

SitFit – Kävelytauoilla aktiivisuutta ja terveyttä istumatyöhön

Satu Mänttari
Jutta Karkulehto
Pihla Säynäjäkangas
Ari-Pekka Rauttola
Teemu Paajanen
Kristian Lukander
Juha Oksa

SitFit – Kävelytauoilla aktiivisuutta ja terveyttä istumatyöhön

Satu Mänttari, Jutta Karkulehto, Pihla Säynäjäkangas, Ari-Pekka Rauttola, Teemu Paajanen, Kristian Lukander, Juha Oksa

Työterveyslaitos

PL 40
00251 Helsinki

www.ttl.fi

Toimitus: Satu Mänttari
Valokuvat: Jutta Karkulehto

© 2024 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Hanke on toteutettu Työsuojelurahasto tuella.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-391-163-5 (PDF)

Tiivistelmä

Istuen työtä tekevien määrä kasvaa maailmanlaajuisesti. Työikäinen istuu työssään keskimäärin 30–50 prosenttia työajasta. Työpäivänä istumista tulee keskimäärin noin 100 minuuttia enemmän kuin vapaapäivänä. COVID-pandemian seurauksena etätö on lisääntynyt, ja sen on todettu edelleen lisäävän istumisen määrää työpäivän aikana.

Istuminen on fyysisesti lähes lepoa vastaava passiivinen olotila. Istuessa lihasten aktiivisuus on minimaalista ja energiankulutus on lähellä lepotasoa. Liiallisen istumisen aiheuttamat terveyshaitat ovat tutkimusnäytön perusteella selvät. Pitkäkestoisesta ja runsaan istumisen on havaittu olevan yhteydessä muun muassa sydän- ja verisuonitautien sekä tyypin 2 diabeteksen esiintyvyyteen. Liiallinen istuminen kuormittaa niska-hartiaseutua ja alaselkää, heikentää alaraajojen verenkiertoa ja voi siten lisätä tuki- ja liikuntaelinsairauksien riskiä.

Tämän hankkeen tavoitteena oli selvittää fysiologisten ja kognitiivisten mittausten avulla, minkä tyyppinen istumisen tauottaminen minimoi tehokkaimmin istumatyön haitallisia vaikutuksia. Istumisen tauotusmenetelmien vaikutusta selvitettiin vakioituissa laboratorio-olosuhteissa. Kahden tunnin yhtäjaksoista istumista verrattiin tauotusmenetelmiin, joita olivat: 30 min istumista ja 30 min seisomista, 25 min istumista ja 5 min seisomista, 28 min istumista ja 2 min kävelyä ja 30 min istumista ja 5 kyykkyä. Parhaimman tauotusmenetelmän soveltuvuus käytännön työelämään selvitettiin aidossa toimistotyössä.

Mitatuista 24 muuttujista muodostetun painotetun summamuuttujan ja monimuuttuja-analyysin perusteella parhaiten toimiva tauotustapa oli lyhyt kävely. Tulosten perusteella kaikki tauotustavat olivat yhtäjaksoista istumista parempia. Toimistotyössä toteutettu kävelyinterventio lisäsi työpäivän aikaista aktiivisuutta merkittävästi. Tämä näkyi positiivisesti erityisesti lihasaktiivisuuden pienenemisenä niska-hartiaseudulla ja kasvamisena isoissa lihasryhmissä (selkä ja reisi), sekä alaraajaturvotuksen vähenemisenä. Istumatyötä tauottava interventio osoittautui potentiaalisesti hyödylliseksi myös päiväaikaisen kognitiivisen suoriutumisen näkökulmasta.

Tässä hankkeessa tuotettiin ensimmäistä kertaa mitattua tietoa istumatyön tauottamisen fysiologisista ja kognitiivisista vaikutuksista. Tiedon perusteella suositellaan ensisijaisesti kahden minuutin toimistokävelyä puolen tunnin välein istumatyön haitallisten terveysvaikutusten vähentämiseksi.

Abstract

The number of sedentary workers is increasing globally. During a working day the average sitting time of a sedentary worker is 30–50% of the total working time. Due to Covid-19 pandemic, the amount of remote work has increased, which has further increased sitting time at work.

Sitting is a passive physiological state equaling close to rest. While sitting, muscle activity is at its minimum and energy expenditure is close to resting level. Research has clearly shown the negative health outcomes of prolonged sitting. These include e.g. increased incidence of type 2 diabetes and cardiovascular diseases. In addition, extended sitting time increases the risk for musculoskeletal disorders due to reduced blood circulation in the lower extremities and increased burden for neck-shoulder and lower back musculature.

This study aimed to find out the most effective periodizing method (i.e. breaking sitting time occasionally, referring further as intervention) for reducing the negative health risk induced by prolonged sitting. During two hours of sedentary work, four interventions were used and compared to just sitting. The interventions were: 30 minutes sitting and 30 minutes standing, 25 minutes sitting and 5 minutes standing, 28 minutes sitting and 2 minutes walking, and 30 minutes sitting and 5 squats. The suitability of the most efficient intervention was studied in authentic sedentary office work.

Based on multivariate and sum variable analysis (24 parameters), the most efficient intervention was walking. Results indicated, however, that all methods were effective in relation to just sitting. Walking intervention induced significant positive effects during the working day such as reduced muscle activity in the neck-shoulder area, increased activity in large muscle groups (lower back and thigh) and reduced swelling of the lower extremity. In addition, cognitive functions remained stable during a working day.

To our knowledge, this was the first study to report the effects of different break-type interventions on physiological and cognitive function during sedentary work. Based on the results, it is recommended to break sitting periods with walking to reduce the negative health effects of prolonged sitting.

Alkusanat ja kiitokset

SitFit -tutkimushanke sai alkunsa keskustelusta, jossa pohdittiin istumatyön turvallisuusriskejä. Monilla työpaikoilla tunnistetaan työn fyysiset vaarat, henkiset riskit ja työympäristön turvallisuus. Useissa ammateissa käytetään suojavarusteita. Mutta miten suojata istumatyöntekijää?

Suomalainen viettää elämästään reilut kolmekymmentä vuotta töissä. Tietotyötä tekevien määrä on suuri, ja työtä tehdään pääsääntöisesti istuen. Koronapandemia lisäsi etätyön tekemistä ja monella työpaikalla etätyö jäi pysyväksi työskentelytavaksi. Kotona istumisen määrä on tutkitusti runsaampaa kuin työpaikalla, vaikka tehdään samaa työtä. Istumisen haittojen näkökulmasta tärkeintä ei ole se, kuinka paljon tuntimäärällisesti istuu päivän aikana, vaan se, miten istumistaan tauottaa. Tauottaminen on helppo ja ilmainen keino istumatyön terveyshaittojen ehkäisyssä.

Tässä hankkeessa verrattiin erilaisia tapoja tauottaa istumatyötä. Kattavien fysiologisten ja kognitiivisten mittausten perusteella parin minuutin rauhallinen kävely puolen tunnin välein, tuttavallisemmin toimistokävely, on tehokkain tapa tauottaa istumatyötä. Kävely oli paitsi tehokas, myös tutkittavien keskuudessa suosittu tauotusmenetelmä.

Hankkeessa yhdistettiin standardoitu laboratoriotutkimus ja työpaikalla toteutettu interventiotutkimus. Laboratorio-osioon osallistui 15 vapaaehtoista tutkittavaa. Kiitämme lämpimästi kaikkia laboratoriotutkimukseen osallistuneita henkilöitä. Interventiotutkimus kohdistui Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy:n asiantuntijoihin. Haluamme kiittää HY247:aa, etenkin yhteyshenkilö Lasse Moisiota, sujuvasta yhteistyöstä. Erityisesti kiitämme kumppaniorganisaatiomme työntekijöitä, jotka osallistuivat tutkittavina hankkeeseen. Lisäksi kiitämme hankkeen loppuwebinaarin keskusteluun osallistuneita tutkija Anna-Maiju Leinosta, liikuntatieteen erikoislääkäri Harri Helajärveä ja HR-asiantuntija Marika Hämäläistä.

Lopuksi tutkimusryhmä haluaa kiittää hankkeen rahoittajia, Työsuojelurahastoa ja Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy:tä tutkimuksen mahdollistamisesta ja hyvästä yhteistyöstä.

Toukokuussa 2024

SitFit-tutkijaryhmä

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Abstract	4
Alkusanat ja kiitokset	5
Sisällys.....	6
1 Tausta.....	8
2 Tutkimuksen tarkoitus.....	10
3 Menetelmät	11
3.1 Laboratoriomittaukset.....	11
3.1.1 Tutkittavat ja tutkimusasetelma.....	11
3.1.2 Lihassähköinen aktiivisuus	13
3.1.3 Lihaksen hapettumisaste	14
3.1.4 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus	14
3.1.5 Lihaksen kimmo-ominaisuudet.....	14
3.1.6 Alaraajan turvotus	15
3.1.7 Stressihormonien pitoisuudet.....	15
3.1.8 Kognitiivinen suorituskyky	15
3.1.9 Subjektiiiset arviot.....	16
3.2 Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus	16
3.2.1 Tutkittavat ja tutkimusasetelma.....	16
3.2.2 Aktiivisuusmittaus.....	18
3.2.3 Fysiologiset ja kognitiiviset mittaukset	18
3.3 Tulosten analysointi.....	19
3.3.1 Laboratoriomittaukset	19
3.3.2 Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus.....	21
3.3.3 Tilastolliset analyysit.....	21
4 Tulokset.....	22
4.1 Laboratoriomittaukset.....	22

4.1.1	Istumisen fysiologiset vaikutukset	22
4.1.2	Intervention valinta	24
4.1.3	Lihassähköinen aktiivisuus	26
4.1.4	Lihaskudoksen hapettumisaste	28
4.1.5	Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus	29
4.1.6	Lihaksen kimmo-ominaisuudet.....	30
4.1.7	Alaraajan turvotus	32
4.1.8	Stressihormonien pitoisuudet.....	34
4.1.9	Kognitiivinen suorituskyky	36
4.1.10	Kirjoitustyö	37
4.1.11	Subjektiiiviset arviot.....	40
4.2	Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus	41
4.2.1	Aktiivisuusmittaus.....	41
4.2.2	Lihassähköinen aktiivisuus	42
4.2.3	Lihaskudoksen hapettumisaste	43
4.2.4	Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus	44
4.2.5	Lihaksen kimmo-ominaisuudet.....	45
4.2.6	Alaraajan turvotus	45
4.2.7	Kognitiivinen suorituskyky	45
4.2.8	Subjektiiiviset arviot.....	49
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	51
5.1	Tutkimuksen tavoite I	51
5.2	Tutkimuksen tavoite II	52
5.2.1	Laboratoriomittaukset	52
5.2.2	Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus.....	53
6	Tulosten merkitys ja suositukset	56
7	Projektin viestintä.....	57
	Lähteet	59

1 Tausta

Viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana työn fyysinen luonne on muuttunut. Yhteiskunta on siirtynyt kohtalaista fyysistä aktiivisuutta vaativista ammateista ammatteihin, jotka koostuvat suurelta osin paikallaanolosta ja istumisesta [1]. Työikäiset istuvat työpaikalla keskimäärin 30–50 % työajasta ja työpäivänä istutaan keskimäärin sata minuuttia enemmän kuin vapaapäivänä. Toimistotyöntekijä istuu 66 % työajastaan [2–3]. Suomessa tietotyötä tekevien määrä on suuri ja sitä tehdään pääsääntöisesti istuen. Työ ja terveys Suomessa 2012 -haastattelututkimuksen mukaan kolmannes suomalaisista työntekijöistä istuu työssään 6–7 tuntia päivässä [4].

COVID-19-pandemian aiheuttamien rajoitusten myötä etätöiden määrä on lisääntynyt ja etätöihin koronapandemian vuoksi siirtyneiden osuus on Suomessa EU-maiden suurin [5]. Ensimmäiset aihetta käsittelevät tutkimukset osoittavat, että etätö lisää edelleen inaktiivisuutta ja istumisen määrää työpäivän aikana [6]. Etätöitä tehdään saman työpisteen ääressä ja työpäivän aikainen aktiivisuus jää entistä vähäisemmäksi [2].

Istuminen on lähes lepoa vastaava passiivinen olotila, joka edistää positiivista energiatasapainoa. Istuessa asentoa ylläpitävien suurten lihasten aktiivisuus on minimaalista ja energiankulutus on lähellä lepotasoa. Liiallisen istumisen aiheuttamat terveyshaitat ovat viime vuosina lisääntyneen epidemiologisen näytön perusteella selvät. Liiallisen istumisen on havaittu olevan yhteydessä mm. sydän- ja verisuonitautien sekä tyypin 2 diabeteksen esiintyvyyteen ja kasvaneeseen insuliiniresistenssiin. Rungas istuminen myös kuormittaa niska-hartiaseutua sekä alaselkää, heikentää alaraajojen verenkiertoa ja voi siten lisätä tuki- ja liikuntaelinsairauksien riskiä [7–9]. Istumisella on tutkimusten mukaan myös annos-vastesuhde ennenaikaisen kuoleman riskiin. Liiallinen istuminen on itsenäinen terveysriski, koska tämä annos-vastesuhde säilyy merkitsevästi liikunnasta huolimatta. Liikuntaharrastus ei siis täysin suojaa istumisen haitallisuudelta, sillä fyysinen aktiivisuus ei vaikuta kaikkiin istumisen terveysriskien taustalla oleviin mekanismeihin. Kaikkia passiivisuuden aiheuttamia negatiivisia muutoksia ei siis pysty peruuttamaan liikuntaharjoittelulla [2].

Työpäivän aikaisen passiivisuuden ja istumisen muodolla on merkitystä. Kaikkein haitallisinta on pitkäkestoinen, yhtäjaksoinen paikallaanolo. Istumisen vähentämiseen tähtäävät interventiot ovat antaneet näyttöä niiden istumatyöhön liittyvistä terveyshyödyistä. Passiivisen ajan katkaiseminen tai korvaaminen kevyellä fyysisellä aktiivisuudella näyttää vähentävän istumisen haittavaikutuksia [10–12].

Suomalaisten työntekijöiden runsaan työssä istumisen haittojen vähentäminen on tärkeä työ- ja kokonaisterveyttä edistävä tekijä. Istumisen aiheuttamia terveyshaittoja voi vähentää pääasiassa istumista tauottamalla ja kokonaisistumisaikaa vähentämällä. Tämän vuoksi istumisen ja passiivisuuden vähentäminen työpäivän aikana on merkityksellistä myös liikuntaa harrastaville henkilöille [7]. Työpäivän aikaisen istumisen vähentämiseen tähtäävät interventiot, kuten fyysiset muutokset työympäristössä (esim. sähköpöydät), organisaation toimintatapojen muutokset (esim. kävelykokoukset, taukojumpat) ja informaation jakaminen (esim. neuvonta, ohjaaminen) ovat antaneet näyttöä niiden terveyshyödyistä [13–15]. Tutkimusten pohjalta on annettu runsaasti erilaisia malleja ja ohjeita istumisen tauottamiseen. Tutkimusten pohjalta laaditut suositukset ja ohjeet istumisen vähentämiseen ovat kuitenkin myös Suomessa kirjavia. Ohjeiden kehittämiseen, selkeyttämiseen ja yhtenäistämiseen tarvitaan mitattua tietoa istumatyön tauottamisen fysiologisista ja kognitiivisista vaikutuksista. Toistaiseksi mitattu tieto istumisen haitallisten vaikutusten torjumisesta optimaalisella istumista tauottavalla aktiivisuudella puuttuu.

