Sci.* 36, 7–12.
9. De Felicio, C., Dias, F., Trawitzki, L., 2018. Obstructive sleep apnea: focus on myofunctional therapy. *Nat. Sci. Sleep* Volume 10, 271–286.
10. Dursun, A., Ayazoğlu, M., Ayyıldız, V.A., Kastamoni, Y., Öztürk, K., Albay, S., 2021. Morphometry of the hyoid bone: a radiological anatomy study. *Anatomy* 15, 44–51.
11. Gottlieb, D.J., Punjabi, N.M., 2020. Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea: A Review. *JAMA* 323, 1389.
12. Guimarães, K.C., Drager, L.F., Genta, P.R., Marcondes, B.F., Lorenzi-Filho, G., 2009. Effects of oropharyngeal exercises on patients with moderate obstructive sleep apnea syndrome. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 179, 962–966.

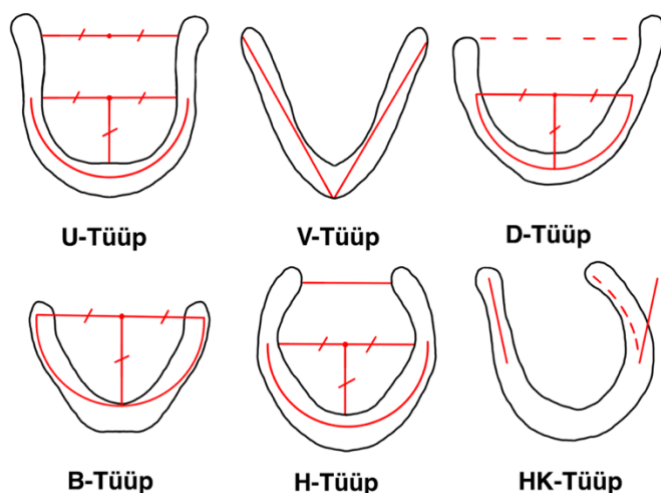
13. Hsu, B., Emperumal, C.P., Grbach, V.X., Padilla, M., Enciso, R., 2020. Effects of respiratory muscle therapy on obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Sleep Med.* 16, 785–801.
14. Ieto, V., Kayamori, F., Montes, M.I., Hirata, R.P., Gregório, M.G., Alencar, A.M., Drager, L.F., Genta, P.R., Lorenzi-Filho, G., 2015. Effects of Oropharyngeal Exercises on Snoring. *CHEST* 148, 683–691.
15. Kayamori, F., Rabelo, F.A.W., Nazario, D., Thuller, E.R., Bianchini, E.M.G., 2022. Myofunctional assessment for obstructive sleep apnea and the association with patterns of upper airway collapse: a preliminary study. *Sleep Sci.* 15, 95–104.
16. Khan, Y.S., Bordoni, B., 2023. Anatomy, Head and Neck, Suprahyoid Muscle, in: *StatPearls*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
17. Kopuz, C., Ortug, G., 2016. Variable Morphology of the Hyoid Bone in Anatolian Population: Clinical Implications - A Cadaveric Study. *Int. J. Morphol.* 34, 1396–1403.
18. Lee, J.J., Sundar, K.M., 2021. Evaluation and Management of Adults with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Lung* 199, 87–101.
19. Malhotra, A., Heinzer, R., Morrell, M.J., Penzel, T., Pepin, J.-L., Valentine, K., Nunez, C., Benjafield, A., 2018. Late Breaking Abstract - European prevalence of OSA in adults: Estimation using currently available data, in: *Sleep and Control of Breathing*. Presented at the ERS International Congress 2018 abstracts, European Respiratory Society, p. OA4961.
20. McNicholas, W.T., Pevernagie, D., 2022. Obstructive sleep apnea: transition from pathophysiology to an integrative disease model. *J. Sleep Res.* 31, e13616.
21. Nteli Chatzioglou, G., Toklu, E., Bayraktar, E., Ertaş, A., Kale, A., Coşkun, O., Öztürk, A., Gayretli, Ö., 2023. Morphological and Morphometric Variations of the Hyoid Bone in Anatolian Population. *Eur. J. Ther.* 29, 508–517.
22. Ogisawa, S., Nishikubo, S., Nakajima, J., Azaki, H., Mayahara, K., Shinozuka, K., Tonogi, M., 2023. The changes in oral volume and hyoid bone position after maxillomandibular advancement and genioglossus advancement for patients with obstructive sleep apnea. *Sleep Breath. Schlaf Atm.* 27, 239–244.
23. Sateia, M.J., 2014. International Classification of Sleep Disorders-Third Edition. *Chest* 146, 1387–1394.
24. Soares, M.M., Romano, F.L., Dias, F.V.D.S., De Souza, J.F., De Almeida, L.A., Miura, C.S., Itikawa, C.E., Matsumoto, M.A., Anselmo-Lima, W.T., Valera, F.C.P., 2022. Association between the intensity of obstructive sleep apnea and skeletal alterations in the face and hyoid bone. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 88, 331–336.

