

**Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni
Kompetentsikeskuse**
ravimuda valdkonna toimetised

II

2019

Koostaja Eva Makienko

Toimetaja Marin Vinkel

Toimetised on valminud Euroopa Regionaalarengu Fondi toel.



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti tuleviku heaks



TALLINNA ÜLIKOOL

Haapsalu kolledž



TERVISEDENDUSE
JA REHABILITATSIOONI
KOMPETENTSIKESKUS

Kaane kujundus Elina Vigand

Küljendus ja trükk Vali Press OÜ

ISSN 2461-2707

Sisukord

Sissejuhatus	5
Eesti ravimuda litoloogilise koostise muutus Värskas lahes ja Haapsalu Tagalahes. <i>Galina Kapanen, Jaanus Terasmaa</i>	9
Polütsükliised aromaatsed süsivesinikud (PAH) ravimudas ja raviotstarbelises turbas (piloottuuring). <i>Galina Kapanen</i>	24
Eesti ravimuda bioloogiline aktiivsus. <i>Rando Tuvikene, Monika Kumm</i>	27
Ravimuda ja balneoloogilise turba segude stabiilsuskontroll. <i>Monika Kumm</i>	32
Termoneutraalsete muda ja turba segude mõju naha funktsionaalsele seisundile tervetel täiskasvanutel. <i>Monika Kumm</i>	39
Luu- ja lihaskonna valude ennetamine ja ravi töövõime säilitamiseks ülaselja ja kaela ülekoormusvaludega töötajatel mudamassaaži mõju tulemusena. <i>Varje-Riin Tuulik, Silver Saarik, Viuu Tuulik, Monika Kumm</i>	51
Ravimuda üldvanni ja ravimuda üldmähise protseduuri mõju kõrgvererõhuhaigete kardiovaskulaarsele regulatsioonile. <i>Annelii Jürgenson</i>	61
Ravimuda ja mineraalvee üldvanni protseduuride mõju tööeliste inimeste lihaspingetele. <i>Varje-Riin Tuulik, Viuu Tuulik, Annelii Jürgenson, Monika Kumm</i>	69
Tööst põhjustatud luu-lihaskonna ülekoormussündroomid: karpaalkanali sündroomi objektiivne hindamine ja õigeaegne ennetamine. <i>Viiu Tuulik</i>	77
Elektrilise bioimpedantsi mõõtmistest ravimuda mõju hindamiseks inimese nahale. <i>Margus Metshein</i>	82
Disainilahendused ravimuda-mudaravi kasutamiseks. Mudatuubuste arendamine. <i>Silver Saarik, Arvo Pärnson</i>	97
Ravimuda kui Eesti terviseturismi võtmesümbol – ravimuda kasutamine spaades. <i>Aire Toffer</i>	103

Sissejuhatus

Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledži Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskus (TERE KK) on ravimuda-mudaravi ja liikumis-tegevusvõime valdkonna uurimise, arendamise, teabe levitamise, vahendamise ja rakendamise ning teadmuspõhise ettevõtluse arengut soodustav teadmussiirde keskus, mis on praeguseks Haapsalus tegutsenud ligi 8 aastat. Selle aja jooksul on Eestis taas hoogustunud ravimuda valdkonna ettevõtlusesse suunatud teadus- ja arendustegevus. 2016–2019 on TERE KK ravimuda valdkonna projektid läbi viidud Euroopa Liidu Euroopa Regionaalarengu Fondi toetusel (põhiprojekt nr EU50286, tõhusa koostöö projekt nr EU52376).

Käesolev kogumik „Ravimuda valdkonna toimetised 2016–2019“ on järjekorras teine artiklite kogum, mille eesmärgiks on anda TERE KK ravimuda-mudaravi teaduspõhiste uuringute tulemuste ning arendustegevuse koondülevaade, millele tuginedes seame kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna arenduste sihte järgmisteks aastateks. Hea on nelja aasta möödudes taas hinnata, milline on ravimuda valdkonna hetkeseis, sh millistele järeldustele oleme TERE KKs läbiviidud rakendusuuringute tulemustele tuginedes jõudnud, milline on olnud ravimuda kasutamise areng viimastel aastatel Eestis, Euroopas ja mujal maailmas ning millised on ravimuda valdkonnaga seonduvad tulevikusuundumused, aluseks lõpptarbija nõudlus ja ettevõtja pakkumine. Spaa-ettevõtjate vaatenurgast annab toimetistes Eesti ravimudaga seotud tulevikusuundumuste ülevaate Eesti Spaaliidu pikaajaline tegevjuht Aire Toffer.

Oluline on tagada, et turutingimustes saaksid ettevõtjad tegutseda võrdsetel alustel, mis toetab ettevõtjaid ravimuda toodete-teenuste pakkumisel nii Eestis kui eksportturgudel. Tuginedes eelmainitule on sotsiaalministeeriumi rahvatervise osakond koostöös TERE KK, ettevõtjate ja Tervisemeti esindajatega välja töötamas määrust „*Nõuded balneoloogilistes protseduurides kasutatavale ravimudale ja selle käitlemisele*“, millega sätestatakse ravimuda tervisohutuse ja miinimumkvaliteedi nõuded. Määrus aitab korrastada ravimuda-turba toodete-teenuste pakkumise turutingimusi, tagades sh tarbijale kindluse, et balneoloogilistes protseduurides kasutatav ravimuda on kvaliteetne ja tervisele ohutu.

2016–2019 on kompetentsikeskuse projektitegevuste raames viidud ravimuda-mudaravi valdkonnas läbi kokku kümme rakendusuuringut, sh kaks uuringut, „*Ravimuda ja mineraalvee üldvanniprotseduuride mõju tööealise inimese lihaspingetele*“ ning „*Ravimuda üldvanni ja ravimuda üldmähise mõju kõrgvererõhu diagnoosiga haigetele*“, on läbi viidud nn tõhusa koostööprojekti raames koostöös spaa-ettevõtjatega AS Värsk Sanatoorium, AS Heal, AS Sanatoorium Tervis.

TERE KK rakendusuuringute raames on analüüsitud nii ravimuda, turba kui ravimudasegude koostist, hinnatud, kuivõrd mõjutab desintegraatoriga peenestamine ravimuda, turba ja ravimudasegu koostist ja selle omadusi säilitamisel ühe aasta jooksul, ning analüüsitud ravimuda antioksidatiivseid omadusi. Mainitud teemasid käsitlevad toimetiste artiklites TERE KK ravimuda valdkonna eksperdid-spetsialistid Galina Kapanen, Jaanus Terasmaa, Monika Kumm ning Tallinna Ülikooli loodus- ja terviseteaduste instituudi keemia vanemteadur Rando Tuvikene.

TERE KK mudaravi toimeuuringute raames on analüüsitud, kuivõrd toimib kahe nädala jooksul läbiviidud viie protseduuriga ravimudasegumassaaž tööga seotud lihaspingete korral ning kuivõrd erineb ravimudamassaažirühma tulemus võrdluses klassikalise massaaži ja soojamähisega massaažirühma tulemustest. Samuti on uuritud kolme nädala jooksul läbiviidud mineraalvee ja ravimuda viie üldvanniprotseduuri toimet töötaja lihaspingetele. Ravimudamassaaži ja vanniprotseduuride uuringute tulemusi tutvustavad artiklites dr Viiu Tuulik, dr Varje-Riin Tuulik, dr Annelii Jürgenson, dr Silver Saarik.

Mudaravi kasutusvõimaluste laiendamiseks lihaspingete leevendamisel kõrgvererõhudiagnoosiga klientidel on TERE KK taastusarstide eestvedamisel viidud Eesti spaades (Värsk Sanatoorium, Fra Mare, Sanatoorium Tervis) läbi uuring, mille raames on analüüsitud, kuivõrd mõjutab ühekordne spaas pakutav ravimuda üldvanni või üldmähise protseduur kõrgvererõhudiagnoosiga patsiendi arteriaalset vererõhku ja südame löögisagedust. Mainitud uuringu tulemusi tutvustab lähemalt dr Annelii Jürgensoni artikkel.

TERE KKs on uuritud soojendamata ehk termoneutraalse ravimuda, turba ja ravimudasegu toimet terve täiskasvanu naha funktsionaalsusele. Samuti on uuritud ravimuda humiainete (ravimuda ekstrakti lahusena) toimet randmekanalisisündroomi korral, kasutades seda viiel päeval plaast-

ril. Keskuses on viidud läbi ka juhtuuring ravimuda mõju hindamiseks elektrilise bioimpedantsi mõõtmiste abil, mis annab uut teadmist selle kohta, kuidas mõõta muutusi naha dermises vahetult peale ravimuda kasutamist. Ravimuda, selle väärindamine ning uute ravimuda kasutamisevõimaluste määratlemine ja laiendamine on olulised teemad, millega kompetentsikeskus tegeleb. Monika Kummi, dr Viiu Tuuliku ja Margus Metsheina koostatud artiklid tutvustavad TERE KK uuringute tulemusi just selles fookuses.

TERE KK on erasektori partner uute tõendus põhiste tervisetoodete ja teenuste arendamisel. Keskuse tegevustesse on praktiliste uute rakkude väljatöötamiseks kaasatud peale ravimuda-mudaravi ja taastusravi ekspertide-spetsialistide ka disainerid ning IT-spetsialist. 2016–2019 on TERE KK teadmusteenuse lepingu alusel välja töötanud ettevõtjatele ravimuda valdkonnaga seotud uuenduslikke lahendusi, nt ettevõtja Futin Design OÜle on välja töötatud lahendus „*Looduslikust viltmaterjalist käte- ja jalatuubuste tootearendus ravimudaprotseduuride läbiviimiseks*“, Kivistik Consult OÜle lahendus „*Käina lahe ravimudast humiinainete ekstrakti tootmine*“. Ettevõtjad on katsetanud oma loodustooteid TERE KK nahaanalüsaatoriga MC1000. Kompetentsikeskus on sõlminud ettevõtjatega kaks litsentsilepingut ravimudasegu kasutamiseks ning ühe frantsiisilepingu ravimuda ekstraktiga kreemi retsepti kasutamiseks massaažikreemi tootmisel.

Täna kompetentsikeskuse nimel tehtud töö eest suurepäraseid kolleege, tunnustatud ravimuda valdkonna spetsialiste-eksperthe: dr Viiu Tuulik, Monika Kumm (endine Übner), dr Varje-Riin Tuulik, dr Annelii Jürge-son, Galina Kapanen, Jaanus Terasmaa, dr Silver Saarik ning projektijuht Talis Vare! Täna Margus Metsheina, kes on rikastamas ravimuda valdkonda elektrilise bioimpedantsi mõõtmiste tehnikateadmistega! Täna TalTechi (TTÜ) mereökoloogi Kai Kün- nis-Berest ravimuda mikrobioloogia eksperdihinnangu koostamise eest! Samuti täna kompetentsikeskuse disainereid Arvo Pärensoni ja Gina Metssalu, kes on kompetentsikeskuse tegevustes kaasa löönud uute käegakatsutavate uuenduslike abivahendite, lahenduste väljatöötamisel ning kelle juhendamisel on Haapsalu kolledži käsitöetehnoloogiate ja disaini eriala üliõpilased katsetanud ning osale- nud uuenduslike tervisetoodete-teenuste arendamise protsessis.

Täna kompetentsikeskuse partnereid, sh ettevõtjaid senise ja edasise konstruktiivse koostöö eest!

Soovin huvitavat lugemist kõigile ning uusi lennukaid ideid väärtusliku loodusressursi ravimuda igakülgselt ja targaks rakendamiseks ja kasutamiseks tervise hüvanguks!

Eva Makienko

TERE KK direktor

September 2019

Eesti ravimuda litoloogilise koostise muutus Värskas lahes ja Haapsalu Tagalahes

Galina Kapanen, Jaanus Terasmaa

Mõiste „ravimuda“ on Eestis kasutusel juba väga pikka aega, sünonüümidenä on kasutusel ka „peloid“ ja „tervisemuda“. Siiski on levinuimaks mõisteks ravimuda, mis omakorda hõlmab endas kahte erinevat kategooriat („Nõuded maavaravarude kategooriatele ja maavaradele ning maavaravarude kasutusalade nimistu“, 2005):

- meremuda ehk peloid – mineraalmaterjalist koosnev meretekkeline setend, mis sisaldab orgaanilist ainet üle 5% kuivaine massist;
- järvemuda ehk sapropeel – klastilisest, karbonaatsest või orgaanilisest ainest koosnev magevee setend, milles on orgaanilist ainet vähemalt 35% kuivaine massist.

Nii maailmas kui ka Eestis ei ole keerulise ja muutuva koostisega ravimudade kvaliteedi hindamiseks välja töötatud normatiivseid standardeid. On olemas mitmeid erinevaid parameetreid, mida kasutatakse ravimuda iseloomustamiseks: tihedus, füüsikalise-keemilised näitajad, soojusmahutuvus, raskmetallide normikohane sisaldus, patogeensete bakterite puudumine jne. Tähtsal kohal on ka osakeste terasuurused – fraktsioon vahemikus 0,1–1,0 mm ei tohi järvemudas olla üle 2% ja meremudas üle 3%. Üle 1,0 mm terasuurusega osakeste esinemine ravimudas ei ole lubatud. Muda struktuuri moodustavad peamiselt kristallskelett, kolloidkompleksid ning vedel mudalahuse faas. Faaside koostis ja vahekord määrab ära ravimudade omadused (Gomes *et al.*, 2013).

Eestis reguleerivad ravimuda kaevandamist ja maardlate kasutamist riiklikult kaks seadust: „Rahvatervise seadus“ (1995) ja „Maapõueseadus“ (2016). Maapõueseaduse järgi on maardla üldgeoloogilise uurimistöö või geoloogilise uuringuga piiritletud ja uuritud ning keskkonnaregistris arvele võetud maavara lasund või selle osa koos vahekihtidega. Maavara kaevandamine on määratletud kui maavara looduslikust seisundist eemaldamise ettevalmistamiseks tehtav töö, maavara looduslikust seisundist eemaldamine ning mäeeraldise ja mäeeraldise teenindusmaa piires

kaevis vedu ja esmane töötlemine. Riigile kuuluvad aluspõhja maavara ja avalikus veekogus asuv maavara. Aluspõhja kivimi, setendi, vedeliku või gaasi arvele võtmata looduslik lasund kuulub riigile ning sellele kinnisomand ei ulatu, kui seda ei tingi kinnisasja kasutamise otstarve. Kui on vaja luba riigile kuuluvale maavara loodusliku seisundi eemaldamiseks, siis kuulub loa alusel kaevandamisel saadud kaevis loa omajale, kui on kaevandatud ilma loata, siis kuulub kaevis riigile. Järvemuda ja mere-muda kaevandusluba antakse kuni 15 aastaks.

Mere- ja järvemuda ning turba kaevandamise keskkonnaregistri kande tegemise otsustab keskkonnaregistri maardlate nimistu volitatud töötaja. Mere- ja järvemuda ning turba omaduste nõuded maavarana arvele võtmiseks kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega.

Maavara on aktiivne, kui selle kaevandamisel ja töötlemisel on tagatud maapõue ratsionaalne kasutamine, keskkonnakaitsenõuete täitmine ja majandusotstarbekus, mis on tõestatud praktikaga või asjakohaste uurin-gutega. Maavaravaru on passiivne, kui see võib osutada kaevandamis-kõlblikuks tulevikus, kuid praegu pole selle kaevandamine võimalik, sest puudub sobiv kaevandamise või töötlemise tehnoloogia, kaevandamine on majanduslikult otstarbetu või ei vasta keskkonnakaitsenõuetele, muu-dest õigusaktidest tulenevad kaevandamise territoriaalsed piirangud. Prognoosvaru on maavaravaru, mille uurituse mahu määrab üldgeoloogiline uurimistöö.

Prognoosvaru eraldatakse maardlaga piirneval alal väljaspool tarbe- ja reservvaru kontuuri või piirkonnas, kus maavarailmingute esinemise põhjal võib eeldada uue maardla olemasolu. Prognoosvaru võimaldab hinnata maardla maavaravaru suurendamise või uue maardla kindlaks-tegemise võimalust ning on aluseks maavara otsingu ja geoloogilise uuringu suunamisel.

Lähtudes sotsiaalministri määrusest „Tervisekaitsenõuded ravimuda turustamisele, säilitamisele ja kasutamisele“ (2002) saab ravimuda turus-tada ja kasutada ainult siis, kui selle maardlad on Maapõueseaduse järgi registreeritud. Praegu ei ole kehtivaid balneoloogilistes protseduurides kasutatava ravimuda nõudeid. TERE KK algatusel on balneoloogilisteks protseduurideks kasutatav ravimuda käsitletud Eesti „Rahvatervise sea-duses“ sotsiaalministeeriumi eestvedamisel ning koostöös TERE KKga on

väljatöötamisel määrus „Nõuded balneoloogilistes protseduurides kasutatavale ravimudale ja selle käitlemisele“.

Terasmaa, Kapanen, Marzecová ja Rautam (2015) soovitasid ohtlike ainete sisalduse hindamisel kasutada pinnasele ettenähtud piirväärtuseid. Viimased on esitatud keskkonnaministri määruises „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“ (2019) (tabel 1).

Tabel 1. Raskmetallide sisalduse siht- ja piirarvud (mg/kg) Eestis.

	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu	Ni
Sihtarv Eestis *	50	1	100	200	100	50
Piirarv elumaal Eestis *	300	5	300	500	150	150
Piirarv tööstusmaal Eestis *	600	20	800	1000	500	500
Keskmine sisaldus maa-koore ülakihis **	17	0,1	35	52	14	19

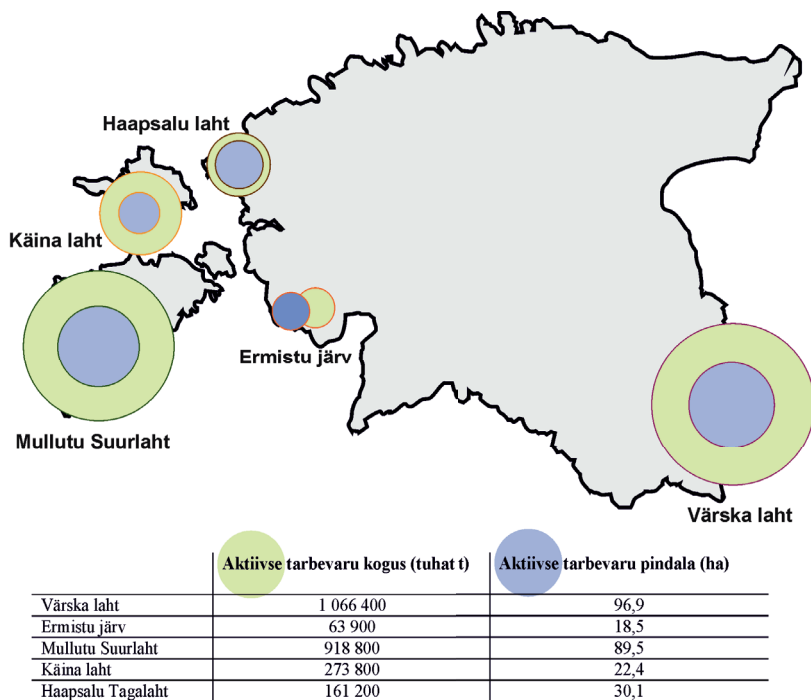
* Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases, 2019.

** Alloway, 2013, lk 17.

Tabelis 1 on esitatud raskmetallide sihtarv, mis näitab ohtliku aine sellist sisaldust pinnases, millega võrdse või väiksema väärtuse korral peetakse pinnase seisundit heaks. Piirarv näitab ohtliku aine sellist sisaldust pinnases, millest suurema väärtuse korral peetakse pinnast reostunuks.

Eesti ravimudade varud

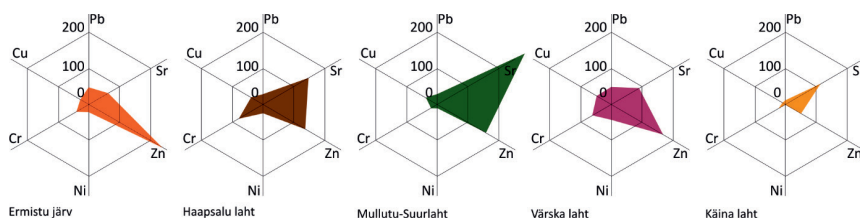
Eestis on praegu arvel viis ravimudade leiukohta – Ermistu järv, Haapsalu Tagalaht, Käina laht, Mullutu Suurlaht, Värskalaht ja Käina laht (joonis 1).



Joonis 1. Ravimuda aktiivse tarbevaru võrdlus. Rohelisega on tähistatud aktiivse tarbevaru kogus (tuhat t) ja sinisega aktiivse tarbevaru pindala (ha) (Maa-amet 2019).

Suurim raviotstarbelise järvemuda aktiivne tarbevaru on Värskas (1 066 400 t), väikseim Ermistus (63 900 t). Suurima meremuda varuga maardla on Mullutu Suurlaht (918 800 t), järgnevad Käina (273 800 t) ja Haapsalu (161 200 t). Kaevandamisloaga ravimuda tarbevaru on Eestis kokku üle 600 000 t. 2006–2018 on Eestis ravimuda kaevandatud veidi üle 7000 t.

Terasmaa jt (2015) uuringu tulemused kinnitavad, et potentsiaalselt toksiliste raskmetallide kontsentratsioonid ei ületa Eesti ravimudamaardlates kehtestatud piirarve, millest alates peetakse pinnast reostunuks, küll aga kohati sihtarve, mis on pinnase hea seisundi piir (tabel 1, joonis 2).



		Pb	Sr	Zn	Ni	Cr	Cu	Zr
	Ermistu	48	63	237	21	40	27	78
	Haapsalu	29	147	136	24	78	39	330
	Mullutu	29	284	158	11	21	38	73
	Värska	49	81	171	43	57	46	143
	Käina	11	114	51	1	22	9	340

Joonis 2. Raskmetallide sisaldus (ppm) maardlate kaupa. Joonisel on esitatud pindmiste proovide keskmised väärtused (Terasmaa *et al.*, 2015).

Raskmetallide vähese sisalduse alusel saab ökoloogiliselt kõige puhtamaks pidada Käina lahe setteid. Ruumiline varieeruvus on kõige suurem Mullutu Suurlahes, kõige ühtlasem on litoloogiline koostis järvemuda maardlates. Kõige orgaanikarikkam on Ermistu järv, kõige mineraalsem muda on Käina lahes. Endistes ja praegustes merelahtedes on 1990ndatega võrreldes muda orgaanilise aine sisaldus pigem tõusnud (enim Haapsalu lahes), järvemuda maardlates on orgaanilise aine sisaldus jäänud samaks või veidi vähenenud.

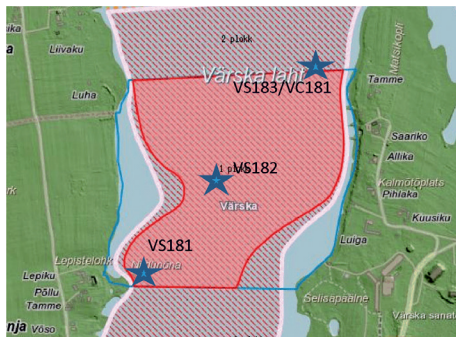
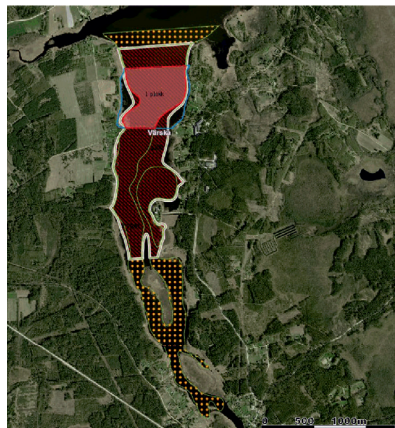
Setete litoloogilise koostise muutus Värska lahes ja Haapsalu Tagalahes

Peale ravimudade koostise pindmise kaardistamise uuriti kahes maardlas – Värska lahes ja Haapsalu Tagalahes – ka kogu settelasundi koostist. Eesmärgiks oli täpsustada mudakihi paksus kaevandamise kohas aktiivses varus ning uurida litoloogilise koostise muutust Haapsalu lahe ja Värska lahe ravimuda kaevandamise kohtades.

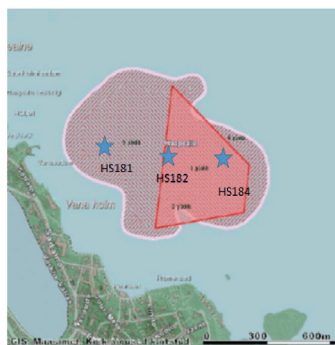
Selleks võeti Värska lahes kolm lühikest sette läbilõiget (*ca* 50–69 cm) ja üks pikk (2,5 m) sette läbilõige (joonis 3a) ning Haapsalu Tagalahes neli lühikest (*ca* 50 cm) sette läbilõiget (joonis 3b). Sette puursüdamikud tükeldati kaldal 1 cm paksusteks proovideks ning paigutati märgistatud karpidesse. Kuni analüüsimiseni säilitati proove jahedas (+4 °C) ja pime-

das. Sete võeti modifitseeritud *Livingstone-Vallentyne*-tüüpi kolb-puuriga. Proovide võtmise asukohad fikseeriti *Garmin Oregon 550* GPSiga ning proovivõtu kohas olev veesügavus fikseeriti käsikajaloodiga *Hondex PS-7*. Setteproovid külmuivatati ning seejärel analüüsiti termogravimeetriliselt *Precisa prepASH 340 Series*-mudade litoloogilist koostist: orgaanilise aine, mineraalne ja karbonaatide sisaldust.

a



b



- | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------------------------------|
|  | mäeeraldisel piir |  | passiivne tarbevaru |
|  | mäeeraldisel teenindusmaa piir |  | passiivne tarbevaru veealune |
|  | järvemuda |  | aktiivne reservvaru |
|  | meremuda |  | aktiivne reservvaru veealune |
|  | aktiivne tarbevaru |  | passiivne reservvaru |
|  | aktiivne tarbevaru veealune |  | passiivne reservvaru veealune |
| | |  | prognoosvaru |

Joonis 3. Ravimudade proovivõtukohad: a) Värskalahes, b) Haapsalu Tagalahes.

Setteproovide veesisalduse/kuivaine määramiseks kuumutati proove 105 °C juures kuni konstantse kaaluni. Kuiva materjali orgaanilise aine sisalduse määramiseks kuumutati proove 550 °C juures kuni konstantse kaaluni. Põletuskadu peeti orgaanilise ja jääki anorgaanilise aine sisalduseks, millest kaltsiumkarbonaadi sisalduse määramiseks kuumutati proove veel 950 °C juures kuni konstantse kaaluni ning põletuskao põhjal arvutati kaltsiumkarbonaadi (CaCO_3) sisaldus (Heiri, Lotter, & Lemcke, 2001). Klastilise mineraalne sisalduseks peeti kogu anorgaanilise aine sisalduse ja kaltsiumkarbonaadi sisalduse vahet.

Värskalaht

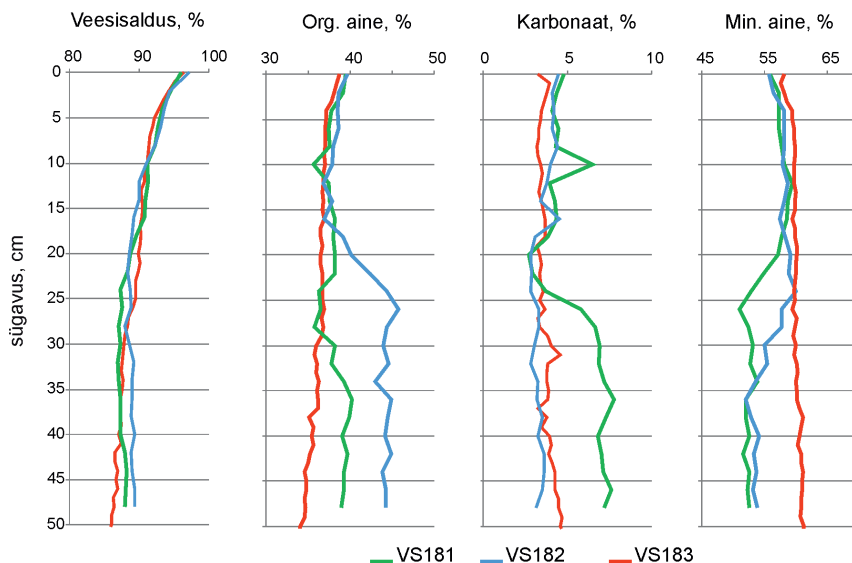
Värskalaht on pikliku kujuga üleujutatud orglaht. Laht on Pihkva järve osa, Pihkva järve suubuva Värskaja oja pikk lehterjas suudmeosa. Lahe alla jääb Peipsi rannikumadalikule, olles põhjast, lõunast ja loodest piiratud Devoni platoodega. Läände jääb Otepää kõrgustik. Järve kaldad on ümbritsetud nõrgalt liigestatud. Värskalahe põhil on suures osas täitunud aastatuhandete jooksul tekkinud pruuni, ühtlase konsistentsiga sapropeeliga, milles leidub taimede- ja järvekarbijaanuseid. Järvemuda asetseb kuni 2 meetri paksusel turbakihi, mille alla jääb liivakivi (Põldvere, 2003). Põhi on enamjaolt kaetud põhjataimestikuga, mida on kõige rohkem kalda lähedal. Lahe keskmine sügavus on 1,4–1,7 meetrit. Lahe idakalda äärde jäävad 3,0 meetri sügavused alad. Värskalaht kui Peipsi järve osa kuulub reostustundlike veekogude nimekirja (keskkonnaministri 16. novembri 1998. a määruse nr 65 „Heitveesuublana kasutatavate veekogude või nende osade nimekirja reostustundlikkuse järgi kinnitamine“ muutmine, 1999). Vesi on Värskalahe lõhnatu, läbipaistvus on 25 cm, pHga ~7,2. Värskala järvemuda sügavus on 1–2 meetrit ning seal on olnud soodsad tingimused settelise muda tekkeks (Пирппыс & Тацца, 1981).

Tassa (1976) kirjutas, et esmakordselt algas järvedes leiduva muda uurimine ravimudana kasutamise eesmärgil 1969. aastal, kui Geoloogia Valitsuse Hüdrogeoloogiline rühm teostas otsingutöid Värskalahe lähes. 1976. a hakati lahe idakaldale ehitama arhitektide Vilen Künnapu ja Ülevi Eljandi ning insener Henn Karitsa projekti järgi Värskala Sanatooriumi. 1990ndatel uuriti Värskala lahe muda väikesemahuliselt kaevandusloa saamiseks. Värskala lahe viimane põhjalikum geoloogiline uuring jääb 2000. aastasse (Ramst & Kask, 2000). Keemilisi uuringuid on Värskalahe lähes tehtud vähe,

enamasti on autorid keskendunud mudamaardla mahule ning võimalustele kasutada muda põllumajanduses ja loomakasvatustes.

Lasund koosneb vedelast pruunist, ühtlase konsistentsiga mudast, mis sisaldab taimejäänuseid ning kihiti veidi ka karpe. Pealmine osa on rauaühendite oksüdeerumise tulemusena värvunud enamasti mustjaspruuniks. Ramst ja Kask (2000) mõõtsid mudalasundi paksuseks 7,5 m. Siinne uuring kinnitab vähemalt 8 m mudalasundi paksust (joonis 3a, proovi punkt VC181).

Värsklahest võetud sette puursüdamikute ülemises 50 cm paksuses settekihis (joonis 4, tabel 2) on orgaanilise aine sisaldus keskmiselt 37%. Ülemised 25 cm setet (puursüdamikud VS181, VS182) sisaldavad ~57% klastilist mineraalainet, mis väheneb seejärel kuni 52%. Sette puursüdamikus VS183 on mineraalne sisaldus väga stabiilne (~60%). Kuivaine sisaldus jääb 10% juurde. Kaltsiumkarbonaadi sisaldus on pinnakihis ~3% (ülemised 25 cm; VS182, VS183), mis seejärel veidi suureneb (~4%), välja arvatud puursüdamikus VS183, kus sisaldus on üle 5% alles sügavimates kihtides.