Tässä hankkeessa yhdistyy standardoitu laboratoriotutkimus ja työpaikalla toteutettu interventiotutkimus. Laboratoriotutkimuksessa selvitetään optimaalisin istumisen tauottamisen frekvenssi ja muoto monipuolisilla fysiologisilla ja kognitiivisilla mittauksilla. Vakio-olosuhteissa tehtyjen mittausten pohjalta määritetään, mikä istumista tauottava toimintamalli on tehokkain istumatyön alikuormittavien vaikutusten pienentämiseksi ja kognitiivisen suorituskyvyn ja vireyden ylläpitämiseksi. Työpaikalla toteutettavassa interventiotutkimuksessa arvioidaan laboratoriotutkimuksen tulokset aidoissa toimistotyöolosuhteissa. Tulosten pohjalta laaditaan selkeä, tutkittuun tietoon perustuva suositus miten istumatyötä tauottamalla toimistotyön alikuormitusta saadaan parhaiten vähennettyä.

2 Tutkimuksen tarkoitus

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää: I) miten yksinomaan istuen tapahtuva toimistotyö alikuormittaa lihaksistoa sekä hengitys- ja verenkiertoelimistöä ja II) minkälaisella istumista tauottavalla mallilla on optimaalisin vaikutus fysiologisiin ja kognitiivisiin vasteisiin. Tutkimuksen tulosten perusteella annetaan selkeät, tutkittuun tietoon perustuvat suositukset istumatyön tauottamiseen.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mikä on lihasaktiivisuuden ja hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittumisen taso pitkäkestoisen, yhtäjaksoisen istumisen aikana?
2. Miten kuormituksen määrä ja lihaksiston happipitoisuus muuttuu kohdelihaksissa eri tautusmenetelmillä?
3. Kasvaako energiankulutus ja autonomisen hermoston aktiivisuus eri tautusmenetelmillä verrattuna passiiviseen työntekoon?
4. Ylläpitääkö ja/tai lisääkö työn aikainen istumisen tauottaminen vireystilaa ja kognitiivista suorituskykyä?
5. Mikä on optimaalisin istumisen tauottamisen frekvenssi ja muoto?

3 Menetelmät

Tutkimus jakaantui kontrolloiduissa laboratorio-olosuhteissa tehtyihin mittauksiin ja työpaikalla toteutettuun interventiotutkimukseen. Tutkimuksella on Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan myöntämä lupa (EETTMK 34/2022 §177). Ennen mittausten alkua tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta.

3.1 Laboratoriomittaukset

3.1.1 Tutkittavat ja tutkimusasetelma

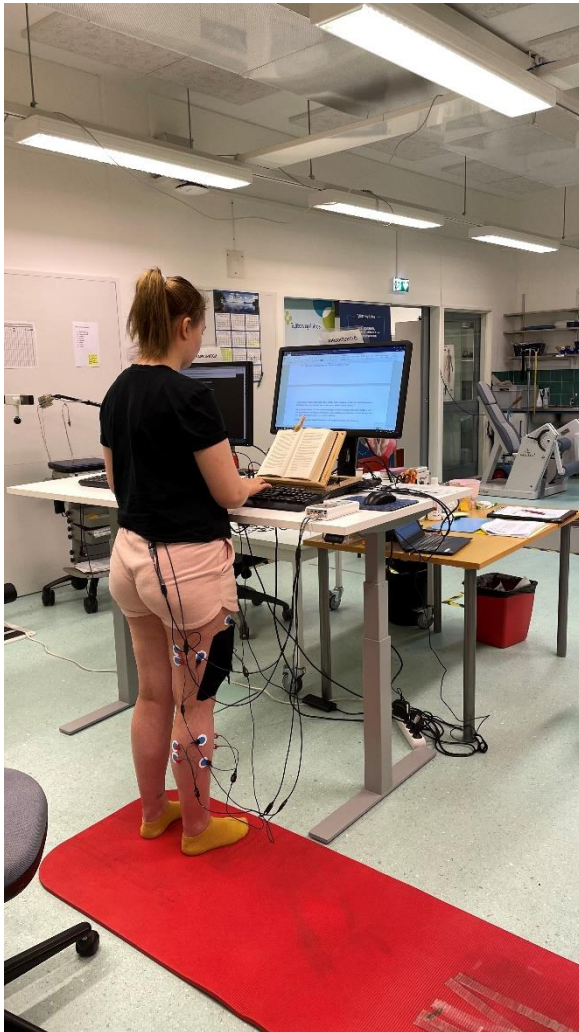
Laboratoriomittauksissa selvitettiin optimaalisin istumatyön tauottamisen tapa. Laboratoriotutkimukseen osallistui 15 vapaaehtoista ja tervettä tutkittavaa (taulukko 1). Ennen tutkimusta varmistettiin, ettei heillä ole viimeisen kuuden kuukauden aikana ollut tuki- ja liikuntaelinvammoja tai -sairauksia.

Taulukko 1. Tutkimuksen laboratorio-osioon osallistuneiden tutkittavien ikä, pituus, paino, kehon painoindeksi (BMI) ja asteikolla 0–10 arvioitu aktiivisuusluokka, jossa arvo 5 tarkoittaa 30–60 minuuttia viikossa raskasta liikuntaa, kuten hölkkäämistä, aerobicia tai korkean intensiteetin pyöräilyä (keskiarvo ± keskihajonta).

	n	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI (kg/m²)	Aktiivisuus- luokka
Kaikki	15	27,4 ± 6,6	176,2 ± 9,9	75,6 ± 12,4	24,3 ± 3,5	5,5 ± 1,9
Naiset	8	28,0 ± 7,3	168,4 ± 4,3	71,8 ± 12,3	25,2 ± 3,8	5,6 ± 1,8
Miehet	7	26,7 ± 6,0	185,1 ± 5,8	79,9 ± 11,8	23,3 ± 3,1	5,4 ± 2,1

Tutkittavat työskentelivät vakioiduissa laboratorio-olosuhteissa tehden toimistotyötä simuloivaa kirjoitustyötä kahden tunnin ajan (kuva 1). Tutkittavat valitsivat viidestä kirjavaihtoehdosta yhden ja kopioivat kirjan tekstiä Word-dokumenttiin. Työtä tehtiin neljällä erilaisella tauotusfrekvenssillä, joita verrattiin yhtäjaksoiseen istumiseen. Jokainen tutkittava suoritti viisi mittausta. Yhdellä mittauskerralla tehtiin satunnaistetussa järjestyksessä referenssimittaus eli kahden tunnin istuminen (Ref) tai yksi neljästä tauotusvaihtoehdosta. Mittaukset tehtiin erillisinä päivinä. Tauotusvaihtoehdot olivat:

1. 30 minuuttia istumista ja 30 minuuttia seisomista (30+30)
2. 25 minuuttia istumista ja 5 minuuttia seisomista (25+5)
3. 28 minuuttia istumista ja 2 minuuttia kävelyä (Kävely)
4. 30 minuutin välein 5 kyykkyä (Kyykyt)



Kuva 1. Toimistotyötä simuloiva kirjoitustyö laboratoriossa (seisten).

Istumatyön aikana mitattiin lihassähköistä aktiivisuutta kahdeksasta lihaksesta, reisilihaksen hapetusastetta, sykettä ja energiankulusta. Ennen työtä ja työn jälkeen

mitattiin lihaksen kimmo-ominaisuuksia kahdeksasta lihaksesta, alaraajan turvotusta, kognitiivista suorituskykyä, subjektiivisia arvioita ja syljen stressihormonipitoisuuksia. Jokaisessa mittauksessa kirjoitetusta Word-dokumentista laskettiin merkkimäärä, kirjoitusvirheiden määrä sekä kirjoitustyön hyötysuhde (minuutissa kirjoitettujen merkkien määrä jaettuna minuutin aikana tehtyjen virheiden määrällä).

3.1.2 Lihassähköinen aktiivisuus

Istumatyön aikana mitattiin lihassähköistä aktiivisuutta (elektromyografia, EMG) ME6000-laitteella (Bittium Oy, Suomi) kahdeksasta lihaksesta kehon oikealta puolelta (lukuun ottamatta hartiaa, joka mitattiin molemmilta puolilta). Tutkitut lihakset olivat:

1. hartia (oikea), epäkäslihaksen yläosa, m. trapezius (pars descendes)
2. hartia (vasen), epäkäslihaksen yläosa, m. trapezius (pars descendes)
3. yläselkä, epäkäslihaksen alaosa, m. trapezius (pars transversa)
4. alaselkä, pitkä selkälihas, m. longissimus dorsi
5. takareisi, kaksipäinen reisilihas, m. biceps femoris
6. pohje, kaksoiskantalihas, m. gastrocnemius
7. etureisi, nelipäinen reisilihas, m. quadriceps femoris
8. sääri, etumainen sääri-lihas, m. tibialis anterior

Mittaus suoritettiin laittamalla tutkittavan lihaksen päälle (lihasrunkoon) iholle kaksi mittaavaa bipolaarista pintaelektrodiä ja yksi nk. maaelektrodi (BlueSensor M-00-S, Ambu, Tanska). Näytteenottotaajuus oli 1000 Hz, kaistanleveys 40–500 Hz ja vahvistus x2000. EMG-mittaukset tallennettiin ja analysoitiin MegaWin-ohjelmalla (Mega Electronics Oy, Suomi).

Työn aikana mitattu aktiivisuus suhteutettiin ennen työtä mitattuun maksimaaliseen lihassähköiseen aktiivisuuteen (maksimaalinen lihassupistus), jolloin työn aikainen lihaksiston kuormittuneisuuden taso voitiin määrittää. Tulos ilmaistaan prosentteina maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta (%MEMG). EMG-datasta poistettiin outlier-arvot (2 x keskihajonta ± keskiarvo). Lisäksi analysoitiin nk. mikrotauti, jotka ovat tahdosta riippumattomia hyvin lyhyitä (0,1–1 s) lihaksen lepoetäviä.

3.1.3 Lihaksen hapettumisaste

Lihaskudoksen hapettumisastetta eli happisaturaatiota mitattiin lähi-infrapunaspektroskopian avulla (NIRS, PortaMon, Artinis Medical Systems, Alankomaat) etureidestä (m. vastus lateralis) vasemmalta puolelta. Laite toimii aallonpituudella 760–850 nm ja valo tunkeutuu kudokseen 3 cm syvyyteen. Näytteenottotaajuus oli 10 Hz. NIRS-sensori kiinnitettiin teipillä lihaksen päälle ja peitettiin tummalla kankaalla. Kudoksen hapettumisaste (tissue saturation index, TSI%) on luku, joka ilmaisee, montako prosenttia hemoglobiinin (verenpunan) hapensitomiskohdista on liittänyt itseensä happea. Näin se ilmaisee kudoksen happipitoisuuden suhteessa sen maksimaaliseen happipitoisuuteen.

3.1.4 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus

Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitusta mitattiin Bodyguard3-mittalaitteella (Firstbeat Technologies Oy, Suomi), joka kiinnitettiin kahdella elektrodilla (BlueSensor VL-00-S, Ambu, Tanska) tutkittavan rintakehälle. Laite mittaa sydämen sykintätaajuutta eli sykettä, ja sykevälivaihtelua eli kahden peräkkäisen sydämen lyönnin välisen ajan vaihtelua. Mittauksista analysoitiin Kubios HRV Scientific 4.0.1-ohjelmistolla (Kubios Oy, Suomi) keskimääräinen syke, sykevälivaihtelu ja energiankulutus työn aikana.

Sykevälivaihtelu tarkoittaa vaihtelua sydämen lyöntien välisessä ajassa ja kertoo autonomisen hermoston tilasta. Levossa parasympaattinen hermosto hidastaa sydämen sykettä ja sykevälivaihtelu on suurempaa. Sykevälivaihtelun tarkastelussa käytettiin aikakenttämuuttujista RMSSD-muuttujaa (root mean square of successive differences between normal heartbeats), eli peräkkäisten normaalien sydämen lyöntien välisen ajan neliöllistä keskiarvoa. RMSSD on yleisesti käytetty muuttuja kuvastamaan parasympaattisen hermoston vaikutuksesta tapahtuvia muutoksia sykevälivaihtelussa [16].

3.1.5 Lihaksen kimmo-ominaisuudet

Lihasten jäykkyyttä, elastisuutta ja kiinteyttä mitattiin myotonometrillä (Myoton-3, Müemeetria, Viro). Mittausmenetelmä perustuu pehmeään kudokseen aiheutetun värähtelyn vaimenemiseen. Laite antaa viisi peräkkäistä vakiosuuruista (0,5 N) iskua ihon pintaan. Vaimenemisnopeuden ja suuruuden perusteella laite laskee pehmeään kudoksen (tässä tapauksessa lihaksen) elastisuutta, jäykkyyttä ja kiinteyttä, eli kudoksen kimmo-ominaisuuksia. Kimmo-ominaisuudet mitattiin samoista kohdista kuin lihassähköisen aktiivisuuden mittausta (hartiat, ylä- ja alaselkä, etu- ja takareisi, pohje ja sääri).

3.1.6 Alaraajan turvotus

Alaraajan turvotusta mitattiin oikeasta jalasta ennen työskentelyä ja työskentelyn jälkeen hydrostaattisella mittauksella ja pohkeen ja nilkan ympärystimitoilla. Hydrostaattisessa mittauksessa tutkittavan jalka upotettiin polvitaivetta myöten vedellä täytettyyn ämpäriin ja jalan syrjäyttämä vesimäärä punnittiin. Pohkeen ympärystimita mitattiin pohkeen paksuimmasta kohdasta ja nilkan ympärystimita mediaalisen ja lateraalisen malleoluksen yläpuolelta. Ympärystimittojen mittauskohdat (etäisyys maasta) määritettiin ensimmäisellä kerralla ja kirjattiin ylös, jotta ympärystimitat saatiin mitattua samasta kohdasta jokaisella mittauskerralla.

3.1.7 Stressihormonien pitoisuudet

Stressihormonien pitoisuuksia määritettiin mittaamalla syljen α -amylaasi- ja kortisolitaso ennen työskentelyä ja sen päätyttyä SOMA sAA/Cortisol Dual Analyte LFD -kitillä (SOMA Bioscience Ltd, Iso-Britannia).