25. Tanellari, O., Toti, C., Baruti Papa, E., Ghanim, S., Savin, C., Romanec, C., Balçoş, C., Zetu, I., 2022. The Link between Obstructive Sleep Apnea Syndrome and Cephalometric Assessment of Upper Airways and Hyoid Bone Position. *Medicina (Mex.)* 58, 1213.
26. Waschke, J., Böckers, T.M., Paulsen, F., Arnold, W., Bechmann, I. (Eds.), 2019. *Sobotta Anatomy textbook: English edition with Latin nomenclature, First edition.* ed. Elsevier, München.

## LISA 1. KEELELUU KLASSIFIKATSIOON

Keeleлуу saab jagada kuueks tüübiks ja kaheks alatüübiks (Kopuz and Ortug, 2016).

1. U-tüüpi, B-tüüpi, H-tüüpi, D-tüüpi, V-tüüpi, HK-tüüpi keeleлуу (vt joonis 12)
  - a. U-tüüpi: keeleлуу eesosa on poolringikujuline ja poolringi diameeter ning keeleлуу suuremate sarvede vaheline kaugus on ligikaudu sama
  - b. V-tüüpi: keeleлуу on kolmnurkne või meenutab V-tähte
  - c. D-tüüpi (*Deviating*): keeleлуу eesosa on poolringikujuline ja esineb ühe või mõlema suuremate sarvede deviatsioon
  - d. B-tüüpi (*Boat*): keeleлуу kuju on sarnane paadi läbilõikega ja selle diameeter on sarnane suurima kaugusega keeleлуу suuremate sarvede vahel transversaalsel tasapinnal
  - e. H-tüüpi (*Horseshoe*): keeleлуу eesosa on poolringikujuline ja poolringi diameeter on suurem kui keeleлуу suuremate sarvede vaheline kaugus
  - f. HK-tüüpi: keeleлуу parem ja vasak suurem sarv ei asu samas tasapinnas ja vasak sarv on mediaalselt kõver



Joonis 14. Keeleлуу klassifikatsioon

2. Sümmeetriline või asümmeetriline keeleлуу

Täiendav klassifikatsioon on jaotus sümmeetrilisuse järgi. Keeleлуу võib olla sümmeetriline ja asümmeetriline. Keeleлуу on sümmeetriline, kui kõik transversaalselt mõõdetud diameetrite keskpunktid asuvad sagitaalsel teljel, vastasel juhul on keeleлуу asümmeetriline ja esineb deviatsioon paremale või vasakule.

## LISA 2. TSEFALOMEETRILISES ANALÜÜSIS KASUTATUD PUNKTID

H ( <i>hyoid</i> )	Kõige eesmine ja ülemine keeleлуу punkt
S ( <i>sella</i> )	<i>Sella turcica</i> keskpunkt
N ( <i>nasion</i> )	Otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmine punkt
Go1 ( <i>gonion</i> )	Punkt, mis moodustub alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside poolt moodustatud nurga poolitamisel
Go2 ( <i>gonion</i> )	Punkt, mis moodustub alalõualuu tagumisele ja alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktist
Me ( <i>menton</i> )	Kõige alumine punkt alalõualuu sümfüüsi piirkonnas
Gn ( <i>gnathion</i> )	Luulise lõuatsi kõige eesmine ja alumine punkt, mis asub <i>pogonioni</i> ja <i>mentoni</i> vahel
Pog ( <i>pogonion</i> )	Luulise lõuatsi kõige eesmine punkt
RGN ( <i>the retrognathic point</i> )	Alalõualuu sümfüüsi kõige tagumine alumine punkt
MP1 ( <i>mandibular plane1</i> )	Alalõualuu tasapind (Me-Go1)
MP2 ( <i>mandibular plane2</i> )	Alalõualuu tasapind (Me-Go2)
aiC2	Lüülsamba teise lüli eesmine alumine punkt
aiC3	Lüülsamba kolmanda lüli eesmine alumine punkt
asC3	Lüülsamba kolmanda lüli eesmine ülemine punkt
aiC4	Lüülsamba neljanda lüli eesmine alumine punkt
A punkt	Ülalõualuu lohu sügavaim punkt, lohu nõgusaim punkt
B punkt	Alalõualuu lohu sügavaim punkt, lohu nõgusaim punkt
ANS ( <i>anterior nasal spine</i> )	Eesmine ninaogapunkt
PNS ( <i>posterior nasal spine</i> )	Tagumine ninaogapunkt
Phw ( <i>posterior pharyngeal wall</i> )	Tagumise neeluseina punkt (punkt tagumisel neeluseinal, nii et H-Phw oleks paralleelne Frankforti tasapinnaga)
FH ( <i>frankfort horizontal plane</i> )	Frankforti tasapind (tasapind, mis läbib Po-d ja Or-i)
Po ( <i>porion</i> )	Kõrva välise kuulmekanali luulise osa kõrgeim punkt
Or ( <i>orbitale</i> )	Silmakoopaaluse serva madalaim punkt
Ba ( <i>basion</i> )	Kõige madalam punkt <i>foramen magnum</i> 'i eesmisel serval
Ar ( <i>articulare</i> )	Alalõualuu tagumise serva ja oimuluu alumise seljapoolse kontuuri ristumispunkt
Co ( <i>condylion</i> )	Alalõualuu liigesepea kõige tagumine ülemine punkt