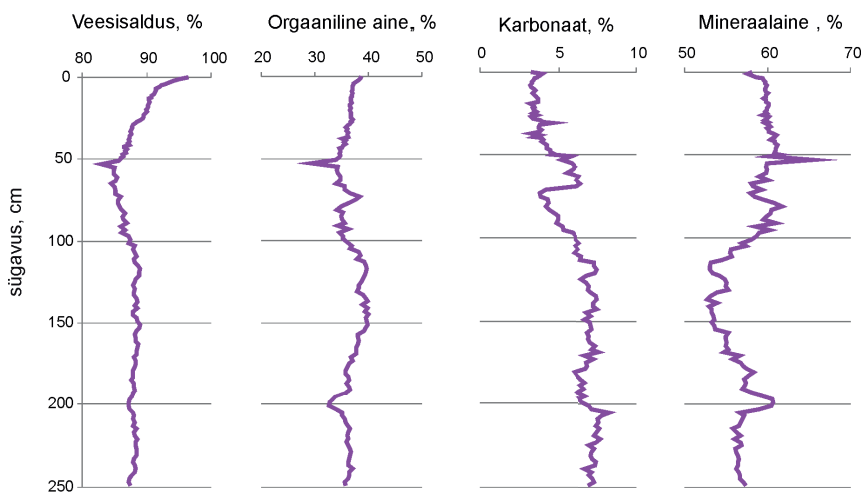


Joonis 4. Värsklahe ravimudade litoloogiline koostis (vee-, mineraal- ja orgaanilise aine ning karbonaatide sisaldus, %) läbilõigetel VS181–VS183. Proovivõtukohtad on joonisel 3a.

Tabel 2. Värskla lahe ravimuda põhjasetete (VS181–VS183) keskmine protsentuaalne veesisaldus, mineraal- ja orgaanilise aine ning karbonaatide sisaldus.

%	Veesisaldus	Orgaaniline aine	Karbonaatide sisaldus	Mineraalaine
Keskmine	88,70	37,12	4,06	58,84
Min	81,53	30,68	2,70	50,97
Max	97,10	45,75	7,74	64,67

Vaadates kogu 2,5-meetrise puursüdamiku VC181 (joonis 5, tabel 3) tulemusi, on näha, et orgaanilise aine sisaldus muutub 50 cm, 75 cm ja 100–200 cm sügavusel, misjärel klastiline mineraalne muutub samamoodi. Kaltsiumkarbonaadi sisaldus muutub 3–8%, jäädes keskmiselt ~3% juurde, suuremad väärtused on vaid sügavaimates kihtides (200–250 cm).



Joonis 5. Värskla lahe ravimuda litoloogiline koostis (vee-, mineraal- ja orgaanilise aine ning karbonaatide sisaldus, %) puursüdamikus VC181. Proovivõtukoht on joonisel 3a.

Tabel 3. Värška lahe ravimuda keskmine veesisaldus, mineraal- ja orgaanilise aine ning karbonaatide sisaldus (%) puursüdamikus VC181.

%	Veesisaldus	Orgaaniline aine	Karbonaatide sisaldus	Mineraal-aine
Keskmine	88,14	36,49	5,58	57,93
Min	83,02	29,38	3,16	52,73
Max	96,39	40,01	8,25	65,45

Veetaseme muutused muudavad järvepõhja topograafiat ja settimisalade jaotust ning seetõttu mõjutavad otseselt settimisprotsesse, resuspensiooni ja koos sellega ka akumuleerunud ainete veekeskkonda sattumist (Vaasma, 2010). Arvestades järvekeskkonda on Värška lahe muda (tabel 2) väga mineraalainerikas – keskmiselt 59% sette kuivainest on mineraalaine, orgaanilist ainet on 37% ning karbonaate on 4%. Võrreldes varasemate andmetega saab järeldada, et Värška järvemuda maardlas on orgaanilise aine sisaldus vähenenud (tabel 4).

Tabel 4. Värška lahe keskmise orgaanilise aine sisalduse võrdlus varasemate andmetega.

Aasta	Keskmine orgaanilise aine sisaldus	Allikas
1976	53%	Tassa, 1976
1997	41%	Certificate of curative mud in Värška Bay, 1997
2000	43%	Ramst & Kask, 2000
2015	38%	Terasmaa <i>et al.</i> , 2015

Haapsalu Tagalaht

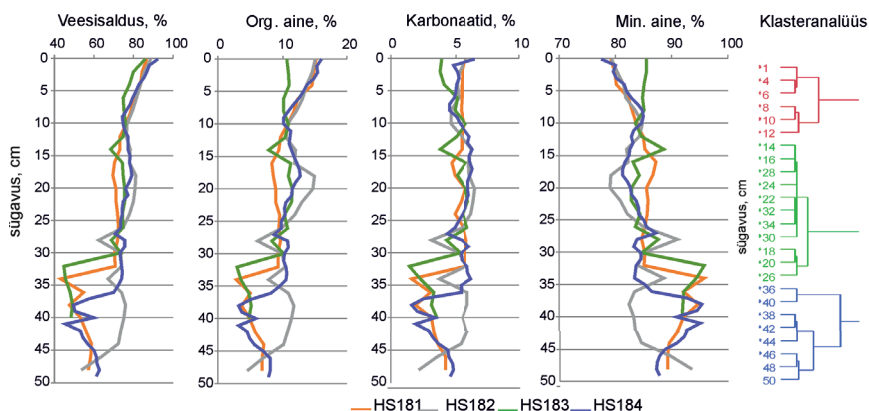
Haapsalu Tagalahe sügavuseks on 0,5–2 meetrit. Oma madaluse tõttu ulatub lainetus põhjani pea kogu Haapsalu lahe ulatuses. Vesi on vähesoolane, soolsus on 3–4 promilli (Jaanus, 2003). Maardla muda on sinakas-hallikas-must, muutudes õhu käes mõnikord pruunikaks. Omadustelt keskmiselt kleepuv, raskesti mahapestav, vedel ning pehme.

Ajaloolisi allikaid Eesti ravimudade keemilistest uuringutest on kõige rohkem Haapsalu Tagalahest ja Mullutu-Suurlahest. Kompleksne geo-

loogilis-hüdrogeoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:200 000 viidi läbi 1960ndate aastate teisel poolel (Кала & Элтерманн, 1969; Кала & Элтерманн, 1971; Перенс, Кала & Каяк, 1971; Jõelet, 2016). Peamiselt käsitlevad need maismaa-alasid. 2001. aastal valminud rannavööndi rakendusgeoloogilise kaardistamise aruanne (Kask, Kask, & Liblik, 2001) koondab suure osa selleks ajaks tehtud geoloogiliste uuringute faktilisest materjalist (Jõelet, 2016). Ravimuda otsingud ja uuringud (Kask *et al.*, 1996; Kask *et al.*, 2001) Tagalahe ja Saunja lahe vahelisel alal puudutavad meresetete pinnakihi levivat orgaanikarikast aleuriit-muda.

Tuginedes Kask jt (1996) uuringute tulemustele, koostati meremuda samapaksusjoonte kaart (Kask & Kask, 2012), kus lasundis ulatub meremuda paksus 0,48 km² suurusel alal 1,2 meetrini, 0,22 km² suurusel alal on see 0,1–0,5 m ning 0,26 km²-l üle 0,5 meetri. Vee sügavus on lasundi kohal keskmiselt meetri. Mudakihi keskmine paksus on 0,45 m ja suurim paksus 1,25 m (Kask & Kask, 2012). Varasemad uuringud (Kask *et al.*, 1996; Kask, Ermann, & Talpas, 1997; Kask, Talpas, & Ermann, 1997) näitavad, et 1996. a raskmetallide kontsentratsioon oli mõnes proovivõtukohas väga suur, mille põhjustajaks peeti Haapsalu linna reovete juhtimist Tagalahte. Viimased uuringutulemused (Terasmaa *et al.*, 2015) näitasid, et potentsiaalselt toksiliste raskmetallide kontsentratsioonid pindmistes setetes ei ületa Haapsalu ravimudamaardlas kehtestatud piirarve, millest alates peetakse pinnast reostunuks.

Haapsalu Tagalahe maardla settelasundis on varem tinglikult eristatud kahte suuremat kihti. Ülemine kiht (0–30 cm) on suure veesisaldusega (68–92%), lagunemata taimejäänuseid sisaldav tumehall (must) aleuriit. Varasemad uuringud (Kask *et al.*, 1996) näitasid, et veesisaldus ülemises kihis on 75–85% ning kihi paksus oli muutlik, ulatudes maksimaalselt 0,65 meetrini. Alumine kiht on väiksema veesisaldusega (HS181, HS183, HS184 keskmiselt 42–72%, HS182 keskmiselt 52–75%) (joonis 6), osaliselt helehall aleuriit, maksimaalse paksusega 0,55 m, milles on kohati vaheldumisi heledamaid ja tumedamaid kihikesi. Ülemise ja alumise kihi piir on üleminekuline.



Joonis 6. Haapsalu Tagalahe ravimudade litoloogiline koostis (veesisaldus, mineraal- ja orgaanilise aine ning karbonaatide sisaldus, %) läbilõigetes HS181–HS184 (proovivõtukohtad on joonisel 3b) ja klasteranalüüs (*JMP*-statistika programm).

Selle uuringu käigus läbiviidud veesisalduse, mineraal- ja orgaanilise aine ning karbonaatide sisalduse klasteranalüüs (*JMP*-statistika programm) näitas, et settes saab eristada kolme kihti: 0–24 cm, 25–42 cm ja 42–50 cm (joonis 6). Vaadates Haapsalu põhjasetete puursüdamikke (joonis 6), on näha, et orgaanilise aine sisaldus muutub 15 cm, 30 cm ja 40–50 cm sügavusel ning samades piirkondades muutub ka klastilise mineraalne sisaldus. Kaltsiumkarbonaadi sisaldus muutub 1–6%, keskmiselt ~5%, ning suurem sisaldus on ülemises 30 cm kihis. Haapsalu Tagalahest võetud sette puursüdamike ülemises 50 cm paksuses settekihis (HS181, HS183, HS184, asukoht on joonisel 3b) on orgaanilise aine sisaldus keskmiselt 9% (tabel 5).

Tabel 5. Haapsalu Tagalahe ravimuda keskmine veesisaldus, mineraal- ja orgaanilise aine ning karbonaatide sisaldus (%) puursüdamikes HS181–HS184.

%	Veesisaldus	Orgaaniline aine	Karbonaatide sisaldus	Mineraal- aine
Keskmine	71,10	9,74	4,90	85,36
Min	42,89	2,73	1,35	77,42
Max	92,48	16,02	6,56	95,77

Ülemine 24 cm settekiht sisaldab ~83% klastilist mineraalainet, mille sisaldus suureneb seejärel kuni ~89%. Puursüdamikus HS182 on nii mineraalaine sisaldus kui ka orgaanilise aine ja karbonaatide sisaldus stabiilsem ning muutused ei lange kokku teiste puursüdamikega. Kaltsiumkarbonaadi sisaldus on pinnakihis ~5%, seejärel väheneb üsna ühtlaselt kuni sügavamate kihtide väärtuseni ~4% (v.a HS182). Saadud tulemuste alusel võib oletada, et mingi oluline muutus tekkis veekogu ökosüsteemis 30 cm juures, kus kõik näitajad järsult muutuvad. Võrdlusanalüüsiks varasemate uuringutega on vaja setted dateerida.

Kokkuvõte

TERE KK ravimuda valdkonna tegevuste eesmärkideks on: Eestis leiduva ja kaevandatava ravimuda liigitamist ja kvaliteedi tagamist võimaldavate soovitude koostamine, ravimuda biokeemiliste uuringute läbiviimine, ravimuda ja selle komponentide väärindamine. Selle uuringu eesmärgiks oli analüüsida kogu settelasundi koostist kahes maardlas – Värskas lahes ja Haapsalu Tagalahes.

Võrreldes varasema andmestikuga saab järeldada, et Värskas järvemudamaardlas on orgaanilise aine sisaldus vähenenud 38%-ni ja seega on sete muutunud mineraalainete rikkamaks. Seega on vaja uurida orgaanilise aine ja mineraalaine päritolu.

Haapsalu Tagalahes on ravimuda orgaanilise aine sisaldus tõusnud. Ülemises kihis oli seda rohkem kui alumises kihis. Järelikult on mingi oluline muutus veekogu ökosüsteemis toimunud 30 cm juures. Võrdlusanalüüsiks varasemate uuringutega on vaja setted dateerida. Selline suundumus viitab lahe ökoloogilise seisundi halvenemisele – toitainete koguste suurenemine, vetikate ja taimestiku vohamine. Kliimamuutused, näiteks sademehulga suurenemine, võivad nii tugevdada kui ka nõrgendada eutrofeerumise ilminguid ja töötada vastu vee objektide seisundi parandamise meetmetele (Luhamaa *et al.*, 2014). Meetmete tõhusaks rakendamiseks on vaja teada, milline oli seisund enne olulise inimõju algust ja kuidas seda tüüpi vee ökosüsteem on varasematele kliimamuutustele reageerinud. Teadmis põhiste otsuste tegemiseks on vajalik teha järjepidevalt kompleksuuringuid.

Ravimuda lasundit tuleb uurida täpsemalt neis piirkondades, mille kohta on olemas varasemad alusandmed. Vaja on muda kvaliteedi, mikrobioloogiliste ja keemiliste näitajate muutumise täpsemaid andmeid.

Viidatud allikad

1. Alloway, B. J. (2013). Sources of heavy metals and metalloids in soils. In B. J. Alloway (toim), *Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability* (3rd ed., lk 11–50). Dordrecht: Springer Science & Business Media.
2. *Certificate of curative mud in Värskä Bay.* (1997). Tallinn: Geological Survey.
3. Gomes, C., Carretero, M. I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., ... Delgado, R. (2013). Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science*, 75–76, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008>
4. Heiri, O., Lotter, A. F., & Lemcke, G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25(1), 101–110. <https://doi.org/10.1023/A:1008119611481>
5. Jaanus, A. (2003). Water environment of Haapsalu Bay in retrospect (1975–2000). *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences: Biology/Ecology*, 52(2), 91–111.
6. Jõelett, A. (2016). Ülevaade Haapsalu Tagalahe piirkonna geoloogilistest tingimustest seoses kavandatava Noarootsi püsiühendusega. Tartu: Ökoloogia ja maateaduste instituut.
7. Kask, J., & Kask, A. (2012). Meremuda (ravimuda) uurimisest Haapsalu Tagalahes. *Keskkonnatehnika*, 3, 43–47.
8. Kask, J., Ermann, M., & Talpas, A. (1997). *Haapsalu lahe, Mullutu-Suurlahe, Käina ja Voosi ravimuda leiukoha varu revisjon. II etapp. Käina ravimuda leiukoht.* EGF 5828.
9. Kask, J., Ermann, M., Talpas, A., Ramst, R., Genno, E., Fokin, A., & Puurmann, T. (1996). *Haapsalu lahe, Mullutu-Suurlahe, Käina ja Voosi ravimuda leiukoha varu revisjon. I etapp. Haapsalu lahe ja Voosi ravimuda leiukoht.* EGF 5409.
10. Kask, J., Kask, A., & Liblik, V. (2001). *Rannavööndi rakendusgeoloogiline kaardistamine. Haapsalu linn ja Tagalaht.* EGF 7334.
11. Kask, J., Talpas, A., & Ermann, M. (1997). *Haapsalu lahe, Mullutu-Suurlahe, Käina ja Voosi ravimuda leiukoha varu revisjon. II etapp. Mullutu-Suurlahe ravimuda leiukoht.* EGF 5827.
12. Keskkonnaministri 16. novembri 1998. a määruse nr 65 „Heitveesuublana kasutatavate veekogude või nende osade nimekirja reostustundlikkuse järgi

- kinnitamine“ muutmine. (1999). *Riigi Teataja Lisa*, 167, 2446. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/92836>
13. Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., & Rosin, K. (2014). *Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100*. Loetud aadressil https://www.envir.ee/sites/default/files/kliimastenaariumid_kaur_aruanne_ver190815.pdf
 14. Maapõueseadus. (2016). *Riigi Teataja I*, 10.11.2016, 1; *Riigi Teataja I*, 22.02.2019, 24. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019024>
 15. Nõuded maavaravarude kategooriatele ja maavaradele ning maavaravarude kasutusala nimistu. (2005). *Riigi Teataja Lisa*, 47, 650. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/891302>
 16. Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases. (2019). *Riigi Teataja I*, 04.07.2019, 6. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072019006>
 17. Põldvere, A. (2003). Kagu-Eesti rikas põu. *Eesti Loodus*, 7/8, 10–17.
 18. Rahvatervise seadus. (1995). *Riigi Teataja I*, 57, 978; *Riigi Teataja I*, 13.03.2019, 131. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032019131>
 19. Ramst, R., & Kask, J. (2000). Värska raviotstarbelise järvemuda leiukoha revisjon. M. Kukk (toim), *Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat* (lk 84–90). Tallinn: Eesti Geoloogiafond.
 20. Tassa, V. (1976). *Aruanne Värska lahe sapropeeli ravi tarbeks ja põllumajanduses kasutamiseks uuringu kohta*. Keila: ENSV MN Geoloogia Valitsus.
 21. Terasmaa, J., Kapanen, G., Marzecová, A., & Rautam, S. (2015). Eesti ravi-muda seisund ja koostis. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 22–36). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
 22. Tervisekaitsenõuded ravimuda turustamisele, säilitamisele ja kasutamisele. (2002). *Riigi Teataja Lisa*, 28, 393. Loetud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/13252263>
 23. Vaasma, T. (2010). *Grain-size analysis of lake sediments: research methods and applications*. (Doctoral dissertation). Tallinn: Tallinn University.
 24. Кала, Э., & Элтерманн, Г. (1969). Отчет Западно-Эстонского участка о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 западной части ЭССР (лист О-34-ХІІ) за 1966–1969 годы. EGF 3038.
 25. Кала, Э., & Элтерманн, Г. (1971). Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Прибалтийская. Лист О-34-ХІІ, VI (Хаапсалу). EGF 3270.
 26. Перенс, Р., Кала, Э., & Каяк, К. (1971). Гидрогеологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Прибалтийская. Лист О-34-ХІІ, VI. EGF 6297.
 27. Пиррус, Р., & Тасса, В. (1981). Геология месторождения сапропеля в заливе Вярска. А. Раукас (ред.), *Донные отложения Псковско-Чудского озера* (lk 82–93). Таллинн: АН ЭССР.

Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH) ravimudas ja raviotstarbelises turbas (pilootuuring)

Galina Kapanen

TERE KK projekti üheks eesmärgiks oli ravimuda kvaliteedi tagamise soovitude koostamine. Selleks on vaja saada hinnang ravimudas esinevatest ja seda saastavatest ohtlikest ainetest. Kirjeldatud töö on pilootuuring, mille käigus katsetati ja määrati polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) sisaldust, hindamaks balneoloogilist turvast ja ravimuda.

PAH on arvukas kahest või enamast kondenseeritud aromaatses tsüklis koosnevate ühendite klass. Neid leidub suures koguses nii õhus, vees, pinnases kui ka toidus. PAHid moodustuvad orgaanilise aine mittetäielikul põlemisel, kusjuures peamisteks PAHide allikateks keskkonnas on tööstusprotsessid, liiklus ja kodune kütuse põletamine. PAHe moodustub ka looduslike protsesside, näiteks metsatulekahjude, vulkaanipursete ning orgaanilise aine bakteriaalse lagunemise tulemusel. Peale võimaliku keskkonnast pärineva saastuse võivad PAHid tekkida toidus, nii selle tööstuslikul töötlemisel kui ka koduse toiduvalmistamise käigus. Veekogudesse satub PAHe peamiselt tööstuslikust reoveest, äravooluveest, liiklusest, aga ka õli ja gaasi kasutamisest. Atmosfääris on PAHid enamasti kinnitunud tahketele atmosfääriosakestele või on gaasilisel kujul. Vees esinevad PAHid on kinnitunud näiteks setetele, tahketele osakestele või humiiniainetele.

Kuna mitmed PAHid on genotoksilised kantserogeenid, tuleb hoida nendega kokkupuude nii vähene, kui on mõistlikkuse piires võimalik (nn ALARA põhimõte – *As Low As Reasonably Achievable*).

PAHide üldise sisalduse hindamise indikaatorainena nii keskkonnas kui ka toidus on senini enamasti kasutatud benso(a)püreeni (BaP). BaP on tuntuim polütsükliliste aromaatsete süsivesinike hulka kuuluv keemiline ühend, mis on kiviõlitorvast ja naftast saadav värvuseta vedelik. Seda kasutatakse värvide, lõhkeainete, ravimite, plasti valmistamisel ning seguna mootorikütuses. Atmosfääri emiteeritud PAHide üldkogusest moodustab benso(a)püreeni ligikaudu 5%.

Soome lahe merepõhja keskkonnaseisundit polüaromaatsete süsivesinike abil hinnates on meetodika soovitatav ühtlustada Helsingi Komisjoni (HELCOM) meetodikaga. See tagab võimaluse hinnata ühtselt Läänemere eri osade keskkonnaseisundit. HELCOM kasutab oma ohtlike PAH-ühendite nimistut, mis on koostatud lähtuvalt Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitse Agentuuri (United States Environmental Protection Agency (US EPA)) prioriteetsete ohtlike PAH-ühendite nimekirjast, ning siia kuulub 16 ühendit: naftaleen, atsenafteen, atsenaftüleen, antratseen, fluoreen, fenantreen, benso(a)antratseen, benso(k)fluoranteen, benso(b)fluoranteen, krüseen, fluoranteen, püreen, benso(a)püreen, indeno(1,2,3-cd)püreen, dibenso(a,h)antratseen ja benso(g,h,i)perüleen.

HELCOM koostas 2013. aastal soovituslikud PAHi sisalduse piirid settes, mis väljendavad hea keskkonnaseisundi piiri (*GES boundary for sediment*) (Nyberg *et al.*, 2013). 2016. aastal läbiviidud uuringu raames määrati Soome lahe mudade keskkonnaseisundi hindamiseks PAHi piirsisaldused (OÜ Eesti Geoloogiakeskus, TTÜ Geoloogia Instituut, Norra Geoloogiateenistus, TLÜ Ökoloogia keskus, & TTÜ Meresüsteemide Instituut, 2016).

Selle uuringu jaoks on Haapsalu Tagalahe ravimuda proov võetud ravimuda partiist, mida kasutati 2017. aastal TERE KKs läbiviidud katsetes ning mis pärines TERE KK mudalabori hoidlast. Eesti balneoloogiline turvas osteti tootjalt OÜ Loodusmark. Igast proovist võeti 250 g märga materjali. Analüüs telliti OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskusest (EKUK). EKUKi tegevus on kooskõlas standardiga EVS-EN ISO/IEC 17025:2006 ning on Eesti Akrediteerimiskeskuses akrediteeritud kui katselabor registreerimisnumbriga L008 ning vastab katselaboritele esitatavatele nõuetele. PAHi määramismetodika põhineb rahvusvahelisel standardil ISO 18287:2006 (*Soil quality – determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) – Gas chromatographic methods with mass spectrometric detection (GC-MS)*). Tabelis 1 on esitatud tulemused PAHi sisalduste kohta Haapsalu Tagalahe ravimudas ja balneoloogilise turba proovides ning võrdlusena Soome lahe mudade keskkonnaseisundi hindamise PAH-väärtused, mis on HELCOMi soovitatud hea keskkonnaseisundi setete piir ehk GESi (*Good Environmental Status*) piir.

Tabel 1. Proovide PAH-sisaldused ning Soome lahe mudade keskkonnaseisundi hindamise HELCOM GESi piirid (mg/kg kuivaine kohta).

PAH	Haapsalu Tagalahe ravimuda	Balneoloogi- line turvas	HELCOM GES *
antratseen	0,013	0,005	0,085
benso(a)püreen	0,053	0,027	0,430
benso(b)fluoranteen	0,077	<0,005	–
benso(g,h,i)perüleen	0,070	<0,005	0,085
benso(k)fluoranteen	0,069	<0,005	–
fluoranteen	0,140	0,008	0,600
indeno(1,2,3-cd)püreen	0,110	<0,005	0,240
naftaleen	0,011	0,010	0,160

* OÜ Eesti Geoloogiakeskus *et al.*, 2016, lk 203–204.

Esitatud tabelist selgub, et PAH-ühendite väärtused on uuritud proovides väiksemad kui esitatud HELCOM GESi piirväärtused. Levinuima PAH-ühendite näitaja benso(a)püreeni kontsentratsioon ravimudas on 0,053 mg/kg kuivaine kohta ja balneoloogilises turbas 0,027 mg/kg kuivaine kohta, mis on vähemalt kaheksa korda väiksemad kui esitatud HELCOM GESi hea keskkonnaseisundi piirväärtusena (0,430 mg/kg kuivaine kohta). Selles uuringus toidu piirnormidega ei võrreldud, sest need on esitatud sisaldusega märgkaalu kohta ning mõõdetud teise meetodiga.

Viidatud allikad

1. Nyberg, E., Kammann, U., Garnaga, G., Bignert, A., Schneider, R., & CORE-SET expert group for hazardous substances indicators. (2013). *HELCOM core indicator of hazardous substances. Polyaromatic hydrocarbons (PAH) and their metabolites*. Retrieved from http://helcom.fi/Core%20Indicators/HELCOM_CoreIndicator_Polyaromatic_hydrocarbons_and_their_metabolites.pdf
2. OÜ Eesti Geoloogiakeskus, TTÜ Geoloogia Instituut, Norra Geoloogiateenistus, TLÜ Ökoloogia keskus, & TTÜ Meresüsteemide Instituut. (2016). *Projekti „Hinnangu andmine merekeskkonna ökosüsteemipõhiseks korraldamiseks Soome lahe merepõhja ja setete näitel“ (SedGoF) aruanne*. Loetud aadressil https://www.kik.ee/sites/default/files/uuringud/aruanne_sedgof_30.06.2016.pdf

Eesti ravimuda bioloogiline aktiivsus

Rando Tuvikene, Monika Kumm

Viimase aja uuringutes on pööratud suurt tähelepanu vabade radikaalide moodustumisele inimese organismis. Normaalse raku elutegevuse käigus tekib alati vabu radikaale, mis kasutatakse ära tavapärasel ainevahetuses. Tegemist on väga aktiivsete hapniku ja lämmastiku ühenditega. Kui tasakaal kaob, siis moodustub vabu radikaale rohkem ning need omakorda võivad kahjustada nii valke, lipiide, süsivesikuid kui ka nukleiinhappeid. Tasakaalu taastamiseks toodab organism antioksidante, mis stabiliseerivad vabu radikaale ning vähendavad viimaste kahjulikku toimet. Samuti saab organismi mõjutada väliste antioksidantidega, mida saadakse kas toidust või siis naha kaudu (Shinde, Ganu, & Naik, 2012). Antioksidante kasutatakse ka polümeersete ainete stabiliseerimiseks nii kosmeetikas kui ka ravimitööstuses (Pisoschi & Negulescu, 2012).

Ravimudade bioloogiline aktiivsus ei ole seotud ainult neis leiduvate humiainetega. Klavina, Auce, Vanadzins, Silova ja Dobkevica (2019) leidsid oma uuringus, et humiin- ja fulvohapete sisaldus ei korreleeru üldise antioksidatiivsusega. Looduslike ravimudade antioksidatiivsed omadused on seotud veel neis leiduvate vabade aminohapete, ensüümide, fenoolide ja vitamiini analoogidega (Kobernik, Kravchenko, Sivko, & Raleva, 2013). Seega sisaldavad ravimudad nii hüdrofiilseid kui ka hüdrofoobseid ained, mis raskendab omakorda üldise antioksidatiivsuse määramist (Ratz-Lyko, Arct, & Pytkowska, 2012).

Siin uuringus hinnatakse ravimudade antioksidatiivsust nelja erineva määramismetoodika järgi. Võrdlusprooviks oli Surnumere muda.

Uuringu metoodika

Uuriti järgmisi mudaproove:

- 1) Haapsalu meremuda – peenestamata ravimuda algmaterjal;
- 2) Haapsalu meremuda – peenestatud desintegraatoriga;
- 3) Haapsalu meremuda ja balneoloogilise turba (Eesti) segu – 2/3 muda + 1/3 turvas;

- 4) Haapsalu meremuda ja balneoloogilise turba (Eesti) segu – 1/3 muda ja 2/3 turvast;
- 5) Haapsalu meremuda – kuivatatud materjal;
- 6) Värskja järvemuda – peenestamata algmaterjal;
- 7) Surnumere muda (Iisrael).

Antioksidatiivsuse määramiseks kasutatakse erinevaid spektrofotomeetrilisi meetodeid. Selles uuringus määrati mudade antioksidatiivsust nelja erineva meetodiga.

- DPPH radikaali meetod põhineb stabiilse vaba radikaali di(fenüül)-(2,4,6-trinitrofenüül)iminoasanaaniumi redutseerumisel proovis sisalduvate prootonidoonorite tõttu. Tulemused väljendatakse neutraliseerimisvõimega protsentides ja need näitavad, mitu protsenti DPPH radikaalidest suudeti neutraliseerida. Selle meetodiga saab määrata alkoholis lahustuvaid nii hüdrofiilseid kui ka lipofiilseid antioksidante. Tulemust võib mõjutada valgus, hapnik, pH ja lahusti. (Kedare & Singh, 2011, Pisoschi & Negulescu, 2012, Ratz-Lyko *et al.*, 2012)
- FRAP-meetod põhineb raua redutseerumise võimekusel, kus raud(III) tripiridüültriasiin redutseerub antioksidandi mõjul. Tulemus väljendatakse ekvivalendina raud(II)sulfaadi suhtes. Selle meetodiga saab määrata ainult hüdrofiilsete komponentide antioksidatiivsust. Meetodit kasutatakse rohkem farmaatsias ning enamasti ei sobi see kosmeetika valmistoodete analüüsiks. (Ratz-Lyko *et al.*, 2012)
- ABTS-meetod põhineb 2,2'-asino-bis(3-etüülbensotriatsoliin-6-sulfoonhappe) radikaali neutraliseerimise võimekuse mõõtmisel. Tulemus väljendatakse ekvivalendina trolox'i, E-vitamiini vesilahustuva analoogi suhtes. Sellega saab määrata nii hüdrofiilseid kui lipofiilseid komponente ning see sobib kosmeetikatoodete analüüsiks. (Ratz-Lyko *et al.*, 2012)
- HORAC-meetod põhineb hüdroksüülradikaalide neutraliseerimisvõime hindamises. Tulemus esitatakse neutraliseerimisvõime protsendina ning näitab hüdroksüülradikaalide neutraliseerimise osakaalu. Kui näit on väike, siis on seal vähe ka polüfenoole (Saxena *et al.*, 2011).

Mudapreparaatide kuivmassid määrati kuivatamisel 72 tundi 95 °C juures.

Tulemused

Mõõtmistulemused on esitatud tabelis 1. FRAP- ja ABTS-meetodite puhul on tulemused esitatud nii muda märgmassi suhtes, mis iseloomustab originaalpreparaatide antioksidantsust võimekust, kui ka kuivmasside kohta, et preparaate paremini omavahel võrrelda.

Tabel 1. Erinevate mudapreparaatide antioksidantsuse näitajad ja kuivmassid.

Proov	DPPH	HORAC	FRAP		ABTS		Kuiv-mass %
	Märgmassi 20x lahjendus		Märg-mass	Kuiv-mass	Märg-mass	Kuiv-mass	
	Neutr, %	Neutr, %	mM FeSO ₄	mM FeSO ₄	mM trolox	mM trolox	
1	60,8	41,9	48,2	170,7	7,5	26,6	28,2
2	44,8	35,8	41,6	243,0	6,1	35,6	17,1
3	75,8	62,9	50,4	184,4	9,4	34,4	27,3
4	87,1	58,9	50,5	239,8	8,7	41,3	21,1
5	15,1*	34,8*	25,3	25,3	2,9	2,9	100,0
6	28,2	31,0	35,9	347,1	3,4	32,6	10,3
7	34,3	100,0	31,7	46,8	8,1	12,0	67,7

* Mõõdetud 30x lahjendatud preparaadi puhul.