3.1.8 Kognitiivinen suorituskyky

Kognitiivista suorituskykyä mitattiin ennen työskentelyä ja työskentelyn jälkeen tehtävänvaihtotestillä (Task Switching-test). Tehtävänvaihtotesti on tietokonepohjainen kognitiivinen testi, jonka avulla voidaan arvioida mm. vastaajan reaktionopeutta, tarkkaavaisuuden ylläpitoa sekä joustavaa tiedonkäsittelyä ja toiminnanohjausta [17–18]. Testi perustuu klassiseen tehtävänvaihtoparadigmaan [18] ja käytössä oleva testiversio on kehitetty Työterveyslaitoksessa [17]. Kehitettyä versiota on sovellettu mm. työuupumukseen ja työikäisten kognitio-oireisiin liittyvissä tutkimushankkeissa [19–20].

Task Switching- testin ensimmäinen osio mittaa yksinkertaista reaktionopeutta ja seuraavat kaksi osaa ovat samantasoisia nk. luokittelutehtäviä, jotka edellyttävät melko mekaanisluonteista reagointikykyä. Testin viimeinen, kolmas osio on ns. varsinainen tehtävänvaihtotehtävä, jossa edelliset kaksi luokittelutehtävää yhdistetään. Vastaaja joutuu nyt ärsykkeen sijainnin perusteella vaihtamaan nopeasti ja joustavasti luokittelusääntöä. Tehtävänvaihto-osio vaatii tarkkaavuuden lisäksi työmuistia ja joustavaa tiedonkäsittelyä. Testin kokonaiskesto on noin 7 minuuttia.

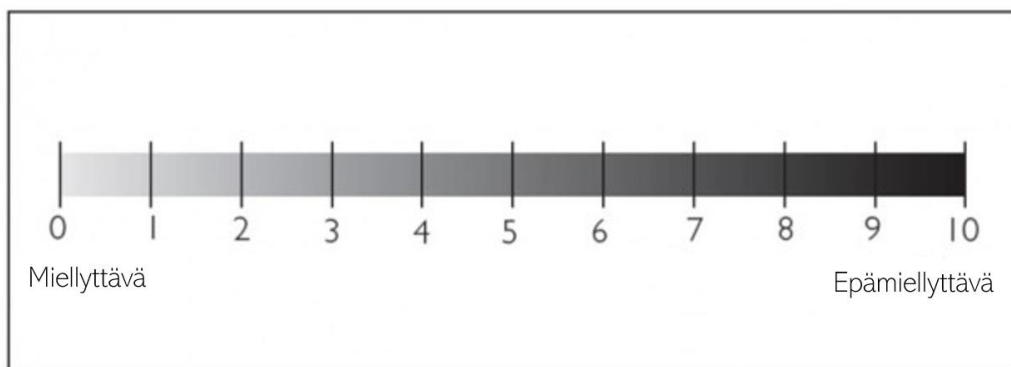
Tehtävänvaihtotestiin liittyvät kognitiiviset osa-alueet on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Tehtävävaihtotestin osiot ja keskeiset tutkimuksessa arvioidut kognitiiviset toiminnot.

Osatesti	Tiedonkäsittelyn tarkkuus	Tiedonkäsittelyn nopeus	Tiedonkäsittelyn joustavuus
Luokittelutehtävät		X	
Tehtävävaihtotehtävä	X		X

3.1.9 Subjektiiiset arviot

Koettua epämukavuuden tunnetta arvioitiin ennen työskentelyä ja työskentelyn jälkeen VAS-janalla (Visual Analogue Scale, kuva 2) 0–10 (0 = miellyttävä ja 10 = epämiellyttävä). Kaikkien mittausten suorittamisen jälkeen tutkittavia pyydettiin asettamaan tauotusmenetelmät järjestykseen mieluisimmasta epämieluisimpaan.



Kuva 2. Koetun epämukavuuden mittaamiseen käytetty VAS-jana (Visual Analogue Scale).

3.2 Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus

3.2.1 Tutkittavat ja tutkimusasetelma

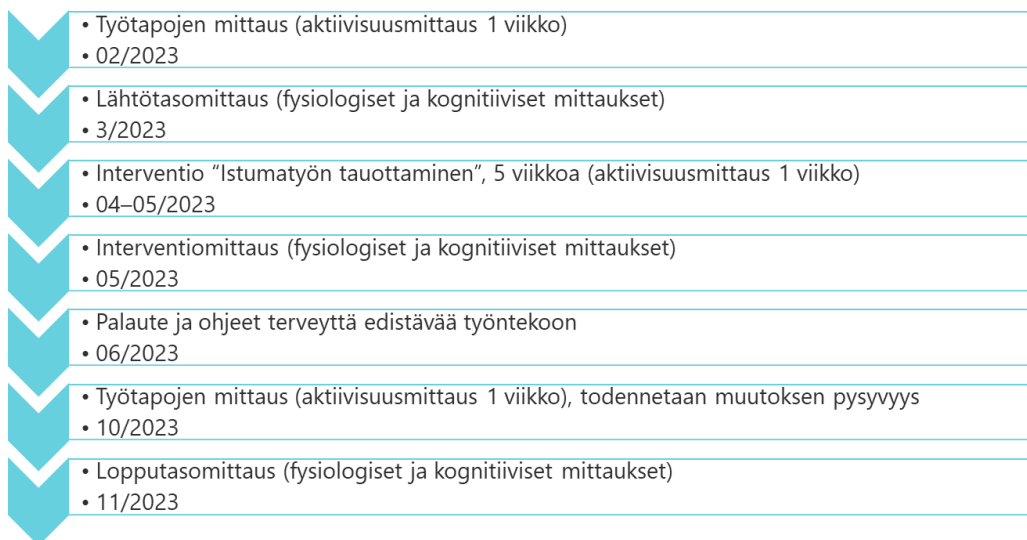
Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus suoritettiin Helsingin yliopiston kiinteistöpalvelut Oy:n asiantuntijoille, joiden normaalit työtehtävät koostuvat pääasiassa istumatyöstä. Mittaukset suoritettiin kolme kertaa tutkimuksen aikana: lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittaus. Mittauksiin osallistui yhteensä 19 vapaaehtoista työntekijää (taulukko 3). Yhden mittauksen kesto oli keskimäärin 5 h 49 min ± 16 min.

Taulukko 3. Työpaikalla toteutettuihin mittauksiin osallistuneiden tutkittavien ikä, pituus, paino, kehon painoindeksi (BMI) ja asteikolla 0–10 arvioitu aktiivisuusluokka, jossa arvo 5 tarkoittaa 30–60 minuuttia viikossa raskasta liikuntaa, kuten hölkkäämistä, aerobicia tai korkean intensiteetin pyöräilyä (keskiarvo ± keskihajonta).

	n	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI (kg/m²)	Aktiivisuus- luokka
Kaikki	19	44,7 ± 10,7	175,5 ± 7,9	87,1 ± 17,8	28,1 ± 4,5	5,6 ± 2,1
Naiset	9	42,4 ± 10,7	169,8 ± 7,0	76,9 ± 17,4	26,5 ± 5,1	5,6 ± 2,1
Miehet	10	46,7 ± 10,8	180,6 ± 4,6	96,3 ± 12,9	29,5 ± 3,7	5,7 ± 2,2

Lähtötasomittauksessa tutkittavat tekivät työtään sen hetkiselällä tavallaan. Interventiomittauksista ennen heidät ohjeistettiin käyttämään laboratoriomittauksissa selvitettyä tehokkainta istumisen tauotusmenetelmää viisi viikkoa. Suositus oli kävellä työpäivän aikana rauhallisesti kahden minuutin ajan puolen tunnin välein, tai vaihtoehtoisesti viisitoista kertaa työpäivän aikana. Lisäksi todettiin, että mikäli kävely ei ole aina mahdollista voi myös kävellä paikallaan tai tauottaa istumista muilla tavoilla (seisomaan nousu, venyttely, lihasten aktivointi istuen tms.). Interventiojakson aikana tutkittavat vastasivat päivittäin Webropol-kyselyyn, jolla kartoitettiin toteutuneen tauottamisen määrää ja työskentelypaikkaa. Lisäksi tutkittavilla oli mahdollisuus kertoa mitä mahdollisia esteitä he kokivat tauottamiselle.

Intervention jälkeen tutkittavat saivat tuloksistaan henkilökohtaisen palautteen. Lisäksi heitä informoitiin intervention tuloksista ja hyödyistä yleisellä tasolla ja heitä kehoitettiin jatkamaan istumisen tauottamista. Kuuden kuukauden kuluttua tehtiin lopputasomittaukset, joissa tutkittavia ohjeistettiin työskentelemään sen hetkiselällä tavallaan. Ennen lähtötaso-, interventio- ja loppumittauksista tutkittavilta mitattiin istumisen ja liikkeen määrä työpäivien aikana viikon ajalta. Työpaikalla toteutetun interventiotutkimuksen etenemisvaiheet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Työpaikalla toteutetun interventiotutkimuksen etenemisvaiheet.

3.2.2 Aktiivisuusmittaus

Ennen fysiologisia ja kognitiivisia mittauksia tutkittaville suoritettiin viikon mittainen aktiivisuusmittaus kolme kertaa tutkimuksen aikana. Aktiivisuusmittaus tehtiin reiteen kiinnitettävällä Fibion Sens Motion -mittalaitteella (Fibion, SENS Innovation ApS, Tanska), näytteenottotaajuudella 12,5 Hz, ja analysoitiin Fibionin omalla analyysiohjelmalla. Fibion perustuu kiihtyvyyssanturi- ja asennontunnistusteknologiaan ja se tunnistaa lepotilan, seisomisen, kävelyn (kolmella eri intensiteetillä), pyörimisen ja juoksemisen. Näiden lisäksi laitteella mitattiin myös askelmäärä.

3.2.3 Fysiologiset ja kognitiiviset mittaukset

Istumatyön aikana mitattiin lihassähköistä aktiivisuutta kahdeksasta lihaksesta, reisilihaksen hapetusastetta ja sykettä sekä energiankulutusta. Ennen työtä ja työn jälkeen mitattiin lihaksen kimmo-ominaisuuksia kahdeksasta lihaksesta, alaraajan turvotusta nilkan ja pohkeen ympärystymitoilla, kognitiivista suorituskykyä ja subjektiivisia arvioita. Mittaukset on kuvattu tarkemmin edellä (luvut 3.1.2–3.1.9). Erona laboratoriomittauksiin työpaikalla toteutetuissa mittauksissa ei tehty hydrostaattista mittausta tai määritetty syljen stressihormonipitoisuuksia. Koettua epämukavuutta mitattiin VAS-janalla (kuva 2) ja koettua kuormittuneisuutta RPE-asteikolla (rating of perceived exertion) 6–20, missä 6 = ei rasitusta ja 20 = maksimaalinen rasitus [21]. Mittausten päätteeksi tutkittavia pyydettiin arvioimaan tauottamisen vaikutusta omaan

työkykyyn, työssä jaksamiseen, työtyytyväisyyteen, hyvinvointiin ja työstä palautumiseen. Lisäksi kysyttiin, jatkoiko tutkittava tauottamista intervention jälkeen.

3.3 Tulosten analysointi

3.3.1 Laboratoriomittaukset

Tulokset istumatyön aikana mitatuista muuttujista on laskettu koko mittauksen keskiarvoina. Ennen työtä ja työn jälkeen mitatuista muuttujista laskettiin keskimääräinen istumatyön aikana tapahtunut muutos. Tuloksista poistettiin outlier-arvot ($2 \times$ keskihajonta \pm keskiarvo).

Erilaisten tauotusmenetelmien vaikutusta tarkasteltiin useiden fysiologisten, kognitiivisten ja subjektiivista tuntemusta sekä työn tehokkuutta mittaavien muuttujien pohjalta. Tulosmuuttujista muodostettiin painotettu summamuuttuja kuvaamaan tauotusmenetelmän kokonaisvaltaista tehokkuutta. Summamuuttujassa huomioitiin muuttujaryhmille painotukset taulukon 4 mukaisesti. Painokertoimet on valittu siten, että tulos painottaa niitä fysiologisia muuttujia, joiden ennustetaan nostavan erityisesti tuki- ja liikuntaelinongelmien riskiä istumatyössä.

Taulukko 4. Tautusmenetelmien kokonaisvaltaista tehokkuutta kuvaavan summamuuttujan painokertoimet. Kerroin 1: painokerroin muuttujaryhmien välillä. Kerroin 2: painokerroin muuttujaryhmän sisällä.

Muuttuja	Kerroin 1	Kerroin 2
Subjektiiiset muuttajat		
Tutkittavan valinta	0,1	0,05
VAS	0,1	0,05
Fysiologiset muuttajat		
Lihaksen mikrotauot lukumäärä/min	0,6	0,1
Lihaksen mikrotauojen kesto	0,6	0,05
%MEMG koko työ	0,6	0,05
%MEMG 30 min jaksoissa, ylävartalo	0,6	0,05
%MEMG amplitudijakauma	0,6	0,05
Jäykkyys, ylävartalo	0,6	0,05
Syljen α-amylaasitaso	0,6	0,0009
Syljen kortisolitaso	0,6	0,0001
Alaraajan tilavuuden muutos	0,6	0,1
Sykevälivaihtelu, RMSSD	0,6	0,04
Energiankulutus	0,6	0,02
Autonomisen hermoston LF/HF-suhde	0,6	0,01
TSI muutos	0,6	0,01
TSI istuminen	0,6	0,01
TSI tautusmenetelmä/referenssi	0,6	0,05
Työn tehokkuutta kuvaavat muuttajat		
Kirjoitustyön virheet	0,15	0,005
Kirjoitustyön merkkimäärä	0,15	0,005
Kirjoitustyön hyötysuhde	0,15	0,005
Kognitiiviset muuttajat		
Luokittelutehtävä, nopeus	0,15	0,0375
Tehtävävaihtotesti, tarkkuus	0,15	0,0375
Tehtävävaihtotesti, häiriökustannus (mixed cost)	0,15	0,0375
Tehtävävaihtotesti, yleinen kustannus (general cost)	0,15	0,0375

VAS = koettu epämukavuus (visual analogue scale); %MEMG = prosenttia maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta; RMSSD = perättäisten sykevälien keskimääräinen vaihtelu; LF/HF-suhde = sympaattisen ja parasympaattisen hermoston aktiivaatiotasojen suhde; TSI = lihasen hapettumisaste.

Jokainen muuttuja pisteytettiin skaalalla 1–5 siten, että muuttujan suhteen paras tautusmenetelmä sai viisi pistettä ja huonoin yhden. Summamuuttuja muodostettiin laskemalla yhteen tautusmenetelmien eri muuttujista saamat pisteet ja kertomalla summa painotetuilla kertoimilla.

3.3.2 Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus

Tulokset työpäivän aikana mitatuista muuttujista on laskettu koko mittauksen keskiarvoina. Ennen työtä ja työn jälkeen mitatuista muuttujista laskettiin keskimääräinen työpäivän aikana tapahtunut muutos. Tuloksista poistettiin outlier-arvot (2 x keskihajonta ± keskiarvo).