Tabel 4. Tsefalomeetrilises analüüsis kasutatud punktid

### LISA 3. TSEFALOMEETRILISES ANALÜÜSIS KASUTATUD MÕÕTMISED

Kõik kaugused punktist jooneni olid mõõdetud kui punktist jooneni tekkinud perpendikulaari pikkus.

Mõõtmine	Kirjeldus
H ⊥ (RGN-aiC3) (mm)	Kaugus kõige eesmisest ja ülemisest keeleлуу punktist jooneni, mis ühendab alalõualuu sümfüüsi kõige tagumise alumise punkti ja lüüisamba kolmanda lüüi eesmise alumise piiri.
H - MP1 ehk H ⊥ (Me-Go1) (mm)	Kaugus kõige eesmisest ja ülemisest keeleлуу punktist alalõualuu tasapinnale ehk jooneni, mis ühendab lõualuu kõige tagumise-alumise punkti ja punkti, mis moodustub alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel.
H - MP2 ehk H ⊥ (Me-Go2) (mm)	Kaugus kõige eesmisest ja ülemisest keeleлуу punktist alalõualuu tasapinnale ehk jooneni, mis ühendab lõualuu kõige tagumise-alumise punkti ja punkti, mis moodustub alalõualuu tagumisele ja alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktist.
H ⊥ (Go1-Gn) (mm)	Kaugus kõige eesmisest ja ülemisest keeleлуу punktist jooneni, mis ühendab punkti, mis moodustub alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel, ja luulise lõuatsi kõige eesmise ning alumise punkti, mis asub <i>pogonioni</i> ja <i>mentoni</i> vahel.
H ⊥ (Go2 - Gn) (mm)	Kaugus kõige eesmisest ja ülemisest keeleлуу punktist jooneni mis ühendab punkti, mis moodustub alalõualuu tagumisele ja alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktist, ja luulise lõuatsi kõige eesmise ning alumise punkti, mis asub <i>pogonioni</i> ja <i>mentoni</i> vahel.
H ⊥ (Me - asC3) (mm)	Kaugus kõige eesmisest ja ülemisest keeleлуу punktist jooneni, mis ühendab kõige alumise punkti alalõualuu sümfüüsi piirkonnas ja lüüisamba kolmanda lüüi eesmise-ülemise piiri.
H - N (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti vahel.
H - A point (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja ülalõualuu lohu sügavaima punkti vahel.

H - B point (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja alalõualuu lohu sügavaima punkti vahel.
H - Go1 (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja alalõualuu tagumise ning alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkinud punkti vahel.
H - Go2 (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja alalõualuu tagumisele ning alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktis moodustunud punkti vahel.
H - S (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja <i>Sella turcica</i> keskpunkti vahel.
H - Rgn (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ning alalõualuu sümfüüsi kõige tagumise alumise punkti vahel.
H - Phw (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ning tagumise neeluseina punkti (punkt tagumisel neeluseinal, nii et H-Phw oleks paralleelne Frankforti tasapinnaga) vahel.
H - aiC2 (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja lüülsamba teise lüli eesmise alumise punkti vahel.
H - aiC3 (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja lüülsamba kolmanda lüli eesmise alumise punkti vahel.
H - aiC4(mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ja lüülsamba neljanda lüli eesmise alumise punkti vahel.
Go1 - Gn (mm)	Kaugus alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise ja alumise punkti vahel.
Go2 - Gn (mm)	Kaugus alalõualuu tagumisele ja alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktis moodustuva punkti ning luulise lõuatsi kõige eesmise ja alumise punkti vahel.
H - Me (mm)	Kaugus kõige eesmise ja ülemise keeleлуу punkti ning alalõualuu sümfüüsi piirkonna kõige alumise punkti vahel.
B - Me - H (°)	Nurk alalõualuu lohu sügavaima punkti, alalõualuu sümfüüsi piirkonnas asuva kõige alumise punkti ning keeleлуу kõige eesmise ja ülemise punkti vahel.