Haapsalu meremuda iseloomustavad üsna suured bioaktiivsuse (antioksidantsuse) näitajad. Desintegraatoriga peenestatud mudapreparaadi antioksidantsuse näitajad on võrreldes originaalpreparaadiga mõnevõrra väiksemad. See on tingitud asjaolust, et desintegreeritud muda kuivmass oli märgatavalt väiksem. Sarnaste kuivainesisalduste korral tõstaks desintegreerimine Haapsalu mudapreparaadi antioksidantsust hinnanguliselt 1,3...1,4 korda. Samas vähendab kuivatamine Haapsalu meremuda bioaktiivsust väga olulisel määral (6...9 korda). See võib olla põhjustatud asjaolust, et kuivatamise käigus muutub aktiivainete struktuur pöördumatult, mille tulemusena väheneb nende lahustuvus või bioloogiline aktiivsus. Turba lisand suurendab märkimisväärselt mudapreparaadi antioksidantsust – 1,4...1,5 korda, kui turvast on 2/3 proovist. Sellest järeldub, et turbas esineb antioksidante rohkem kui mudas või on nende komponentide antioksidantne toime tugevam. Värska järvemuda preparaat jääb antioksidantsuse näitajate poolest Haapsalu meremuda proovile

alla – see on aga tingitud järvemuda oluliselt väiksemast kuivainesisaldusest. Võrdsete kuivmasside korral oleks järvemuda bioaktiivsus suurem.

Israeli surnumere muda toimib väga tugeva hüdroksüülradikaali neutraliseerijana – 20-kordse lahjenduse puhul on radikaali neutraliseerimisvõime 100%. Teiste mõõdetud näitajate poolest jääb see preparaat Haapsalu meremudale alla või on sellele lähedaste omadustega.

Tuginedes varasematele uuringutele ja hinnates saadud väärtuseid, võib väita, et hüdrofiilseid ja lipofiilseid antioksidatiivseid aineid on kõige rohkem muda ja turba segudes. Polüfenoole on kõige vähem Värskas ravimudas. Kui võtta arvesse mudade erinev veesisaldus ning esitada muda kuivaine antioksidantsuse näit, siis on FRAP-meetodi järgi hüdrofiilseid antioksidante kõige rohkem Värskas ravimudas. Samas ABTS-meetodi järgi, mis määrab nii hüdrofiilsete kui ka lipofiilsete ainete antioksidantsuse, on näitaja suurem muda ja turba segus, kus on turvast rohkem. Samas suurendab Haapsalu ravimuda peenestamine seal olevate lipofiilsete antioksidantide sisaldust. Seda võib selgitada sellega, et ravimuda peenestamine vabastab maatriksist täiendavaid komponente (sh humiiniaineid) (Kumm, 2019), mis on antioksidantsete omadustega.

Kokkuvõte

Eesti ravimudasid iseloomustab lai antioksidantsete omaduste spekter. Mudas esinevad aktiivained neutraliseerivad erinevat tüüpi radikaale. Materjali peenestamine suurendab mudapreparaatide üldist antioksidantsust, kuivatamine aga vähendab seda väga olulisel määral.

Viidatud allikad

1. Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412–422. <https://dx.doi.org/10.1007/s13197-011-0251-1>
2. Klavina, A., Auce, A., Vanadzins, I., Silova, A., Dobkevica, L. (2019). Extraction of biologically active components from freshwater sapropel. In *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference, June 20–22, 2019, Rezekne, Latvia, vol. 3*, (pp. 114–118). <http://dx.doi.org/10.17770/etr2019vol3.4135>
3. Kobernik, A., Kravchenko, I., Sivko, A., & Raleva, A. (2013). Antioxidant properties of natural peloids. *GISAP: Medical Science, Pharmacology*, (1), 79. <http://dx.doi.org/10.18007/gisap:msp.v0i1.314>

4. Kumm, M. (2019). Ravimuda ja balneoloogilise turba segude stabiilsuskontroll.
5. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised*. Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
6. Pisoschi, A. M., & Negulescu, G. P. (2012). Methods for total antioxidant activity determination: a review. *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.4172/2161-1009.1000106>
7. Ratz-Lyko, A., Arct, J., & Pytkowska, K. (2012). Methods for evaluation of cosmetic antioxidant capacity. *Skin Research & Technology*, 18(4), 421–430. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.2011.00588.x>
8. Saxena, P., Arora, A., Dey, S., Malhotra, Y., Nagarajan, K., & Singh, P. K. (2011). Review on different methods to assess the antioxidant activity of some common plants of Indian traditional medicine. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 1(1), 36–39. <https://doi.org/10.22270/jddt.v1i1.27>
9. Shinde, A., Ganu, J., & Naik, P. (2012). Effect of free radicals and antioxidants on oxidative stress: a review. *Journal of Dental & Allied Sciences*, 1(2), 63–66. <https://doi.org/10.4103/2277-4696.159144>

Ravimuda ja balneoloogilise turba segude stabiilsuskontroll

Monika Kumm

Humiinained on bioaktiivsed ühendid, millel on vähi-, viiruste ja põletikuvastane toime, nad mõjutavad vere hüübimist, neil on östrogeenilaadne ja vananemisvastane toime ning antioksidantsed ja immuunsust parandavad omadused. Samuti on nad head ravimikandjad, muutes raskesti lahustuvad ühendid paremini lahustuvateks. (Kala, Prashob, & Chandramohanakumar, 2019)

Ravimuda ja turba segude stabiilsuse hindamiseks määrati proovide kuivainesisaldus ning humiainete kolme fraktsiooni – humiin-, hümatomelaan- ja fulvohapped – sisaldused. Näidud võeti uuringu alguses ja iga kolme kuu tagant ühe aasta jooksul. Kokku saadi ühele proovile viie aja- hetke väärtused. Pelloide hoiti aasta jooksul suletud nõus toatemperatuuril ja pimedas. Enne proovi võtmist segati peloid hoolikalt läbi, et ühtlustada koostist. Rohkem muda sisaldavates proovides tekib seismisel pinnale väike veekiht.

Uuringu metoodika

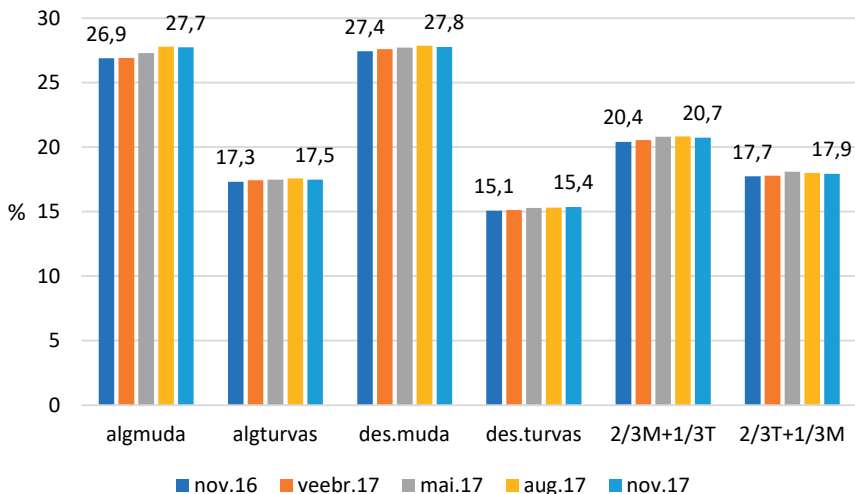
Kuivainesisalduse määramiseks kuivatati proov konstantse kaaluni 105 °C juures.

Humiainete määramisel ekstraheeritakse naturaalne peloid 0,2 M NaOH-ga. Tsentrifuugimisel eraldatakse leeliseline humiainete lahus. Lisades kontsentreeritud HCl pH 2-ni, eraldatakse lahuses olevad fulvohapped ja sademena humiin- ning hümatomelaanhapped. Töödeldes saadud sadet korduvalt etanooliga, saame alkoholis lahustuva hümatomelaanhappelise fraktsiooni ja alkoholis lahustumatu humiinhappelise fraktsiooni. Mõlemad fraktsioonid kuivatatakse 105 °C juures. Fulvohapete lahus puhastatakse läbi XAD-7 vaigu, et eemaldada lahustunud sooli. Vaigu töötlemisel 0,1 M NaOH eraldatakse puhas fulvohappeline fraktsioon, mis viiakse happe vormi ioonvahetajaga IR-120. Saadud fraktsioon kuivatatakse. (Übner, Treuman, Viitak, & Lopp, 2004)

Uuringus on neli erineva koostisega peloidi, mis on eelnevalt peenestatud desintegraatoris: Haapsalu muda, balneoloogiline turvas (Eesti), muda/turvas vahekorras 2/3M + 1/3T, turvas/muda vahekorras 2/3T + 1/3M. Desintegreeritud proove võrreldakse peenestamata Haapsalu muda ja balneoloogilise turbaga. Andmete töötlemisel kasutati Studenti *t*-testi ja Pearsoni korrelatsioonikordajat.

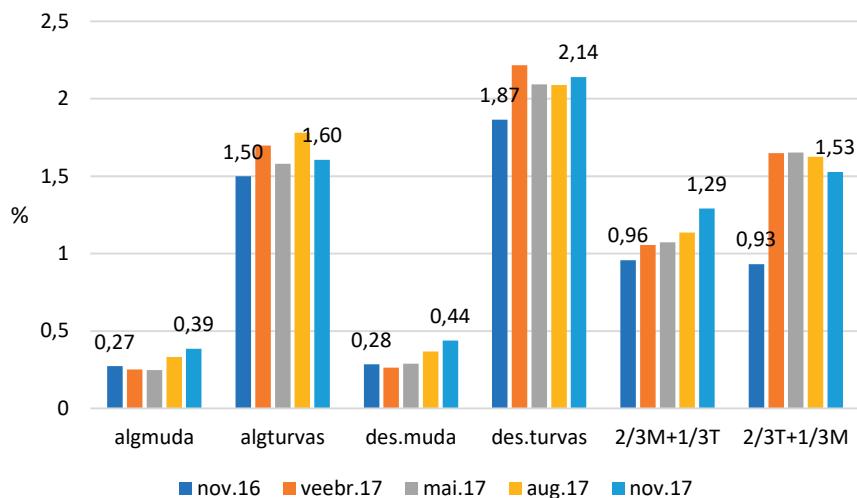
Tulemused

Kuivainesisaldus suureneb aasta jooksul veidi vee mõningase aurustumise tõttu seismisel ning vahepealsel proovide segamisel: peenestamata Haapsalu mudal 3,2%, peenestamata balneoloogilisel turbal 1,0%, desintegreeritud Haapsalu mudal 1,2%, desintegreeritud balneoloogilisel turbal 1,9%, muda ja turba segul (2/3M + 1/3T) 1,6% ning turba ja muda segul (2/3T + 1/3M) 1,2% (joonis 1). Muda peenestamisel suurenes proovi kuivainesisaldus 2,0%. Turba peenestamisel proovi kuivainesisaldus vähenes 13%.



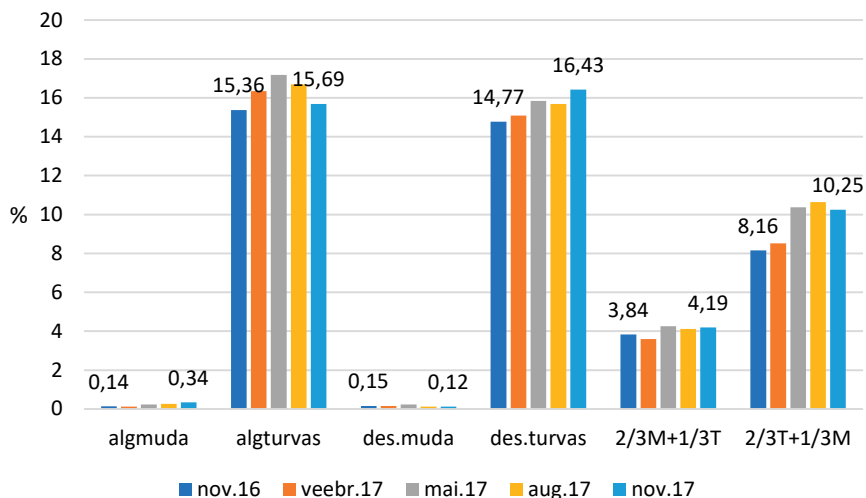
Joonis 1. Peloidide kuivainesisaldused ajaskaalas.

Fulvohapete sisaldus. Fulvohapped on humiainetest väikseima molekulmassiga (Perminova *et al.*, 2003). Neil on põletikuvastane ja antioksidantne toime, nad suurendavad erinevate ensüümide aktiivsust (Winkler & Ghosh, 2018). Seismisel fulvohapete hulk suureneb (joonis 2). Samuti suurendab desintegreerimine fulvohapete sisaldust ($p < 0,05$ Haapsalu muda korral ning $p < 0,001$ balneoloogilise turba korral). Pärast desintegreerimist on Haapsalu mudas 4,5% rohkem fulvohappeid ning balneoloogilises turbas 24,4% rohkem.



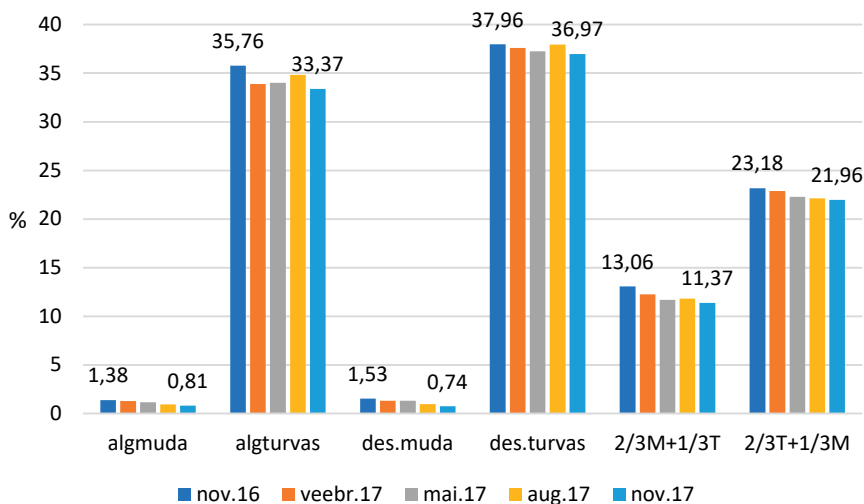
Joonis 2. Fulvohapete sisaldused peloidide kuivaines.

Hümatomelaanhapete sisaldus. Hümatomelaanhapped on etanoolis lahustunud humiinhapped ning sisaldavad peamiselt lipiidilaadseid ühendeid (Grimalt & Saiz-Jimenez, 1989). Neil on antioksidantsed omadused (Efimova, Khil'ko, Smirnova, Berezhnoi, & Rybachenko, 2013). Ei Haapsalu muda ega ka balneoloogilise turba desintegreerimine ei anna statistiliselt oluliselt erinevaid muutuseid. Seismisel suureneb hümatomelaanhapete sisaldus kuivaines kõikide peloidide korral (joonis 3). Kõige suurem tõus on turba ja muda segus ($2/3T + 1/3M$), 25,6%. Desintegreeritud balneoloogilises turbas suureneb hümatomelaanhapete sisaldus 11,2%.



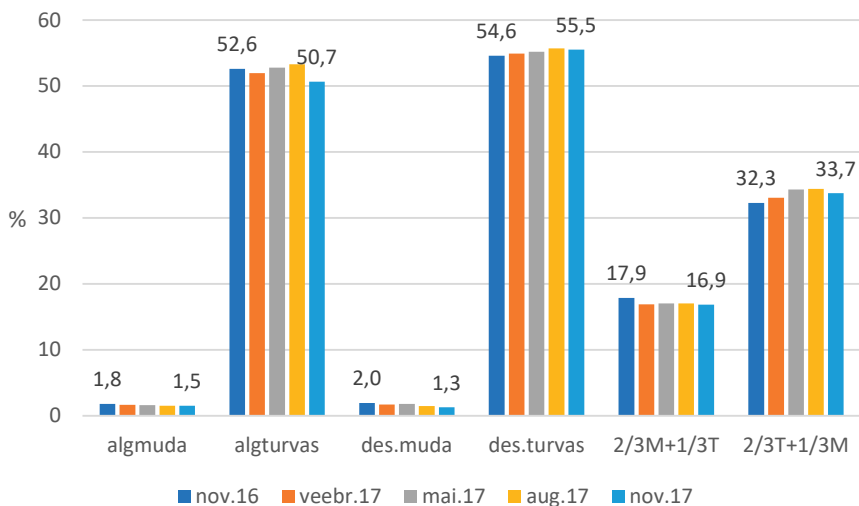
Joonis 3. Hümatomelaanhapete sisaldus peloidide kuivaines.

Humiinhapped ilma hümatomelaanhappelise fraktsioonita. Humiinhapped on humiainetest kõige suurema molekulmassiga (Perminova *et al.*, 2003). Humiinhapete sisaldus väheneb seismisel kõigis peloidides (joonis 4). Kõige rohkem väheneb see nii peenestamata Haapsalu mudas (41,4%) kui ka desintegreeritud Haapsalu mudas (51,3%), kuid see muutus ei ole statistiliselt oluline. Seevastu balneoloogilise turba desintegreerimine annab statistiliselt olulise erinevuse ($p < 0,001$).



Joonis 4. Humiinhapete (ilma hümatomelaanhappeta) sisaldus peloidide kuivaines.

Summaarne humiainete sisaldus kuivaines. Haapsalu muda desintegreerimine suurendab algul summaarset humiainete kogust 9,1%, kuid aastase seismise jooksul väheneb humiainete sisaldus 33,7% ning peenestamata Haapsalu mudal 14,3% (joonis 5). Seega on looduslik muda stabiilsem. Samas ei ole need muutused statistiliselt olulised. Balneoloogilise turba desintegreerimine suurendab algul humiainete sisaldust 3,7% ning aasta pärast on neid juba 9,6% ($p < 0,01$). Muda ja turba segus (2/3M + 1/3T) väheneb seismisel humiainete sisaldus 5,6%. Samas suureneb turba ja muda segus (2/3T + 1/3M) humiainete sisaldus 4,6%.



Joonis 5. Humiainete sisaldus peloidide kuivaines.

Kuna seismisel humiainete koostis muutub, siis arvutati nende kolme fraktsiooni omavahelised korrelatsioonid kõikides segudes (tabel 1).

Tabel 1. Humiainete fraktsioonide omavahelised korrelatsioonid erinevates peloidides.

seosed	HA/FA	HMA/FA	HA/HMA
Algmuda	-0,8776	0,8491	-0,9489
Algturvas	-0,2528	0,4848	-0,3160
Des. muda	-0,9338	-0,5950	0,5087
Des. turvas	-0,5064	0,4741	-0,7911
2/3M + 1/3T	-0,2402	-0,7171	0,5523
2/3T + 1/3M	-0,6605	0,6438	-0,9547

Korrelatsioonide alusel on näha, et seismisel väheneb peloidide kuivaines humiinhappelise fraktsiooni sisaldus ning suureneb hümatomelaanhapete ja fulvohapete sisaldus. See tagab nende parema liikumise läbi naha.

Kokkuvõte

Aastasel seismisel peloidide niiskussisaldus oluliselt ei muutu. Haapsalu mudas olevate humiainete hulk seismisel väheneb, samas balneoloogilises turbas kasvab. Turba lisamine mudale aitab stabiliseerida humiainete sisaldust. Humiainete fraktsioonidest on kõige ebastabiilsemad suure molekulmassiga humiinhapped, mille sisalduse vähenemise arvelt suureneb hümatomelaanhapete ja fulvohapete sisaldus, mis tagab humiainete parema liikuvuse.

Viidatud allikad

1. Efimova, I. V., Khil'ko, S. L., Smirnova, O. V., Berezhnoi, V. S., & Rybachenko, V. I. (2013). Antioxidant properties of hymatomelanic acids from brown coal. *Solid Fuel Chemistry*, 47(4), 193–196. <https://doi.org/10.3103/S0361521913040058>
2. Grimalt, J. O., & Saiz-Jimenez, C. (1989). Lipids of soil humic acids. I. The hymatomelanic acid fraction. *The Science of the Total Environment*, 81/82, 409–420. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(89\)90149-6](https://doi.org/10.1016/0048-9697(89)90149-6)
3. Kala, K. J., Prashob, P. K. J., & Chandramohanakumar, K. (2019). Humic substances as a potent biomaterials for therapeutic and drug delivery system – a review. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 11(3), 1–4. <https://doi.org/10.22159/ijap.2019v11i3.31421>
4. Perminova, I. V., Frimmel, F. H., Kudryavtsev, A. V., Kulikova, N. A., Abbt-Braun, G., Hesse, S., & Petrosyan, V. S. (2003). Molecular weight characteristics of humic substances from different environments as determined by size exclusion chromatography and their statistical evaluation. *Environmental Science & Technology*, 37(11), 2477–2485. <https://doi.org/10.1021/es0258069>
5. Übner, M., Treuman, M., Viitak, A., & Lopp, M. (2004). Properties of humic substances from the Baltic Sea and Lake Ermistu mud. *Journal of Soils and Sediments*, 4(1), 24–29. <https://doi.org/10.1007/BF02990825>
6. Winkler, J., & Ghosh, S. (2018). Therapeutical potential of fulvic acid in chronic inflammatory diseases and diabetes. *Journal of Diabetes Research*, 2018, 5391014. <https://dx.doi.org/10.1155/2018/5391014>

Termoneutraalsete muda ja turba segude mõju naha funktsionaalsele seisundile tervetel täiskasvanutel

Monika Kumm

Balneoteraapia on looduslike ainete (sh turba-, mere- ja järvemuda) kasutamine, et ennetada või leevendada kehas toimuvaid haigusprotsesse. Balneoteraapia mõjub organismile nii otseselt kui ka kaudselt (Groven, 2013). Looduslikud mudad ehk peloidid on segu peeneteralisest looduslikust materjalist, mis on geoloogilise või bioloogilise päritoluga, ning sisaldavad mineraalainerikast vett või merevett (Gomez *et al.*, 2013).

Eelnevate uuringutega on välja selgitatud mudaravi üldine ehk mittespetsiifiline toime (termiline, mehaaniline, sorptiivne jm) ning spetsiifiline toime, mis tuleneb keemiliste ainete mõjust nahapinnale ja võimaliku resorptsiooni teel organismi sattuvate bioloogiliselt aktiivsete ravimuda koostisainete toimest. Mudaravi spetsiifilise toime aspektid ning võimalik orgaaniliste ühendite (humiinained) ja mineraalainete imendumine läbi naha vajavad aga täiendavat uurimist. (Tuulik, 2015)

Viimasel kümnendil on Eestis kasutusele võetud kohalik balneoloogiline turvas, mida kasutatakse nii liigeshaiguste korral kui ka kosmeetikas. Samas on turbavanne Euroopas laialdaselt kasutatud juba üle saja aasta nii reumaatiliste haiguste kui ka nahahaiguste raviks (Groven, 2013; Klöcking & Helbig, 2005). Turba ja mineraalvee mask vähendas dermatiidi vaevuseid (Pedrinazzi *et al.*, 2009). Vanematel inimestel on sageli kuiv nahk ja mineraalvee protseduuridega vähenes naha niiskussisaldus (Özdoğan, Kaya, Kaya, Kiralp, & Erdal, 2010). Samas suurendas mineraalainerikka muda aplikatsiooni naha niiskussisaldust (Potpara & Duborija-Kovačević, 2012). Naha pindmise kihi niiskussisaldusest sõltuvad nii naha mehaanilised omadused kui ka aktiivainete läbitavus.

Varasemate uuringute alusel on looduslike peloidide toimet seostatud peamiselt kolme komponendiga: väävliühendid, mineraalained ja humiinained. 2012–2014 viidi läbi viie Eesti ravimudamaardla setete koostise uuringud. Uuringu tulemusel selgus, et uuringus kasutatava Haapsalu Tagalahe muda on peamiselt mineraalne, orgaanilist materjali leidub

keskmiselt 11,7% ning raskmetallide sisaldus vastab normidele (Terasmaa, Kapanen, Marzecova, & Rautam, 2015). Eesti balneoloogiline turvas sisaldab palju humiinained, üle 60% kuivainest (Orru, Übner, & Orru, 2011).

TERE kompetentsikeskuses läbiviidud eelneva uuringu tulemusena selgus, et laser-Doppleriga mõõdetuna paranes naha verevarustus spaaravidega (sh mudaravi) statistiliselt oluliselt ja enim paranes see just üldmudaravi rühmas (Tuulik & Pille, 2015). Eestis läbiviidud varasemate uuringutega on teada saadud nii kohaliku ravimuda kui ka balneoloogilise turba toimest erinevate liigeshaiguste põhjustatud vaevuste leevendamisel (Orru, Orru, Tuulik, & Übner, 2007; Vaht, Birkenfeldt, & Übner, 2008; Übner, Õun, & Mägi, 2014; Übner, 2015). Võrreldud on erinevate ravimudade toimet (Vaht, Veinpalu, Trink, Veinpalu, & Sömer, 1996). Samas puudub info, kuidas mõjutab mudaprotseduur naha funktsionaalset seisundit ja kas humiinainete erinev sisaldus mõjutab naha niiskussisaldust. Samuti ei ole kirjanduse põhjal teada, kuidas mõjutavad erinevad peloidid naha niiskussisaldust.

Planeeritava töö eesmärk oli uurida nelja erineva koostisega peloidi toimet tervete täiskasvanute naha funktsionaalsetele omadustele.

Uuringu metoodika

Uuringusse kaasati terved täiskasvanud vanuses 18–50 aastat. Osalemine oli vabatahtlik ning uuritavateks võeti kõik soovijad järjestikuse registreerimise alusel. Uuritavad täitsid enne uuringu algust terviseküsimustiku, mis edastati arstile, kes andis nõusoleku uuritava osalemiseks uuringus. Uuringusse ei kaasata isikuid, kellel on kroonilised veresoonte- ja naha-haigused, sidekoehaigused või mõni äge haigusseisund. Uuringuperioodi jooksul ei tohi selles piirkonnas kasutada teisi kosmeetilisi vahendeid (nt niisutavad kreemid). Lubatud on ainult tavalised hügieenilised protseduurid. Uuritavad jagati juhusliku numbrite generaatori abil nelja uuringurühma: 1) muda, 2) turvas, 3) muda + turvas (muda ja turvas vahetult 2/1), 4) turvas + muda (turvas ja muda vahetult 2/1). Uuringus kasutatavad peloidid olid eelnevalt peenestatud. Naha seisundit hinnati nahaanalüsaatoriga MC-1000 vahetult enne esimest ja pärast kümnendat protseduuri mõlema randme ja küünarvarre keskkohal, küünarvarre sisekülje keskjoonel. Dominantne käsi on võrdlusmõõtmiseks.

Uuritavad kasutasid muda kodus, kus hoidsid seda toatemperatuuril ning kandsid 1 spl segu mittedominantse käsivarre nahale ning katsid piirkonna toidukilega. Kile ei tohtinud olla liiga tihkelt käsivarre ümber. Protseduuri pikkus oli 20 minutit ning pärast seda pesti peloid maha ainult voolava veega ilma hõõrumata. Uuritavad täitsid ka uuringupäeviku, kuhu kandsid iga päev protseduuri tegemise kellaja ning andsid protseduurile tagasiside.

Nahaanalüsaatoriga määrati järgmised näitajad:

- niiskus – naha niiskust määratakse tema elektrilise mahtuvuse kaudu ja selleks kasutatakse korneomeetrilist meetodit; mõõtmisotsik asetatakse vertikaalselt nahapinnale ja kerge vajutusega fikseeritakse näit, mis on süsteemile omase ühikuga ning näitab epidermise veesisaldust;
- pigmentatsioon – pigmentatsiooni (melaniin) mõõdetakse absorptsiooni põhimõttel; mõõtmisseade emiteerib kindla lainepikkusega valgust ning seade fikseerib peegeldunud valguse; melaniin absorbeerib kindla lainepikkusega valgust ning näiduga saame teada, kui palju valgust absorbeerus nahas;
- erüteem (punetus) – erüteemi ehk punetust mõjutavad naha pindmise kihi verevarustuses olevad punalibled; mõõtmine põhineb kindla lainepikkusega valguse absorbeerimisel hemoglobiini abil ning seade fikseerib tagasipeegeldunud valguse tugevuse;
- elastsus – naha elastsust mõõdetakse vaakummeetodiga; nahka mõjutatakse negatiivse rõhuga ning seejärel mõõdetakse, kui kiiresti taastub esialgne olukord;
- ketendus – arvvärtus näitab kettude osakaalu kogu mõõdetud alal;
- pooride arv – arvvärtus näitab leitud pooride osakaalu kogu mõõdetud alal.
- kortsud – arvvärtus näitab leitud kortsude osakaalu kogu mõõdetud alal.

Kõik uuringutulemused fikseeriti andmepanka, mis võimaldas edasist andmetöötlust ja hinnata naha funktsionaalse seisundi dünaamikat. Uuritavatele ei tehtud töö käigus peale ankeetküsitluse ja protseduuride mingeid laboratoorseid, radioloogilisi ega invasiivuuringuid. Uuringu läbiviimiseks oli luba eetikakomiteelt.

Andmete töötlemisel leiti aritmeetilised keskmised ja standardhälbed. Rühmade siseste seoste leidmiseks kasutatakse Studenti *t*-testi ning rühmade vaheliste seoste leidmiseks ühemõõtmelist dispersioonanalüüsi (ANOVA).

Uuritavate andmed

Uuringusse registreerus 113 isikut, kellest üks ei sobinud tervisenäitajate tõttu. Uuringu jooksul loobus veel 26 isikut isiklikel põhjustel. Uuringu läbis 86 isikut – 69 naist ja 17 meest, kelle vanus jäi vahemikku 18–49 aastat, keskmine vanus 35 ± 9 aastat. Keskmine kaal oli 70 ± 13 kg ning pikkus 170 ± 8 cm. Kuna meeste osakaal uuringurühmas on väike, siis uuringutulemustes eraldi mehi välja ei tooda.

Uuritavatest suitsetas 18 isikut (21%), kes tegid keskmiselt neli sigaretti päevas. Kehaliselt mitteaktiivseid oli 20 isikut (23%), samas ainult kolm neist suitsetas. Kehaliselt aktiivsed respondendid osalevad nädalas keskmiselt kolm tundi treeningutel. Eridieedil oli ainult üks respondent, kes ei tarbi nisujahu sisaldavaid tooteid ega kartulit. 15 respondenti tarvitavad toidulisandeid. Põhiliselt tarvitatakse D-vitamiini, aga ka veel magneesiumi, kaltsiumi ning erinevaid kompleksvitamiine.

Vereringehäireid esineb kolmel isikul, allergiaid kaheksal isikul, kahel isikul esineb kätes ebameeldivaid aistinguid, kuuel isikul esineb mõõduka külma ilmaga labakätes külmetamist ning ühel neist lähevad külmas keskkonnas ka sõrmed valgeks. Muudest haigusseisunditest on mainitud kergekujulist liigesepõletikku, spondüliiti, nõgestõve, kõrget ja madalat vererõhku, kroonilist lülisamba põletikku. Seitse isikut tarbisid uuringu hetkel ka ravimeid.

Uuringus sooviti teada, milliseid nahahooldustooteid kasutatakse pidevalt. Kreeme ei kasuta pidevalt 16 isikut (19%), kellest 14 on mehed. Seepi ei kasuta 23 isikut (27%), pigem kasutatakse selle asemel dušigeeli. Šampooni ei kasuta kolm naist. Veel kasutatakse näovett, kehakoorijat, meigieemaldajat, jumestuskreemi ja kookosrasva.

Kuna uuringus kantakse muda küünarvarrele, siis sooviti teada saada käsivarte naha olukorda. Kahel isikul esines punetust, seitsmel olid armid, kodulooma põhjustatud kratsimisjälgi oli ühel isikul, neljal isikul esines ketendust, mis oli põhiliselt tingitud kuivast nahast. Tundlikkushäireid oli ühel isikul, neljal esinesid pigmendilaigud, kolmel olid tätoveeringud.

86 isikut jagunesid rühmadesse järgmiselt: mudarühm – 26 isikut; turbarühm – 24 isikut; muda-turbarühm – 17 isikut; turba-mudarühm – 19 isikut.