Aktiivisuusmittauksen ajan tutkittavat täyttivät päiväkirjaa työpäivien osalta ja analyysin ulkopuolelle jätettiin tavanomaisesta toimistotyöpäivästä poikkeavat jaksot (esim. omat asioinnit ja matkustaminen).

3.3.3 Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS Statistics ohjelmalla (versiot 27 ja 29, IBM, Yhdysvallat). Muuttujien normaalijakautuneisuus testattiin Shapiro-Wilk-testillä ja ei-parametrisiä käytettiin niiden muuttujien analyysiin, jotka eivät noudattaneet normaalijakaumaa. Ennen työtä ja työn jälkeen mitattujen muuttujien muutosta tarkasteltiin parittaisten otosten t-testillä tai ei-parametrisellä Wilcoxon merkittyjen sijalukujen testillä. Eri tauotusmenetelmien aiheuttamia muutoksia ja niiden merkitsevyyttä sekä tauotusmenetelmien eroja tarkasteltiin kaksisuuntaisella toistettujen mittausten monimuuttujaisella varianssianalyysillä (rmMANOVA). Yksittäisten muuttujien välisiä eroja eri tauotusmenetelmien tai aikapisteiden (työpaikalla toteutettu interventiotutkimus) välillä testattiin toistomittausten varianssianalyysillä (ANOVA) ja Bonferronin jälkitestillä tai Friedmanin χ^2 -parametrisella testillä ja Wilcoxon merkittyjen sijalukujen jälkitestillä, jolloin merkitsevyytasoksi asetettiin $p < 0,01$ Bonferroni-korjauksen jälkeen. Kudoksen happisaturaatiomuutoksia ajan suhteen tarkasteltiin toistettujen mittausten kovarianssianalyysillä (ANCOVA), jossa kovariaattina oli lähtötason arvo.

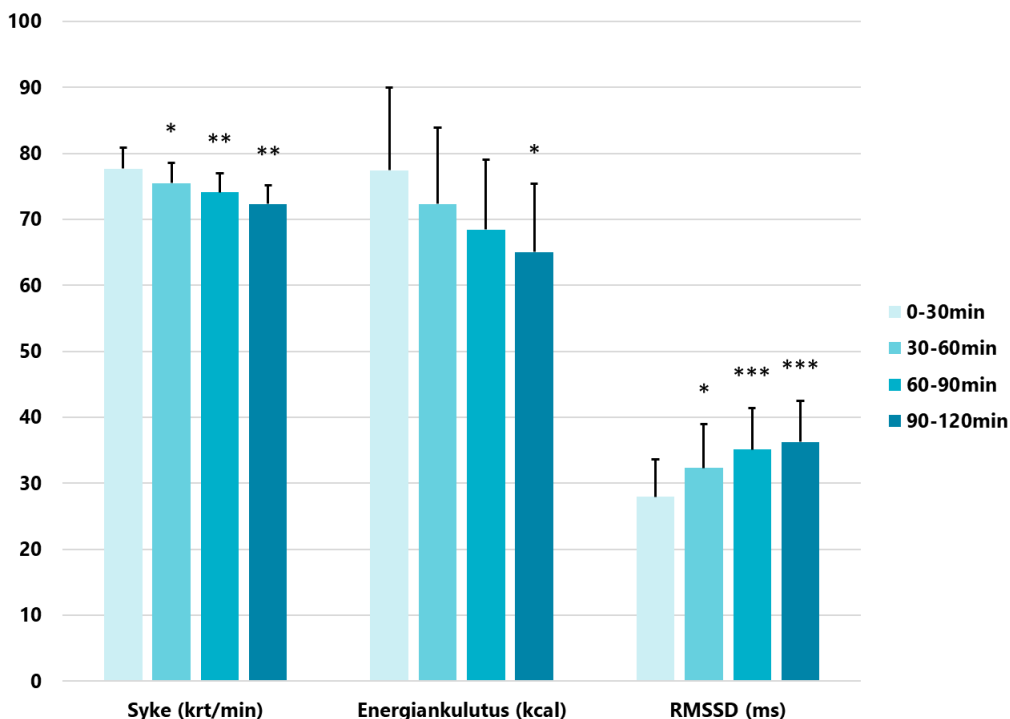
Kognitiivisen testin osalta tilastolliset analyysit tehtiin R-ympäristössä (R 4.2.1. R Core team 2022) hyödyntämällä tidyverse- ja lme4-kirjastoja. Kognitiivisen suoriutumisen tulosmuuttujien analysoimiseksi muodostettiin lineaarinen monimuuttujamalli sekä nollamalli, joita vertaamalla muodostettiin χ^2 -testisuureet sekä uskottavuussuhdetestiin ("likelihood ratio") perustuva p-arvo. Tulos katsottiin merkitseväksi, kun $p < 0,05$. Tulokset on esitetty muodossa keskiarvo ± keskivirhe.

4 Tulokset

4.1 Laboratoriomittaukset

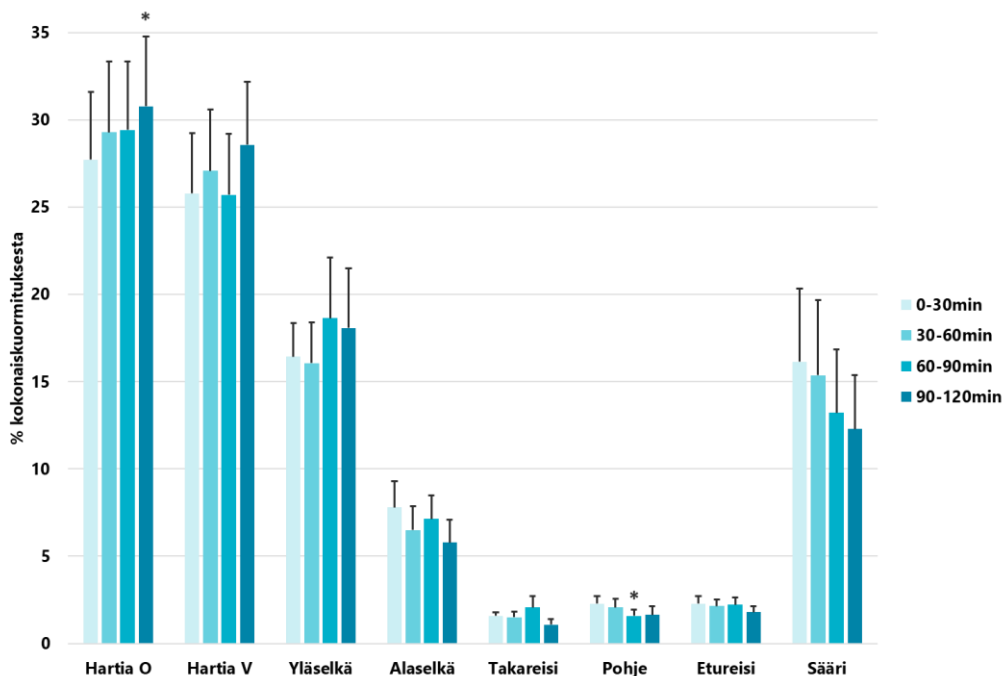
4.1.1 Istumisen fysiologiset vaikutukset

Kahden tunnin istumisen aikana keskimääräinen sydämen syke oli $74,7 \pm 2,9$ krt/min (keskiarvo \pm keskivirhe) ja sykevälivaihtelua kuvaava RMSSD oli $33,2 \pm 6,0$ ms. Laskennallinen kulutetun energian määrä kahden tunnin istumisen aikana oli $299,7 \pm 47,8$ kcal. Kuvassa 4 esitetään sykkeen, energiankulutuksen ja sykevälivaihtelun (RMSSD) muutokset kahden tunnin istumisen aikana. Istumisen keston pidentyessä syke ja vastaavasti energiankulutus pienenevät, kun taas sykevälivaihtelu kasvaa.



Kuva 4. Syke, energiankulutus ja sykevälivaihtelu (root mean square of successive differences between normal heartbeats, RMSSD) kahden tunnin istumisen aikana eri aikapisteissä (keskiarvo \pm keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero verrattuna 0-30min aikapisteeseen * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Kuvassa 5 esitetään kuormituksen jakautuminen mitattujen lihasten välillä kahden tunnin istumisen aikana. Istuessa kuormittuu eniten hartialihakset, yläselkä ja sääri. Ajan funktiona hartioiden (epäkäslihasten) kuormitus pitkäkestoisessa istumisessa kasvaa.



Kuva 5. Kuormituksen jakautuminen mitattujen lihasten välillä kahden tunnin istumisen aikana eri aikapisteissä (keskiarvo ± keskiarvo). *tilastollisesti merkitsevä ero verrattuna 0-30 min aikapisteeseen, $p < 0,05$.

Taulukossa 5 on esitetty ennen istumista ja istumisen jälkeen mitatuista muuttujista ne, joissa kahden tunnin istuminen aiheutti tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Jalan "takaketjun" (pohkeen ja takareiden) jäykkyys, jalan syrjäyttämän veden määrä (jalan tilavuus), pohkeen ympärystmitta ja koettu epämiellyttävyys kasvoivat merkitsevästi kahden tunnin istumisen seurauksena.

Taulukko 5. Takareiden ja pohkeen jäykkyys, jalan syrjäyttämä veden määrä, pohkeen ympärysmitta ja koettu epämiellyttävyys ennen kahden tunnin istumista ja kahden tunnin istumisen jälkeen (keskiarvo ± keskivirhe).

	Ennen	Jälkeen
Jäykkyys takareisi (N/m)	280,1 ± 11,4	291,1 ± 13,3*
Jäykkyys pohje (N/m)	300,9 ± 12,0	326,9 ± 18,3**
Jalan syrjäyttämän veden määrä (g)	3234,2 ± 86,6	3320,2 ± 103,4**
Pohkeen ympärysmitta (cm)	36,7 ± 0,7	37,2 ± 0,8***
Koettu epämiellyttävyys (0–10)	1,4 ± 0,3	4,9 ± 0,5***

*tilastollisesti merkitsevä ero Ennen-mittaukseen verrattuna *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

4.1.2 Intervention valinta

Laboratoriomittauksissa selvitettiin, mikä istumisen tauotusmenetelmä vaikuttaa tehokkaimmin fysiologisiin, subjektiivisiin, kognitiivisiin ja työn tehokkuuteen liittyviin vasteisiin. Taulukossa 6 on esitetty eri muuttujien painotetulla kertoimella lasketut pisteet ja tauotusmenetelmien summamuuttujan arvot. Muodostetun summamuuttujan perusteella tehokkain tauotusmenetelmä oli kahden minuutin kävely 28 minuutin kirjoitustyön jälkeen. Heikoin oli työ yhtäjaksoisesti istuen (referenssi). Referenssiin verrattuna kävelytauotus oli paras tutkituista tauotusmenetelmistä. Toiseksi paras oli 25 min istumista ja 5 min seisomista. Myös vuorottelu 30 min istumista ja 30 min seisomista sekä kyykyt-tauotus olivat referenssiä parempia vaihtoehtoja.

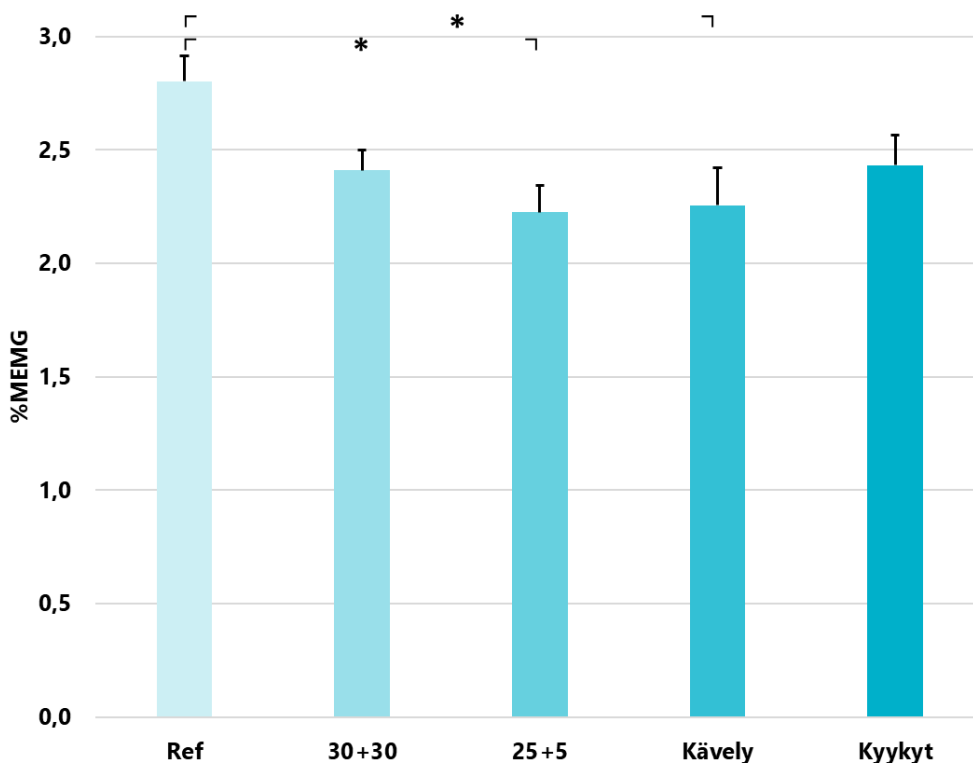
Taulukko 6. Tautusmenetelmien kokonaisvaltaista tehokkuutta mittaavan summamuuttujan muodostuminen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetelmässä.

MUUTTUJA	Ref	TAUOTUSMENETELMÄ			
		25+5	Kävely	30+30	Kyykyt
Subjektiiiset muuttujat					
Tutkittavan valinta	0,005	0,015	0,025	0,015	0,005
VAS	0,005	0,02	0,025	0,01	0,015
Fysiologiset muuttujat					
Lihaksen mikrotauot lukumäärä/min	0,18	0,06	0,24	0,3	0,12
Lihaksen mikrotaukojen kesto	0,06	0,15	0,12	0,03	0,09
%MEMG koko työ	0,03	0,12	0,15	0,09	0,06
%MEMG 30 min jaksoissa, ylävartalo	0,03	0,12	0,15	0,06	0,09
%MEMG amplitudijakauma	0,09	0,06	0,15	0,03	0,12
Jäykkyys, ylävartalo	0,15	0,06	0,09	0,12	0,03
Syljen α-amylaasitaso	0,0054	0,027	0,0216	0,0162	0,0108
Syljen kortisolitaso	0,0012	0,0024	0,0018	0,0006	0,003
Alaraajan tilavuuden muutos	0,06	0,3	0,24	0,24	0,18
Sykevälivaihtelu, RMSSD	0,024	0,096	0,12	0,048	0,072
Energiankulutus	0,036	0,12	0,024	0,06	0,048
Autonomisen hermoston LF/HF	0,018	0,012	0,03	0,006	0,024
TSI muutos	0,018	0,012	0,03	0,006	0,024
TSI istuminen	0,024	0,012	0,018	0,006	0,03
TSI tautusmenetelmä/referenssi	0,03	0,12	0,15	0,06	0,09
Työn tehokkuutta kuvaavat muuttujat					
Kirjoitustyön virheet	0,00075	0,0015	0,00375	0,00225	0,003
Kirjoitustyön merkkimäärä	0,00225	0,0015	0,00075	0,003	0,00375
Kirjoitustyön hyötysuhde	0,00075	0,0015	0,00375	0,0025	0,003
Kognitiiviset muuttujat					
Task Switch, nopeus (luokittelu)	0,01125	0,005625	0,0225	0,028125	0,016875
Task Switch, tarkkuus (tehtävänvaihto)	0,01125	0,028125	0,0225	0,005625	0,016875
Task Switch, tehtävänvaihto (häiriökustannus)	0,016875	0,005625	0,0225	0,028125	0,01125
Task Switch, tehtävänvaihto (yleinen kustannus)	0,0225	0,005625	0,016875	0,028125	0,01125
Summamuuttujan arvo	0,08	1,25	1,68	1,20	1,08

VAS = koettu epämukavuus (visual analogue scale); %MEMG = prosenttia maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta; RMSSD = perätaisten sykevälien keskimääräinen vaihtelu; LF/HF = sympaattisen ja parasympaattisen hermoston aktivaatiotasojen suhde; TSI = lihaskudoksen hapettumisaste.