H-Go2- Me (°)	Nurk keeleлуу kõige eesmise ja ülemise punkti, alalõualuu tagumisele ja alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktis moodustuva punkti ja kõige alumise alalõualuu sümfüüsi punkti vahel.
H - Go1 - Me (°)	Nurk keeleлуу kõige eesmise ja ülemise punkti, alalõualuu tagumise ning alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti ja kõige alumise alalõualuu sümfüüsi punkti vahel.
Gn - Go2 - H (°)	Nurk keeleлуу kõige eesmise ja ülemise punkti, alalõualuu tagumisele alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktis moodustuva punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise ja alumise punkti vahel.
Gn - Go1 - H (°)	Nurk keeleлуу kõige eesmise ja ülemise punkti, alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise ning alumise punkti vahel.
ANS-PNS-H (°)	Nurk eesmise ninaogapunkti, tagumise ninaogapunkti ja keeleлуу kõige eesmise ja ülemise punkti vahel.
N-S-H (°)	Nurk otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti, <i>Sella turcica</i> keskpunkti ja keeleлуу kõige eesmise ja ülemise punkti vahel.
A-N (mm)	Kaugus ülalõualuu lohu sügavaima punkti ja otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti vahel.
B-N (mm)	Kaugus alalõualuu lohu sügavaima punkti ja otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti vahel.
N - Me (mm)	Kaugus otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti ja alalõualuu sümfüüsi piirkonna kõige alumise punkti vahel.
ANS-Me (mm)	Kaugus eesmise ninaogapunkti ja alalõualuu sümfüüsi piirkonna kõige alumise punkti vahel.
S-Go1 (mm)	Kaugus <i>Sella turcica</i> keskpunkti ja alalõualuu tagumise ning alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti vahel.

ANB (°)	Nurk ülalõualuu lohu sügavaima punkti, otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti ja alalõualuu lohu sügavaima punkti vahel.
SNA (°)	Nurk <i>Sella turcica</i> keskpunkti, otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti ja ülalõualuu lohu sügavaima punkti vahel.
SNB (°)	Nurk <i>Sella turcica</i> keskpunkti, otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti ja alalõualuu lohu sügavaima punkti vahel.
N-A-Pog (°)	Nurk otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti, ülalõualuu lohu sügavaima punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise punkti vahel.
SN – Go1Gn (°)	Nurk kahe joone vahel. Esimene joon ühendab <i>Sella turcica</i> keskpunkti ja otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmist punkti. Teine joon ühendab luulise lõuatsi kõige eesmist-alumist punkti ja punkti, mis moodustub alalõualuu tagumise ning alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel.
S-N-Pog (°)	Nurk <i>Sella turcica</i> keskpunkti, otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise punkti vahel.
N-S-Ar (°)	Nurk otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti, <i>Sella turcica</i> keskpunkti ja alalõualuu tagumise serva ning oimuluu alumise seljapoolse kontuuride ristumispunkti vahel.
Ar-Go1-Gn (°)	Nurk alalõualuu tagumise serva ja oimuluu alumise seljapoolse kontuuride ristumispunkti, alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise-alumise punkti vahel.
N-S-Gn (°)	Nurk otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti, <i>Sella turcica</i> keskpunkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise-alumise punkti vahel.
N - Ba (mm)	Kaugus otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti ja <i>foramen magnum</i> 'i eesmisel serval kõige madalama punkti vahel.
Co-Gn (mm)	Kaugus alalõualuu liigesepäa kõige tagumise ülemise punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise-alumise punkti vahel.
Ba - ANS (mm)	Kaugus <i>foramen magnum</i> 'i eesmisel serval kõige madalama punkti ja eesmise ninaogapunkti vahel.