Tulemused ja analüüs

Mudarühm

Uuringupäeviku tagastasid kõik uuringus osalejad. 26st respondendist 12 tundsidi protseduuri ajal kerget sügelust. Enamjaolt oli sügelustunne kuuri alguses ning mõnel oli see ainult mõne korra. Kahel isikul tekkis sügelustunne pärast muda mahapesemist, kui käsi hakkas kuivama. Neljal isikul kaasnes koos sügelusega ka kerge punetus, mis taandus pärast pesu mõne aja jooksul. 11 isikut teatasid, et nemad ei tajunud mitte midagi protseduuri ajal ega pärast seda. Muda mõju naha niiskusele hinnati erinevalt – üks uuritav hindas subjektiivselt, et see pigem kuivatas, kaks, et pigem niisutas. Kahele uuritavale ei meeldinud muda lõhn.

Mõõtmisel nahaanalüsaatoriga selgus, et 11 isikul oli pärast muda kasutamist käel naha niiskussisaldus 4,4% suurem kui võrdluskäel ($p < 0,0001$). 15 isikul naha niiskussisaldus seevastu vähenes 8,2% ($p < 0,001$). Samas rühmas tervikuna ei olnud niiskuse muutus statistiliselt oluline. Erinevate naha niiskussisalduse rühmade teke võib olla seotud nahatüüpidega, kuid seda eelnevalt ei määratud. Nahaanalüsaator näitas, et muda kasutamine põhjustas naha punetuse (erüteemi) teket, näit oli 5,9% suurem kui võrdluskäel ($p < 0,0359$). See viitab naha suurenenud verevarustusele selles piirkonnas. Pigmentatsioon, elastsus, ketendus, pooride ja kortsude osakaal uuringu jooksul statistiliselt oluliselt ei muutunud.

Kasutatud muda niiskussisaldus oli 72,6%. Mudas olevaid aktiivaineid (humiinained) oli kokku 2,0% kuivaine kohta, neist fulvohappeid 0,3% ja humiinhappeid 1,7%, millest omakorda hümatomelaanhappeid oli 0,2%.

Turbarühm

24 respondendist tagastasid päeviku 23 isikut. 13 isikut tundsidi protseduuri ajal kerget sügelust. Põhiliselt oli sügelus kuuri alguses ning sügelust tekitas ka see, kui turbakiht jäi liiga kile serva äärde ja hakkas kuivama. Kerget sügelust ja punetust pärast protseduuri märkas kolm isikut. Kaheksa isikut ei tajunud midagi. Üks isik väitis, et nahk on pärast protse-

duuri tumedam. Subjektiivse hinnanguna toodi välja, et toode on lõhnatu, teeb naha pehmeks, tal on meeldiv konsistents ning seda on kerge peale määrida.

Nahaanalüsaatoriga mõõtmisel selgus, et seitsmel isikul oli pärast turba kasutamist naha niiskussisaldus 14,4% suurem kui võrdluskäel ($p < 0,0067$). Samal ajal 17 isikul niiskus vähenes 9,9% ($p < 0,0001$). Rühmas tervikuna statistiliselt olulist naha niiskuse muutust pärast turba kasutamist ei täheldatud. Turba kasutamine põhjustas punetuse teket, näit oli 9,4% suurem kui võrdluskäel ($p < 0,0095$) ning see näitab verevarustuse suurenemist selles piirkonnas. Punetuse teke ei ole seotud ainult turbas olevate humiinainetega, kuna punetus esines nii muda kasutamisel, kus on ainult 2% humiinaid, kui ka turba kasutamisel, kus humiinaid on 54,6%. Samas segude korral punetuse teket nii palju esile ei toodud. Turbahoodusest tingituna vähenes pooride osakaal 29,6% ($p < 0,0011$). Teiste näitajate muutus ei olnud statistiliselt oluline.

Kasutatud turba niiskussisaldus oli 84,9%. Turbas olevaid aktiivaineid (humiinained) oli kokku 54,6% kuivaine kohta, neist fulvohappeid 1,9% ja humiinhappeid 52,7%, millest hümatomelaanhappeid oli 14,8%.

Muda-turbarühm

Uuringupäeviku tagastasid kõik uuringus osalejad. 17 respondentist tundsid viis kerget sügelust kas protseduuri alguses või siis pärast segu mahapesemist. Ühel isikul oli nii kerge sügelus kui ka kerge punetus pärast protseduuri, mis taandus kiiresti. 10 isikut väitsid, et nad ei tajunud midagi. Kaks isikut märkisid, et nahk on pehmem.

Nahaanalüsaatoriga mõõtmisel leiti, ei 10 isikul oli naha niiskussisaldus 13,5% suurem kui võrdluskäel ($p < 0,0036$). Seitsmel isikul muda-turba segu naha niiskussisaldust statistiliselt oluliselt ei mõjutanud. Samuti ei olnud kogu rühma keskmine niiskussisalduse muutus statistiliselt oluline. Teiste näitajate muutus võrdluskäe suhtes ei olnud statistiliselt oluline.

Kasutatud muda-turba segu niiskussisaldus oli 79,6%. Segus olevaid aktiivaineid (humiinained) oli kokku 17,9% kuivaine kohta, neist fulvohappeid 1,0% ja humiinhappeid 16,9%, millest hümatomelaanhappeid oli 3,8%.

Turba-mudarühm

Uuringupäeviku tagastasid kõik uuringus osalejad. 19 respondendist kaheksa tundsid kerget sügelust just peamiselt protseduuri alguses. Kolmel isikul tekkis kerge erüteem pärast protseduuri, neist kahel esines nii kerge sügelus kui ka kerge erüteem. Seitse isikut teatasid, et nad ei tundnud midagi. Neli isikut märkisid, et nahk on pehmem, üks leidis, et nahk on siledam, ning kaks isikut, et on niisutatud. Seevastu üks isik leidis, et mudasegu hoopis kuivatas nahka. Nõrk sügelus protseduuri ajal oli mõnikord tingitud just sellest, et muda jäi kile serva alt välja ja hakkas kuivama. Põhiliselt oli nõrk sügelus just esimestel päevadel.

Nahaanalüsaatoriga mõõtmisel leiti, et 12 isikul oli turba-muda segu kasutamisel naha niiskussisaldus 8,6% suurem kui võrdluskäel ($p < 0,0018$) ning seitsmel isikul oli see näitaja võrdluskäest 8,8% väiksem ($p < 0,0071$). Samas ei olnud terve rühma keskmine niiskussisalduse muutus statistiliselt oluline. Kogu rühma teistes näitajates statistiliselt olulisi muutusi ei olnud.

Kasutatud turba-muda segu niiskussisaldus oli 82,3%. Segus olevaid aktiivaineid (humiinained) oli kokku 32,3% kuivaine kohta, neist fulvohappeid 1,0% ja humiinhappeid 31,3%, millest hümatomelaanhappeid oli 8,2%.

Erinevate rühmade võrdlus

Järgmises tabelis 1 on välja toodud uuringupäevikute põhjal vastajate põhilised aistingud ning nende osakaalud rühmades.

Tabel 1. Respondentide tajud ja nende osakaalud.

	Muda- rühm	Turba- rühm	Muda- turbarühm	Turba- mudarühm
Nõrk sügelus	54%	57%	29%	42%
Nõrk erüteem	15%	13%	6%	16%
Ei tajunud midagi	42%	35%	59%	37%
Pehme nahk	8%	9%	12%	21%

Arvestades respondentide hinnanguid oli kõige rohkem sügelemisega seotud ebameeldivusi turba- ja mudarühmas ning kõige vähem muda-

turbarühmas. Seega on muda-turba segu kõige paremini talutav. Turba-mudarühmas aga tajuti rohkem, et nahk on pehmem. Kuigi ka siin tajuti sügelemist, oli seda siiski pigem ainult kas esimestel päevadel või oli peloidisegu piir nihkunud kile alt välja. Muda- ja turbarühmas oli kõige vähem neid, kes tajusid, et kasutatud toode tegi naha pehmeks. Seega tekitasid osalejate hinnangul kõige rohkem tundmusi turba-muda segu ja puhas turvas.

Kuna kõikides rühmades osal uuritavatel kasutatud peloid pigem kuivatas kui niisutas nahka, otsustati teha lisauuring, kus jälgiti kindla nahatüübiga isikutel protseduuri piirkonnas naha niiskussisalduse muutumist. Kuna eelnevalt on teada, et naha niiskussisaldus sõltub naha tüübist (Wan, Wong, Longaker, Yang, & Wei, 2014), siis otsustati lisauuringusse kaasata kuiva nahatüübiga isikud.

Naha niiskussisalduse muutus ajas

Lisauuringusse kaasati kaheksa tervet naist vanuses 26–45 aastat ($36,7 \pm 7,8$ aastat), kellel on kuiv nahk. Rasuse nahaga isikuid uuringusse ei valitud. Uuritavad täitsid eelnevalt Baumann'i nahatüübi testi (Baumann, 2010; Baumann, Penfield, Clarke, & Duque, 2014). Uuringusse ei kaasatud isikuid, kellel on kroonilised veresoonte- ja nahahaigused, sidekoehaigused või mõni äge haigusseisund. Kaks päeva enne uuringut ei tohi uuritavas piirkonnas kasutada niisutavaid kreeme. Üks tund enne uuringule tulekut ei tohi teha aktiivseid tegevusi, mis tõstavad keha temperatuuri või ajavad higistama.

Uuring viidi läbi ühe päeva jooksul. Uuritav tuli kohale 20 min enne esimest mõõtmist – s.o aklimatiseerumise aeg. Sel ajal täideti Baumann'i nahatüübi test. Uuringus kasutati turba-muda segu, mis kanti ühe käe küünarvarre sisekülje keskjoonele 5×5 cm suuruse laiguna. Piirkond kaeti toidukilega ja hoiti 30 min, misjärel peloid eemaldati voolava veega. Teine käsi on võrdluseks. Enne peloidi pealepanemist mõõdeti mõlemal käel nahaanalüsaatoriga MC-1000 niiskussisaldus. Pärast peloidi maha pesemist ja käe kuivatamist mõõdeti näidud iga 20 minuti tagant ühe tunni jooksul, kokku viis mõõtmist. Hinnatakse niiskussisalduse muutust mõlemal käel. Niiskust määrati naha elektrilise mahtuvuse kaudu. Katse lõpuks niiskussisaldus veidi vähenes ning muutus mudakäel oli statistiliselt oluline (tabel 2).

Tabel 2. Mõõdetud naha niiskuse keskmiste muut ajas – T0 – 0 min, T1 – 20 min, T2 – 40 min, T3 – 60 min, T4 – 80 min.

Niiskuse muut	Niiskus, mudakäsi	Niiskus, võrdluskäsi
T1–T0	21,6 (62,8%)	–0,7 (–2,1%)
T2–T0	–1,8 (–5,2%)	–0,8 (–2,3%)
T3–T0	–3,0 (–8,8%)	0 (0%)
T4–T0	–2,5 (–7,3%)*	–0,7 (–2,1%)

* $p = 0,0218$

Varasemad uuringud kreemidega (Polášková, Pavlačzková, Vltavská, Janírková, & Janiš, 2012) näitavad, et maksimaalne niisutav toime saabub 1 tund pärast kreemi pealekandmist. Selles uuringus turba-muda segu pigem vähendas veidi naha niiskussisaldust ning see muutus oli suurem kui võrdluspriirkonnas. Seega väheneb naha niiskussisaldus veidi vahetult pärast protseduuri, kuid 10 korra uuring näitas pigem niiskussisalduse tõusu. Seega ei suurenda peloidi kasutamine niiskussisaldust kohe.

Kokkuvõte

Uuritavate subjektiivse hinnangu alusel tekitas protseduuri ajal kõige rohkem kerget sügelust turvas. Turba-muda segu tekitas rohkem lühiaegset erüteemi vahetult pärast protseduuri. Võrreldes teiste rühmadega oli muda-turbarühmas kõige rohkem neid, kes ei tajunud midagi. Turba-mudarühmas aga tajuti rohkem, et nahk on pehmem.

Kõikides rühmades suurenes osal uuritavatel naha niiskussisaldus pärast 10 protseduuri korda ja osal vähenes. Kuna puudus info uuritavate nahatüüpide kohta, siis ei andnud lisakatse, kus hinnati turba-muda segu mõju vahetult peale ühte protseduuri, soovitud infot. Ühe protseduuri järel kuiva nahaga isikutel naha niiskussisaldus pigem vähenes, kuid samas rühmas 10 protseduuri saanutel see pigem suurenes.

Niiskussisalduse muutusi erinevate peloidide korral võib mõjutada ka uuringu läbiviimise aeg. Muda- ja turbarühma uuritavate mõõtmistulemused saadi novembrist märtsini ning segude korral veebruarist maini. Talvekuudel vähenes niiskus ka võrdluskäel. Naha niiskuse vähenemist talvekuudel leidsid oma uuringuga ka Rogers, Harding, Mayo, Banks ja Rawlings (1996). Naha niiskussisalduse ja peloidides olevate humiin-

ainete üldhulga korrelatsioon puudus, seega ei ole naha niiskussisalduse muutus seotud ainult peloidi humiainete sisaldusega.

Naha elastsuse vähenemisel on olulised mitmed välistegurid (toa temperatuur, õhuniiskus, aasta-aeg jne) ning ka naha enda niiskussisaldus (du Pleiss *et al.*, 2013). Kuna muda ja turvast kasutati just talvekuudel, siis neil juhtudel naha elastsus ka vähenes. Siin uuringus elastsuse ja naha niiskussisalduse korrelatsiooni ei leitud. Naha kuivusega on seotud ket-tude osakaal naha pinnal, kuid selles uuringus oli naha niiskussisalduse ja ketenduse näitaja korrelatsioon väike.

Lähtudes nii uuritavate subjektiivsest hinnangust kui naha funktsionaal-suse näitajate tulemustest, võib öelda, et erinevad peloidid mõjuvad naha niiskussisaldusele erinevalt. Erinevate peloidide kosmeetilisel kasutamisel võiks hinnata erinevate peloidide mõju erinevatele nahatüüpidele. Samuti võiks hinnata, milliste peloididega on tõhusam vähendada aasta-aegadest tingitud nahamõjutusi.

Viidatud allikad

1. Baumann, L. (2010). *The skin type solution*. New York: The Random House Publishing Group.
2. Baumann, L. S., Penfield, R. D., Clarke, J. L., & Duque, D. K. (2014). A vali-dated questionnaire for quantifying skin oiliness. *Journal of Cosmetics, Der-matological Sciences and Applications*, 4, 78–84. <http://dx.doi.org/10.4236/jcdsa.2014.42012>
3. du Plessis, J., Stefaniak, A., Eloff, F., John, S., Agner, T., Chou, T. C., ... Hol-ness, L. (2013). International guidelines for the in vivo assessment of skin properties in non-clinical settings: Part 2. transepidermal water loss and skin hydration. *Skin Research and Technology*, 19(3), 265–278. <https://dx.doi.org/10.1111/srt.12037>
4. Gomes, C., Carretero, M. I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., ... Delgado, R. (2013). Peloids and pelotherapy: Historical evolution, clas-sification and glossary. *Applied Clay Science*, 75–76, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.02.008>
5. Groven M. D. (2013). Peat therapeutics and balneotherapy. In J. E. Pizzorno & M. T. Murray (Eds.), *Textbook of natural medicine* (4th ed., pp. 385–394). St Louis: Churchill Livingstone.
6. Klöcking, R., & Helbig, B. (2005). Medical aspects and applications of humic substances. In A. Steibüchel & R. H. Marshessault (Eds.), *Biopolymers for*

medical and pharmaceutical applications (pp. 3–16). Weinheim: Wiley-VCH Verlag.

7. Orru, M., Orru, H., Tuulik, V.-R., & Übner, M. (2007). *Eesti turba balneoloogiliste kasutamise võimaluste uurimine (III etapp)*. Loetud aadressil https://www.envir.ee/sites/default/files/raviturvas_geoloogiakeskus.pdf
8. Orru, M., Übner, M., & Orru, H. (2011). Chemical properties of peat in three peatlands with balneological potential in Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 60(1), 43–49. doi:10.3176/earth.2011.1.04
9. Pedrinazzi, C., Andreoli, S., Battistini, E., D'Errigo, M. L., Gregotti, C., & Richelmi, P. (2009). Efficacy of a peat and salsobromiodic water mask in the treatment of seborrheic dermatitis of the face. *Journal of Plastic Dermatology*, 5(3), 293–298.
10. Polášková, J., Pavlačková, J., Vltavská, P., Janířková, G., & Janiš, R. (2012). Efficacy of cosmetic products used to increase skin hydration feet. *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*, 6(4), 204–212.
11. Potpara, Z., & Duborija-Kovačević, N. (2012). Effects of the peloid cream from the Montenegrin Adriatic coast on skin humidity, transepidermal water loss and erythema index, examined with skin bioengineering in vivo methods. *Farmacia*, 60(4), 524–534.
12. Rogers, J., Harding, C., Mayo, A., Banks, J., & Rawlings, A. (1996). Stratum corneum lipids: the effect of ageing and the seasons. *Archives of Dermatological Research*, 288(12), 765–770.
13. Terasmaa, J., Kapanen, G., Marzecova, A., & Rautam, S. (2015). Eesti ravi-muda seisund ja koostis. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 22–36). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
14. Tuulik, V. (2015). Mudaraviuuringutest eile, täna ja homme. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 17–20). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
15. Tuulik, V.-R., & Pille, V. (2015). Mudaravi luu-lihaskonna ülekoormusva-lude ennetuses ja ravis. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 57–63). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
16. Vaht, M., Birkenfeldt, R., & Übner, M. (2008). An evaluation of the effect of differing lengths of spa therapy upon patients with osteoarthritis (OA). *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 14(1), 60–64. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2007.09.005>
17. Vaht, M., Veinpalu, E., Trink, R., Veinpalu, L., & Sömer, R. (1996). Ermistu sapropeeli ja Haapsalu meremuda raviomaduste võrdlev uurimine reumatoi-dartriidi- ning osteoartroosihaigetel. *Eesti Arst*, 5, 422–425.

18. Özdoğan, S., Kaya, E., Kayar, A. H., Kiralp, M. Z., & Erdal, M. (2010). Dermatologic analysis in elderly patients during balneotherapy. *Journal of Clinical and Analytical Medicine*, 1(3), 18–22. <http://dx.doi.org/10.4328/JCAM.10.3.14>
19. Übner, M. (2015). 6-päevase kuurortravi mõju põlve osteoartroosiga elukvaliteedile. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 44–50). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
20. Übner, M., Öun, K., & Mägi, M. (2014). Effect of different 6-day spa therapy courses on the quality of life in the knee osteoarthritis treatment. *Journal of the Japanese Society of Balneology, Climatology and Physical Medicine*, 77(5), 476–477. <https://doi.org/10.11390/onki.77.476>
21. Wan, D. C., Wong, V. W., Longaker, M. T., Yang, G. P., & Wei, F.-C. (2014). Moisturizing Different Racial Skin Types. *The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 7(6), 25–32.

Luu- ja lihaskonna valude ennetamine ja ravi töövõime säilitamiseks ülaselja ja kaela ülekoormusvaludega töötajatel mudamassaaži mõju tulemusena

Varje-Riin Tuulik, Silver Saarik, Viiu Tuulik, Monika Kumm

Eesti ravimudamassaaži toimeuuringu eesmärgiks oli välja selgitada mudamassaaži kasutamise tõhusus tööga seotud luu-lihaskonna ülekoormusvalude vähendamisel kaela ja selja piirkonnas.

Massaaži nagu ka teiste füüsikaliste ravide toimet mõjutab inimese keha reaktsioon. Terve täiskasvanud inimese keha reaktsioon massaaži toimele on eelnevalt esitatud uuringute põhjal positiivsem võrreldes kroonilise seljavaluga inimese keha reaktsiooniga. 29 tervel täiskasvanul uuritaval 2004. aastal läbiviidud uuring (Mori *et al.*, 2004) tõi välja massaaži positiivse mõju naha ja lihase verevarustusele, nahatemperatuurile ja subjektiivsele lihasväsimusele, kuid 36 kroonilise seljavaluga uuritava patsiendi massaaži toime uuring (Daneau, Cantin, & Descarreaux, 2019) aga näitas, et 30-minutiline massaaž vähendas subjektiivset valutunnet, kuid ei muutnud lihasväsimuse näitajaid.

Samas võib leida ka erinevate massaažiliikide võrdlusuuringu (Cherkin *et al.*, 2011) just kroonilise üldise e mittespetsiifilise seljavaluga inimestel. 401 tööealise inimese (vanuses 20–65 a) rühmas sai 136 inimest 10 lõõgastava massaaži protseduuri, 132 pehme koe manipulatsioone ja 133 tavaravi. 3 rühma tulemust võrreldi küsimustike alusel ja see põhines peamiselt subjektiivse valu hinnangul 0–10 skaalal ja sellega seotud talitlusvõime piirangutel. Kahe massaažirühma tulemus ületas 10 nädalal tavarühma tulemuse: massaažirühmades valu kas vähenes oluliselt või kadus 36–39% osalejatel, tavaravi rühmas vaid 4%-l osalejatest.

Eesti ravimudamassaaži uuringus kasutati ravi tulemuse hindamiseks peale subjektiivsete valuskaalade ka objektiivseid hindamismeetodeid dünamomeetri ja müotonomeetriga ning ravimuda ja -turba toime lisamisel klassikalise massaaži toimele eeldati ka viimase võimendumist mudas ja turbas leiduvate bioloogiliselt aktiivsete ainete koosmõjul. Ravimu-

das sisalduvate mineraalide positiivset mõju seljavalude vähendamiseks on täheldanud Abu-Shakra, Mayer, Friger ja Harari (2014) 46 kroonilise alaseljavaluga patsiendi uuringus Surnumere mudaga. Prantsuse ja Hispaania teadlased (Morer, Roques, Françon, Forestier, & Maraver, 2017) leidsid varasema 27 topeltpime-juhuslikustatud uuringu põhjal, kus uuritavaid oli kokku 1118, et mineraalveed ja ravimuda mõjutavad reumaatilisi haigusi paremini ja pikemaajalisemalt nii valu vähendamiseks kui elukvaliteedi ja kliiniliste näitajate parandamiseks.

Balneoloogiliste ravide positiivset toimet seljavalude vähendamiseks näitavad nii Istanbuli Ülikoolis 2005–2013 tehtud (Karagülle & Karagülle, 2015) ingliskeelses kirjanduses avaldatud juhuslikustatud uuringute analüüs kui ka samalaadne uuringute kokkuvõte (Pittler, Karagülle, Karagülle, & Ernst, 2006), kus viiel uuringul põhinevalt soovitatakse alaseljavalude korral ka balneoloogilisi protseduure. Kuna Eesti meremuda sisaldab väävliühendeid, siis on kohane esile tõsta ka Ungari teadlaste (Balogh, Ordögh, Gász, Német, & Bender, 2005) 60 patsiendi uuringut väävlit sisaldava mineraalveevanni positiivse mõju kohta seljavalude vähenemiseks võrdluses vesivanniga.

Ravimuda ja -turba peenestamine suurendab ravimudas ja -turbas aktiivsete komponentide sisaldust (Ivanov, Yudina, Maltseva, & Lomovsky, 2007; Kumm, 2019). Samuti stabiliseerib raviturba lisamine ravimudale seal sisalduvate humiainainete sisaldust (Kumm, 2019) ning suurendab ravimuda-turba segu antioksidatiivseid omadusi (Tuvikene & Kumm, 2019). Humiainained tekivad taimede ja neist toituvate organismide lagunemisel ning on üheks ravimudas/turbas leiduvaks orgaaniliste ainete rühmaks (Stevenson, 1994), millele omistatakse põletikuvastast toimet (Kala, Prashob, & Chandramohanakumar, 2019). Itaalia Siena Ülikooli uuringurühm (Fioravanti, Cantarini, Guidelli, & Galeazzi, 2011) toob luu-lihaskonna põletikuliste haiguste korral välja ravimuda protseduuride järel põletiku ja valu mediaatorite taseme vähenemise veres. Ravimudast eraldatud humiaineid on eelnevalt kasutatud massaažikreemide koostises (Übner, 2015).

Uuringu metoodika

Uuringus kasutati turba ja meremuda segu, mis oli eelnevalt homogeniseeritud desintegraatorveskis. Kirjanduse alusel on varasemad massaažiuringud olnud seotud peamiselt alaseljavaludega patsientidega. Siia uuringusse suunas töötervishoiuarst mõõduka ülaselja ja kaelaosa vaevustega arvutiga töötajad ja sundasendites tööstustöötajad (puidu- ja õmblustööstus), kellel võis esineda ka teiste paikmete, sh alaselja valu. Valu küsimustikuna kasutati Nordic luu-lihaskonna vaevuste ankeeti.

Uuringu tulemuste põhjal saame võrrelda mudamassaaži tõhusust tavalise massaažiga kaela ja selja piirkonna lihaspingete ja -valude puhul ning ravimõju kestust. Objektiivsetest uuringutest kasutati lihaspinge mõõtmist müotonomeetriga ning lihasjõu uuringut dünamomeetriga.

Juhuvalikuga jagati uuritavad kolme rühma:

- massaažirühm, 30 uuritavat;
- massaaž koos eelneva soojamähisega rühm, 33 uuritavat;
- mudamassaažirühm, 32 uuritavat.

Protseduure tehti üle päeva, kokku viis korda. Protseduure viisid läbi kvalifitseeritud massöörid. Mudamassaaži protseduuriks soojendati 350–400 g peenestatud turba ja muda segu 42 °C kraadini ja kanti ühtlase kihina uuritava seljale ning kaeti soojendusmähistega, mis olid soojendatud samuti 42 °C, et tagada mudasegu ühtlane temperatuur 25–30 minutit. Massaaži alustati peast, kätest, jalgadest. Seejärel vabastati selg. Selja massaaž algab vaakummassaažiga, millele järgneb klassikaline käsimassaaž lülisamba ja õlaliigeste venitustega. Selja massaaži kestus oli 20–25 minutit. Uuringu võrdlusrühmad said klassikalist massaaži ja eelnevate soojamähistega klassikalist massaaži.

Esimese visiidi ajal mõõdeti uuritava *m. trapezius*'e ja *m. erector spinae* lihaspinget müotonomeetriga ja lihasjõudu dünamomeetriga. Seejärel jagati uuritavad juhuvaliku teel uuringurühmadesse. Viimase, s.o viienda protseduuri järel mõõdeti müotonomeetriga uuesti lihastoonust ja lihasjõudu dünamomeetriga. 3–4 nädalat peale protseduure käis uuritav uuesti arsti juures visiidil ravitulemuste hindamiseks ning taas uuriti lihaspinget müotonomeetriga ja lihasjõudu dünamomeetriga.

Uuringus osales 95 tervet täiskasvanut vanuses 18–50 aastat (tabel 1).

Tabel 1. Uuritavate andmed.

	Massaaž	Soojaraviga massaaž	Sooja mudaga massaaž	<i>p</i>
<i>n</i>	30	33	32	
sugu, mehed (%)	5 (16,7)	4 (12,1)	6 (18,8)	0,778
vanus, keskmine (SD)	44,47 (9,61)	46,39 (8,41)	43,88 (8,18)	0,480
tööaastad, keskmine (SD)	11,37 (9,16)	15,42 (11,17)	12,41 (9,57)	0,250
KMI*, keskmine (SD)	24,78 (3,24)	25,15 (4,72)	25,28 (3,80)	0,881

* KMI – keha massi indeks.

Osalemine oli vabatahtlik. Uuringusse ei kaasatud isikuid, kellel olid kroonilised veresoonte- ja nahahaigused või mõni äge haigusseisund. Enne ravi alustamist täitis uuritav ankeedi ja käis arsti juures visiidil. Ankeedis küsiti ka traumade esinemist, kuid vastuste usaldusväärsus ei olnud piisav ja traumad maininud uuritavate andmeid statistilisest analüüsist ei eemaldatud. Mudamassaaži uuringu on heaks kiitnud Tallinna Meditsiiniuuringute Eetikakomitee.

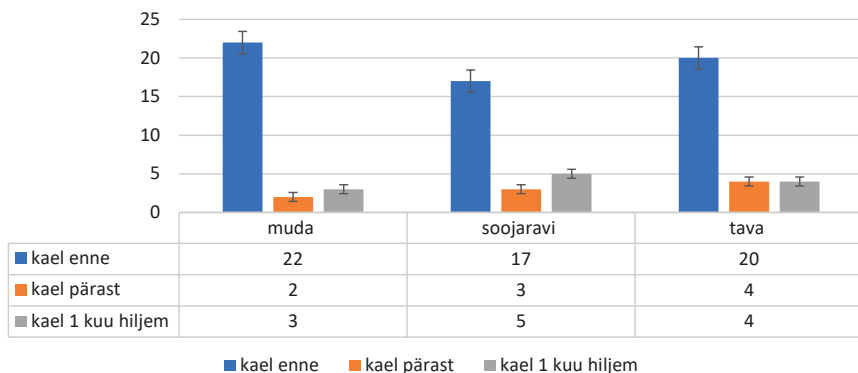
Tulemused ja analüüs

Enne protseduure tundsid uuritavad valu peamiselt alaseljas, kaelas ja õlgades (tabel 2).

Tabel 2. Uuritavate arv, kes mainisid valu (VAS > 0) enne protseduure visuaal-analoogskaalal.

	massaaž	soojaraviga massaaž	mudamassaaž	<i>p</i>
alaselg	21 (70,0 %)	20 (61,0 %)	21 (66,0 %)	0,74
kael	20 (67,0 %)	17 (52,0 %)	22 (69,0 %)	0,30

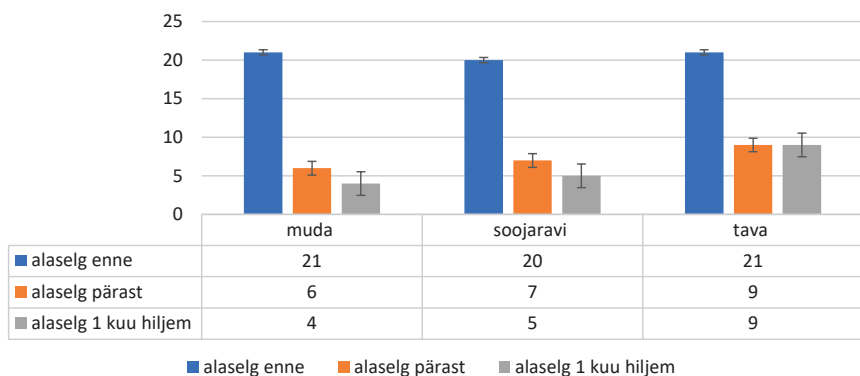
Valutunnet hinnati 10 palli skaalal, kus „0“ ei ole valu ning „10“ on maksimaalne valu. Kaelavaluga uuritavaid (joonis 1) oli enne protseduure mudamassaažirühmas 22, soojaraviga massaažirühmas 17 ning massaažirühmas 20. Maksimaalne ravimõju, kus valu ei esine, saavutati vastavalt 20, 14 ja 16 uuritaval. Maksimaalne ravimõju jäi püsima üks kuu hiljem aga vastavalt 19, 12 ja 16 uuritaval.



Joonis 1. Kaelavaluga uuritavate arv enne mudamassaaži, soojaraviga massaaži ja tavamassaaži, viienda raviprotseduuri järel ning üks kuu ravikuuri järel.

Statistiline analüüs näitas, et mudamassaaži saanud patsientidel saavutatakse maksimaalne ravimõju (valu enam ei esine) keskmiselt 87,6% (95% CI 72,4% kuni 97,3%), soojaraviga massaaži puhul 79,0% (95% CI 58,6% kuni 93,5%) ja tavamassaaži puhul 77,2% juhtudest (95% CI 58,1% kuni 91,7%). Kuu aega hiljem ei ole mudamassaaži patsientidel valu (s.o ravimõju püsib) keskmiselt 83,4% juhtudest (95% CI 66,8% kuni 95,0%), soojaraviga massaaži puhul 68,3% (95% CI 46,7% kuni 86,5%) ja tavamassaaži puhul 77,2% juhtudest (95% CI 57,8% kuni 91,7%). Kaelavalu puhul on mudamassaaži mõju parem kui soojaravi- ja tavamassaažil. Mudamassaaži ja tavamassaaži mõju püsib paremini kui soojaravi massaažil.