4.1.3 Lihassähköinen aktiivisuus

Istumatyön aikainen keskimääräinen lihasaktiivisuus kahdeksasta lihaksesta on esitetty kuvassa 6. Lihassähköinen aktiivisuus istumatyön aikana oli vähäistä (2–3 %MEMG). Kahden tunnin keskimääräinen lihasaktiivisuus oli suurinta referenssimittauksessa. Pienintä lihasaktiivisuus oli 25+5- ja kävelytautuksissa. Tautusmenetelmien välillä oli merkitsevä ero ($F=3,305$, $p=0,016$). Post hoc -testi osoitti, että 25+5- ($p=0,020$) ja kävelytautusten ($p=0,029$) lihasaktiivisuuden keskiarvot olivat merkitsevästi referenssiä matalammat.

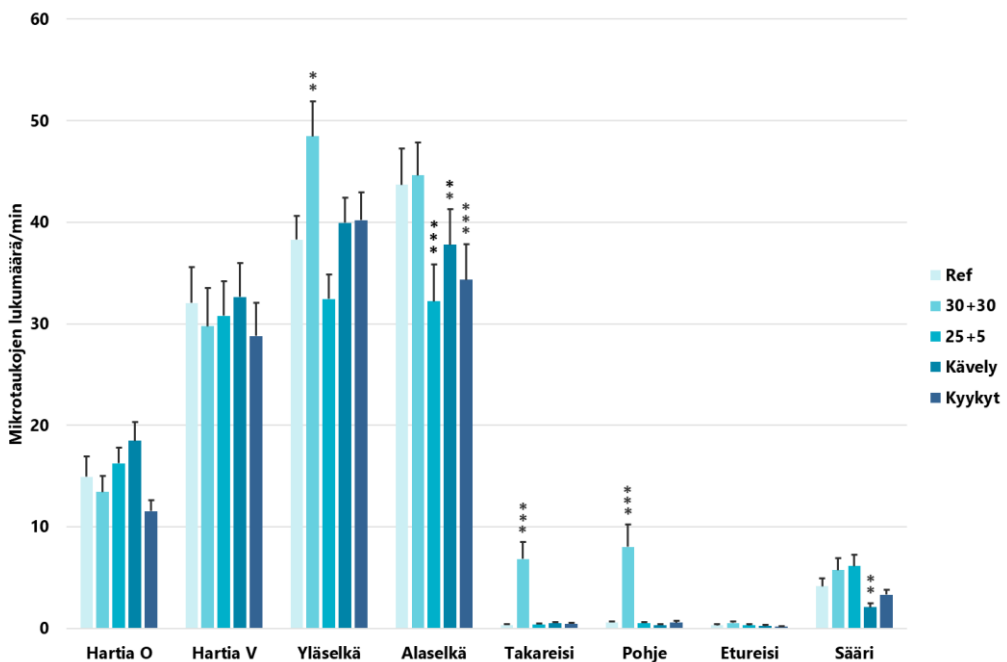


Kuva 6. Keskimääräinen lihas sähköinen aktiivisuus kahdeksasta lihaksesta suhteessa maksimaaliseen aktiivisuuteen (%MEMG) kirjoitustyön aikana referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetelmässä (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero referenssiin verrattuna, $p < 0,05$.

Istumatyön aikana lihaksen aktiivisuus supistuksen aikana on lähellä lepotasoa. Normaalisti toimivassa, ei väsyneessä lihaksessa havaitaan lyhyitä taukoja lihas sähköisessä aktiivisuudessa (nk. gaps). Kuvassa 7 esitetään kahdeksan lihaksen

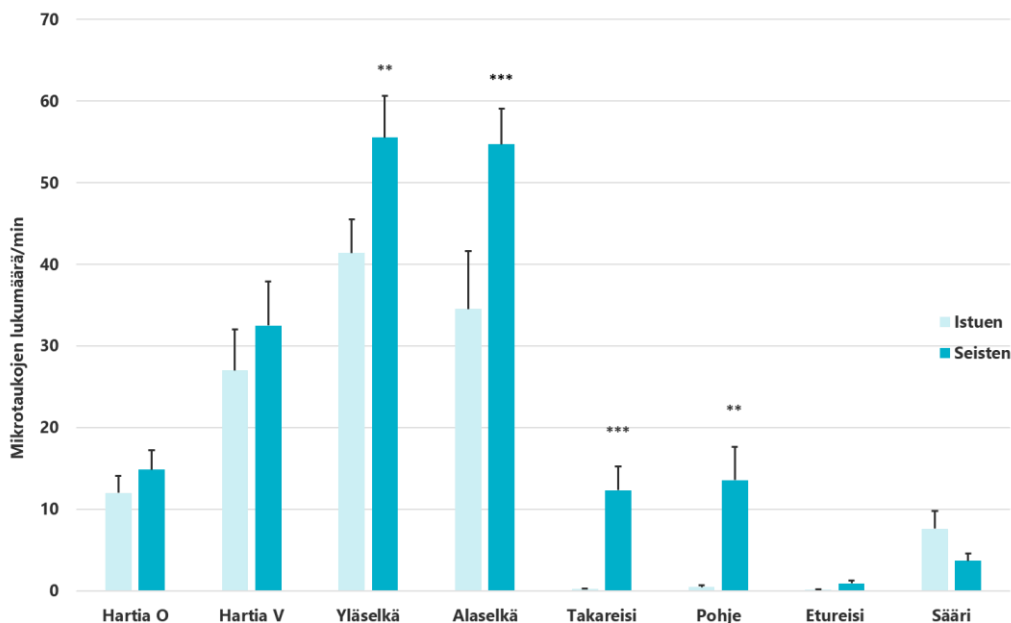
mikrotaukojen lukumäärät lihassähköisessä aktiivisuudessa eri tauotusmenetelmien aikana. Tauotusmenetelmien välillä oli tilastollinen ero mikrotaukojen lukumäärässä yläselän ($p=0,038$), alaselän ($p=0,000$), takareiden ($p=0,014$), pohkeen ($p=0,000$) ja säären ($p=0,002$) lihaksissa. Wilcoxonin jälkitesti osoitti, että 30+30-tauotus nosti tilastollisesti merkitsevästi mikrotaukojen määrää yläselässä referenssiin ($p=0,040$), 25+5- ($p=0,000$), kävely- ($p=0,016$) ja kyykyt-tauotuksiin ($p=0,006$) verrattuna. Myös takareiden ja pohkeen lihaksissa mikrotaukojen määrä oli 30+30-tauotuksessa muita tauotusmenetelmiä merkitsevästi suurempi. Alaselän lihaksissa mikrotaukojen määrä oli referenssiä merkitsevästi matalampi 30+30-tauotusta lukuun ottamatta kaikissa muissa tauotusmenetelmissä. Säärilihaksessa mikrotaukojen määrä oli merkitsevästi referenssiä alhaisempi.

Mikrotaukojen osalta tarkasteltiin myös korrelaatiota lihaksen kiinteyden, elastisuuden ja jäykkyyden suhteen. Tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita lihasten mikrotaukojen ja kimmo-ominaisuuksien välillä ei havaittu.



Kuva 7. Mikrotaukojen lukumäärä kahdeksasta lihaksesta kirjoitustyön aikana referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetelmässä (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero referenssiin verrattuna ** $p<0,01$, *** $p<0,001$.

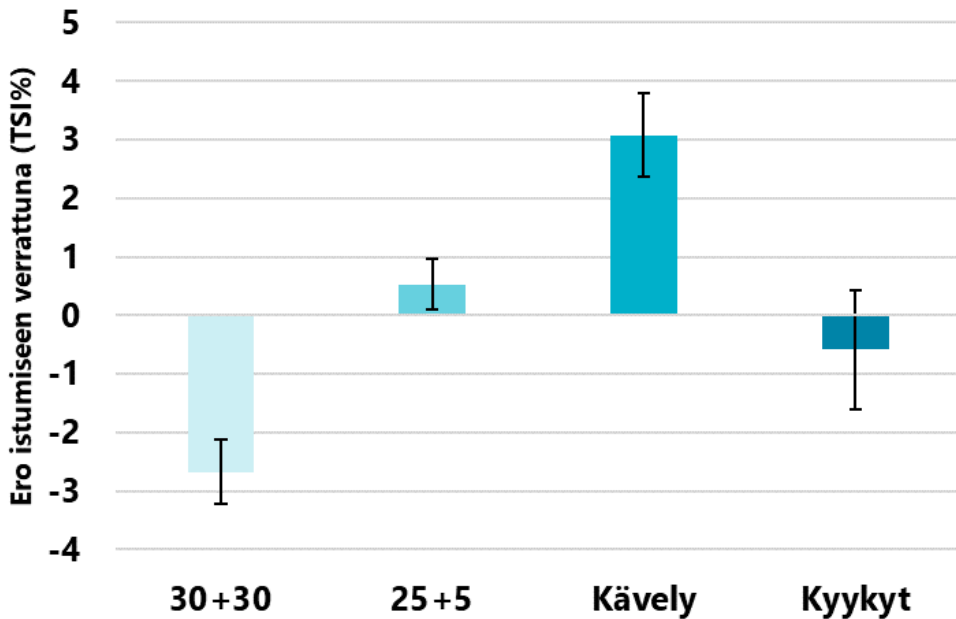
Lihasten mikrotaukojen lukumäärää verrattiin 30+30-tauotuksen sisällä istuen tai seisten tehdyn työn välillä (kuva 8). Yläselässä, alaselässä, takareidessä ja pohkeessa mikrotaukojen lukumäärä oli merkitsevästi suurempi seisten tehdyn työn aikana verrattuna istuen tehtyyn yhtä pitkään kirjoitustyöhön.



Kuva 8. Mikrotaukojen lukumäärä istuen ja seisten tehdyn työn aikana (keskiarvo ± keskiarve).
*tilastollisesti merkitsevä ero istuen tehtyyn työhön verrattuna **p<0,01, ***p<0,001

4.1.4 Lihaskudoksen hapettumisaste

Laboratio-osuudessa lihaskudoksen hapettumisastetta tarkasteltiin istumisen ja eri tauotusmenetelmien aikana sekä muutosta lähtötason ja lopputason välillä. Käveleminen nosti lihaskudoksen hapettumisastetta tauotusmenetelmistä eniten verrattuna edeltävän istumisjakson happisaturaatiotasoon (kuva 9). Hapettumisasteessa ei tapahtunut merkitsevää muutosta lähtötason ja lopputason välillä istumatyön seurauksena missään tauotusmenetelmässä tai referenssimittauksessa.

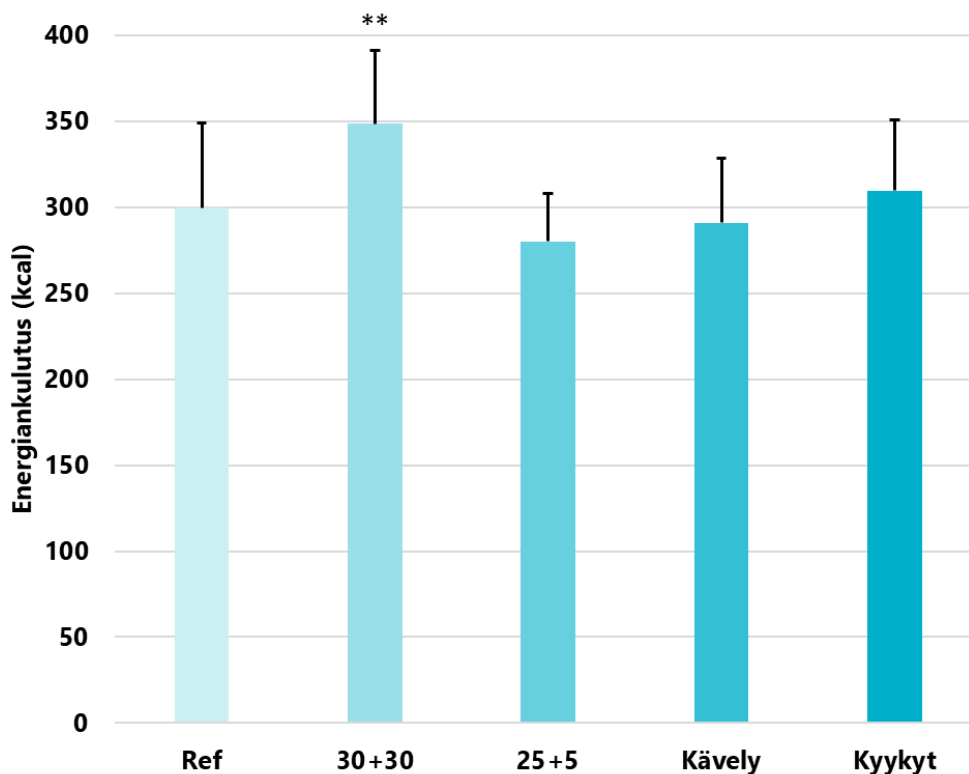


Kuva 9. Tautusmenetelmien vaikutus lihaskudoksen hapettumisasteeseen esitettynä erona keskimääräisessä happisaturaatioindeksissä (TSI%) tautusmenetelmän ja istumisen välillä (keskiarvo ± keskivirhe).