Co - Go1 – Gn (°)	Nurk alalõualuu liigesepea kõige tagumise ülemise punkti, alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise-alumise punkti vahel.
Ba-S-N (°)	Nurk <i>foramen magnum</i> 'i eesmisel serval kõige madalama punkti, <i>Sella turcica</i> keskpunkti ja otsmikuluu-ninaluu õmbluse eesmise punkti vahel.
Co-A (mm)	Kaugus alalõualuu liigesepea kõige tagumise ülemise punkti ja ülalõualuu lohu sügavaima punkti vahel.
MP1-H/Go1-Gn suhe	Suhe kahe joone pikkuse vahel. Esimene joon on kõige eesmisest ja ülemisest keeleluu punktist alalõualuu tasapinnale ehk jooneni, mis ühendab lõualuu kõige tagumise-alumise punkti ning alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti. Teine joon on alalõualuu tagumise ja alumise piiri tangentside moodustatud nurga poolitamisel tekkiva punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise ja alumise punkti vahel.
MP2-H/Go2-Gn suhe	Suhe kahe joone pikkuse vahel. Esimene joon on kõige eesmisest ja ülemisest keeleluu punktist alalõualuu tasapinnale ehk jooneni, mis ühendab lõualuu kõige tagumise-alumise punkti ning alalõualuu tagumisele ja alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktis moodustuva punkti. Teine joon on alalõualuu tagumisele ja alumisele äärele tehtud tangentsjoonte ristpunktis moodustuva punkti ja luulise lõuatsi kõige eesmise ning alumise punkti vahel.

Tabel 5. Tsefalomeetrilises analüüsis kasutatud mõõtmised

## LISA 4. MÜOFUNKTSIONAALSE TERAAPIA HARJUTUSTE KIRJELDUS JA MÕJUTATUD LIHASED

Müofunktsionaalsesse teraapiaprogrammi harjutused valiti vastavalt teraapiaprogrammidele, mis olid Guimarães jt ja Ieto jt uuringutes näidanud statistiliselt väärtuslikke tulemusi. Lisaks on loetletud peamised lihased, mida need harjutused mõjutavad. (Guimarães jt, 2009; Ieto jt, 2015; Waschke jt, 2019).

Harjutused	Peamised mõjutatud lihased
<b>Keel</b>	
1. Keele aktiveerimine hambaharjaga: harjake hambaharjaga õrnalt ja aeglaselt tagant ette sirgete liigutustega keele pealmist, keskmist ja külgmisi osasid. Iga liigutust korrata viis korda. Harjutust teha 14 päeva jooksul kolm korda päevas.	<i>M. transversus linguae</i> <i>M. longitudinalis inferior linguae</i> <i>M. verticalis linguae</i>
2. Keele libistamine: keele tipu fikseerimine esimeste ülemiste hammaste taha vastu kõva suulage ja aeglane libistamine mööda kõva suulage taha. Harjutust korrata 20 korda kolm korda päevas.	<i>M. genioglossus</i> <i>M. hyoglossus</i> <i>M. styloglossus</i> <i>M. transversus linguae</i> <i>M. longitudinalis inferior linguae</i> <i>M. stylohyoideus</i>
3. Keele vaakum: imege terve keel vaakumisse / suruge keel vastu kõva suulage ja 10 fikseerige sekundiks. Mõlemat harjutust teha 20 korda kolm korda päevas.	<i>M. genioglossus</i> <i>M. hyoglossus</i> Avatud suu puhul: kõik suprahüoidsed lihased
4. Keele tagasi tõmbamine: suruge keele tagumine osa suupõhja, samal ajal fikseerides keele tipu vastu esimesi alumisi hambaid. Harjutust korrata 20 korda kolm korda päevas.	<i>M. genioglossus</i> <i>M. styloglossus</i> <i>M. hyoglossus</i>
<b>Pehme suulagi</b>	
1. Ah-silbi ja a-häälikuga katkendlik pehme suulae ja kurgunibu tõstmine ning pika a-häälikuga pehme suulae	<i>M. levator veli palatini</i> <i>M. tensor veli palatini</i>