Alaseljavaluga uuritavaid (joonis 2) oli enne protseduure mudamassaažirühmas 21, soojaraviga massaažirühmas 20 ning massaažirühmas 21. Maksimaalne ravimõju, kus valu ei esine, saavutati vastavalt 15, 13 ja 12 uuritaval ja see jäi püsima üks kuu hiljem vastavalt 17, 15 ja 12 uuritaval.



Joonis 2. Alaseljavaluga uuritavate arv enne mudamassaaži, soojaraviga massaaži ja tavamassaaži, viienda raviprotseduuri järel ning üks kuu ravikuuri järel.

Statistilise analüüsi alusel võib väita, et mudamassaaži patsientidel ei ole valu kohe peale ravi lõppu keskmiselt 69,6% (95% CI 50,0% kuni 86,3%), soojaraviga massaaži puhul 63,8% (95% CI 43,0% kuni 82,0%) ja tavamassaaži puhul 56,5% juhtudest (95% CI 36,5% kuni 75,5%). Mudamassaaži patsientidel ei ole valu kuu aega hiljem keskmiselt 78,2% (95% CI 59,8% kuni 92,2%), soojaraviga massaaži puhul 72,6% (95% CI 52,5% kuni 88,8%) ja tavamassaaži puhul 56,5% juhtudest (95% CI 36,2% kuni 75,5%). Kohe peale ravi on alaseljavalu puhul mudamassaaži edukus parem võrreldes tavamassaažiga, samas on mudamassaaži mõjuga võrreldav ka soojaravi massaaž. Mõju püsivuselt on mudamassaaž selgelt parem kui tavamassaaž.

Mudamassaažirühma kõige halvema tulemusega uuritav oli üsna värske seljapiirkonna trauma anamneesiga ja oleks kindlasti vajanud kompleksset taastusravi. Kaks uuritavat ise ei maininud alguses valu, kuid massöör märkas ja dokumenteeris probleemi juba alguses. Kuue uuritava puhul, kes ei saanud viiest mudamassaažist abi, mainis massöör protokollis, et tulemus ei ole veel piisav või vajaks massaaži jätkamist. Nende hulgas oli üks äärmiselt pinges lihastega uuritav, üks, kellel esines neuroloogiline defitsiit ja üks skolioosiga uuritav.

Uuringus kasutatud ravimeetodi (massaaž, soojaraviga massaaž ja mudamassaaž) juhuvalikupõhimõtte ja kindlaksmääratud viis massaažikorda üle päeva tõenäoliselt ei arvestanud lõpuni uuritavate individuaalseid vajadusi ja langetas ravide keskmist lõpptulemust. Massööride protokollides on mitmel juhul kirjas, et sai abi juba 3–4 teraapia korraga, kuid oli

ka, et vajaks lisaks viiele korrale veel mõned korrad või et vajaks massaaži asemel mudamassaaži. Intensiivsema toimega mudamassaaži puhul kasutatakse tavaliselt individuaalseid ravigraafikuid, muutes protseduuride intervalle selle kohaselt, kuidas ravialune end pärast esimest protseduuri tunneb (kahe massaaži vaheline aeg võib olla pikem kui tavamassaažidel). Peale valuskaalade mõõdeti uuritavate lihaspingeid müotonomeetri abil. Müotonomeetri töö põhimõtteks on, et uuritava lihase nahapinnale asetatakse müotonomeetri löökotsik ja lihase peal olevale pehmele koele tekitatakse selle abil löök. Selle tulemusel koed deformeeruvad. Kui see on kindlates piirides, suudab keha taastada oma esialgse kuju. Sel juhul eemaldub jõ mõju aeglaselt. Jõu mõju kiirel eemaldumisel sooritab keha vaba omavõnkumise. Keha esialgne kuju taastub mõne aja möödudes seal esineva sisehõõrdumise tõttu. Tegemist on kustuva võnkumisega. Müotonomeeter fikseerib koe omavõnkumise graafikuna ja kuvab selle seadme ekraanil. (Vain, Toomla, & Kahn, 2006)

Uuritavate lihaspinge mõõtmisel müotonomeetriga mõõdeti-hinnati kahe lihase, *m. trapeziuse* ja *m. erector spinae* kolm näitajat (sagedus, jäikus ja dekrement) lamades ja istudes, paremal ja vasakul pool:

- sagedus (Hz) – kirjeldab puhkeolekus lihase toonust, pingestatud olekus lihase jõudu;
- jäikus (N/m) – iseloomustab lihase omadust osutada vastupanu tema kuju muutvale jõule;
- dekrement – logaritmiline dekrement iseloomustab lihase elastsust ehk võimet taastada oma esialgne kuju.

Analüüsi ka lihasfunktsiooni mõõtmistulemusi vanuserühmiti ja tööstaaži alusel ning selgus, et üle 40-aastaste ja üle 10 aasta töötanud inimeste alarühmas esines vähenenud ravimõju müotonomeetri sageduse ja jäikuse tulemustes ning üle 10 aasta töötanud inimeste alarühmas olid müotonomeetri dekrementi väärtused suurenenud. Suurenenud keha-kaaluga (KMI > 25) uuritavate rühmas esines müotonomeetri sageduse ja jäikuse näitude langus, samas kui ravimõju oli suhteliselt väiksem just üks kuu hiljem mõõdetuna.

Samuti näitasid uuringu tulemused, et mõõtmistulemused sõltuvad tugevalt kehaasendist mõõtmise ajal – sagedus (lihase rahuolekutoonus) on suurem istudes, kui lamades. Kõige väiksem patsientide mõõtmistulemuste erinevus oli *m. trapeziusel* lamavas asendis mõõdetuna ja suurim

m. erector spinae’l istuvas asendis. Müotonomeetri mõõtmistulemused näitasid lihasjäikuse ja puhkeoleku toonuse langussuundumust, kuid müotonomeetriga mõõdetud sagedus, jäikus ja dekremendi näitajate muutused massaažirühmades ei erinenud.

Kõige positiivsemalt üllatasid käe pigistusjõu mõõtmine ja dünamomeetria mõõtmistulemused. Naistel oli käe pigistusjõud enne uuringut vahemikus 28–32 kg, meestel 45–50 kg. Meestel oli käe pigistusjõud suurem keskmiselt 17,4 kg. Parema käe mõõtmistulemused olid veidi suuremad (keskmiselt 50 g) kui vasaku käe omad. Teraapia järel esines haardejõu mõõtmisel selge positiivne dünaamika (99% tõenäosusega) soojaraviga massaaži rühmas – pigistusjõud suurenes keskmiselt 1,45 kg võrra kohe ravi järel mõõdetuna ning see mõju püsis ka üks kuu hiljem. Mudamassaažirühmas oli üks kuu hiljem käe pigistusjõud suurenenud 91% tõenäosusega, keskmine mõju suurus 0,82 kg, kohe peale ravi mõju ei olnud. Massaažirühmas oli üks kuu hiljem käe pigistusjõud suurenenud 81% tõenäosusega, keskmine mõju suurus 0,57 kg, kohe peale ravi mõju ei olnud.

Kokkuvõte

Kõige sagedamini esines tööealistel uuritavatel valu alaseljas ja kaelas. Kaelavalu puhul on mudamassaaži mõju parem soojaraviga massaaži ja tavamassaaži omast, mudamassaaži ja tavamassaaži mõju püsib paremini kui soojaraviga massaažil. Alaseljavalu korral kohe peale ravi on mudamassaaži edukus parem võrreldes tavamassaažiga, kuid samas võrreldav ka soojaraviga massaažiga. Mõju püsivuselt on mudamassaaž selgelt parem kui tavamassaaž. Seega ilmnes mudamassaaži paremus kaelavalude korral ning mudamassaaž näitas head püsivat ravitoimet.

Käte haardejõu mõõtmisel dünamomeetriga esines teraapia järel selge positiivne dünaamika: soojaraviga massaaži rühmas suurenes haardejõud kohe, mudamassaaži ja tavamassaaži rühmas ilmnes statistiline erinevus üks kuu hiljem.

Üle 10 aasta töötanud inimeste alarühmas olid müotonomeetri dekremendi väärtused suurenenud, mis viitab lihaselastsuse langusele ja taastusravi vajadusele, samas üle 40-aastaste ja üle 10 aasta töötanud inimeste alarühmas esines vähenenud ravimõju müotonomeetri sageduse ja jäikuse tulemustes – seega oleksid selles vanuserühmas vajalikud tõhusamad

ja pikemad ravikuurid võrreldes alla 40-aastaste ja alla 10 aastat töötanute alarühmaga, kus ravimõju oli viie teraapiakorra uuringus tugevam.

Eesti ravimudaga massaaži protseduuri eeliseks võrreldes mudamähistega on kasutatava ravimuda väike hulk (350–400 grammi), mis teeb võimalikuks meetodi kasutamise kõigis massaažiga tegelevates asutustes.

Viidatud allikad

1. Abu-Shakra, M., Mayer, A., Friger, M., & Harari, M. (2014). Dead Sea mud packs for chronic low back pain. *Israel Medical Association Journal*, 16(9), 574–577.
2. Balogh, Z., Ordögh, J., Gász, A., Németh, L., & Bender, T. (2005). Effectiveness of balneotherapy in chronic low back pain – a randomized single-blind controlled follow-up study. *Forschende Komplementärmedizin und Klassische Naturheilkunde*, 12(4), 196–201. <https://doi.org/10.1159/000086305>
3. Cherkin, D. C., Sherman, K. J., Kahn, J., Wellman, R., Cook, A. J., Johnson, E., ... Deyo, R. A. (2011). A comparison of the effects of 2 types of massage and usual care on chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*, 155(1), 1–9. <https://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-155-1-201107050-00002>
4. Daneau, C., Cantin, V., & Descarreaux, M. (2019). Effect of massage on clinical and physiological variables during muscle fatigue task in participants with chronic low back pain: a crossover study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 42(1), 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2018.12.001>
5. Fioravanti, A., Cantarini, L., Guidelli, G. M., & Galeazzi, M. (2011). Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatology International*, 31(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00296-010-1628-6>
6. Françon, A., & Forestier, R. (2009). Spa therapy in rheumatology. Indications based on the clinical guidelines of the French National Authority for health and the European League Against Rheumatism, and the results of 19 randomized clinical trials. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 193(6), 1345–1356.
7. Ivanov, A. A., Yudina, N. V., Maltseva, E. V., & Lomovsky, O. I. (2007). Influence of redox conditions and mechanical action on change in peat humic acid composition. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 310(2), 147–150.
8. Kala, K. J., Prashob, P. K. J., & Chandramohanakumar, K. (2019). Humic substances as a potent biomaterials for therapeutic and drug delivery sys-

- tem – a review. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 11(3), 1–4. <https://doi.org/10.22159/ijap.2019v11i3.31421>
9. Karagülle, M., & Karagülle, M. Z. (2015). Effectiveness of balneotherapy and spa therapy for the treatment of chronic low back pain: a review on latest evidence. *Clinical Rheumatology*, 34(2), 207–214. <https://doi.org/10.1007/s10067-014-2845-2>
 10. Kumm, M. (2019). Ravimuda ja balneoloogilise turba segude stabiilsuskontroll.
 11. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised*. Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
 12. Morer, C., Roques, C.-F., Françon, A., Forestier, R., & Maraver, F. (2017). The role of mineral elements and other chemical compounds used in balneology: data from double-blind randomized clinical trials. *International Journal of Biometeorology*, 61(12), 2159–2173. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1421-2>
 13. Mori, H., Ohsawa, H., Tanaka, T. H., Taniwaki, E., Leisman, G., & Nishijo, K. (2004). Effect of massage on blood flow and muscle fatigue following isometric lumbar exercise. *Medical Science Monitor*, 10(5), CR173–178.
 14. Pittler, M. H., Karagülle, M. Z., Karagülle, M., & Ernst, E. (2006). Spa therapy and balneotherapy for treating low back pain: meta-analysis of randomized trials. *Rheumatology*, 45(7), 880–884. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kel018>
 15. Stevenson, F. J. (1994). *Humus chemistry: genesis, composition, reactions* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
 16. Tuvikene, R., & Kumm, M. (2019). Eesti ravimuda bioloogiline aktiivsus. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised*. Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
 17. Übner, M. (2015). Ravimudast eraldatud humiinainete kasutamise massaažil. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 37–41). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
 18. Vain, A., Toomla, T., & Kahn, H. (2006). Müomeetriameetodil määratud skeletilihaste biomehaaniliste parameetrite seos arteriaalse hüpertooniaga. *Eesti Arst*, 85(1), 14–19.

Ravimuda üldvanni ja ravimuda üldmähise protseduuri mõju kõrgvererõhuhaigete kardiovaskulaarsele regulatsioonile

Annelii Jürgenson

Sissejuhatus

Mudaprotseduuride soodne toime liigeste kulumus- ja põletikuliste haiguste kulule on tõendatult tõhus ning seda rakendatakse edukalt komplekses kuurorttravis. Mudaravi laiemat kasutust on seni piiranud ebapiisav teadmine mudaprotseduuride mõjust kõrgvererõhuhaigusega isikutele, mistõttu kaasuvate haigustega liigeshaigel võidakse selle kasutamisest pigem loobuda.

Uuemad uuringud aga kinnitavad, et mudaravi ei avalda negatiivset vererõhureaktsiooni ja seda võib ohutult kasutada ka kõrgvererõhuhaigetel. Itaalias viidi läbi uuring (Constantino *et al.*, 2015), milles võrreldi väävlimudaravi toimet artropaatiaga haigete vererõhule kolmes alarühmas: normaalse vererõhuga patsiendid ning kõrgvererõhuhaiged, kes kasutavad antihüpertensiivset ravi ja kes ei kasuta antihüpertensiivset ravi. Uuringus osales kokku 169 uuritavat vanuses 42–86 aastat. Tulemusena leiti, et mudaraviprotseduuri järel langeb statistiliselt oluliselt vererõhk nii nendel kõrgvererõhuhaigetel, kes tarvitavad antihüpertensiivset ravi, kui ka mittetarvitajatel, samas kui normaalse vererõhuga uuritavatel langes rõhk protseduurijärgselt vaid vähesel määral. Sarnane tulemus saadi Austria kuurordis Bad Tatzmannsdorf läbiviidud balneoteraapia mõju uuringus arteriaalsele vererõhule (Ekmekcioglu, Strauss-Blasche, Feyertag, Klammer, & Marktl, 2000). Enim paranesid vererõhuväärtused algselt kõrgete vererõhunäitudega uuritavatel, seevastu normaalse vererõhuga isikutel väärtused ei muutunud.

Uuritud on ka erinevate antihüpertensiivsete ravimite mõju kardiovaskulaarsele süsteemile mudaravi ajal. Väikese uuritute arvuga (kokku 36 vanemaealist uuritavat) uuringus võrreldi mudaaplikatsiooni toimet kardiaalsele adaptatsioonile normaalse vererõhuga isikutel ning selektiivse beeta-1 blokaatori ja angiotensiinkonverteeriva ensüümi inhibii-

tori (ACEI) või angiotensiin II retseptori antagonisti (AT II) ravi saavatel kõrgvererõhuhaigetel. Leiti, et mudaaplikatsioon ei muutnud oluliselt süstoolset vererõhku normaalse vererõhuga uuritavatel ega ka ACEI/AT II ravi saavatel vererõhuhaigetel, kuid alandas statistiliselt olulisel määral beeta-1 blokaatori tarvitajatel. Järeldati, et ACEI/AT II rühma vererõhureaktsioon sarnanes normotoonilise vererõhuga isikute omaga, samas kui beeta-1 blokaatori tarvitajatel ilmnes oluline, kuid mitte ohtlik vererõhulangus (Merati *et al.*, 2014).

Uuringute tulemused julgustavad kasutama mudaravi kaasuva kõrgvererõhutõvega liigeshaigetel. Ka OARSI (Osteoarthritis Research Society International) soovitab eriti just kaasuvate haigustega polüartroosiga patsiendile kasutada mittekirurgilise ravi ühe võimalusena balneoteraapiat (McAlindon *et al.*, 2014).

Selle uuringu eesmärk oli välja selgitada, kas ja kuivõrd muutub kõrgvererõhuhaigetel arteriaalne vererõhk ja südame löögisagedus peale mudaravi üldvanni ja üldmähise protseduuri ning kas vererõhureaktsioon sõltub protseduurimeetodist. Töö tulemused on TERE Kompetentsikeskuse mudaravi kasutusjuhendi väljatöötamise sisendiks ning spaa-ettevõtete mudaravi paindlikuks kohandamiseks kõrgvererõhudiagnoosiga haigete ravipakettidesse. Uuringu positiivsed tulemused võimaldavad laiendada mudaravi saavate patsientide sihtrühma.

Uuringu metoodika

Uuring viidi läbi kolmes Eesti spaa-ettevõttes – AS Värskas Sanatoorium, AS Heal ja AS Sanatoorium Tervis 01.10.2018 kuni 31.03.2019. Uuringusse kaasati spaasse puhkama või ravile tulnud tööelised kõrgvererõhutõvega vabatahtlikud. Spaa-arsti konsultatsioonil selgitati välja spaa-kliendi tervislik seisund. Uuritavale tehti südame elektrokardiogramm (EKG), mille alusel arst hindas südame vasaku vatsakese ülekoormuse tunnuseid, müokardi hüpertroofia tunnuseid ja rütmihäirete olemasolu. Kui isik sobis uuringusse, täitis ta elektroonse biomeetriliste näitude, suitsetamise, kaasuvate haiguste ja kardiovaskulaarsete riskitegurite ankeetküsimustiku.

Uuringu läbiviimisel kasutati Eesti ravimuda, mida manustati kahel erineval moel – üldvanni ja üldmähisena. Protседuurimeetodi alusel jagunesid uuritavad kahte uuringurühma, st vannirühm ja mähiserühm. AS

Värska Sanatooriumis said uuritavad ravimuda üldvanni protseduuri ning AS Heal'is ja AS Sanatoorium Tervises ravimuda üldmähise protseduuri. Kontrollrühma ei moodustatud.

Mõlema protseduurimeetodi puhul kasutati 40–42 °C soojendatud ravimuda. Ravimudaprotseduur tehti ennelõunasel ajal (kell 9–12), kuid vähemalt 2 tundi peale hommikusööki. Protseduur kestis 15 minutit.

Uuritavatel mõõdeti vererõhku ja pulssi kolmel ajahetkel: protseduuri eel, vahetult protseduuri järel peale duši all muda mahapesemist ja 60 minutit peale protseduuri lõppu. Vererõhku mõõdeti uuritava paremalt õlavarelt sfügmomanomeetriga ning südame löögisagedust randmepiirkonnast palpatoorselt. Nii vererõhku kui südame löögisagedust mõõdeti igal uuritaval kõigil kolmel mõõtmisperioodil kolm korda järjest ning tulemused kanti tabelisse ja arvutati keskmine. Kui isik tarvitas arsti määratud vererõhuravimeid, siis neid tuli võtta nagu tavaliselt. Ühtegi iga päev võetavat ravimit ära ei jäetud.

Uuringus hinnati vererõhu, südame löögisageduse, elektrokardiogrammis ilmnenu südame vasaku vatsakese ülekoormuse ja/või hüpertroofia tunnuste, kehamassiindeksi (KMI) ja hüpertooniatõve riskitegurite võimalikku seost kõrgvererõhuhaigete mudaravil avalduva kardiovaskulaarse reaktsiooniga. Kogutud andmete analüüsiks kasutati mitmetasandilisi Bayesi lineaarse regressiooni mudeleid, mis on rakendatud *R*-statistika tarkvara pakettis *brms*. Andmete importimiseks, töötlemiseks ja visualiseerimiseks kasutati *R tidyverse* metapaketi funktsioone.

Tulemused

Uuringus osales 133 isikut, neist 72 moodustasid mudaravi vannirühma ja 61 mähiserühma. Uuringurühmade vanus, biomeetrilised näitajad ja hüpertooniatõve riskitegurid olid sarnased. Vannirühmas oli rohkem uuritavaid, suurem meeste osakaal, mõnevõrra kõrgemad vererõhu algväärtused ja vähem vererõhualandajate tarvitajaid (tabel 1).

Tabel 1. Uuringurühmade koosseisu võrdlus.

	Ravimuda üldmähis	Ravimuda üldvann	<i>p</i>
<i>n</i>	61	72	
sugu, mehed (%)	25 (41,0)	37 (52,1)	0,270
vanus, keskmine (SD)	55,49 (6,65)	56,62 (6,69)	0,335
pikkus (m), keskmine (SD)	1,70 (0,09)	1,71 (0,10)	0,742
kehakaal (kg), keskmine (SD)	86,85 (15,20)	89,57 (17,94)	0,353
KMI, keskmine (SD)	29,85 (4,59)	30,53 (5,16)	0,432
sRR*, keskmine (SD)	136,78 (16,89)	144,95 (16,38)	0,005
dRR**, keskmine (SD)	83,62 (9,32)	89,40 (10,30)	0,001
SLS***, keskmine (SD)	75,82 (13,26)	74,30 (12,22)	0,492
EKGs vasaku vatsakese üle- koormustunnused (%)	3 (4,9)	4 (5,8)	1,000
EKGs rütmihäire (%)	1 (1,6)	1 (1,5)	1,000
suitsetamine (%)	11 (18,0)	12 (16,9)	1,000
vererõhualandajate kasutajad (%)	56 (91,8)	56 (78,9)	0,068
emotsionaalne stress (%)	45 (73,8)	53 (74,6)	1,000
subjektiivsed rütmihäired (%)	3 (4,9)	9 (12,7)	0,214
läbipõetud südameinfarkt (%)	0	1 (1,4)	1,000
läbipõetud insult (%)	0	2 (2,8)	0,544
diabeet (%)	7 (11,5)	6 (8,5)	0,773

* sRR – süstoolne vererõhk

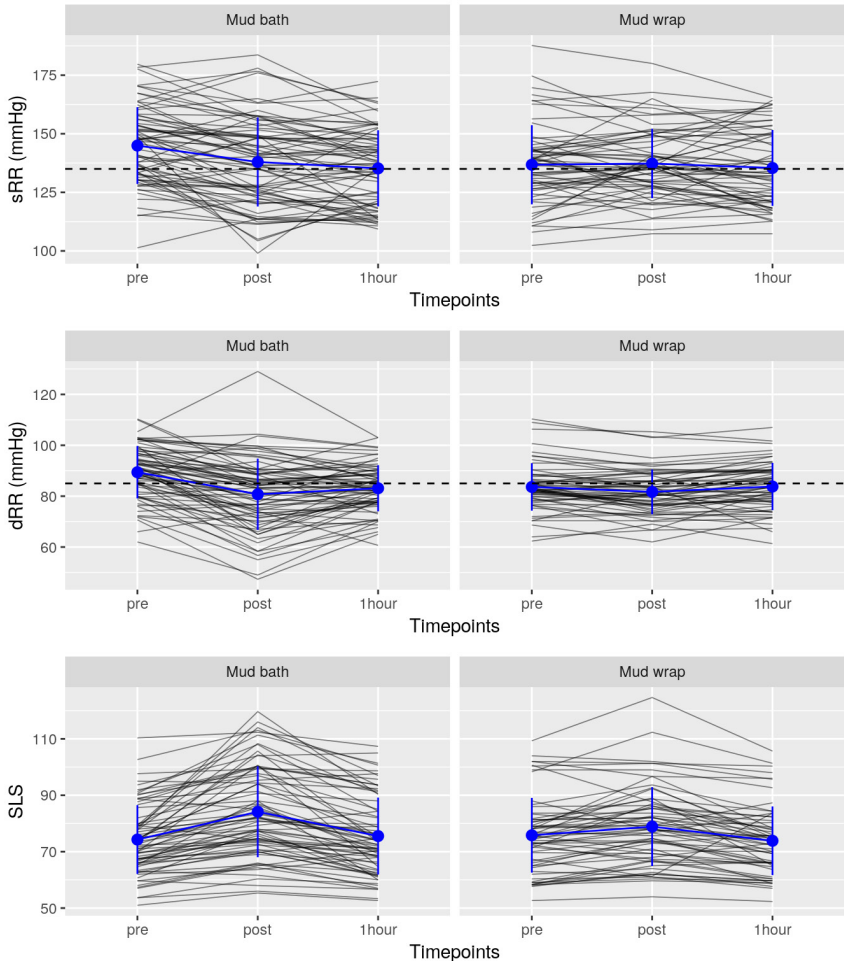
** dRR – diastoolne vererõhk

*** SLS – südame löögisagedus

Mudaravi protseduuri toime arteriaalsele vererõhule

Nii mudaravi kui -mähise uuringurühmas esines vererõhureaktsiooni individuaalset erinevust, kuid keskmine vererõhumuutus väljendas vererõhu normaliseerumist. Mudavanni uuringurühmas vähenes keskmine lähte vererõhk 145/90 mmHg vahetult protseduuri järel 135/85 mmHg-ni ja tunni möödudes jäi keskmiselt samaks. Mudavanniprotseduur lange-

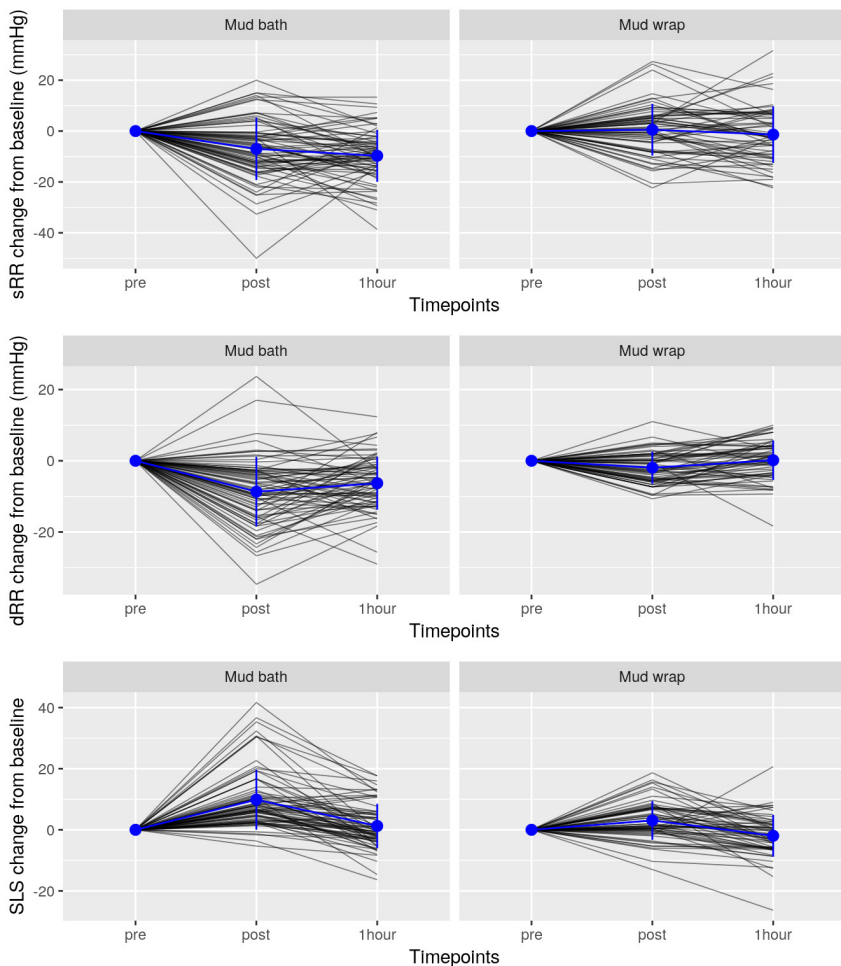
tas protseduurijärgselt keskmiselt süstoolset vererõhku 3–9 mmHg võrra. Mudamähise uuringurühma keskmine süstoolne vererõhk protseduurijärgselt ei muutunud ja jäi 135 mmHg juurde (joonis 1). Diastoolne vererõhk väheneb mudavanni protseduurijärgselt normväärtusteni, mudamähise järel ilmneb samuti languse suundumus, kuid mitte oluliselt.



Joonis 1. Süstoolse (sRR) ja diastoolse (dRR) vererõhu ning südame löögisageduse (SLS) muutused vahetult peale protseduuri (*post*) ja 1 tund peale protseduuri (*1 hour*) võrreldes lähteväärtusega (*pre*) mudavanni (*mud bath*) ja mudamähise (*mud wrap*) rühmas.

Mudaprotseduuri toime südame löögisagedusele

Protseduurijärgne südame löögisageduse (SLS) muutuse individuaalne erinevus oli mudamähise uuringurühmas väiksem võrreldes mudavanni uuringurühmaga. SLS tõusis vahetult peale protseduuri mõnevõrra mõlemas uuringurühmas ja normaliseerus tunni jooksul algväärtusteni (joonis 2). Ühelgi juhul ei registreeritud pulsisagedust üle 125 löögi minutis.



Joonis 2. Süstoolse (sRR) ja diastoolse (dRR) vererõhu ning südame löögisageduse (SLS) muutus mudavannirühmas (*mud bath*) ja mudamähiserühmas (*mud wrap*) vahetult peale protseduuri (*post*) ja 1 tund peale protseduuri (*1 hour*).

Sugu, vanus ja kehamassiindeks mõjutasid vererõhureaktsiooni vähe. EKGs sedastatavad vasaku vatsakese hüpertroofiatunnused seostusid kõrgema lähtevererõhu ja kõrgema vererõhuga protseduuri järel. Vererõhku alandavate ravimite tarvitamine ega ravi kestus ei mõjutanud selles uuringus vererõhureaktsiooni. Andmete vähesuse tõttu ei õnnestunud uuringuga välja selgitada riskitegureid, mis hüpertoonikul võiksid ennustada ebasoodsat vererõhureaktsiooni mudaravi protseduuri järel, kuid ilmnes vererõhu kõrgenemise suundumus suitsetajatel, emotsionaalse stressi all kannatavatel isikutel ja diabeetikutel.

Järeldused

Mudaravi protseduur kõrgvererõhuhaigel keskmiselt vererõhku ei tõsta, see kas alaneb või jääb samaks. Kardiovaskulaarne reaktsioon mudaravi protseduuri meetoditi oluliselt ei erine. Arvestades seda, et mudavannirühmas oli algne keskmine vererõhk kõrgem kui mudamähise rühmas, on mudavannirühmas ilmsiks tulnud vererõhulangus pigem seotud mudaravi omadusega kõrgenenud rõhku langetada. Mudamähiserühmas, kus algne keskmine vererõhk oli normi piires, ei muutunud vererõhk protseduuri käigus lõppkokkuvõttes oluliselt. Keskmine vererõhk mudamähiserühmas jäi protseduuri järel samaks mis enne protseduuri. Südamelöögisagedus tõuseb vähesel määral vahetult peale protseduuri, kuid tunni jooksul normaliseerub.

Eesti ravimudaga läbiviidud uuringu tulemused langevad kokku mujal maailmas tehtud sarnaste uuringute tulemustega: enim paranesid vererõhuväärtused algselt kõrgete vererõhunäitudega uuritavatel, seevastu normaalse vererõhuga isikutel väärtused ei muutunud.

Kokkuvõte

Mudaravi protseduur ei avalda kõrgvererõhutõvega haigel ebasoodsat reaktsiooni, mistõttu seda võib kasutada ravinäidustuse korral ka kaasuva hüpertooniatõvega patsientide spaapakettides, seda nii vanni kui mähise kujul. Kõrgvererõhuhaigetel võiks enne mudaravi protseduuri soovitamist teha EKG, et selgitada välja, kas esineb südame vasaku vatsakese ülekoormuse ja/või hüpertroofiatunnuseid. Nendel isikutel esineb protseduuri järel vererõhu kõrgenemise suundumus. Mudaravi soovitamisel kõrgvererõhutõvega diabeetikutele peab olema ettevaatlik, kuna sel hai-

gerühmal esines protseduuri järel vererõhu kõrgenemise suundumus. Mudaprotseduuri toime hindamiseks mitme kaasuva haigusega patsientidel on vajalikud jätku-uuringud.