4.1.5 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus

Tautusmenetelmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormituksen keskeisimmässä muuttujissa eli sykkeessä ja sykevälivaihtelussa kirjoitustyön aikana. Koko työjakson keskimääräinen syke oli korkein 30+30-tauotuksessa ($78,9 \pm 3,3$ krt/min). Toiseksi korkein syke oli kyykyt-tauotuksessa ($76,3 \pm 3,0$ krt/min), kun taas matalinta syke oli kävely- ($74,9 \pm 2,8$ krt/min) ja 25+5-tauotuksissa ($74,8 \pm 2,5$ krt/min) sekä referenssimittauksessa ($74,7 \pm 2,9$ krt/min). Sykevälivaihtelu (RMSSD) taas oli suurinta kävely- ($35,8 \pm 7,5$ ms) ja pienintä 30+30-tauotuksessa ($32,0 \pm 7,7$ ms).

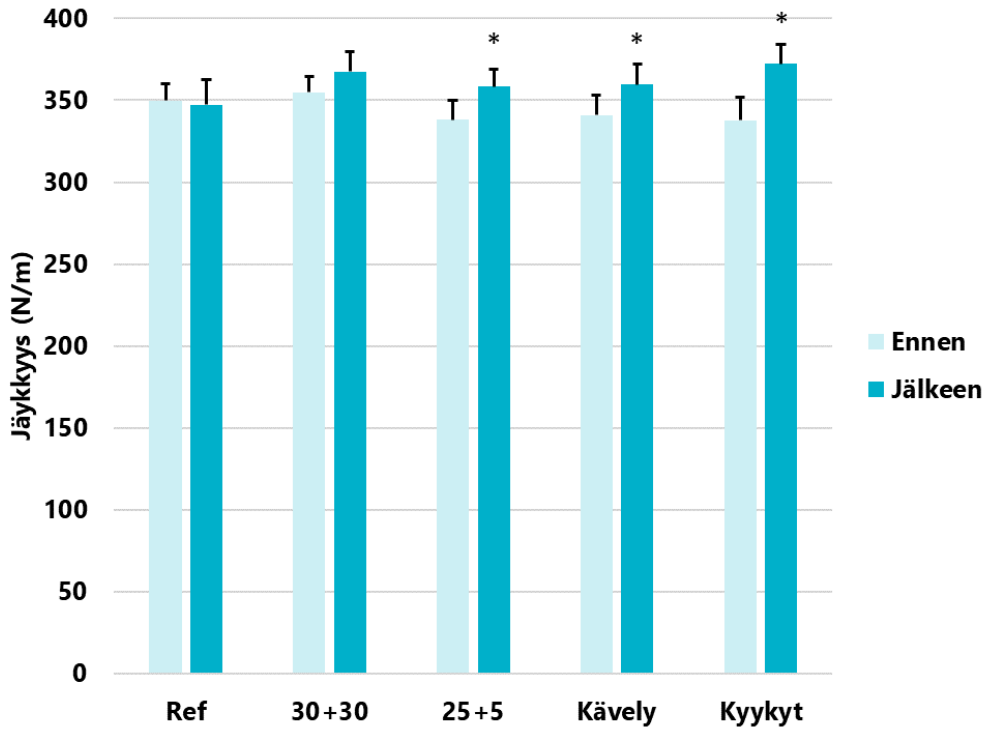
Energiankulutus oli tilastollisesti merkitsevästi suurinta 30+30-tauotuksessa verrattuna kaikkiin muihin mittauksiin (kuva 10), mutta muiden tautustusten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.



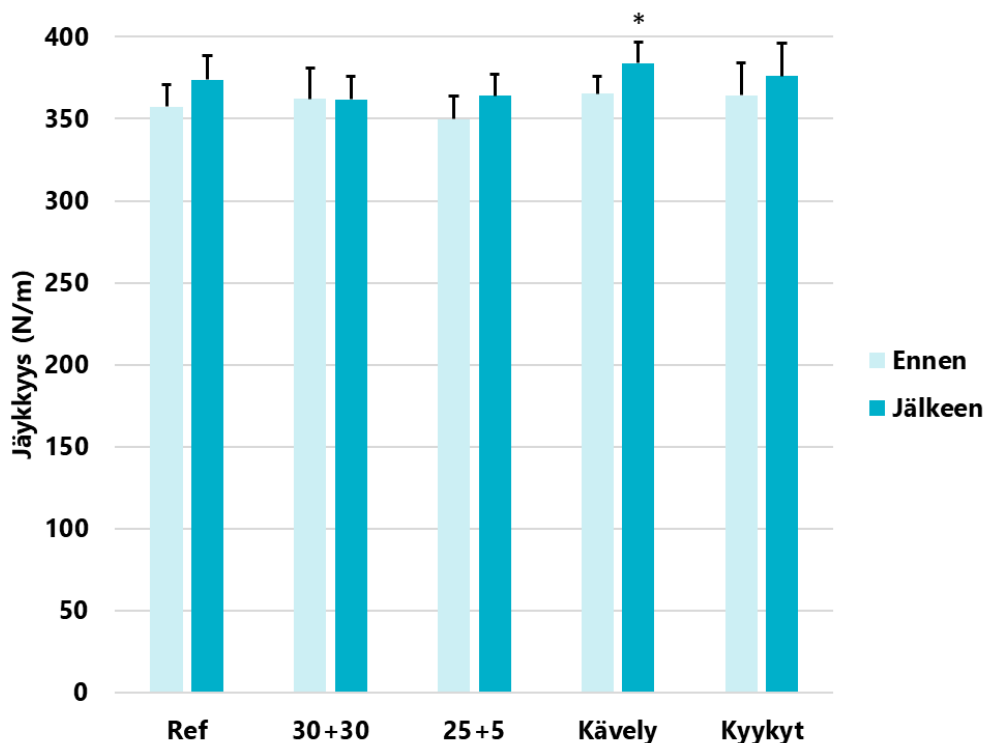
Kuva 10. Keskimääräinen energiankulutus kirjoitustyön aikana referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetyssä (keskiarvo ± keskivirhe). **tilastollisesti merkitsevä ero referenssimittaukseen verrattuna, $p < 0,01$.

4.1.6 Lihaksen kimmo-ominaisuudet

Oikean hartian (epäkäslihaksen) jäykkyys kasvoi kirjoitustyön seurauksena tilastollisesti merkitsevästi kolmessa tauotusmenetyssä (25+5, kävely ja kyykyt) (kuva 11). Vasemman hartian jäykkyys kasvoi merkitsevästi vain kävelytauotuksen seurauksena (kuva 12). Tauotusmenetyksien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa hartioiden jäykkyyden muutoksessa.



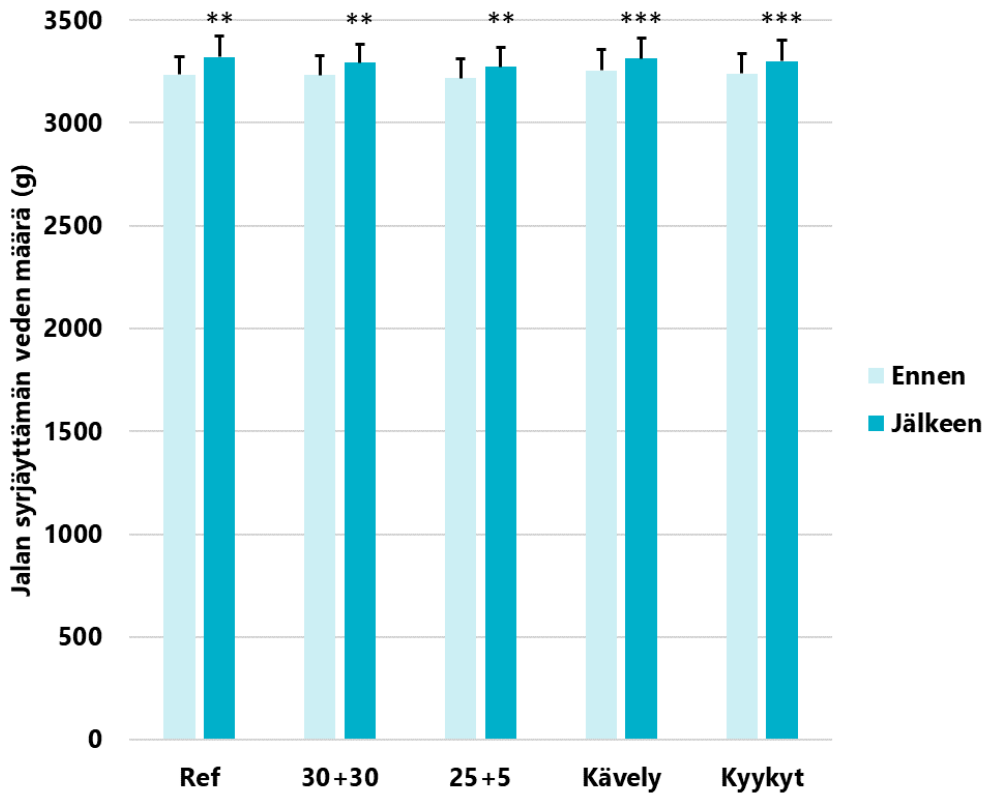
Kuva 11. Oikean puolen hartian jäykkyys ennen kirjoitustyötä ja kirjoitustyön jälkeen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetelmässä (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero Ennen-mittaukseen verrattuna, $p < 0,05$.



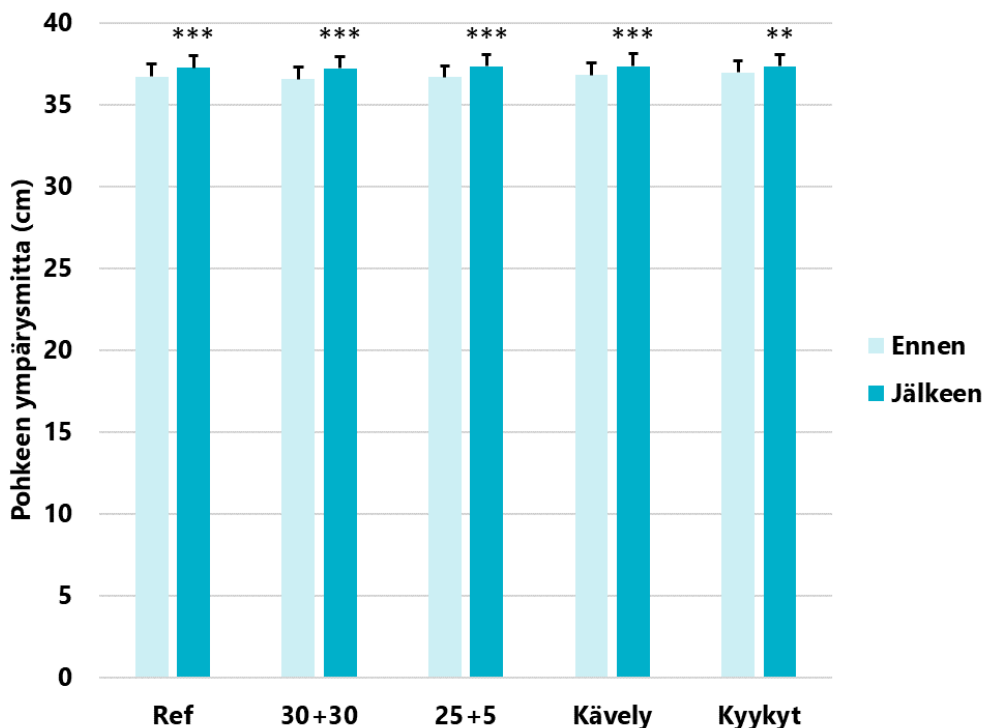
Kuva 12. Vasemman puolen hartian jäykkyyden ennen kirjoitustyötä ja kirjoitustyön jälkeen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetelmässä (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero Ennen-mittaukseen verrattuna, $p < 0,05$.

4.1.7 Alaraajan turvotus

Alaraajan turvotusta tapahtui kirjoitustyön seurauksena, mikä oli nähtävissä pohkeen ympärysmittaan ja jalan tilavuuden kasvuna jokaisessa tauotusmenetelmässä ja referenssimittauksessa (kuvat 13 ja 14). Nilkan ympärysmitta kasvoi tilastollisesti merkitsevästi 25+5- ($p=0,040$) ja kyykyt-tauotusten ($p=0,035$) seurauksena. Tauotusmenetelmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ympärysmittojen tai jalan syrjäyttämän veden määrän (jalan tilavuuden) muutoksessa.



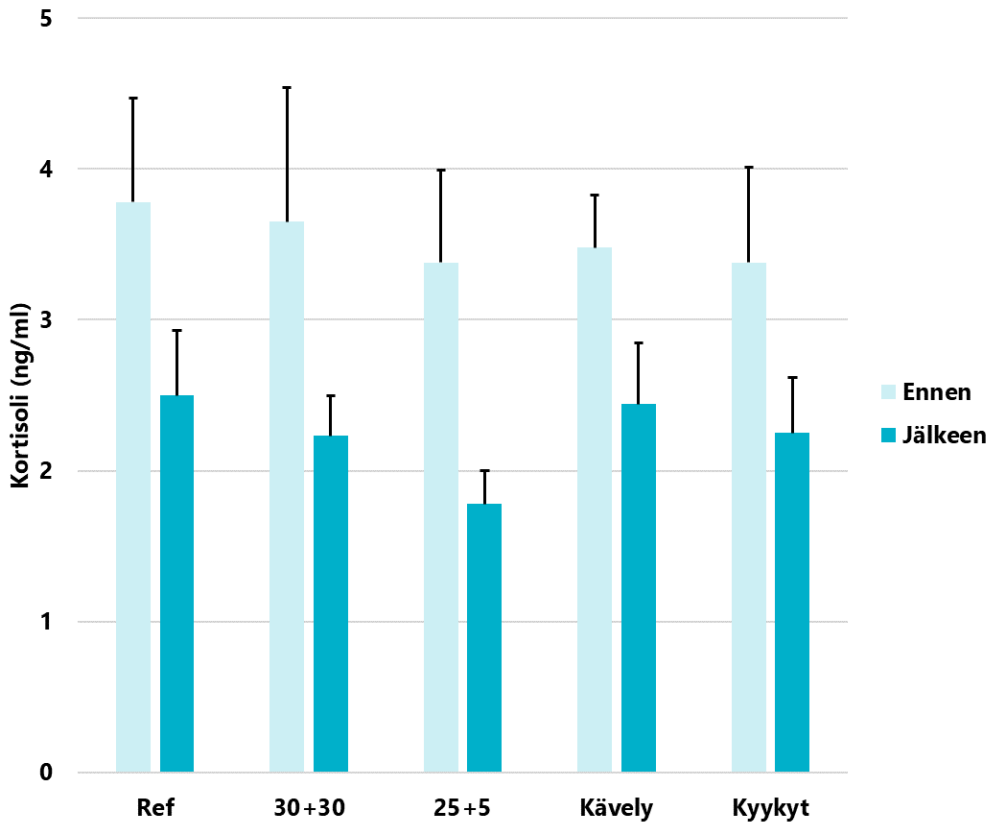
Kuva 13. Jalan syrjäyttämän veden määrä (heijastelee jalan tilavuutta) ennen kirjoitustyötä ja kirjoitustyön jälkeen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenelmässä (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero Ennen-mittaukseen verrattuna **p<0,01, ***p<0,001.