tõstetud asendis hoidmine. Mõlemat harjutust korrata 20 korda järjest kolm korda päevas.	<i>M. palatopharyngeus</i> <i>M. uvulae</i> <i>M. mylohyoideus</i> <i>M. digastricus (venter anterior, venter posterior)</i>
2. Õhupalli puhumine: nina kaudu hingamisega forsseeritud aeglane õhupalli puhumine. Õhupalli puhumisel hoidke hingates hingetõmmete vahel tugevat huultepidet ja puhuge palli viis tugevat hingetõmmet. Harjutuskeskkonna mitesobivuse puhul hingake sügavalt sisse ja puhuge õhku 10 korda läbi kokkusurutud huulte. Harjutust teha kaks korda päevas hommikul ja õhtul.	<i>M. orbicularis oris</i> <i>M. buccinator</i> <i>M. levator veli palatini</i> <i>M. tensor veli palatini</i> <i>M. palatopharyngeus</i> <i>M. uvulae</i>
<b>Nägu</b>	
1. Asetage sõrmed külgmiste purihammaste kõrvale vastu põse sisemist külge, venitades sõrmega põske külgedele. Seejärel suruge põselihasega sõrme tagasi keskele. Harjutust teha mõlema poolega kümme korda järjest kolm korda päevas. Harjutuskeskkonna mitesobivuse puhul liigutage kümme korda aeglases tempos põskedes õhku paremalt vasakule. Harjutust teha kaks korda päevas.	<i>M. orbicularis oris</i> <i>M. buccinator</i> <i>M. pterygoideus medialis</i> <i>M. pterygoideus lateralis</i>
2. Õhupump: puhuge õhk suletud huultega ühte põske. Korrake harjutust mõlema näopoolega kümme korda järjest kolm korda päevas.	<i>M. buccinator</i> <i>M. orbicularis oris</i> <i>M. levator veli palatini</i> <i>M. tensor veli palatini</i> <i>M. palatopharyngeus</i> <i>M. uvulae</i>

Tabel 6. Müofunktsionaalsesse teraapiaprogrammi kuuluvad harjutused ja mõjutatud lihased.

**LISA 5. TSEFALOMEETRILISE UURINGU TULEMUSED JA KEHAKAALU MUUTUSED**

	<b>Müofunktsionaalse teraapia grupp</b>			<b>Kontrollgrupp</b>	
	T1 keskmine ± SD	T2 keskmine ± SD	P	T1 keskmine ± SD	T2 keskmine ± SD
BMI	25,50 ± 4,26	25,58 ± 4,91	0,869	23,50	23,37
Kaela ümbermõõt (cm)	36,38 ± 2,93	34,38 ± 4,03	0,110	32	31
H ⊥ (RGN-aiC3) (mm)	10,20 ± 2,18	7,83 ± 3,06	0,0382*	0,70	0,30
H - MP1 ehk H ⊥ (Me-Go1) (mm)	21,10 ± 3,75	18,43 ± 2,87	0,0468*	11,90	11,70
H - MP2 ehk H ⊥ (Me-Go2) (mm)	19,33 ± 3,99	16,80 ± 2,97	0,0859	9,40	9,60
H ⊥ (Go1-Gn) (mm)	22,15 ± 3,56	19,48 ± 2,83	0,0496*	12,60	12,00
H ⊥ (Go2 - Gn) (mm)	20,50 ± 3,81	17,83 ± 2,93	0,0757	9,70	10,20
H ⊥ (Me - asC3) (mm)	11,83 ± 2,25	9,58 ± 3,16	0,0473*	2,40	1,80
H - N (mm)	125,20 ± 6,78	122,88 ± 8,13	0,0956	114,20	114,30
H - A point (mm)	79,03 ± 4,94	77,48 ± 6,13	0,1804	75,60	76,70
H - B point (mm)	55,38 ± 3,94	54,38 ± 3,72	0,3433	53,60	53,70
H - Go1 (mm)	32,18 ± 4,40	29,43 ± 5,42	0,0498*	15,30	16,00
H - Go2 (mm)	31,68 ± 4,60	28,78 ± 5,71	0,0451*	14,30	15,20
H - S (mm)	105,38 ± 7,53	102,88 ± 8,23	0,0133*	94,10	93,60
H - Rgn (mm)	40,40 ± 4,39	39,25 ± 3,37	0,2243	38,70	38,10
H - Phw (mm)	27,83 ± 2,21	28,85 ± 4,19	0,4804	20,80	19,70
H - aiC2 (mm)	37,68 ± 4,68	36,93 ± 5,58	0,2607	26,50	25,30
H - aiC3 (mm)	32,45 ± 4,01	33,18 ± 4,38	0,0407*	27,20	28,30
H - aiC4 (mm)	37,05 ± 3,26	38,13 ± 3,50	0,0340*	37,70	38,90
Go1 - Gn (mm)	68,40 ± 0,96	68,20 ± 1,37	0,5808	54,90	55,70
Go2 - Gn (mm)	70,13 ± 1,35	69,58 ± 1,47	0,1245	56,50	56,90
H - Me (mm)	46,50 ± 5,45	46,25 ± 4,29	0,8195	42,20	41,80
B - Me - H (°)	99,23 ± 6,45	96,55 ± 9,24	0,2229	106,60	106,80
H-Go2- Me (°)	38,30 ± 8,83	36,38 ± 7,52	0,1750	41,70	40,90
H - Go1 - Me (°)	41,63 ± 8,64	39,75 ± 7,72	0,1378	51,70	48,10