Viidatud allikad

1. Costantino, M., Marongiu, M. B., Russomanno, G., Conti, V., Manzo, V., & Filipelli, A. (2015). Sulphureous mud-bath therapy and changes in blood pressure: observational investigation. *La Clinica Terapeutica*, 166(4), 151–157. doi:10.7417/CT.2015.1861
2. Ekmekcioglu, C., Strauss-Blasche, G., Feyertag, J., Klammer, N., & Marktl, W. (2000). The effect of balneotherapy on ambulatory blood pressure. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 6(6), 46–53.
3. McAlindon, T. E., Bannuru, R. R., Sullivan, M. C., Arden, N. K., Berenbaum, F., Bierma-Zeinstra, S. M., ... Underwood, M. (2014). OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 22(3), 363–388. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.003>
4. Merati, G., Agnello, L., Rampichini, S., Maggioni, M. A., Scurati, R., & Veicsteinas, A. (2014). Cardiovascular adaptation to mudpack therapy in hypertensive subjects treated with different antihypertensive drugs. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 18(17), 2544–2550.

Ravimuda ja mineraalvee üldvanni protseduuride mõju tööealiste inimeste lihasingetele

Varje-Riin Tuulik, Viu Tuulik, Annelii Jürgenson, Monika Kumm

Vesiravi üht populaarsemat alaliiki, vannravi koos erinevate lisanditega on kasutatud aastatuhandeid. Sageli kasutatakse vannravis looduslikku mineraalvett ja/või ravimuda. Vannravi tulemus on vannivee kui keskkonna ja inimorganismi vastusreaktsioonide unikaalse koosmõju tulemus. Patsiendi jaoks määrab ravi tulemuslikkuse organismi kohanemisvõime vastuseks veekeskkonna rõhule, vee temperatuurile ja vees sisalduvate ainete toimele. Kuigi selline vastastikune mõju on üsna unikaalne, on siiski teatud tegurid, mida teades ja mõjutades on võimalik kasutada vannravi võimalikult tõhusalt just kindla inimese terviseprobleemi mõjutamisel. Sõltuvalt vannivee temperatuurist võib veekeskkonnas viibimine muuta inimorganismi üldist ainevahetuse taset, südametööd, vererõhku kui hormoonide taset. (Moovenanthan & Nivethitha, 2014; An, Lee, & Yi, 2019)

Vesikeskkonnas viibimine avaldab mõju nii kehatajule kui keha tundlikkusele ja see muudab omakorda ajukoores toimuvat infotöötlust. Sellega seostatakse vesiravi positiivseid toimeid närvisüsteemile (Sato *et al.*, 2012) ja valutundlikkusele (An *et al.*, 2019). Termoneutraalse vesiravi ajal 34,5 °C vannis on leitud uuritavate veresooni ahendavate ehk vasokonstriktivate hormoonide toime vähenemist: reniini, kortisooli ja aldosterooni tase veres langeb (Šrámek, Šimečková, Janský, Šavlíková, & Vybíral, 2000). Üle nn stressihormoonide taseme languse vereseerumis ilmneb ka vesiravi stressivastane toime.

Ravitoime aspektist on üks olulisemaid tegureid vannivee temperatuur. Vee soojusjuhtivus on 23 korda suurem kui õhul, seega organism on vee temperatuuri muutuste vastu palju tundlikum kui sama suurte muutuste puhul õhus. Inimkeha jaoks neutraalne veetemperatuur on 32–34 °C (Bélanger, 2002), mis vastab enam-vähem inimese naha temperatuurile ning inimkehal ei kulu enda temperatuuri hoidmiseks sel juhul lisaenergiat. Nii ongi võimalik teha kõige kestvamaid vesiraviprotseduure just sellise termoneutraalse temperatuuriga vanniveega.

Verevarustuse stimuleerimiseks kasutatakse aga just kehapinna temperatuurist erineva temperatuuriga protseduure. Enamasti kasutatakse ravi eesmärgil just sooje vanniprotseduure, mis kutsuvad inimorganismis esile olulised üldreaktsioonid, sh pulsisageduse tõusu (Miwa *et al.*, 1994) ja hingamissageduse tõusu, vererõhu ja lihastoonuse languse, üldise rahumise ja higistamise (Bélanger, 2002). Vannraviga on leitud ka kehakaalu langetavat toimet (Hashiguchi, Ni, & Tochihara, 2002). Lisaks temperatuuri toimele tuleb vannravi puhul arvestada veekeskonnas keha pinnale mõjuva rõhuga. Näiteks 0,9 m sügavusel on veesamba rõhk kehale võrreldav turse raviks kasutatava spetsiaalse vahelduvrõhu aparaadi rõhuga jäsemele (40–70 mmHg) (Bélanger, 2002). Vannravi mõjutab neerude tööd, mille tulemusel suureneb uriini eritus. Selle toime taga on nii mehaaniline surve kui ka hormonaalsed muutused. (Gabrielsen *et al.*, 2002)

Vanniprotseduuri ajal väheneb koormus liikumisaparaadile. Sellega muudetakse lihaste ja liigeste retseptorite talitlustingimusi. Kesknärvisüsteemi tagasisidemehhanismi kaudu väheneb lihastoonus. Soojad vannid lõõgastavad lihaseid, muudavad ligamentide ja liigeskapsli kollageeni pehmeks, parandades seeläbi liigutusfunktsiooni (Goto, Hayasaka, Kurihara, & Nakamura, 2018). Erinevate autorite arvates on spaaravi võimalik kasutada mitmete haigusseisundite ennetuses ja ravis (Nasermoaddeli & Kagamimori, 2005; Coccheri, Gasbarrini, Valenti, Nappi, & Di Orio, 2007; Becker, 2009).

Vannraviga lisatava Eesti ravimuda toimeid on tõestanud eelnevate aastate TERE KK läbiviidud erinevad balneoloogia uuringud. 2014. aastal läbiviidud uuringus 6-päevase kuurortravi mõju põlve osteoartroosiga haigete elukvaliteedile leiti, et Värska ravimuda kasutamise puhul oli mitme kliinilise näitaja positiivne muut statistiliselt tõepärane. On teada, et mineraalvee puhul saabub ravimõju hiljem kui mudaravil. Värska ravipakettide puhul oli näha nii ravimuda kui mineraalvee mõju, mis tugevnevad just ajaliselt. (Übner, 2015)

Ravimudade toimet on palju uuritud just reumaatiliste haiguste korral. Ravimudas leiduvate ainete resorptsioon organismi on kindlaks tehtud märgistatud aatomite meetodil. Nii satuvad organismi väävelvesinik, hormoonitaolised (östrogeenilaadsed) ained, mitmesugused mikroelemendid ja ioonid ning humiinaained, mis on keemilise toime aluseks. (Schlossmann, 1939) Seetõttu on otsesel mudapaketi rakendamisel suu-

rem kliiniline mõju kui nailoniga kaetud mudapaketi kasutamisel põlve osteoartrroosiga patsientidel (Odabasi, Turan, Erdem, & Tekbas, 2008).

Eesti ravimudade mõju luu-lihaskonna valudele ja ülajäsemete verevarustusele on uuritud TERE KK uuringu „Haapsalu ravimuda ravimõju hindamine tööga seotud luu-lihaskonna ülekoormushaiguste ja/või sündroomide puhul tööelisel elanikkonnal uute ravimudatoodete teenuste väljaarendamiseks“ käigus, kus hinnati nii subjektiivse valu esinemist kui ka mõõdeti laser-Doppleri vereringe näitajaid. Uuritud tööstustöölistel leiti üheksa balneoloogilise ravi, sh mudaravi järel laser-Doppleri abil statistiliselt oluline verevarustuse paranemine keskmise tugevusega ölavöötme ja ülajäseme ülekoormusvalude rühmas, mitte aga tugeva valu rühmas. Sama uuringu raames viidi 2014. a II kvartalis läbi ambulatoorse spaaravi hindamine ka Värskas Sanatooriumi baasil. Uuringus osales 40 inimest. Spaaravi osutus tõhusaks luu-lihaskonna valu vähendajaks nii kombineeritud ravina kui ka lokaalse soojaravina. Alla keskmise intensiivsusega valu rühm ($VAS < 5$, 10 palli skaalal), mis on tüüpiline algavale ülekoormussündroomile, allus hästi ennetavale balneoloogilisele ravile ning sellega saaks ennetada ülekoormushaiguse väljakujunemist. (Tuulik *et al.*, 2013)

Selle uuringu eesmärgiks oli hinnata ja võrrelda Värskas kohaliku mudavanni ja mineraalveevanni mõju mõõdukate luu-lihaskonna valude puhul tööelistel inimestel. Uuringu on heaks kiitnud Tallinna Meditsiinietika komitee.

Uuringu meetodika

Värskas Sanatoorium kasutab ainulaadset ravimudavanni, kus magevee muda on segatud kohaliku mineraalveega. Ravimuda lahjendatakse soolase Värskas mineraalveega ning mudavanni võetakse temperatuuril 41–43 °C.

Mudavanniravi võrdlusrühmas oli Värskas mineraalveevann. Mineraalveevanni puhul kasutatakse 37–39 °C mineraalvett. Vannivesi Värskas-6 on väga soolane (21 g/l) mineraalvesi, mis voolab 595–600 meetri sügavusel 600 miljoni aasta vanuste kihtide vahel. Värskas-6 sisaldab mitmeid mikroelemente: vaske, tsinki, strontsiumi, mangaani, broomi, liitiumi ja seleeni.

Siinne uuring viidi läbi AS Värskas Sanatooriumis 01.10.2018 kuni 31.03.2019. Uuringusse kaasati 64 vabatahtlikku uuritavat. Uuritavad jagati kahte rühma, kus esimene rühm (32 tööelist inimest) sai kahe

nädala jooksul viis mineraalvee üldvanni ja teine rühm (32 tööalist inimest) kahe nädala jooksul viis ravimuda üldvanni. Uuringusse valimine toimus AS Värskas Sanatoorium spaa-arsti visiidil sõltuvalt isiku vastavusest uuringu kriteeriumitele: vanus 18–65 aastat, esines luu-lihaskonna valusid ja puudusid mudaravi üldised vastunäidustused. Uuringurühmad komplekteeriti piirkonna ettevõtete töötajatest, kelle töö sisaldab lihaspingeid tekitavaid sundasendeid ja kelle luu-lihaskonna valu on 10 palli skaalal 2–5 palli. Uuritavad täitsid ankeedi luu-lihaskonna valude esinemise kohta, sh hindasid valu tugevust skaalal 0–10 elektroonse luu-lihaskonna Nordic-küsimustikus <http://valuskaala.terekk.ee/>. Uuringusse ei kaasatud inimesi, kellel esines ägedaid või dekompenseeritud haigusseisundeid või kui kaasnes kasvajalise haiguse diagnoos.

Uuringu raames mõõdeti uuritavate lihaspinget müotonomeetriga paremal ja vasakul *m. erector spinae* ja *m. trapezius*’el (keskmine ja ülemine osa) lamades. Uuritava lihase nahapinnale asetati müotonomeetri löökotsik. Pehmele koele, mis asetseb lihase peal, tekitatakse selle abil eelsurve, mis on võrdne löökotsiku mehaaniliselt tekitatava raskusjõuga ning on asendist, gravitatsiooniväljast ja kasutajast sõltumatu. Kui on tekitatud piisav eelsurve, lülitub kindlaks ajavahemikuks tööle elektromagnet, mille abil tekitatakse seadme ajamiga koele lühiajaline dünaamiline mõjutus löökotsiku abil, mis lõpeb kiire vabanemisega. Kasutades kiirendusandurit, fikseerib müotonomeeter koe omavõnkumise graafikuna ja kuvab selle seadme ekraanil. Lisaks omavõnkesagedusele, mis iseloomustab lihase pinget ehk toonust, mõõdab müotonomeeter veel dekrementi, mis iseloomustab lihase elastsust ja jäikust, mis iseloomustab lihase vastupanu mõjutusele (Vain, Toomla, & Kahn, 2006).

Mõõtmised müotonomeetriga viidi läbi kolmel korral: enne uuringu algust, vahetult peale viimast protseduuri ja 2–3 nädala möödudes peale 5-päevast protseduuri. Kõik uuritavad täitsid iseseisvalt elektroonse luu-lihaskonna valu Nordic-küsimustiku kolmel korral, sh enne uuringu algust, vahetult peale viimast protseduuri ja 2–3 nädala möödudes pärast 5-päevast protseduuri. Uuringus hinnati luu-lihaskonna valude esinemist piirkonniti, ravimõju sõltuvalt vanusest, kehamassiindeksist (KMI) ning tööstaažist ja raviprotseduurist (mudavann või mineraalveevann).

Kogutud andmete analüüsiks kasutati mitmetasandilisi Bayesi lineaarse regressiooni mudeleid, mis on rakendatud R-keskkonna statistika tark-

vara paketis „brms“. Andmete importimiseks, töötlemiseks ja visualiseerimiseks kasutati R-keskkonnas *tidyverse*-metapaketi funktsioone.

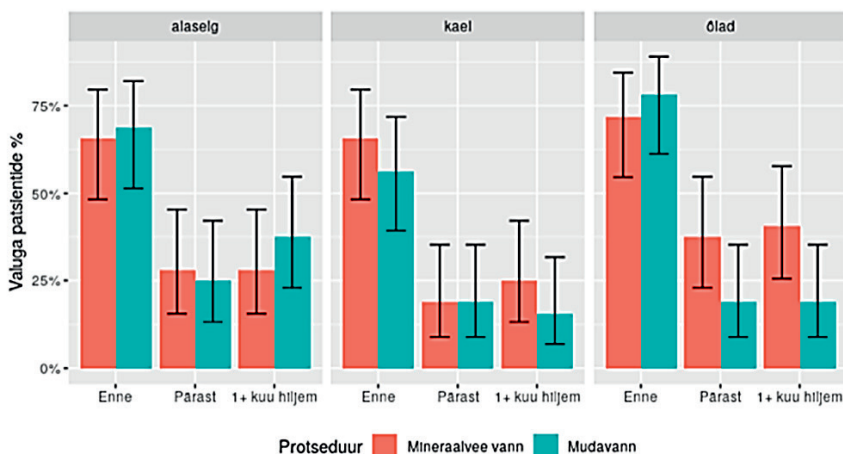
Tulemused ja analüüs

Uuritavad jaotati kahte rühma ning nende üldandmed on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Uuringurühmade koosseisu võrdlus.

	Mineraalveevann	Mudavann	<i>p</i>
<i>n</i>	32	32	
sugu, mehed (%)	1 (3,1)	12 (37,5)	0,002
vanus, keskmine (SD)	51,97 (9,04)	51,03 (9,84)	0,693
tööaastad, keskmine (SD)	8,12 (7,95)	10,19 (11,55)	0,409
kaal, keskmine (SD)	78,75 (15,26)	82,03 (15,39)	0,395
pikkus, keskmine (SD)	164,81 (5,18)	170,88 (9,08)	0,002
KMI, keskmine (SD)	28,94 (5,19)	28,02 (4,58)	0,459
käelisus, parem (%)	32 (100,0)	28 (87,5)	0,121

Valu esines uuritavatel kõige sagedamini kaela, õlgade ja alaselja piirkonnas. Nendes piirkondades on ka ravimõju kõige selgem. Mudavanni ja mineraalveevanni ravimõju tööeliste inimeste luu-lihaskonna valu-de väljendus valu tugevuse vähenemises peale protseduure ega sõltunud raviprotseduuri tüübist. Toime oli sarnane eri kehapiirkondades mõõdetuna, samuti ei olnud erinevust rühmade vahel, kus olid üle või alla 10-aastase tööstaaziga inimesed. Erinevus tuli välja siis, kui uuritavad rühmitati vanuse ja kehamassi järgi: nii üle 40 a rühmas kui suurema kehamassiindeksiga inimeste hulgas (KMI > 25) oli ravimõju väiksem. Patsiendirühmi, kellel võiks ravimõju puududa, või vastupidi, olla kindlalt parem, ei ole nende andmete põhjal võimalik välja tuua. Samuti puudus selge raviprotseduuride erinevus eri patsiendirühmades või kehapiirkondades (joonis 1).



Joonis 1. Valude esinemine alaselja, kaela ja õlgade piirkonnas enne ravi, pärast ravi ning 2–3 nädalat ravikuuri järel.

Müotonomeetriga lihasingete mõõtmine näitas, et mudavanni ja mineeraalveevanni toimet ei mõjuta tööealiste inimeste vanus, tööstaaž ega kehamassiindeks. Statistiline andmeanalüüs näitas, et müotonomeetriga mõõdetud sageduse ja dekremendi näitajad langesid mõlema ravi tagajärjel. Lihase dekremendi langus näitab lihase elastsuse paranemist, mis kaudselt peegeldab ka seal paiknevate veresoonte elastsuse paranemist (Vain *et al.*, 2006).

Kokkuvõtteks võib öelda, et nii Värska ravimudavann kui ka Värska mineeraalveevann avaldasid positiivset mõju nii luu-lihaskonnaavaludele kui ka lihasingetele. Mõlemat protseduuri võib soovitada teisest ülekoormusest tingitud luu-lihaskonna kerge kuni mõõduka tugevusega valusündroomi ja lihasingete ravimivaba sekkumisena nii ennetustöös kui ravis.

Viidatud allikad

1. An, J., Lee, I., & Yi, Y. (2019). The thermal effects of water immersion on health outcomes: an integrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(7), 1280. <https://dx.doi.org/10.3390/ijerph16071280>
2. Becker, B. E. (2009). Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM & R*, 1(9), 859–872. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.05.017>

3. Bélanger, A.-Y. (2002). *Evidence-based guide to therapeutic physical agents*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
4. Coccheri, S., Gasbarrini, G., Valenti, M., Nappi, G., & Di Orio, F. (2008). Has time come for a re-assessment of spa therapy? The NAIAD survey in Italy. *International Journal of Biometeorology*, 52(3), 231–237. <https://doi.org/10.1007/s00484-007-0117-4>
5. Gabrielsen, A., Pump, B., Bie, P., Christensen, N. J., Warberg, J., & Norsk, P. (2002). Atrial distension, haemodilution, and acute control of renin release during water immersion in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 174(2), 91–99. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.2002.00932.x>
6. Goto, Y., Hayasaka, S., Kurihara, S., & Nakamura, Y. (2018). Physical and mental effects of bathing: a randomized intervention study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, 9521086. <https://dx.doi.org/10.1155/2018/9521086>
7. Hashiguchi, N., Ni, F., & Tochiara, Y. (2002). Effects of room temperature on physiological and subjective responses during whole-body bathing, half-body bathing and showering. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 21(6), 277–283. <https://doi.org/10.2114/jpa.21.277>
8. Miwa, C., Matsukawa, T., Iwase, S., Sugiyama, Y., Mano, T., Sugeno, J., ... Kirsch, K. A. (1994). Human cardiovascular responses to a 60-min bath at 40 degrees C. *Environmental Medicine*, 38(1), 77–80.
9. Mooventhan, A., & Nivethitha, L. (2014). Scientific evidence-based effects of hydrotherapy on various systems of the body. *North American Journal of Medical Sciences*, 6(5), 199–209. <https://dx.doi.org/10.4103/1947-2714.132935>
10. Nasermoaddeli, A., & Kagamimori, S. (2005). Balneotherapy in medicine: A review. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 10(4), 171–179. <https://dx.doi.org/10.1007/BF02897707>
11. Odabasi, E., Turan, M., Erdem, H., & Tekbas, F. (2008). Does mud pack treatment have any chemical effect? A randomized controlled clinical study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 14(5), 559–565. <https://doi.org/10.1089/acm.2008.0003>
12. Sato, D., Yamashiro, K., Onishi, H., Shimoyama, Y., Yoshida, T., & Maruyama, A. (2012). The effect of water immersion on short-latency somatosensory evoked potentials in human. *BMC Neuroscience*, 13, 13. <https://dx.doi.org/10.1186/1471-2202-13-13>
13. Schlossmann, K. (1939). *Estonian curative sea-muds and seaside health resorts*. London: Boreas.
14. Šrámek, P., Šimečková, M., Janský, L., Šavlíková, J., & Vybíral, S. (2000). Human physiological responses to immersion into water of different tempe-

- ratures. *European Journal of Applied Physiology*, 81(5), 436–442. <https://doi.org/10.1007/s004210050065>
15. Tuulik, V.-R., Tuulik, V., Pille, V., Tamm, M., Saarik, S., Vare, T., & Tint, P. (2013). Laser-Doppler perfusion monitoring, myotonometry, and workplace risk evaluation as assessment methods of musculoskeletal overuse syndromes in industry workers. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(9), 976–977. doi:10.2340/16501977-1223
 16. Übner, M. (2015). 6-päevase kuurortravi mõju põlve osteoartroosiga elukvaliteedile. M. Vinkel (toim), *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 44–49). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
 17. Vain, A., Toomla, T., & Kahn, H. (2006). Müomeetriameetodil määratud skeletilihaste biomehaaniliste parameetrite seos arteriaalse hüpertooniaga. *Eesti Arst*, 85(1), 14–19.

Tööst põhjustatud luu-lihaskonna ülekoormussündroomid: karpaalkanali sündroomi objektiivne hindamine ja õigeaegne ennetamine

Viiu Tuulik

Tööst põhjustatud ja ka tööga seotud luu-lihaskonna ülekoormushaigused on üks enim levinud tööeliste inimeste töövõimet mõjutavaid probleeme. Tööinspektsiooni 2018. aastal ilmunud ülevaade „Tööga seotud luu- ja lihaskonna ülekoormushaigestumiste ennetamine“ tõstab esile, et 2017. aastal tehti Eesti Töötukassa osalise või puuduva töövõime otsustest 30% just luu- ja lihaskonna- ning sidekoehaiguste tõttu (Avi, 2018). Juba 2003. aastal ilmus prof Hubert Kahni töörihmalt „Füüsilisest ülekoormusest põhjustatud ülajäsemete, kaela ja õlavöötme kutsehaiguste diagnoosimine ja preventatsioon: metoodiline materjal“, et pöörata kutsehaiguste kõrval tähelepanu ka tööga seotud (mittespetsiifilistele) haigustele, sh luu- ja lihaskonna ülekoormushaigustele (Kahn, Moks, Tuulik, & Pille, 2003).

Praktikas on töötervishoiuarsti vastuvõtul tänapäeval üks sagedasemaid probleeme arvutitöötajate õlavöötme ja ülajäseme ülekoormussündroomid. AS Medicover Eesti 2006. aasta luu-lihaskonna vaevuste uuringusse kaasatud 641 regulaarse tervisekontrolli käigus töötervishoiuarsti (või füsioterapeuti) külastanud töötaja uuringus fikseeriti luu-lihaskonna kaebusi 69%-l ja neli sagedamini esinevat kaebustega kehapiirkonda olid selg, õlad, kael ja käed (Pöld, Kose, Sarv, & Kubo, 2006).

Üks sagedasemaid tööga seotud ülekoormussündroomide on randmekanali ehk karpaalkanali sündroom, mille põhjuseks on käsi koormav füüsiline töö või töö arvutihiirega. Karpaalkanali sündroomi korral tekib surve randme piirkonnas asuva karpaalkanali keskpidisele närvile (*nervus medianus*) (Bleeker, 1994). Peamisteks esmasteks sümptomiteks on põidla ja 2. ning 3. sõrme paresteesiad (surinad, sipelgajooksutunne) ja väljakujunenud karpaalkanali sündroomi puhul randmepiirkonna valud. Karpaaltunnelit saab uurida ultraheli uuringu abil (Toomsoo, s.a.). Karpaalkanali sündroomi täpsemaks diagnoosimiseks on vajalik elektroneuromüograafia (Pukša & Asser, 2005).

Luu-lihaskonna ülekoormussündroomi kujunemist kutsehaiguseks on oma doktoritöös kirjeldanud Põhja-Eesti Regionaalhaigla Kutsehaiguste ja töötervishoiu keskuse juhataja dr Viive Pille. Töös on esitatud kolmeastmeline luu-lihaskonna haiguse kujunemise skeem. Varajases ehk esimeses staadiumis on töötajal võimalik töökorralduse muutmise ja raviga kiiresti taastuda. Teise staadiumi korral, kui haigussümptomid on pikemat aega kestnud, võib ravi ja taastumine võtta rohkem aega, esineb spetsiifilise ülekoormushaiguse väljakujunemise oht. Luu-lihaskonna ülekoormushaiguse diagnoosimise korral võib haigestumist käsitleda kolmanda staadiumina. (Pille, 2016)

Tööga seotud ülekoormushaiguste ennetamisel on oluline nii esmane kui ka teisene ennetamine, st nii haiguse ärahoidmine kui ka juba tekkinud haiguse peatamine või pidurdamine selle varajase avastamise ja sobiva raviga. Luu-lihaskonna ülekoormuse objekteerimiseks on võimalik kasutada nii subjektiivse valutunde kaardistamise visuaalanaloog-skaalat, lihasjõu uuringut dünamomeetriga, lihaspinge uuringut müotonomeetri abil, verevarustuse hindamist laser-Doppleri aparatuuriga jne. Kättesaadavaim võimalus luu-lihaskonna valude kaardistamiseks on valu küsimustikud. Töötervishoius on laialdaselt kasutusel Põhjamaade luu-lihaskonna küsimustik (Crawford, 2007). Selle alusel läbiviidud küsitluses leiti Eesti 114 õmblus- ja puidutööstuse töölise uurimisel ainuüksi ülajäseme ja õlavöötme valusid kaela piirkonnas 68,4%-l, õlgades 63,2%-l, küünarliigestes 42,1%-l ja randmetes/kätes 78,9%-l (Pille *et al.*, 2015).

Kliiniliste uuringute läbiviimise lihtsustamiseks on Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledži Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuses (TERE KK) loodud luu-lihaskonna valude kaardistamiseks eesti-keelne elektroonne Nordic-küsimustik.

Uuringu metoodika

2019. aastal TERE KKs läbiviidud uuringu eesmärk oli selgitada elektro-neurograafia (ENG) abil humiinainetega immutatud plaastri toimet tööga seotud randmepiirkonna ülekoormussündroomide, sh karpaalkanali sündroomide puhul. Uuringu läbiviimisel kasutati elektromüograafi DANTEC Cantata TM koos printeriga Samsung ML-2250. Neurograafia puhul registreeritakse naha närvijuhtivus pinnaelektroodide aktsiooni-potentsiaalidena. Motoorse närvi juhtivuse uurimisel ja hindamisel

kasutatakse motoorse närvi stimuleerimist ja sellele järgneva aktsioonipotentsiaali registreerimist vastava närvi innerveeritavatel lihastel. Sensoorse närvi juhtivuse uurimine toimub segatüüpi motosensoorse närvi proksimaalsel stimulatsioonil ja aktsioonipotentsiaali registreerimisel distaalsel sensoorsel nahanärvil. Määratakse lihasaktsioonipotentsiaalide (CMAP) amplituud, kestus, kuju ja sensoorse vastuse latentsiaeg ning registreeritakse sensoorse närvi aktsioonipotentsiaal (SNAP). Proksimaalse ja distaalse registreerimispunkti vahemaa ning latentsiaegade erinevuse põhjal arvutatakse närvi juhtivuskiirused. Närvijuhtivuse normid sõltuvad paljudest füsioloogilistest teguritest. Karpaalkanali sündroomi puhul hinnatakse närvijuhtivust nii motoorsetes kui sensoorsetes kiududes. Korduvate ENG uuringute puhul on võimalik hinnata erinevate tegurite mõju närvijuhtivusele (Leis & Schenk, 2013).

Uuringu tulemused

TERE KK uuringus aplitseeriti mudaplaaster randmele viiel järjestikusel päeval ja hoiti iga päev randmel 4 tundi järjest. Uuringusse kaasati 23 vabatahtlikku uuritavat (sh 22 naist), uuritavate keskmine vanus oli 45 a ja tööstaaž 15,4 a. Uuritavatest 78%-l esines randmevalu ja 30,4%-l esines *n. medianus*’el sensoorse juhtekiiruse muutus II–IV sõrmel. Humiinaine plaastri aplitseerimise järel suurenes närvi *n. medianus*’e juhteomaduste mõõtmisel ENG-ga sensoorsete vastuste amplituud ja/või paranes sensoorsete vastuste kiirus 43,5%-l, sh seitsmel uuritaval suurenes närvijuhtivuse amplituud *nervus medianus*’el, üheksal uuritaval paranes sensoorse vastuse kiirus, kuuel uuritaval esines mõlema näitaja positiivne dünaamika ja neljal uuritaval vaid ühel näitajal. ENG alusel esines positiivse dünaamikaga uuritavate rühmas vaid 10%-l kolme paikme samaaegset valu (õlg, küünarliiges, ranne), samas neil uuritavatel, kellel ei esinenud ENG-s positiivset paranemisele iseloomulikku dünaamikat, esines enne ravi kolme paikme valu 53,8%-l. Esitatud uuringu tulemuste põhjal saadi kõige rohkem infot *n. medianus*’e sensoorse juhtekiiruse ja sensoorse aktsioonipotentsiaali näitajate (amplituud) kohta, mis näitasid närvi funktsionaalse seisundi paranemist – sensoorse juhtekiiruse mõningane kiirenemine ja sensoorse vastuse amplituudi (jõudluse) tõus uuritud närvil plaastri kasutamise järel.

Kui peale randmevalu esines ka öla- või küünarliigese valu (sh küünarliigese piirkonna tunnelsündroom), ei piisanud lokaalse plaastri toimest. Seega parandab randmepiirkonna ülekoormusest põhjustatud sümptomite puhul humiinainetega immutatud plaaster närvi funktsionaalset seisundit juhtudel, kui tegemist on randme lokaalse probleemiga, millele ei kaasne teiste piirkondade (küünarliigese, öla) valusündroome. ENG uuring võimaldab hinnata keskpidise närvi funktsionaalse seisundi muutumise dünaamikat enne ja pärast humiinaise plaastri kasutamist. Järgmiste uuringutega on vajalik suurema valimi korral täpsustada sihtrühm, kellel lokaalne mudaplaaster võib leevendada randmepiirkonna ülekoormusest põhjustatud sümptomeid.

Karpaalkanali sündroomi esmaseks ennetuseks on ergonoomiline töökoht ja teiseses ennetuses on võimalik ära kasutada ravimuda bioaktiivsete ainete positiivset mõju (Lanhers *et al.*, 2016). Varane sekkumine aitab ennetada tööst põhjustatud luu-lihaskonna ülekoormuse väljakujunemist.

Viidatud allikad

1. Avi, I. (2018). *Tööga seotud luu- ja lihaskonna ülekoormushaigestumiste ennetamine*. Loetud aadressil https://www.ti.ee/fileadmin/user_upload/failid/dokumendid/Meedia_ja_statistika/Truekised/TI_luu-ja-lihaskond_EST.pdf
2. Bleeker, M. L. (1994). *Occupational neurology and clinical neurotoxicology*. Alphen aan den Rijn: Wolters Kluwer.
3. Crawford, J. O. (2007). The Nordic Musculoskeletal Questionnaire. *Occupational Medicine*, 57(4), 300–301. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqm036>
4. Kahn, H., Moks, M., Tuulik, V., & Pille, V. (2003). *Füüsilisest ülekoormusest põhjustatud ülajäsemete, kaela ja õlavöötme kutsehaiguste diagnoosimine ja preventatsioon: metoodiline materjal*. Tallinn: Sotsiaalministeerium.
5. Lanhers, C., Pereira, B., Gay, C., Hérisson, C., Levycky, C., Dupeyron, A., & Coudeyre, E. (2016). Evaluation of the efficacy of a short-course, personalized self-management and intensive spa therapy intervention as active prevention of musculoskeletal disorders of the upper extremities (Muska): a research protocol for a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), 497. <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs12891-016-1353-8>
6. Leis, A. A., & Schenk, M. P. (2013). *Atlas of nerve conduction studies and electromyography* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.
7. Pille, V. (2016). *Development of a model for the prevention of work-related musculoskeletal disorders in the upper extremities* (Doctoral thesis). Tallinn University of Technology.