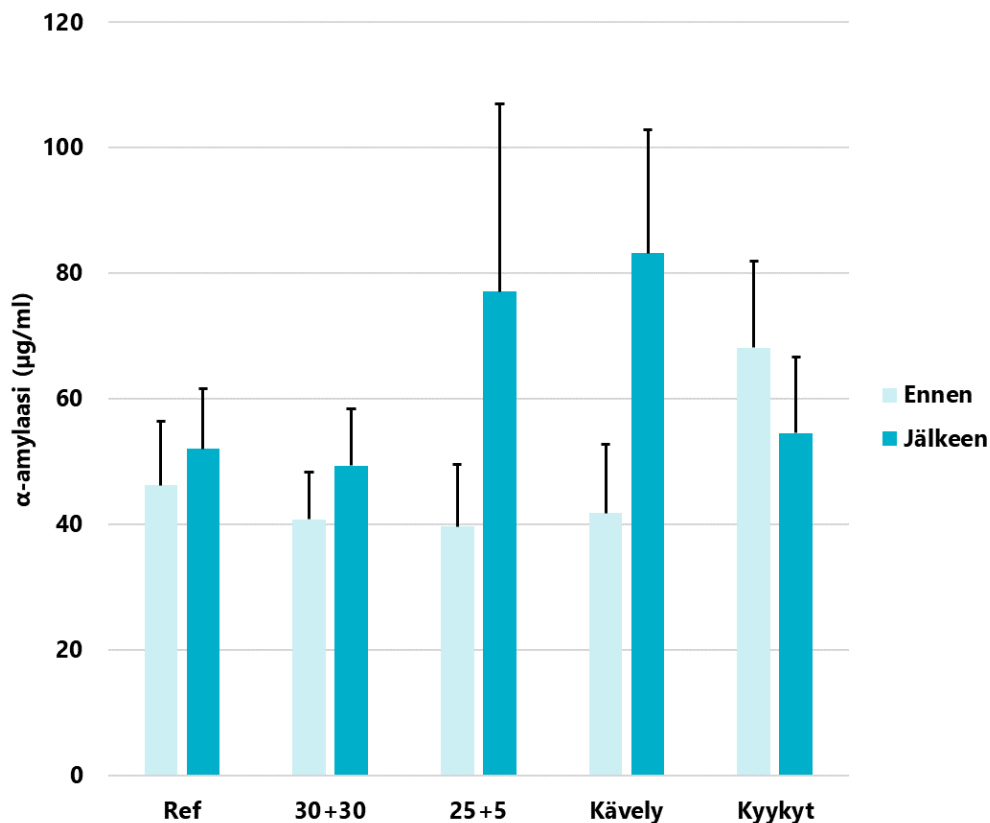
Kuva 14. Pohkeen ympärysmitta ennen kirjoitustyötä ja kirjoitustyön jälkeen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetelmässä (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero Ennen-mittaukseen verrattuna ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

4.1.8 Stressihormonien pitoisuudet

Syljen stressihormonien pitoisuudet ennen istumatyötä ja istumatyön jälkeen on esitetty kuvissa 15 ja 16. Syljen kortisolipitoisuus laski kaikissa mittauksissa lähtötasoon verrattuna, mutta lasku ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Syljen α -amylaasipitoisuudessa ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia kirjoitustyön seurauksena. Keskimäärin syljen α -amylaasipitoisuus kasvoi kaikissa muissa mittauksissa paitsi kyykyt-tauotuksen seurauksena. Kortisoli- ja α -amylaasipitoisuuksien muutoksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa eri tauotusmenetelmien välillä.



Kuva 15. Syljen kortisolipitoisuus ennen kirjoitustyötä ja kirjoitustyön jälkeen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetelmässä (keskiarvo ± keskivirhe).



Kuva 16. Syljen α -amylaasipitoisuus ennen kirjoitustyötä ja kirjoitustyön jälkeen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetyksessä (keskiarvo \pm keskivirhe).

4.1.9 Kognitiivinen suorituskyky

Tutkittavien kognitiivista suoritusta arvioitiin tietokonepohjaisen Tehtävävaihtotestin avulla. Testi koostui kolmesta osiosta, joista ensimmäinen mittasi yksinkertaista reaktionopeutta. Toisessa ns. kategorisointiosiossa mitattiin tiedonkäsittelyn nopeutta helpoissa luokittelutehtävissä. Kolmannessa ns. tehtävävaihto-osiossa vastaajan tuli joustavasti vaihtaa kahden yllättävästi vaihtuvan luokittelutehtävän välillä. Laboratorio-osuudessa mitattujen keskeisten muuttujien absoluuttiset arvot on kuvattu taulukossa 7.

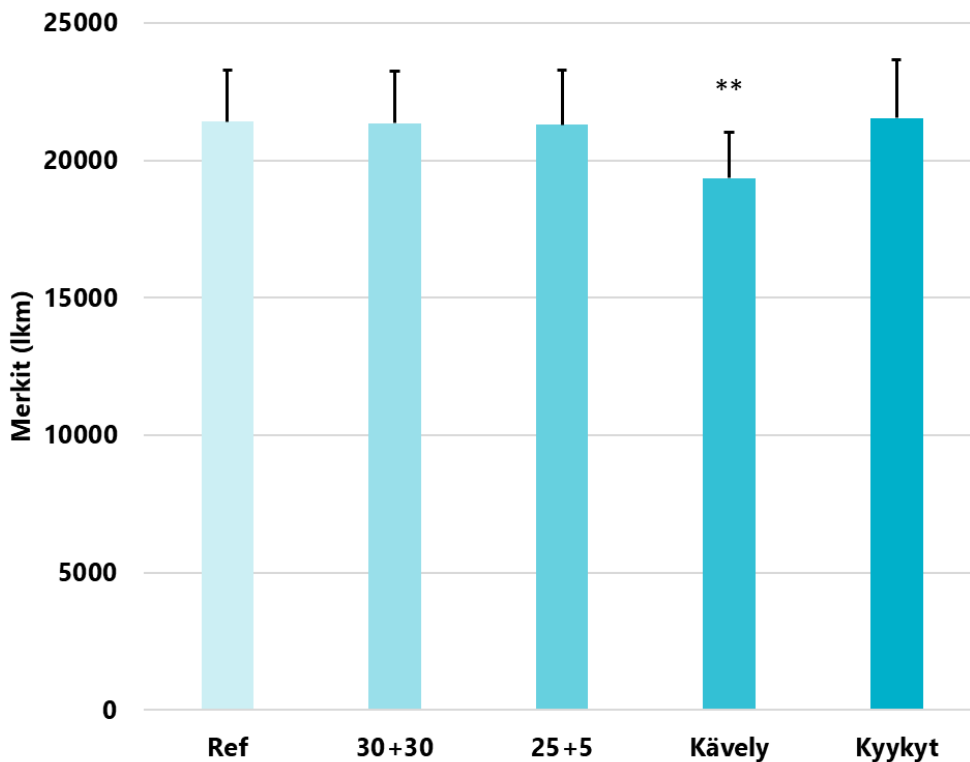
Taulukko 7. Laboratoriossa toteutettujen kognitiivisten mittausten tuloksia tauotusmenetelmittäin (keskiarvo ± keskihajonta).

Muuttuja	Referenssi	30+30	25+5	Kävely	Kyykyt
Luokittelutehtävä, reaktioaika (ms)	574,9 ± 65,7	578,2 ± 65,8	565,5 ± 70,0	578,5 ± 83,8	559,0 ± 51,3
Tehtävävaihto, oikeat vastaukset (%)	95,4 ± 3,7	96,1 ± 2,3	96,1 ± 2,2	95,8 ± 4,2	95,7 ± 4,2
Tehtävävaihto, kustannus (%)	41,2 ± 14,5	41,9 ± 15,1	40,5 ± 18,4	39,8 ± 12,3	38,6 ± 13,3

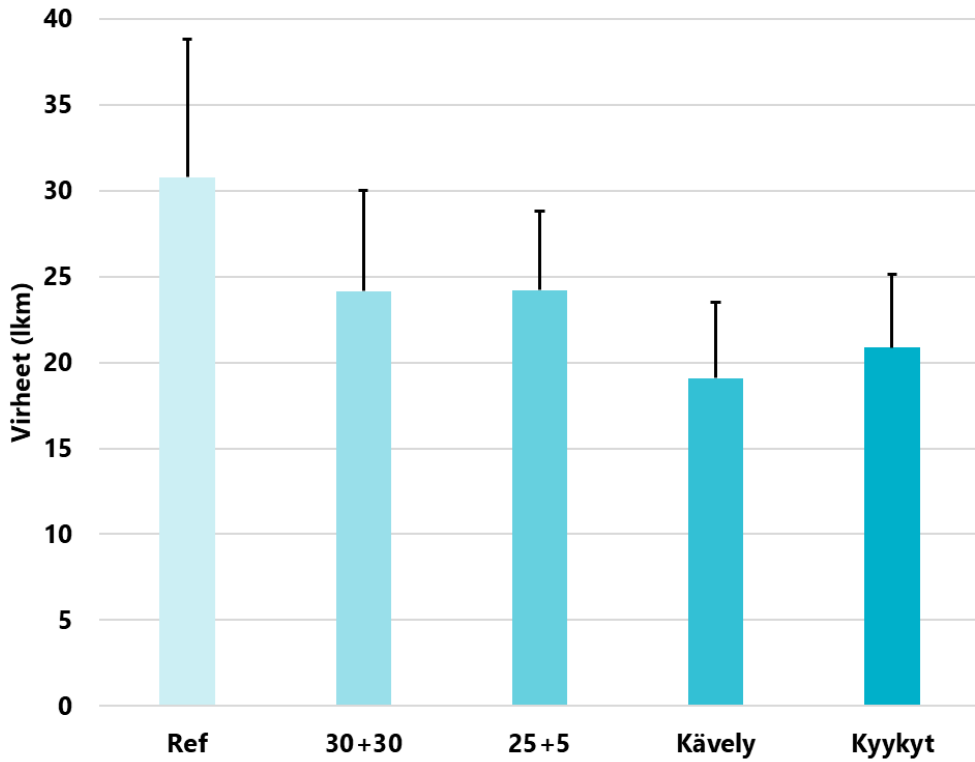
Tutkittujen istumatyön tauotusmenetelmien välillä ei laboratorio-osion perusteella nähty tilastollisesti merkitseviä eroja missään kognitiivisessa muuttujassa. Joitain keskiarvoissa näkyviä pieniä eroja voitiin kuitenkin eri muuttujissa havaita. Esimerkiksi taulukossa 7 näkyvissä olevissa muuttujissa kyykyt-menetelmällä oli nopein luokittelutehtävän keskiarvo ja pienimmät keskimääräiset tehtävävaihtokustannukset olivat kyykyt- ja kävely -menetelmillä. Näitä trendejä ja hieman laajempaa muuttujalistaa hyödyntämällä tauotusmenetelmät voitiin pisteyttää järjestysasteikollisesti suhteessa toisiinsa.

4.1.10 Kirjoitustyö

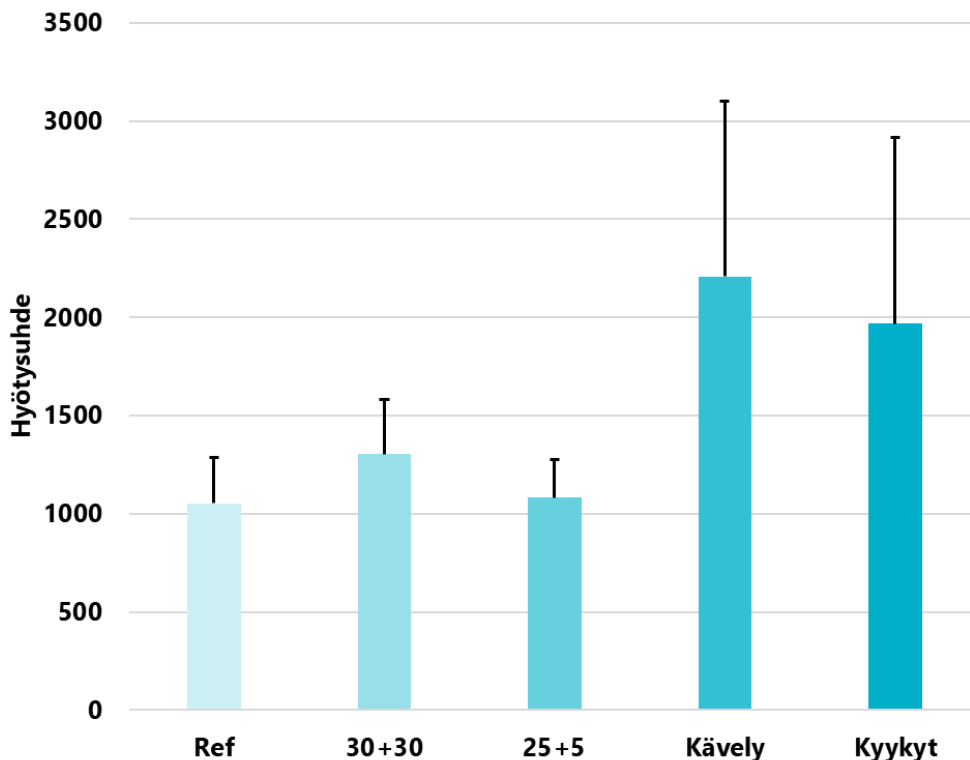
Kirjoitustyön tehokkuutta ja tarkkuutta vertailtiin eri tauotusmenetelmien välillä tarkastelemalla kahden tunnin aikana kirjoitettujen merkkien määrää (kuva 17), tehtyjen virheiden määrää (kuva 18) sekä kirjoitustyön aikapainotettua hyötysuhdetta (kuva 19), joka laskettiin jakamalla keskimäärin minuutissa kirjoitettujen merkkien määrä keskimääräisellä minuutin aikana tehtyjen virheiden määrällä. Kirjoitettu merkkimäärä oli tilastollisesti merkitsevästi vähäisin kävelytauotuksessa verrattuna muihin mittauksiin. Kävelytauotuksessa myös kirjoitusaika oli muita mittauksia lyhyempi 2 minuutin kävelytaukojen vuoksi. Kirjoitusvirheitä tehtiin eniten referenssimittauksessa. Kirjoitustyön hyötysuhde oli korkein kävely- ja kyykyt-tauotuksissa. Tauotusmenetelmien välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitseviä eroja virheiden määrässä tai kirjoitustyön hyötysuhteessa.



Kuva 17. Keskimääräinen kirjoitettu merkkimäärä kirjoitustyön aikana referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetyksessä (keskiarvo ± keskivirhe). **tilastollisesti merkitsevä ero referenssimittaukseen verrattuna, $p < 0,01$.