Gn - Go2 - H (°)	40,65 ± 8,32	38,95 ± 7,13	0,2403	44,20	42,30
Gn - Go1 - H (°)	44,18 ± 8,01	42,43 ± 7,32	0,1695	55,30	48,50
ANS-PNS-H (°)	96,1 ± 5,92	96,65 ± 6,69	0,6091	106,90	108,20
N-S-H (°)	90,93 ± 3,17	90,63 ± 2,18	0,6823	92,50	93,00
A-N (mm)	54,55 ± 2,11	54,15 ± 1,65	0,2985	47,70	47,90
B-N (mm)	87,28 ± 3,85	86,95 ± 3,35	0,3517	83,80	82,80
N - Me (mm)	110,43 ± 6,36	110,3 ± 5,96	0,7809	105,80	105,40
ANS-Me (mm)	61,50 ± 4,99	61,55 ± 4,59	0,9211	63,00	64,10
S-Go1 (mm)	75,55 ± 8,19	76,58 ± 7,50	0,1551	79,20	76,50
ANB (°)	2,35 ± 0,70	2,38 ± 0,79	0,6376	3,20	3,90
SNA (°)	81,60 ± 2,46	82,13 ± 2,41	0,1261	83,80	83,60
SNB (°)	79,25 ± 2,02	79,70 ± 1,63	0,2452	81,70	79,00
N-A-Pog (°)	179,03 ± 1,20	179,10 ± 1,40	0,6612	173,30	171,00
SN - Go1Gn (°)	27,90 ± 3,12	27,38 ± 2,62	0,1737	26,40	27,60
S-N-Pog (°)	81,40 ± 2,16	81,75 ± 2,11	0,2405	81,10	78,30
N-S-Ar (°)	122,60 ± 5,12	121,93 ± 4,05	0,4932	119,20	120,60
Ar-Go1-Gn (°)	126,38 ± 2,31	125,43 ± 3,05	0,1242	129,80	127,90
N-S-Gn (°)	65,48 ± 1,08	65,28 ± 0,99	0,3822	66,70	68,50
N - Ba (mm)	100,85 ± 6,17	100,60 ± 5,65	0,4950	95,30	95,90
Co-Gn (mm)	110,78 ± 5,65	110,30 ± 5,81	0,1493	99,40	99,10
Ba - ANS (mm)	92,03 ± 5,25	92,70 ± 5,31	0,4484	88,20	89,50
Co - Go1 - Gn (°)	119,58 ± 1,99	119,13 ± 2,68	0,3977	123,20	121,90
Ba-S-N (°)	127,93 ± 4,69	127,70 ± 4,22	0,8201	123,50	124,40
Co-A (mm)	81,13 ± 4,88	81,00 ± 5,13	0,6057	74,00	76,40
MP1-H/Go1-Gn suhe	0,308 ± 0,053	0,270 ± 0,041	0,0361*	0,217	0,210
MP2-H/Go2-Gn suhe	0,275 ± 0,056	0,241 ± 0,041	0,0848	0,166	0,169