8. Pille, V., Tuulik, V.-R., Saarik, S., Tint, P., Vare, T., & Sepper, R. (2015). Work-related musculoskeletal symptoms in industrial workers and the effect of balneotherapy. *Agronomy Research*, 13(3), 820–828.
9. Puksa, L., & Asser, T. (2005). Karpaalkanali sündroom. Diagnoosimise ja ravi nüüdisaegsed aspektid. *Eesti Arst*, 84(8), 568–573.
10. Pöld, T., Kose, A., Sarv, A., & Kubo, M. (2006). *Luu-lihaskonna vaevused Eestis, analüüsi lõppraport*. Loetud aadressil http://osh.sm.ee/good_practice/terviseuuring-2007.pdf
11. Toomsoo, T. (s.a.). Karpaalkanali sündroom ehk hiirekäsi. Loetud aadressil <https://www.confido.ee/karpaalkanali-sundroom-ehk-hiirekasi/>

Elektrilise bioimpedantsi mõõtmistest ravimuda mõju hindamiseks inimese nahale

Margus Metshein

Sissejuhatus

Mudaravi on kümb-lusravi ehk balneoteraapia üks alamliike, mille korral kasutatakse patsiendi välispidiseks raviks ravimuda. Ravimuda kasutamine ja selle toime erinevate vaevuste leevendamiseks on laialdaselt tuntud ja sellel on pikk ajalugu. Kui traditsiooniliselt on kuurortravis kasutatud töötlemata muda, siis tänapäevastes lahendustes on pakutud välja muda peenestamine ja selle segamine näiteks turba (Tuulik & Saarik, 2016) või saviga. Ravimuda on leidnud tee kosmeetikasse, kus näiteks näonaha pinna töötlemisel suureneb väidetavalt naha läbilaskevõime erinevatele kasulikele ühenditele ja paraneb mikrovereringe (Poensin, Carpentier, Féchoz, & Gasparini, 2003). Nahapinna erinevate lõikude lihtsamaks töötlemiseks kasutatakse mudamähiseid. Samuti on mudamähiseid edukalt kasutatud näiteks põlvede osteoartriidi all kannatavate haigete valude leevendamiseks (Espejo, Cardero, Garrido, Caro, & Torres, 2012).

Mudaravi populaarsus on tänapäevases tervist teadvustavas maailmas, kus kiiresti arenev tehnoloogia, näiteks asjade interneti kujul, võimaldab pidevalt ja märkamatult jälgida inimese keha näitajaid ning aina enam lisandub uusi tööendeid ravimuda kasulikkuse kohta, näiteks nahale (Huang, Seité, & Adar, 2018), kasvamas. Samuti on tõusuteel looduskosmeetika tootmine ja kasutamine, milles on kasutatud ravimuda kui looduslikku materjali (Komar *et al.*, 2015).

Kuigi mudaravi kasutamine inimese kehavaevuste leevendamiseks on vaa-deldav sajandite pikkuse ajaloo taustal, on selle täpne mõju inimese kehale ja nimelt selle spetsiifiline toime praeguseni täpselt kirjeldamata. Mainitud eesmärgi suunas tehtav teadustöö on erialadevaheline ja kaasab peale meditsiiniteaduste ka tehnikateadused – seda just mõõtetehnilistes väl-jakutsetes. Klassikalises lähenduses hinnatakse mudaravi ja üldse kümb-lusravi toimet kas kaudseid või otseseid meetodeid kasutades. Kaudse meetodi vahendid on klassikaliselt patsiendile subjektiivseks täitmiseks

mõeldud ankeedid ja küsitluslehed ning visuaalne meditsiiniline ülevaatus. Otsene meetod kätkeb endas juba objekti hindamist, kasutades mõõtmistehnikat, näiteks optiline – laser-Doppleril põhinev mitteinvasiivne verevoolu mõõtmine (Poensin *et al.*, 2003), elektriline korneomeetria (Potpara & Duborija-Kovačević, 2012) ja elektrilise bioimpedantsi mõõtmine (Huang, Yeo, Liu, & Rogers, 2012), vereanalüüs jne.

Selles artiklis keskendutakse otsesele meetodile elektrilise mõõtetehnika abil ning hinnatakse mudaravi mõju inimese nahale elektrilise bioimpedantsi mõõtmiste ehk impedantsspektroskoopia abil. Esimese plokina kirjeldatakse valitud meetodit ja selle kasutamise aspekte mudaravi mõju hindamiseks. Teise plokina esitatakse läbiviidud juhtumingu ja selle olulisemate tulemuste koondülevaade koos lühikese arutlusega.

Mudaravi mõju ja selle hindamine, kasutades elektrilise bioimpedantsi mõõtmisi

Põhinedes kirjandusel (Vadi, 1947), võib lähtuda sellest, et mudaravi mõju inimese kehale on keerukas, jagunedes üldiseks e mittespetsiifiliseks ja spetsiifiliseks toimeks. Väga lühidalt – kui mudaravi üldine toime koosneb mudaravi füüsikaliste tegurite (mehaaniline, termiline, sorptiivne jne) mõjust naharetseptoritele, siis spetsiifiline toime märgib mudaravi keemilist mõju nahale ning mudas sisalduvate orgaaniliste ja anorgaaniliste ühendite imendumist läbi naha. Viiu Tuulik (2015) on esitanud oma artiklis ülevaatliku kokkuvõtte mainitud toimetest. Siinjuures on oluline märkida, et mudaravi spetsiifilise mõju täpsustamisel esineb siiani veel küsimärke (Tuulik, 2015).

Mudaravi rakendamisel on esmane ja peamine kokkupuutepind mudaga inimese nahk. Bioloogilise barjääri kontseptsiooni kohaselt täidab kaitsefunktsiooni marrasnahk ja esmajärjekorras selle pealmine kiht – sarvkiht (Darlenski, Sassning, Tsankov, & Fluhr, 2009). Marrasnahk on keemiliselt aktiivne dünaamiline süsteem, mis reageerib välisteguritele läbi keharakkude ja DNA sünteesimise ning ionide transpordi abil (Harding, 2004). Teisisõnu, nahk moodustab barjääri, mis lubab valikuliselt läbi erinevaid aineid erinevates kogustes (Ng & Lau, 2015). Selle põhjal võib eeldada, et mudaravi keemiline mõju orgaaniliste ja anorgaaniliste ühendite imendumise abil läbi naha siiski toimub (Fioravanti, Cantarini, Guidelli, & Galeazzi, 2011).

Inimese nahk on keerulise ehitusega kihiline struktuur, mis koosneb erinevaid ülesandeid täitvatest rakutüüpidest. Klassikaliselt jagatakse naha kihid, alustades kõige pealsest: marrasnahk (epidermis), pärisnahk (dermis) ja alusnahk (hüpodermis). Siiski ei koosne nahk vaid järjestikku paiknevatest erineva elektrijuhtivusega kihtidest, vaid sisaldab ka paralleelseid ühendusi läbi higinäärmete ja karvanääpsude. Seega, kujutatuna elektrilise aseskeemina moodustab nahk keeruka erinevaid järjestik- ja paralleelühenduste kombinatsioone sisaldava mudeli. Taolise mudeli täpne koostamine ei ole mõeldav, eriti arvestades naha sarvkihi elektrijuhtivuse tugevat sõltuvust selle seisundist ja kaasnevat sagedussõltuvust (Grimnes & Martinsen, 2014).

Väga üldiselt kirjeldatuna võib molekul läbida nahka kahel viisil: läbi eelkirjeldatud epidermilise kulgemistee või läbi higinäärmete ja karvanääpsukeste. Esimesel juhul läbistab molekul naha kihid, tehes seda vastavalt kas läbi rakkudevahelise ruumi või läbi rakkude, kasutades selleks asjakohaseid mehhanisme. Teisel juhul pakuvad nahka läbistavad kanalid higinäärmete ja karvanääpsude kujul molekulidele otseteed. Klassikaliselt peetakse esimest varianti valitsevaks (Ng & Lau, 2015).

Naha kaitsebarjääri vähendamine mehaanilisel teel marrasnaha eemaldamise abil on laialdaselt tuntud (Yamamoto & Yamamoto, 1976). Enim levinud elektrilised meetodid naha kaitsebarjääri vähendamiseks on iontoforees ja elektroporatsioon. Esimesel juhul laetakse makromolekulid madala alalispingega, eesmärgiga juhtida need läbi naha ionide kulgemisteid pidi, ja teisel juhul rakendatakse nahale lühikesi kõrgeid pingepulsse, eesmärgiga paigutada lipiide marrasnahas ringi ja tekitada uusi kulgemisteid (Prausnitz *et al.*, 2012). On ka väidetud, et laetud osakestele määrab naha läbitavuse suuresti marrasnaha niiskumise aste, kuna elektrolyütide elektriline juhtivus tekitab nahka laetud osakestele uusi kulgemisteid (Kalia & Guy, 1995).

Kuna huvi nii ravimite kui ka ilutoodete mõjuainete läbiviimise vastu organismi läbi naha on kasvamas, siis on tekkinud vajadus hinnata sisetatud kogust mõõtmise teel. Samuti on huvipakkuv eristada nahabarjääri vähendamise elektriliste meetodite mõju nahale sellest läbiviidud ravimite mõjust (Clemente, Arpaia, & Manna, 2013). Nende ülesannete täitmiseks on kirjanduses avaldatu põhjal edukalt kasutatud elektrilise bioimpedantsi mõõtmisi (Arpaia, Cesaro, & Moccaldi, 2017; Curdy, Naik, Kalia, Alberti,

& Guy, 2004). Siinkohal võib leida sarnasusi mudaravi spetsiifilise mõjuga ja öelda, et teoreetiliselt on võimalik mõõta mudas sisalduvate bioaktiivsete ainete ja mineraalide resorbeerimist läbi naha.

Täpsustamisel tekib küsimus, kas mudaravi mõju hindamisel bioimpedantsi mõõtmiste abil peaks keskenduma mingile kindlale nahakihihile. Toetudes eeldusele, et ravimudas sisalduvad orgaanilised ja bioaktiivsed ained on suutelised mudaravi käigus nahka läbima, võiks keskenduda marrasnahale kui peamisele naha kaitsebarjääri funktsiooni pakkujale. Samas, kui orgaanilised ja bioaktiivsed ained on naha kaitsebarjääri juba läbinud, siis eeldatavalt imenduvad need ka läbi pärisnaha, jõudes ühena võimalikest variantidest vereringesse. Seega võib ravimuda spetsiifilise mõju hindamiseks elektrilise bioimpedantsi mõõtmiste abil teoreetiliselt keskenduda mõlemale pealmisele nahakihihile: epidermisele ja dermisele. Kuid on teada, et naha sarvkihi elektrijuhtivus sõltub tugevalt naha hüdratsioonist, higistamise aktiivsusest, emotsionaalsest seisundist jne (Lacknermeier, McAdams, Moss, & Woolfson, 1999).

On leitud, et madala sagedusega ergutussignaalide juures (< 1 kHz) mõõdetud naha elektrilises bioimpedantsis valitsevad sarvkihi elektrilised omadused (Martinsen, Grimnes, & Haug, 1999). Piltlikult on põhjus selles, et niiske sarvkihi korral käitub viimane šundi ehk elektrilise lühiühendusena ning madalsageduslik ergutussignaal pärisnahka kui halvemat elektrijuhti ei kipu läbima. Kuiva sarvkihi korral käitub viimane äärmiselt suure elektritakistusena, mis ei lase madalasageduslikul ergutussignaalil pärisnahani jõudagi, kuigi võrreldes kuiva sarvkihiga võib selle juhtivus olla palju kordi parem.

Kõrgetel ergutussignaali sagedustel (> 100 kHz) valitsevad mõõdetud elektrilises bioimpedantsis hoopis pärisnaha elektrilised omadused. Sealjuures on väidetud, et väga kõrgetel ergutussignaali sagedustel (> 1 MHz) on sarvkihi panus kogu mõõdetud elektrilisse bioimpedantsi väga väike, ligikaudu 5% (Martinsen *et al.*, 1999). Samas, väga kõrgetel sagedustel läbivad voolud juba kogu bioloogilise objekti erinevaid kihte, mille panuses mõõdetud bioimpedantsi ei pruugi enam valitseda pärisnaha omadused.

Elektriline bioimpedants

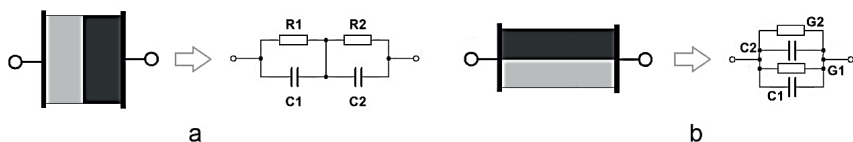
Elektrilise bioimpedantsi mõõtmine on teaduses ja tehnikas tuntud bio-loogiliste objektide ja materjalide elektriliste omaduste hindamise meetod ning eluta objektide korral ei kasutata eesliidet „bio“. Objekti ergutatakse nõrga vahelduva elektrivooluga I ja mõõdetakse objektil tekkivat vastuspinget V . Mõõtmise tulemusena saadakse impedantsi ehk näivtakistuse Z väärtus oomides (Ω), mis iseloomustab objekti vastutoimet rakendatud ergutussignaali suhtes. Z on kompleksväärtus, koosnedes aktiivtakistusest R , impedantsi reaalsusest, ja objektis olevate mahtuvuslike ja induktiivsete elementide mõjust ehk reaktiivtakistusest X , impedantsi imaginaarosa, olles sagedussõltuv:

$$Z = \operatorname{Re} Z + j \operatorname{Im} Z = R + jX \quad (1)$$

Lineaarselt muutuvates oludes ja sama objekti korral on mõõdetud Z võrdne impedantsi pöördväärtusega Y , kompleksjuhtivus, mis koosneb aktiivjuhtivusest G ja reaktiivjuhtivusest B :

$$Y = \frac{1}{Z} = \operatorname{Re} Y + j \operatorname{Im} Y = G + jB \quad (2)$$

Z ja Y reaali- ja imaginaarosa kohta pöördvõrdelisus ei kehti, kuna aktiiv- ja reaktiivosa ühendusviisid on erinevad (Grimnes & Martinsen, 2014). Nimelt on Z korral aktiiv- ja reaktiivtakistus ühendatud järjestikku (valem 1, joonis 1a), samas kui Y korral kujutatakse aktiiv- ja reaktiivjuhtivust paigutatuna paralleelselt (valem 2, joonis 1b).



Joonis 1. Erineva elektrijuhtivusega materjalikihtidega struktuuride kaks lihtsaimat ühendusviisi: a) järjestik- ja b) paralleelühendus.

Paralleelühenduse korral on kompleksjuhtivuse arvutamine küllaltki sirgjooneline, avaldades vastavalt $G_1 + G_2$ ja $C_1 + C_2$. Järjestikühenduse korral on olukord keerulisem, milles on oma osa ka erineva juhtivusega kihtide kokkupuutepinnal, olles määratud valitud ergutussignaali sagedusest. Nimelt valitsevad madalatel sagedustel mõõdetud juhtivuses takistuslikud elemendid, kõrgetel sagedustel aga mahtvuslikud elemendid (joonis 1) (Grimnes & Martinsen, 2014).

Kasutades aktiivtakistust ja reaktiivtakistust, võib elektrilist impedantsi kujutada ka faasinihkena θ kraadides:

$$\theta = \arctan(ImZ/ReZ) \quad (3)$$

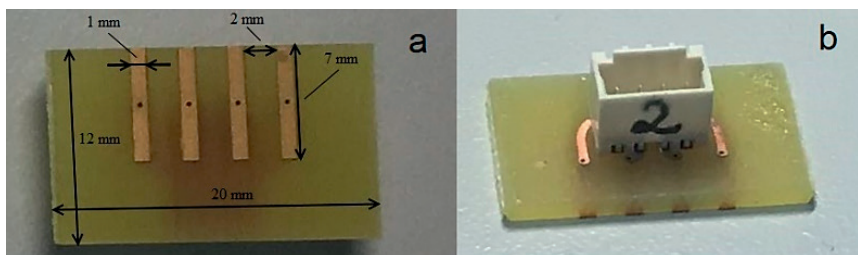
Uuringu metoodika ja kasutatud elektroodid

Elektrilise bioimpedantsi mõõtmiseks kasutati klassikalist nelja elektroodiga mõõtetehnikat. See tehnika võimaldab kõrvaldada kogu mõõdetud bioimpedantsist ergutuselektroodide polariseerumisest ja ühenduskaablitest tuleneva parasiitse impedantsi ning eraldada mõõdetud objekti bioimpedantsi.

Elektroodid on bioimpedantsi mõõtmisel olulised, kuna just neis toimub laengukandjate tüübi muutus elektronidest ioonideks ja vastupidi. Pealegi määrab just nahapinnal tehtavate mõõtmiste korral, nagu eelnevalt kirjeldatud, elektrilise ühenduse suuresti sarvkihi seisund ehk võimalik elektrilise kaksikkihi tekkimine kontaktpinnal. Elektrilist kaksikkihti määratletakse kui nähtust, mis tekib kahe erineva molekulaarstruktuuriga materjali kokkupuutepinnal, kus ioonid kogunevad määramatu kujuga pilvena jäigema molekulaarstruktuuriga materjali pinna lähedale (Grimnes & Martinsen, 2014). Nähtus on mahtuvuslike omadustega, kuid ei moodusta siiski täielikku paralleelsete elektroodplaatidega kondensaatorit, olles suuresti elektriliselt lekkiv ja sõltuv elektripotentsiaalst ja kontsentratsioonist (Kuang & Nelson, 1998).

Eelneva kõrval on olulised veel elektroodide kuju, mõõtmed ning mõõte- ja ergutuselektroodide vahekaugus. Sooviga keskenduda piiratud suurusga nahapiirkonnale tuleb silmas pidada naha paksust, mis kirjanduse andmetel jääb vahemikku 1,16–1,22 mm (Van Mulder *et al.*, 2017). Elektroodide vahekaugus mõjutab nimelt rakendatava ergutussignaali toimesügavust nahas (voolukandjate läbimise sügavus objektis on pool elektroodide vahekaugusest) ja seeläbi ka ergutatud nahakihtide panust mõõdetud impedantsi (Åberg, 2004). Oluline on ka kasutatud elektroodi materjal, toimides kas polariseerumatutena (takistuslik ühendus) või polariseeruvatena (mahtuvuslik ühendus) (McAdams, 2006).

Selles artiklis kirjeldatud uuringu jaoks disainiti ja valmistati elektroodid jäigal FR-4-materjalist trükkplaadil kullaga pinnatud vasekihist väljade kujul, vahekaugusega 2 mm ja elektroodpinna laiusga 1 mm (joonis 2).



Joonis 2. Disainitud trükkplaadi a) alumine ehk elektroodide pool ja b) pealmine ehk pistiku pool.

Mõõtmised viidi läbi, kasutades impedants-spektroskoopi HF2IS koos transimpedantsi võimendiga HF2TA tootjalt Zurich Instruments AG. Uuringu iseloomu tõttu valiti ergutussignaali sagedusvahemik küllaltki lai (100 Hz ... 20 MHz) ja ergutussignaali amplituud väärtusega 500 mV. Läbiviidud juhtuuringu käigus salvestati iga mõõtettsükli jooksul kolm mõõtetulemustega andmekogu:

- Z ja θ ;
- R ja X ;
- G ja B .

Mõlema mudelipõhise mõõtmisviisi kaasamine impedantsi ja kompleksjuhtivusena on põhjendatav uuringu iseloomuga – leida enim mudaravi mõjutatav näitaja.

Uuritavad, kasutatud materjalid ja mõõtmised

Uuring viidi läbi Tallinna Meditsiiniuuringute Eetikakomitee loa alusel (otsus number 2542). Uuringus osalemine oli rangelt vabatahtlik ja kõiki uuritavaid tutvustati eelnevalt uuringu iseloomu ja sisuga ning paluti täita lühike terviseküsimustik. Terviseküsimustikus sisalduvate anonüümsete vastuste põhjal valis uuringumeeskonna arst välja 10 tervet uuritavat (viis naist ja viis meest), kes vastasid järgmistele kriteeriumitele: täiskasvanu, vanuses 20–40 aastat, europiidest rassist, terve, ei esine veresoonkonna kroonilisi haigusi ega nahaärritusi. Uuringu tulemused on anonüümised ehk igale uuritavale anti uuritava number ja andmete analüüsimisel seostati tulemused üksnes selle numbriga.

Uuringus kasutati soojendamata desintegreeritud Haapsalu muda ja turba segu (Tuulik & Saarik, 2016). Eksperimentide kiireks ja vähemäärivaks

läbiviimiseks asetati muda ja turba segu katteloorist kotikestesse (5×10 cm) ehk tekitati mudamähised. Vältimaks platseeboefekti ja võrdlemaks ravimuda mõju nahale mõne muu märja materjali mõjuga, asetati samaaegselt teisele randmele identne kraanivees niisutatud kotike ehk veemähis. Mudamähis asetati alati vasaku käe randme siseküljele (joonis 3a) ja veemähis parema käe randme siseküljele (joonis 3b) ning mõlemal juhul kaeti mähis koos randmega õhukese polüvinüülkloriidist (PVC) kilega, vältimaks selle kuivamist.



Joonis 3. a) Mudamähise ja b) veemähise paigutus mõlema käe randme siseküljel ja c) elektroodi asetus elektrilise bioimpedantsi mõõtmise läbiviimisel.

Ühtekokku viidi igal uuritaval läbi neli elektrilise bioimpedantsi mõõtmist:

- vasaku käe randme siseküljel kuiva naha korral;
- parema käe randme siseküljel kuiva naha korral;
- vasaku käe randme siseküljel 3 minutit peale mudamähise eemaldamist;
- parema käe randme siseküljel 3 minutit peale veemähise eemaldamist.

Mõõtmised viidi läbi järgmiselt.

- Uuritav istus toolil, vastav käsi asetatud tooli käetoole nii, et selle sisekülj oli pööratud ülespoole.
- Elektrood asetati nahapinnale umbes käe sisekülje keskjoonele ja kinnitati õrna teibiga (joonis 3c).
- Viidi läbi elektrilise bioimpedantsi mõõtmine.
- Teip ja elektrood eemaldati.

Tulemused ja arutlus

Nagu elektrilise impedantsi põhimõtet selgitavas osas mainitud, sõltub mõõdetud impedants objekti omadustest ehk seda kirjeldava mudeli valiku täpsusest. Siin on mudel jäetud lahtiseks. On eeldatud, et see on

keeruline takistuste, mahtuvuste ja induktiivsuste järjestik- ja paralleelühenduste kombinatsioon sisaldav objekt. Seda lihtsustati kahele elementaarsele, järjestik- ja paralleelühendusel põhinevale mudelile.

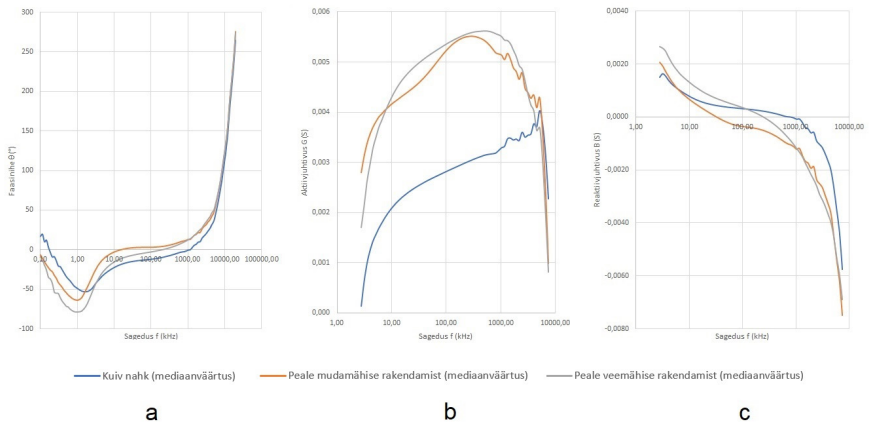
Mõõtetulemuste visuaalsel kujutamisel ilmnesid graafikutel selgelt eristuvad mustrid kindlates sagedusvahemikes. Mustreid võib seostada erinevate nahaomadustega ja nahas käivituvate mehhanismidega, mis avalduvad kindlatel ergutussignaali sagedustel. Visuaalse subjektiivse hinnangu põhjal võib valitud sagedusvahemiku seega jagada kolme sagedusintervalli: 0,1–10 KHz, 0,01–1 MHz ja 1–20 MHz.

Nagu võis arvata, on eeldatav mudaravi põhjustatav naha elektriliste omaduste muutus küllaltki väike. Seda saab selgitada mudas sisalduvate orgaaniliste ja anorgaaniliste ühendite teel nahka seal ees oleva kaitsebarjääri varal, mille ületamiseks on siin kasutada ainult ravimuda looduslikud omadused (erinevalt näiteks ravimite transpordist nahka iontoforeesi abil). Siiski näitavad siin artiklis kirjeldatud uuringu tulemused mudaravi spetsiifilise toime võimalikku avaldumist naha elektriliste omaduste muutmise kaudu. Oluline on, et muutused on statistilise analüüsi teel nähtavad kõigis mõõdetud elektrilistes näitajates, sealhulgas nii bioimpedantsi kui ka juhtivuse reaali- ja imaginaariosas.

Madalatel ergutussignaali sagedustel on oluline sarvkihi niiskumise aste ja seeläbi elektroodi ning naha kokkupuutepind. Ergutussignaali sageduse kasvuga väheneb mainitud nähtuse mõju ja erinevate objektide mõõdetud bioimpedantsi väärtused ühtlustuvad. Nähtust saab hästi jälgida läbiviidud juhtuuringu käigus mõõdetud θ -väärtuse muutmises valitud sagedusvahemikus (joonis 4a).

Joonisel 4 on näha, et umbes ergutussignaali sageduseni 10 kHz valitsevad mõõteahelas induktiivsed omadused ($\theta < 0^\circ$), st vool jääb ajaliselts pingest maha vastavalt θ võrra. Mõõdetud bioimpedants on induktiivsem kuni sageduseni 2 kHz peale veemähist ja kõige vähem induktiivsem kuiva naha korral. Seega, esimeses sagedusintervallis meenutavad naha elektrilised omadused peale mudamähise rakendamist enam kuiva nahka. Alates ergutussignaali sagedusest 10 kHz hakkavad mõõteahelas suurenema takistuslikud omadused ($\theta \approx 0^\circ$) läbiviidud nahamõõtmiste korral kõige varem just peale mudamähise rakendamist ja kõige hiljem kuiva naha korral. Kuid juba alates teisest sagedusintervallist hakkavad mõõteahela omadused muutuma mahtuvuslikeks, st suureneva sagedusega ergutus-

signaal leiab aina enam kulgemistee läbi vähem takistavate mahtvuslike elementide ($\theta > 0^\circ$). Mainitud vahemikus meenutavad naha elektrilised omadused, mõõdetuna peale veemähise rakendamist, enam kuiva nahka. Kolmandas sagedusintervallis muutuvad mõõteahela mahtvuslikud omadused kiiresti valitsevateks ehk väga kõrge sagedusega voolude jaoks saavad naha kihiliste struktuuride põhjustatavad mahtvused kõige lihtsamaks kulgemisteks, peegeldades mõõdetud bioimpedantsis üksnes neid omadusi.



Joonis 4. Mõõdetud faasinihe θ , aktiivjuhtivus G ja reaktiivjuhtivus B valitud sagedusvahemikus kõigi kolme läbiviidud bioimpedantsi mõõtmise korral.

Lähtudes kirjanduses pakutud lähendusest, et naha mingi huvipakkuva omaduse mudelipõhiseks hindamiseks piisab keskendumisest mõõdetud kompleksväärtuse enim mõjutatud aktiiv- või reaktiivosale (Martinsen & Grimnes, 1998), leiti siinse uuringu tulemusena suundumused, kumb muda- või veemähise põhjustatud naha elektriliste omaduste muutusest meenutab enim kuiva naha vastavaid omadusi (tabel 1).

Tabel 1. Naha elektriliste omaduste muutumine mõõdetuna peale muda- ja veemähise rakedamist suhtena mõõdetud kuiva naha vastavatesse omadustesse.

Sagedus- intervall	Kompleksjuhtivuse sõltuvus		Impedantsi sõltuvus	
	<i>G</i>	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>X</i>
0,1–10 KHz	mudamähis → kuiv nahk	veemähis → kuiv nahk	veemähis → kuiv nahk	veemähis → kuiv nahk
0,01–1 MHz	veemähis → kuiv nahk	mudamähis → kuiv nahk	mudamähis → kuiv nahk	mudamähis → kuiv nahk
1–20 MHz	veemähis → kuiv nahk	veemähis → kuiv nahk	ühtlustunud	ühtlustunud

Tabelis 1 on nähtav kahe mudeli erinevus ja just kompleksjuhtivuse reaalsosa *G* puhul avaldub vastava mähise põhjustatud naha elektriliste omaduste muutuse ja sarnasuse erinevus kuiva naha omadustele. Samuti on selgelt eristuv vaadeldava suhte muutumine ergutussignaali jõudmise kohaselt järgmisse sagedusintervalli.

Ergutussignaali sageduse valik ja selle vahemiku täpsem piiritlemine on kriitiline, sest võimaliku tulevikus disainitava, mudaravi mõju mõõtvat seadme optimaalne ehitus ja selle mõõtmised sõltuvad just mainitud valikust.

Siinkohal püstitub mudaravi spetsiifilise toime jälgitavuse küsimus, kasutades selleks elektrilise bioimpedantsi mõõtmisi. Eeldatavalt on toime põhjustatud muutus nahas ja selle kihtide elektrilistes omadustes küllaltki väike ja arvatavasti veelgi väiksem, toetudes oletusele, et ka üldine toime mõjutab naha elektrilisi omadusi (näiteks naha niiskumise või higistamise kaudu). Mainitud dilemma selgitab muda- ja veemähiste rakedamise järel mõõdetud aktiivjuhtivuste graafiline esitus võrdluses kuiva naha aktiivjuhtivusega (joonis 4b). Kuiva naha aktiivjuhtivus on selgelt eristuv kuni väga kõrgete sagedusteni, samas kui muda- ja veemähise rakedamise järel mõõdetud elektrilised omadused on üksteisele küllaltki lähedased. Samas on selgelt näha muda- ja veemähiste rakedamise järel mõõdetud reaktiivjuhtivuse erinevus (joonis 4c) ja seda kuni sageduseni 1 MHz.

Tulemuste põhjal võib väita, et mudaravi mõju hindamiseks, kasutades selleks naha elektriliste omaduste mõõtmist, võiks rakendada ergutussignaali vahemikus, mis algab sagedusest 10 kHz. Seda hoolimata kirjanduses esitatud väitest (Martinsen *et al.*, 1999) pärisnaha elektriliste omaduste peaaegu täielikule valitsemisele alates ergutussignaali sagedusest 100 kHz. Mõõdetud väärtuste erinevused hakkavad ilmnema juba madalamatel sagedustel ja eeldatavalt algab ka pärisnaha panus sellel mõõdetud elektrilise bioimpedantsi väärtusesse juba madalamatel sagedustel (näha joonisel 4). Ülemine sageduspiir võiks jääda ligilähedaseks sagedusele 1 MHz, kuna väga kõrgetel sagedustel hakkavad erinevate mähistega töödeldud nahal tehtud mõõtmiste tulemused ühtlustuma – kujutatud joonisel 4. See valik on suuresti sõltuv mudaravi individuaalsest toimest, mis sõltub näiteks nahatüübist (Schlossmann, 1939).

Kokkuvõte

Toetudes siin artiklis kirjeldatud juhtuuringu tulemustele, võib öelda, et mudaravi toime inimese nahale on jälgitav selle elektriliste omaduste muutumise kaudu elektrilise bioimpedantsi mõõtmiste abil. Uuringu teostamiseks väljatöötatud mudamähiste rakendamise meetodika ja disainitud elektroodid moodustavad olulise panuse edasise suuremamahulise uuringutegevuse sisendina. Uuringutulemuste põhjal määratleti mudaravi toime määramise eesmärgil tehtava naha bioimpedantsi mõõtmiseks sobiv ergutussignaali sagedusvahemik.

Käsitletud juhtuuringu tulemuste analüüs näitas, et mudaravi toime võib avalduda nii impedantsi kui juhtivuse reaali- ja imaginaariosades. Kahe lihtsaima, järjestik- ja paralleelühenduste mudelil põhineva analüüsi alusel antud hinnang annab põhjuse oletuseks, et mudaravi spetsiifilise toime ja selle ulatuse määramine küllaltki lihtsa mitteinvasiivse impedants-spektroskoopia abil on võimalik.