\* p < 0,05

Tabel 7. Tsefalomeetrilise uuringu tulemused ja kehakaalu muutused

**LISA 6. TSEFALOMEETRILISE UURINGU TULEMUSED JA KEHAKAALU  
MUUTUSED (VÄLISTATUD PATSIENDID)**

	Patsient Z T1	Patsient Z T2	Patsient Y T1	Patsient Y T2	Patsient X T1	Patsient X T2	Patsient W T1	Patsient W T2
BMI	29,50	29,90	25,30	24,05	26,70	22,90	22,60	21,60
Kaela ümberrõõm (cm)	43,00	44,00	39,00	38,00	41,50	39,50	39,00	38,00
H ⊥ (RGN- aiC3) (mm)	14,10	11,50	11,30	14,80	11,70	16,40	2,80	3,10
H - MP1 ehk H ⊥ (Me- Go1) (mm)	21,80	18,90	12,30	13,20	27,40	26,30	17,20	13,90
H - MP2 ehk H ⊥ (Me- Go2) (mm)	19,80	17,20	10,60	11,80	26,00	25,30	15,90	12,70
H ⊥ (Go1- Gn) (mm)	22,90	20,30	13,90	14,80	28,70	28,00	17,80	14,80
H ⊥ (Go2 - Gn) (mm)	20,90	18,70	12,20	13,60	27,20	27,00	16,60	13,60
H ⊥ (Me - asC3) (mm)	16,30	13,40	12,10	13,80	12,90	16,20	6,20	6,10
H - N (mm)	145,90	142,40	126,40	126,60	143,60	143,80	119,80	114,90
H - A point (mm)	87,50	85,10	76,90	75,60	95,10	91,90	80,20	74,60
H - B point (mm)	64,10	61,60	52,50	50,00	60,80	54,30	57,30	50,30
H - Go1 (mm)	38,70	38,20	35,30	40,80	40,10	46,40	24,20	27,50
H - Go2 (mm)	37,70	37,40	35,70	41,30	38,90	45,80	23,80	27,40
H - S (mm)	119,70	117,30	111,00	115,40	115,60	122,20	94,10	94,70
H - Rgn (mm)	44,50	41,90	38,00	33,60	45,50	38,30	42,60	35,90
H - Phw (mm)	38,40	37,10	32,10	32,60	38,70	35,60	25,60	25,30
H - aiC2 (mm)	44,80	44,00	45,60	51,10	43,30	47,40	29,30	30,80
H - aiC3 (mm)	40,40	40,00	36,90	39,80	43,10	41,60	30,80	29,20
H - aiC4 (mm)	46,40	45,90	38,50	36,50	49,40	43,50	37,80	34,10
Go1 - Gn (mm)	83,90	84,10	79,50	78,60	75,60	74,30	65,90	65,80
Go2 - Gn (mm)	84,90	84,90	81,10	80,20	76,30	75,10	670	66,80
H - Me (mm)	53,50	51,50	43,90	37,40	51,10	41,70	48,30	41,50



B - Me - H (°)	99,80	96,60	97,60	103,00	101,60	109,00	104,10	100,30
H-Go2- Me (°)	31,80	27,50	17,30	16,70	42,00	33,50	42,10	27,60
H - Go1 - Me (°)	34,30	29,70	20,40	18,80	43,20	34,50	45,20	30,40
Gn - Go2 - H (°)	33,70	29,80	19,90	19,00	44,40	35,90	43,90	29,60
Gn - Go1 - H (°)	36,30	32,10	20,40	21,40	45,80	37,00	47,20	32,50
ANS-PNS-H (°)	96,70	95,30	92,80	87,90	103,90	96,70	106,40	99,00
N-S-H (°)	93,80	93,00	87,20	83,90	94,90	90,20	95,10	89,70
A-N (mm)	70,90	69,90	59,00	58,60	62,90	63,00	53,40	52,40
B-N (mm)	103,40	102,10	94,90	91,70	102,30	103,50	84,60	83,30
N - Me (mm)	130,60	130,40	118,10	117,20	126,60	127,20	105,50	104,90
ANS-Me (mm)	71,40	71,30	65,50	65,10	74,30	74,00	58,60	58,20
S-Go1 (mm)	87,20	86,70	88,30	89,60	76,80	78,60	71,70	72,10
ANB (°)	3,20	3,50	2,70	3,00	9,60	9,40	6,60	7,30
SNA (°)	80,60	81,10	86,10	87,10	84,20	84,70	84,10	85,80
SNB (°)	77,50	77,60	83,40	84,10	74,60	75,30	77,40	78,50
N-A-Pog (°)	175,80	175,10	178,20	177,70	165,00	165,00	167,60	166,40
SN – Go1Gn (°)	30,10	30,00	21,40	20,20	37,30	37,10	28,70	27,70
S-N-Pog (°)	78,90	79,00	85,20	86,10	76,90	77,40	78,20	79,30
N-S-Ar (°)	126,60	127,40	129,40	128,70	118,40	117,60	121,90	120,20
Ar-Go1-Gn (°)	120,60	120,40	116,50	117,00	131,00	132,50	124,40	124,00
N-S-Gn (°)	68,70	68,70	64,70	64,20	69,50	69,40	66,90	66,10
N - Ba (mm)	113,40	111,80	104,70	106,00	110,70	111,20	98,20	97,30
Co-Gn (mm)	127,00	126,40	118,30	117,40	119,10	118,20	102,50	101,30
Ba - ANS (mm)	106,20	104,70	103,20	104,20	106,60	103,20	90,40	89,50
Co - Go1 – Gn (°)	114,40	114,40	108,80	107,60	123,20	123,90	118,30	118,30
Ba-S-N (°)	128,80	128,90	132,20	130,70	128,40	127,5	124,50	123,20
Co-A (mm)	96,50	96,30	87,70	86,60	92,50	91,00	82,90	82,50
MP1-H/Go1-Gn suhe	0,26	0,22	0,15	0,17	0,36	0,35	0,26	0,21
MP2-H/Go2-Gn suhe	0,23	0,20	0,13	0,15	0,34	0,34	0,24	0,19

*Tabel 8. Tsefalomeetrilise uuringu tulemused ja kehakaalu muutused (väljastatud patsiendid)*