Naha elektriline aseskeem oma keerukuse ja sõltuvusega inimese keha seisundist ning väliskeskkonna omadustest seab piirid selle täpsele mudeldamisele. Samas on mudelipõhine lähenemine vajalik, et valida kõige enam mudaravi toimete mõjutatav elektriline näitaja ja seetõttu on üks edaspidise samasuunalise uuringutegevuse eesmärke ka mudelisse sobitamise võtete kasutuselevõtt. Edasine plaanitav uuring sisaldab veelgi erilisemate painduvate elektroodide disainimist, et saavutada nahaga püsiv elektri-

line ühendus. Peale suurema hulga uuritavate rühma kaasamise statistilise heakskiidu suurendamiseks mudaravi toime hindamiseks valitud bio-impedantsi ja juhtivuse reaal- ja imaginaarosade määramise teel plaanitakse hinnata ka mudaravi toime kestust.

Uuringu rahastajad ja toetajad

Uuring on läbi viidud Tallinna Ülikooli Haapsalu Kolledži projekti „Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskus (EU50286)” raames ja on saanud toetust ka Eesti Teadusagentuuri granti number IUT1911 kaudu. Samuti on tehtud tööd osaliselt toetanud Euroopa Regionaalarengu Fond IT tippkeskuse EXCITE'i kaudu ja Euroopa Liidu teadusuuringute ja innovatsiooni rahastamisprogramm Horisont 2020 projekti H2020-WIDESPREAD-2014-2-668995-Cognitive Electronics kaudu.

Viidatud allikad

1. Åberg, P. (2004). *Skin cancer as seen by electrical impedance* (Doctoral thesis). Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.
2. Arpaia, P., Cesaro, U., & Moccaldi, N. (2017). Noninvasive measurement of transdermal drug delivery by impedance spectroscopy. *Scientific Reports*, 7, 44647. <https://dx.doi.org/10.1038/srep44647>
3. Clemente, F., Arpaia, P., & Manna, C. (2013). Characterization of human skin impedance after electrical treatment for transdermal drug delivery. *Measurement*, 46(9), 3494–3501. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.06.033>
4. Curdy, C., Naik, A., Kalia, Y. N., Alberti, I., & Guy, R. H. (2004). Non-invasive assessment of the effect of formulation excipients on stratum corneum barrier function *in vivo*. *International Journal of Pharmaceutics*, 271(1–2), 251–256. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2003.11.016>
5. Darlenski, R., Sassning, S., Tsankov, N., & Fluhr, J. W. (2009). Non-invasive *in vivo* methods for investigation of the skin barrier physical properties. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 72(2), 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2008.11.013>
6. Espejo, L., Cardero, M. Á., Garrido, E. M., Caro, B., & Torres, S. (2012). Effects of mud pack therapy on patients with knee osteoarthritis. A randomized controlled clinical trial. *Anales de Hidrología Médica*, 5(2), 109–121. http://dx.doi.org/10.5209/rev_ANHM.2012.v5.n2.40192
7. Fioravanti, A., Cantarini, L., Guidelli, G. M., & Galeazzi, M. (2011). Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scienti-

- fic evidence is there? *Rheumatology International*, 31(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00296-010-1628-6>
8. Grimnes, S., & Martinsen, Ø. G. (2014). *Bioimpedance and bioelectricity basics* (3rd ed.). <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06951-7>
 9. Harding, C. R. (2004). The stratum corneum: structure and function in health and disease. *Dermatologic Therapy*, 17(s1), 6–15. <https://doi.org/10.1111/j.1396-0296.2004.04S1001.x>
 10. Huang, A., Seité, S., & Adar, T. (2018). The use of balneotherapy in dermatology. *Clinics in Dermatology*, 36(3), 363–368. <https://doi.org/10.1016/j.clin-dermatol.2018.03.010>
 11. Huang, X., Yeo, W.-H., Liu, Y., & Rogers, J. A. (2012). Epidermal differential impedance sensor for conformal skin hydration monitoring. *Biointerphases*, 7(1), 52. <https://doi.org/10.1007/s13758-012-0052-8>
 12. Kalia, Y. N., & Guy, R. H. (1995). The electrical characteristics of human skin *in vivo*. *Pharmaceutical Research*, 12(11), 1605–1613. <https://doi.org/10.1023/A:1016228730522>
 13. Komar, D., Dolenec, T., Dolenec, M., Vrhovnik, P., Lojen, S., Belak, Ž. L. ... Šmuc, N. R. (2015). Physico-chemical and geochemical characterization of Makirina Bay peloid mud and its evaluation for potential use in balneotherapy (N Dalmatia, Republic of Croatia). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 1(1), 5–12.
 14. Kuang, W., & Nelson, S. O. (1998). Low-frequency dielectric properties of biological tissues: a review with some new insights. *Transactions of the ASAE*, 41(1), 173–184.
 15. Lacknermeier, A. H., McAdams, E. T., Moss, G. P., & Woolfson, A. D. (1999). *In vivo* ac impedance spectroscopy of human skin: theory and problems in monitoring of passive percutaneous drug delivery. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 873(1), 197–213. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1999.tb09468.x>
 16. Martinsen Ø. G., & Grimnes, S. (1998). On using single frequency electrical measurements for skin hydration assessment. *Innovation et Technologie en Biologie et Médecine*, 19(5), 395–399.
 17. Martinsen, Ø. G., Grimnes, S., & Haug, E. (1999). Measuring depth depends on frequency in electrical skin impedance measurements. *Skin Research and Technology*, 5(3), 179–181. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.1999.tb00128.x>
 18. McAdams, E. (2006). Bioelectrodes. In *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. <https://doi.org/10.1002/0471732877.emd013>
 19. Ng, K. W., & Lau, W. M. (2015). Skin deep: the basics of human skin structure and drug penetration. In N. Dragicevic & H. Maibach (eds.), *Percutaneous penetration enhancers chemical methods in penetration enhancement:*

- drug manipulation strategies and vehicle effects* (pp. 3–11). https://doi.org/10.1007/978-3-662-45013-0_1
20. Poensin, D., Carpentier, P. H., Féchoz, C., & Gasparini, S. (2003). Effects of mud pack treatment on skin microcirculation. *Joint Bone Spine*, 70(5), 367–70. [https://doi.org/10.1016/S1297-319X\(03\)00064-2](https://doi.org/10.1016/S1297-319X(03)00064-2)
 21. Potpara, Z., & Duborija-Kovačević, N. (2012). Effects of the peloid cream from the Montenegrin Adriatic coast on skin humidity, transepidermal water loss and erythema index, examined with skin bioengineering *in vivo* methods. *Farmacia*, 60(4), 524–534.
 22. Prausnitz, M. R., Elias, P. M., Franz, T. J., Schmuth, M., Tsai, J.-C., Menon, G. K., ... Feingold, K. R. (2012). Skin barrier and transdermal drug delivery. In J. L. Bolognia, J. L. Jorizzo & J. V. Schaffer (eds.), *Dermatology* (3rd ed., pp. 2065–2073). Philadelphia: Elsevier Saunders.
 23. Schlossmann, K. (1939). *Estonian curative sea-muds and seaside health resorts*. London: Boreas Publishing.
 24. Tuulik, V. (2015). Mudaraviuuringutest eile, täna ja homme. M. Vinkel (toim). *Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni Kompetentsikeskuse ravimuda valdkonna toimetised* (lk 17–20). Haapsalu: Tallinna Ülikooli Haapsalu kolledž.
 25. Tuulik, V., & Saarik, S. (2016). *Patendikirjeldus EE 05778 B1*. Loetud aadressil <https://www1.epa.ee/patent/kirjeldus/05778.pdf>
 26. Vadi, V. (1947). *Eesti tervismuda: balneoloogiline uurimus*. Tartu: Teaduslik Kirjandus.
 27. Van Mulder, T. J. S., de Koeijer, M., Theeten, H., Willems, D., Van Damme, P., Demolder, M., ... Vankerckhoven, V. (2017). High frequency ultrasound to assess skin thickness in healthy adults. *Vaccine*, 35(14), 1810–1815. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.07.039>
 28. Yamamoto, T., & Yamamoto, Y. (1976). Electrical properties of the epidermal stratum corneum. *Medical and Biological Engineering*, 14(2), 151–158. <https://doi.org/10.1007/BF02478741>

Disainilahendused ravimuda-mudaravi kasutamiseks

Mudatuubuste arendamine

Silver Saarik, Arvo Pärenson

Tervisedenduse ja Rehabilitatsiooni kompetentsikeskuse üheks strateegiliseks eesmärgiks on olnud teaduspõhiste tervisetoodete ja -teenuste arendamine. Ravimuda valdkonnas on see tähendanud mh mudaravi-protseduuride läbiviimiseks kulutõhusama, uuendusliku disaini- ja/või IT-lahendusega toodete- ja teenuste arendamist. Selleks on keskus oma tegevusse kaasanud disainereid, kes on püüdnud koos taastusarstidega leida lahendusi mudaravi läbiviimiseks vajalike abivahendite loomiseks, mida saaks kasutada erinevates keskkondades (nt spaas, tööl või kodus).

Plastist mudaravivann kätele

Tegevusperioodil 2012–15 töötati keskkuses välja ja patenditi (patent nr EE 05772) mudaravivann kätele, mis koosnes soojusisoleeritud plastkorpus-est ning oli varustatud elektroonilise taimeri ja termomeetriga, et tagada teraapiaks vajalikud tingimused. Seadme prototüüpe kasutati erinevates toimeuuringutes Haapsalu ja Värskas spaades.



Mudaravivann kätele
(2015).



Mudaprotseduuri komplekt (2017) (vahtplasttorbik, kilesse pakendatud muda, mudapakendi sulgur korduvkasutuseks).



Säilitamine korduvkasutuseks.

2016. aastast keskenduti abivahendite väljatöötamisele, mida ravimuda protseduuri vajaval patsiendil oleks mugav kasutada kodustes tingimustes või isegi töökohal puhkepausi ajal. Eesmärgiks oli luua lahendus, kus ravimuda soojendamine, seadme puhastamine jm oleks mugav ja lihtne, seadme omahind aga üsna odav. Selliselt oleks võimalik abivajajal spaas või polikliinikus saadud lühiajalist teraapiat kodus jätkata.

Et ravimuda soojendamist lihtsustada, loobuti spaades või massaažisalongides kasutatavast termostaadiga veesoojendist, mis õigustab ennast küll suuremate mudakoguste soojendamisel, kuid on kodutarbijale raskesti kättesaadav ja tülikam kasutada.

Kuna kodutarbija kasutab ravimuda või ravimudasegu (segatud balneoloogilise turbaga) vaid enda tarbeks, siis pole vajalik peale iga protseduuri muda vahetada. Kodutarbija jaoks töötati välja eriline tavalisest vedelam ravimuda-turba segu (u 1 kg), mis pakendati sobivatesse käekujulistesse kilekottidesse. See soojendati kuumas kraanivees näidustuste kohaselt 36–42 kraadini. Soojendatud seguga kilekotti pandi käsi, mis omakorda asetati vahtpolüetüleenist tuubusesse, mis säilitab sobiva temperatuuri 20–30 minutiks. Pärast protseduuri võeti käsi välja ja pesti ning allesjäänud muda säilitati järgmiseks protseduuriks. Kilekoti suu on võimalik sulgeda erilise korduvkinnitusega. Enda tarbeks mitmekordselt kasutatav mudapakend annab protseduurile (ravikuuris on 10–14 protseduuri)

ökonoomsuse. Protseduure võib teha kas iga päev või igal teisel päeval. Kindlasti peaks vältima teiste inimeste kasutatud muda.

Mõju katsetamiseks moodustas dr Silver Saarik uuritavate rühma erinevate kaebustega patsientidest. Siia kuulusid randme ja käe ülekoormusest, kanalite sündroomist, deformeerivast polüartroosist ja traumajärgsest sündroomist tingitud kaebustega tööelised inimesed erinevatelt elualadelt. Kokku oli katsetesse kaasatud 28 inimest, tagasiside saadi 16 uuritavalt. Hinnati subjektiivselt valusündroomi muutust randmes ja küünarliigeses ning liikuvuse paranemist 10–14 protseduuri järel. Patsiendid täitsid Nordici valuküsimustiku enne protseduuride algust ja paar nädalat peale protseduuride lõppu.

Uuritavad tegid keskmiselt 10–14 protseduuri. Positiivset mõju kirjeldasid 14 uuritavat 16-st. 2 uuritavat muutusi ei täheldanud. 7 uuritavat täheldasid valusündroomi kadumist. Kolmel uuritaval esines valusündroom nii randmes kui küünarliigeses, neljal ainult randmeliigeses. Subjektiivselt tundub, et valusündroom kadus mõõdukamate valude puhul (Nordic-küsimustiku 10-pallisel valuskaalal 5–6 palli). 7 uuritavat täheldasid valusündroomi vähenemist. Valu vähenes nii randme- kui küünarliigeses. Eelnev valuskaala oli 6–8 palli. Protseduuride järgne valutugevus langes 1–5 pallini.

Traumajärgse sündroomiga uuritav täheldas protseduuride järel turse ja jäikuse olulist vähenemist ja randmepiirkonna funktsiooni paranemist.

Loodud abivahendi katsetustega sai tõestatud, et käte mudaravi protseduure on võimalik teha kodustes tingimustes lihtsate vahenditega, mille omahind ei ole kõrge. Protseduurid sobivad nii töövõimelise elanikkonna koduseks raviks (käte ülekoormusest tingitud vaevused) kui eakamate inimeste käte deformeerivate liigesevaevuste leevendamiseks. Samuti sobib mudaravi käte traumajärgsete sündroomide taastumise kiirendamiseks.

Futin-tuubused

2018. aastal töötas TERE KK disainer Arvo Pärenson OÜ Futin Design tellimusel välja seniste positiivset tulemust andnud abivahendite katsetuste edasiarendused.

Töö eesmärgiks oli projekteerida varasemate kunstmaterjalist tuubuste alternatiivina looduslikust viltmaterjalist tooted (tuubused kätele ja jalgadele) ravimudaprotseduuride tulemuslikumaks teostamiseks spaades ja

kodustes tingimustes, täiendada ühtlasi ettevõtte OÜ Futin Design tooteportfelli ja parandada ravimuda protseduuride kasutusvõimalusi.

Looduslik lambavillast valmistatud vilt on äärmiselt universaalne ja kvaliteetne tekstiil. Vilt valmib villakihte vanutamise teel tihendades ja kokku pressides. Villal on suurepärased termoisolatsiooni omadused, mis on mudaprotseduuril olulise tähtsusega. Samuti on villal antibakteriaalsed, mustust hülglavad, lõhnu neutraliseerivad omadused, vill on ka tulekindel ja biolagunev materjal. Eestis tegelevad mitmed lambakasvatajad vilditootmisega ja otsivad sellele looduslikule materjalile laiemat kasutust.

Projekti käigus katsetati kodumaiste tootjate käsitsi tehtud viltmaterjali ja võrreldi välismaal tööstuslikult toodetud loodusliku vildiga. Leidmaks sobivaimat lahendust võrreldi omavahel 3 erineva paksuse ja tihedusega tööstuslikku ja käsitöövilti ning mh ka akrüülkangaga kaetud porolooni.

Lähteülesandeks oli töötada välja esitatud tingimustele vastavad ökoloogilisest viltmaterjalist tooted – tuubused käele ja jalale. Mudaprotseduuri eripära seadis projekteeritavale tootele nii kasutatava materjali omaduste kui ka vormilahenduse nõuded. Projekteeritav toode pidi võimaldama teostada tõhusalt eelkirjeldatud mudaravi protseduuri, sh säilitama protseduuriks kasutatava mudasegu sobiva temperatuurivahemiku (38–42 kraadi) säilimise kogu protseduuri vältel (soovituslikult 20 min), olema lihtne ja mugav kasutada vähese ajakuluga, lihtne puhastada, esteetilise vormilahendusega ning seda pidi saama mugavalt hoida/säilitada.

Katsetuste käigus katsetati erinevate materjalide soojapidavust, mõõtes muda temperatuuri 22 kraadisel toatemperatuuril infrapunatermomeetriga objektist 100–120 mm kauguselt.

Ravimudasegu soojendati 5 minuti kestel 50,8-kraadise kraaniveega (maksimaalne vee temperatuur üldkasutatavas veevõrgus). Selle tulemusena saavutati kilesse pakendatud sobiva mudakoguse temperatuuriks 39–43 kraadi (temperatuuride erinevuse mudamassi sees tingib veemolekulide ebaühtlane paiknemine ja soojenemine).

Tuubuste makettidega seotud temperatuure mõõdeti kolmes erinevas olukorras:

- protseduuri teostamisel kätt ja jalga eelnevalt ei soojendatud;
- protseduuri teostamisel eelsoojendati kätt ja jalga 41-kraadise kraanivee all 5 minuti kestel temperatuurini 37,5 kraadi;

- protseduuri teostamisel eelsoojendati kätt ja jalga 42-kraadise kraanivee all 5 minuti kestel temperatuurini 38,5 kraadi.

Katse sooritati ühe inimesega. Iga protseduuri etapi vahel jahutati/kuumutati käsi või jalg protseduuris ettenähtud algtingimusteni. Põhieesmärgiks oli välja tuua materjalide erinevad omadused samades tingimustes sooritatud katsetega.

Projekteerimise etapp koosnes analoogide uurimisest, materjalide katsetamise tulemuste põhjal sobivaima valimisest, eskiislahenduste väljatöötamisest, makettide teostamisest ja lõigete koostamisest prototüübi valmistamiseks.

Materjalide katsetamise tulemuste põhjal valiti prototüübi väljatöötamiseks ja teostamiseks Koskenpää Huopatehdasi (Soome) tarnitav 3 mm lambavillast tööstuslik vilt, mida saab vajadusel kombineerida sama ettevõtte 5 mm vildiga. Eestis toodetud käsitöövildi kohati ebahühtlane paksus, pinna tekstuur ja varieeruv kvaliteet ei sobinud lähteülesande täitmiseks. Üheks määravaks materjali valiku tingimuseks oli ka hinna ja kvaliteedi suhe ning sujuv tarne.



Käetuubuse prototüüp (2018) hoidmisasendis, mille sees on pakend korduvkasutusega ravimudaseguga peale protseduuri teostamist.



Jalatuubuse prototüüp (2018) hoidmisasendis, mille sees on pakend korduvkasutusega ravimudaseguga peale protseduuri teostamist.

Erinevate ideelahenduste analüüsi tulemusena lihtsustati tootearenduse käigus lõikeid õmbluste minimeerimiseks ja teostamise lihtsustamiseks, samuti optimeeriti käsitöövõtteid. Lisati täiendav element – avaus toote serval, mis võimaldab toodet mugavalt hoida koos mitmekordseks kasutamiseks mõeldud ravimudaseguga.

Vildist käe- ja jalatuubused on unikaalsete omadustega (temperatuuri isoleeriv, mustust ja lõhnu hülgev, antibakteriaalne, õhu saastet vähendav, tulekindel ja ka biolagunev) igati tervise- ja keskkonnasäästlikust materjalist tooted. Nad on lihtsalt hooldatavad: soovitatav on käsipesu kuni 40° C, seega igakülgsest sobivad iseendale tehtavateks ravimudaprotseduurideks kodus või töökohal.

Ravimuda kui Eesti terviseturismi võtmesümbol – ravimuda kasutamine spaades

Aire Toffer

Kui Eestis ei oleks ravimuda, ei saaks me praegu rääkida rohkem kui 200-aastasest järjepidevast spaatraditsioonist. Mudaravi kuulub vanimate raviprotseduuride hulka ka mujal maailmas. Muinasegiptlaste mudaravi kogemused ulatuvad aga aastatuhandete taha.

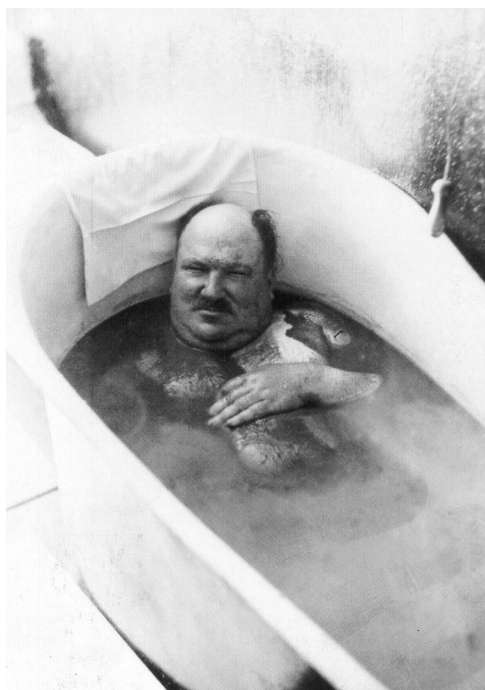
Rääkides mudaravi kasutamisest ja ravimuda saamisest terviseturismi võtmesümboliks, ei saa kuidagi mööda minna ajaloost ja ajalooliste kuurortlinnade tekkimisest. Eesti läänerannikul leiduvat muda kasutas kohalik rahvas mitmel moel – haigeid käsi ja jalgu leotati päikese käes soojenenud mudas või siis soojendati muda enne kasutamist saunas.

1824 – Saaremaa esimene mudaravila

Esimesed andmed meremuda kasutamisest pärinevad Saaremaalt, kus umbes 1800. aasta paiku pakkus üks ettevõtlik talumees oma saunas raha eest mudavanne. Sellest innustust saades lõi kohalik mõisnik Rootsikülla kuue vannitoaga mudaravila. Siit peetaksegi Eesti mudaravi ajaloo sünniks **1824. aastat ning esimest mudaravilat Rootsiküläs**. Külalised saabusid Balti kubermangudest ja Peterburist. Head ravitulemused äratasid huvi ning keiserlik Liivimaa tervishoiu valitsus korraldas Saaremaa meremuda kliinilised uuringud. Rootsiküla mudaraviasutus tegutses 1836. aastani, kohalikes taludes pakuti aga soovijaile meremudavanne kogu 19. sajandi vältel.

1825 – Haapsalu kuurordi sünd

Haapsalu kuurordi sünniaastaks peetakse 1825. aastat, mil alustas tööd krahv Magnus de la Gardie ehitatud esimene suplusmaja-mudaravila. Selle olulise sündmuse taga oli eelkõige doktor Carl Abraham Hunnius, kes tundis tõelist huvi kohaliku muda ravitoime vastu. Tema erialane pühendumus ja sihikindlus löid eeldused tulemuslikule mudaravi prakti-



Rahulolev patsient Haapsalu mudavannis. Foto kasutusõiguse on andnud Fra Mare Thalasso Spa Haapsalus, mis oma tegevuse alustamisest kuni praeguseni on pakkunud ravimuda protseduure Haapsalu Tagalahest pärit ravimudaga.

Peatselt poolesajandat juubelit tähistav Pärnu ravispaahotell Tervis on pakkunud mudaravi algselt Ermistu järve mudaga. Praegu kasutatakse ka seal Värskla lahe muda.



seerimisele. 1830. a viibis suvehooaja jooksul Haapsalu kuurordis juba 260 supelvõõrast. Samal aastal sai alguse ka Haapsalu promenaadide rajamine.

1837 – Pärnu kuurordi sünd

1837. aasta sügisel esitati Pärnu magistraadile palvekiri supelasutuse ehitamiseks. 1838. aasta 28. juunil võttis supelasutus vastu esimesed külastajad. Suvel pakuti sooje mereveevanne ning „külmade” meresupluste võimalust, talvel aga tegutses supelasutus saunana.

1840 – Kuressaare kuurordi sünd

1840. aasta suvel avas ukсед Weise mudaravila – väike õlgkatusega puumaja – ning Kuressaarest sai Eesti neljas kuurortlinn.

Spaades pakutavat mudaravi protseduuri tehakse kolmel erineval viisil – mudavanni või mudamähisena. Vanadelt fotodelt tuttavat mudavannis mõnulejat saab spaades näha praegu veel vaid Värskas Kuurortravikeskuses.

Värskas pakutava mudavanni protseduuri teeb unikaalseks eelkõige see, et ka ergonoomilised vannid, milles mudaprotseduuri tehakse, on välja töötanud sealse keskuse endine peaarst Ragnar Viik ning need järgivad täpselt patsiendi kehakuju ja mugavust, tagades ravimuda tõhusa kasutamise ka kodus. Värskas Kuurortravikeskuse panus mudaravi uuringutesse läbi aegade väärib tunnustamist.

Mudavann

Mudavann annab mõnusalt lõõgastunud enesetunde. Ravimuda mõjub organismile kui termiline, mehaaniline ja keemiline ärritaja. Tekivad muutused närvi- ja südame-vereringesüsteemis, nahas, vere koostises ja ainevahetusprotsessides. Mudaprotseduuri mõjul sageneb pulss, protseduuri algul ka hingamine ning paraneb vereringe. Ravikuuri algul võib krooniline haigusprotsess kergelt ägeneda, sest ainevahetus aktiveerub. Arvukate naharetseptorite ärritamine sooja mudaga tugevdab pidurdusprotsesse peaaajukoos, millega on seletatav haige unisus protseduuri ajal ja eriti pärast protseduuri. Mudaravi näidustused on reumaatilised haigused, kroonilised liiges- ja lihaspõletikud, lüüsamba haigused, lihasatroofia, traumade ja lõikuste järgsed liited ning armistumised, kroonilised



Rahulolev külastaja Värskas Kuurortravikeskuse mudavannis.



Traditsiooniline mudamähise protseduur Pärnu ravispaas Tervis. Sarnaselt on protseduuri tehtud spaades juba aastakümneid.

nahahaigused (psoriaas, ekseem), kroonilised naistehaigused ning kroonilised sisehaigused. Mudaravi vastunäidustused on palavikuhaigused, kasvaja, verehaigused, verejooksud, südamepuudulikkuse II–III aste, mõned neeruhaigused, rasedus ja tuberkuloos.

Mudaaplikatsioonide kasutamine soojusravis on ravispaade protseduur. Mudamähiste pakid, mis sisaldavad looduslikku muda, avaldavad toimet kolmel viisil: kestav soojustoime, bioaktiivne toime ja mehaaniline toime. Põletike puhul stimuleerib mudaravi loomulikku paranemist ning parandab vereringet. Oluline on mudaravi traumade järelravis, liigespõletike ja erinevate närvikahjustuste korral.

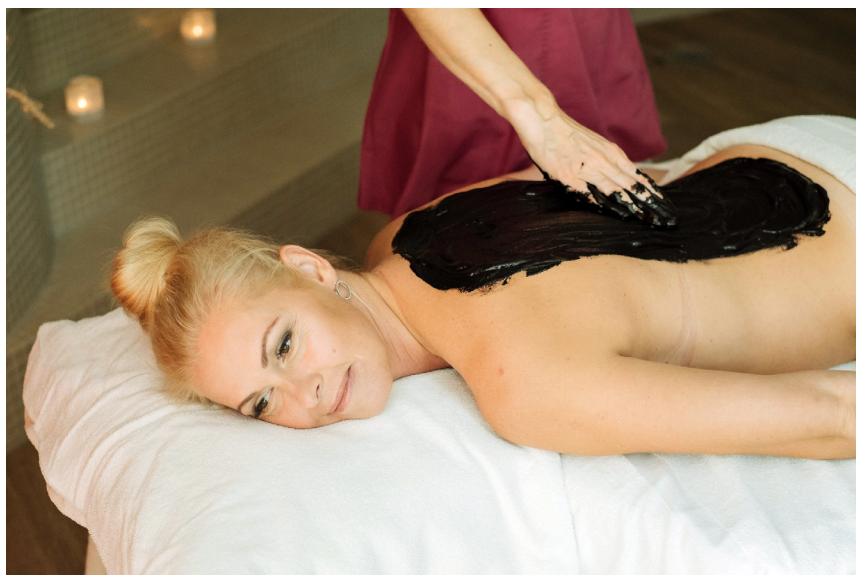
Teiseks mudaravi tegemise viisiks on mudamähis, mida võib kasutada kahel erineval viisil – klassikalise töötlemata ravimuda mähisena ning kosmeetikatööstuses töödeldud ja pakendatud mudamaskina.

Klassikaline mudamähis töötlemata kujul mere- või järvemudaga on pakumisel kolmes spaahotellis – Haapsalus Fra Mare Thalasso Spas ja Spaahotellis Laine ning Pärnu ravispaas Tervis.

Kõikides nendes spaades on erilised mudahoidlad ning eelsoojendatud ravimuda jõuab kliendini spetsiaalse torustiku kaudu. Klient kaetakse ravimudaga, seejärel pakitakse kilesse ja hoitakse soojas ettenähtud protseduuri aja kohaselt. Sellisel meetodil tehtava mudamähise kasutatava ravimuda kogus on 3–8 liitrit ning ka muda toime organismile on kasutatava koguse hulgast suurem.

Tänu Eesti ravimuda tootarendusele on ravimuda hoolitsused jõudnud peale ravispaade ka heaoluspaadesse. Uuema mudamähise meetodina on spaades viimastel aastatel kasutatud ravimuda eeltöödeldud vormi, milles ravimuda koostis on paksem ning see kaetakse kehale mudamaskina. Edasine protseduur sarnaneb klassikalise mudamähisega. Kasutatav mudamaski kogus inimese kohta on umbes 300 grammi ning sellist hoolitsust võib liigitada pigem healuteenuste alla. Erinevates spaades järgneb sellisele mudamähisele kas mudamassaaž, peahoolitsus või mõni muu teenus. Erinevaid teenuseid arendatakse pidevalt. Sellist mudamähise hoolitsust pakutakse Estonia Medical Spas, Toila Spas, Laulasmaa Spas ja Kubija hotell-loodusspaas.

Nii pakub Kubijal hotell-loodusspaa 75-minutilist kombineeritud ravimuda mähist ja massaaži, kus lihaspingeid maandab ja kroonilisi põletikke leevendab ravimudamähis koos massaažiga kogu kehale. Mudamähis



Mudamähis Käina meremuda maskiga.

soojendab kehapinna üles ning lihased ja nahk on massaažiks ette valmis-
tatud, soojad ja pehmed. Ravimuda massaažikreemiga massaaži tulemu-
sel imenduvad muda toimeained sügavamale kehasse. Hoolitsust tehakse
Käina mudatoodetega.

Uued mudahoolitsused

Klassikalise mudaravi pakkumise kõrvale on tõusnud uued teenused, mil-
lest tuntuimad on aroomimuda protseduurid, erinevad mudamassaažid
ning näo-, käte- ja jalgade hoolitsused ravimudaga. Peale Eesti päritolu
ravimuda kasutatakse ka Surnumere mudatooteid.

Spaahotellis Laine ning Fra Mare Thalasso Spas Haapsalus pakutavad aroo-
mimuda protseduurid on kergemad kehahooldused neile, kellele muda-
ravi ei sobi, kuid kes soovivad siiski proovida Haapsalu muda toniseerivat
toimet. Hooldus soodustab kehast liigse vedeliku ja jääkainete eraldumist,
elavdab ainevahetust, lõõgastab ja aitab ravida kroonilisi põletikke. Hool-
dus algab aroomiõlidega rikastatud naturaalse mudamähisega 15–20 min.
Mähisele järgneb dušš ja kerge massaaž nahka toitva aroomõliga.



Klassikaline massaaž on läbi aegade ja ilmselt ka tulevikus nõutuim spaahoolitsus. Ka ravimuda on leidnud tee massaažihooldistesse ning erinevad ravimudaga massaažikreemid koguvad populaarsust nii spaades kui kodukasutuses.



Uuemal ajal on ravimudal osa ka seltskondlikus ajaveetmises.

Ravimuda on saunarituaalide osa

Spaahotellis asuvast saunakeskusest leiab praegu nii mudasaunasid kui saunamudasid. Kui mudasaunas saavad külastajad endale ise mudakoorimist ja mudamähist teha, siis saunarituaalides tehakse kogu protseduur saunamehe juhendamisel ja järelevalvel. See on paljude noorema põlvkonna esindajate jaoks tõenäoliselt esimene kokkupuude ravimudaga ning selline esmane kokkupuude kasvatab usku mudaravi raviväe olemusse. Sellest saadav sile nahk ja mõnus tunne suurendavad loodetavasti ka tulevikus Eesti ravimudade tuntust ning julgustavad kasutama esmapilgul eemaletõukava lõhna ja omadustega, meie oma väärtuslikku maavara veel järgmisel 200 aastal järjest rohkem nii raviprotseduurina kui spaahoolitsuste menüüdes mudamähistena, massaažikreemides, koorijates ning saunaprotseduurides.