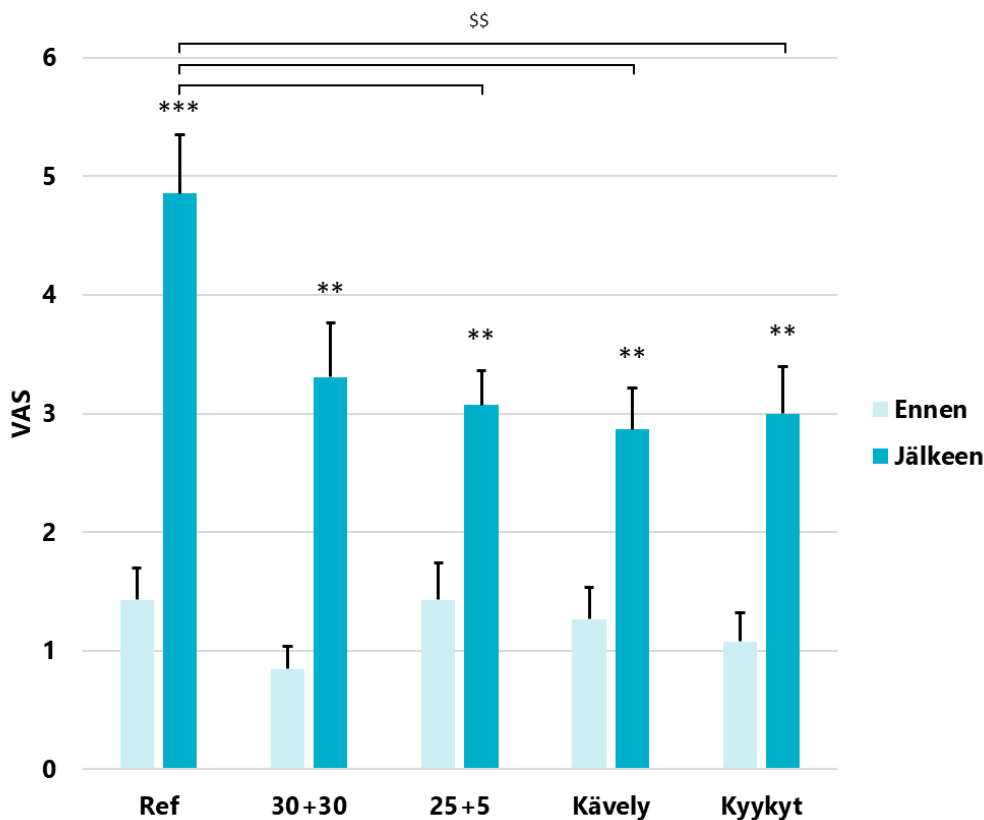
Kuva 18. Keskimääräinen tehtyjen virheiden määrä kirjoitustyön aikana referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetyksessä (keskiarvo ± keskivirhe).



Kuva 19. Keskimääräinen kirjoitustyön hyötysuhde (kirjoitetut merkit jaettuna tehdyillä virheillä) referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetyksessä (keskiarvo ± keskivirhe).

4.1.11 Subjektiiiset arviot

Koettu epämukavuus lisääntyi merkitsevästi kirjoitustyön seurauksena kaikissa mittauksissa (kuva 20). Koettu epämukavuus lisääntyi kirjoitustyön seurauksena tilastollisesti merkitsevästi vähemmän 25+5-, kyykyt- ja kävelytautoyksissä verrattuna referenssimittaukseen. Kun tutkittavia pyydettiin laittamaan tauotusmenetykset paremmuusjärjestykseen, kävelytautoyks oli ensimmäinen valinta 13 tutkittavalla. Yksi tutkittava äänesti parhaaksi tauotusmenetykseksi 30+30-taoutuksen ja yksi tutkittava 25+5-taoutuksen.



Kuva 20. Koetun epämukavuuden arvio (VAS) ennen kirjoitustyötä ja kirjoitustyön jälkeen referenssimittauksessa (Ref) ja neljässä istumisen tauottamismenetyksessä (keskiarvo ± keskiarvo). *tilastollisesti merkitsevä ero Ennen-mittaukseen verrattuna ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. §§tilastollisesti merkitsevä ero kirjoitustyön seurauksena tapahtuneessa muutoksessa verrattuna referenssimittaukseen, $p < 0,01$.

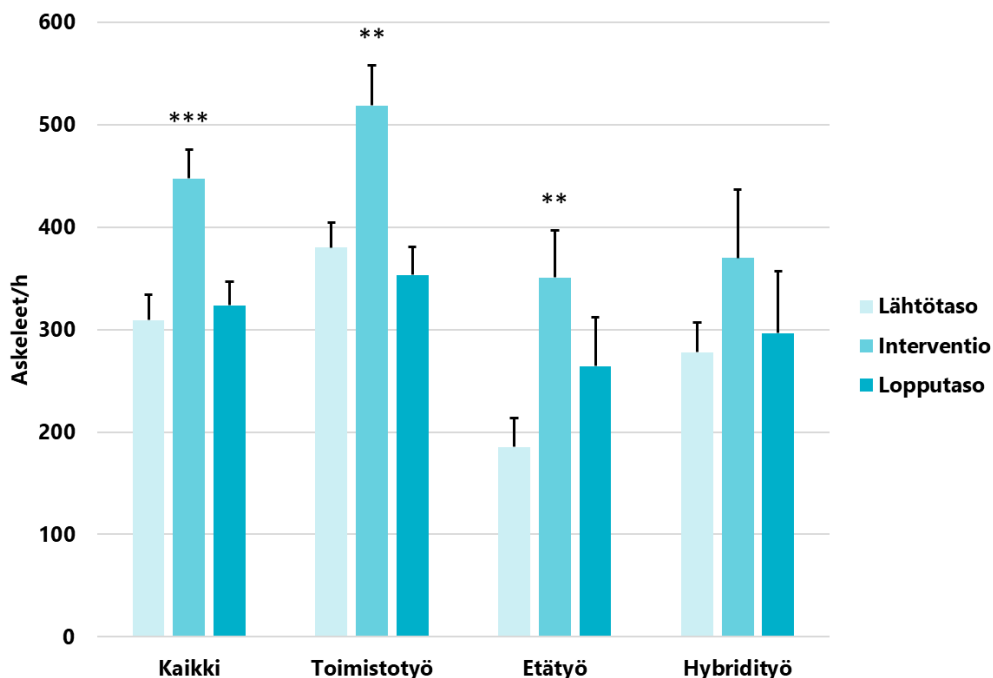
4.2 Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus

Lähtötasomittauksiin osallistui 19 tutkittavaa (9 naista, 10 miestä), interventiomittauksiin 18 tutkittavaa (9 naista, 9 miestä) ja lopputasomittauksiin 17 tutkittavaa (9 naista, 8 miestä).

4.2.1 Aktiivisuusmittaus

Aktiivisuusmittauksia tehtiin yhteensä 253 työpäivänä. Mitatuista työpäivistä 57,7 % oli toimistotyöpäiviä, 30,0 % etätyöpäiviä ja 12,3 % hybridityöpäiviä. Keskimäärin mitattu

työpäivä oli kestoaltaan 7 tuntia 20 minuuttia. Keskimääräinen askelmäärä tunnissa lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittauksissa on esitetty kuvassa 21. Askelmäärä nousi interventiossa eniten etätyössä 89,1 % ja yhteensä kaikissa kolmessa työskentelypaikassa 44,1 %. Askelmäärä pysyi etätyössä lähtötasoa korkeammalla tasolla myös lopputasomittauksessa (+42,5 %), kun taas toimisto- ja hybridityössä askelmäärät palautuivat lopputasomittauksessa lähtötasoilleen.



Kuva 21. Tutkittavien askelmäärät (tunnissa) toimisto-, etä- ja hybridityössä lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittauksissa (keskiarvo ± keskivirhe). *tilastollisesti merkitsevä ero lähtötasomittaukseen verrattuna ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

4.2.2 Lihassähköinen aktiivisuus

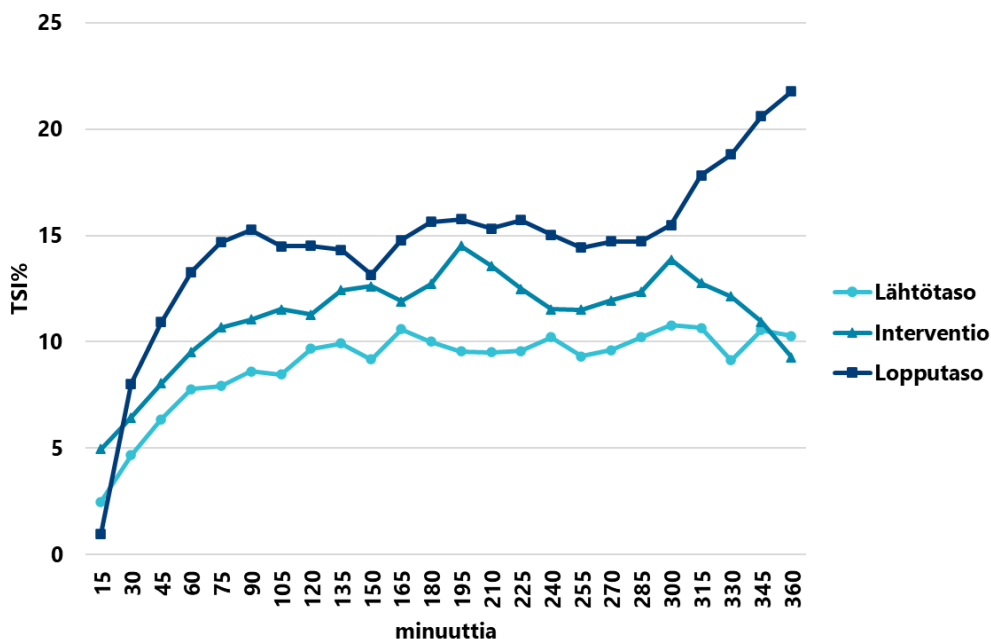
Interventio lisäsi alaraajojen lihasaktiivisuutta ja kaikkien kahdeksan mitatun lihaksen kokonaisaktiivisuutta 15,3 %. Lähtötason ja lopputason mittausten välinen ero oli vielä suurempi (33,27 %, taulukko 8). Varsinkin etu- ja takareiden aktiivisuuden kasvu oli huomattava. Hartialihaksessa aktiivisuusero oikean ja vasemman puolen välillä tasoittui ja alaselän kuormittuneisuus vähentyi.

Taulukko 8. Koko työpäivän keskimääräisen maksimaaliseen tasoon suhteutetun lihasaktiivisuuden vertailu lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittausten välillä kahdeksassa mitatussa lihaksessa.

	Hartia O	Hartia V	Yläselkä	Alaselkä	Takareisi	Pohje	Etureisi	Sääri
Lähtötaso	5,2	4,2	4,6	6,3	1,8	3,9	1,5	3,0
Interventio	4,8	5,3	4,7	5,9	2,6	3,6	2,3	3,9
%muutos	-8,8	25,7	0,8	-6,7	43,1	-8,6	49,1	28,0
%ero, kaikki lihakset	15,3							
Lähtötaso	5,2	4,2	4,6	6,3	1,8	3,9	1,5	3,0
Lopputaso	4,5	4,6	5,4	5,1	2,6	4,5	4,2	4,3
%muutos	-14,2	9,4	17,2	-19,1	46,8	14,4	171,5	40,2
%ero, kaikki lihakset	33,3							
Interventio	4,8	5,3	4,7	5,9	2,6	3,6	2,3	3,9
Lopputaso	4,5	4,6	5,4	5,1	2,6	4,5	4,2	4,3
%muutos	-5,9	-13,0	16,2	-13,3	2,6	25,1	82,2	9,6
%ero, kaikki lihakset	12,9							

4.2.3 Lihaskudoksen hapettumisaste

Lihaskudoksen hapettumisaste kasvoi työpäivän aikana lähtötasomittauksessa keskimäärin 9,0 %, interventiomittauksessa 11,3 % ja lopputasomittauksessa 14,6 % (kuva 22).



Kuva 22. Lihaskudoksen hapettumisasteen (TSI%) muutos alkutasoon verrattuna 15 minuutin jaksoissa toimistotyön aikana lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittauksissa.

4.2.4 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus

Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormituksessa, eli keskimääräisessä sykkeessä, sykevälivaihtelussa ja työn aikaisessa energiankulutuksessa, ei ollut eroja lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittausten välillä (taulukko 9). Istumisen tauottamisen aiheuttama sykkeen nousu ja energiankulutuksen kasvu ei ollut riittävää vaikuttaakseen koko työpäivän keskiarvoon merkittävästi.

Taulukko 9. Toimistotyön keskimääräinen syke, sykevälivaihtelu (root mean square of successive differences between normal heartbeats, RMSSD) ja energiankulutus lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittauksissa (keskiarvo ± keskivirhe).

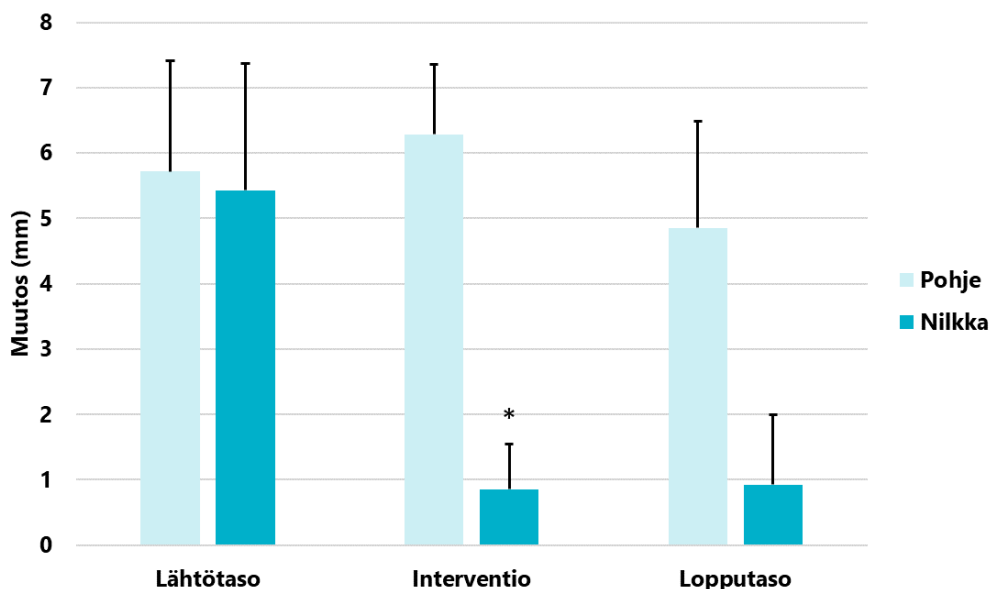
	Lähtötaso	Interventio	Lopputaso
Syke (krt/min)	82,2 ± 3,8	82,8 ± 3,6	81,4 ± 3,6
RMSSD (ms)	24,7 ± 4,8	24,0 ± 5,0	23,1 ± 4,5
Energiankulutus (kcal/h)	213,8 ± 26,5	223,2 ± 26,7	216,3 ± 33,8

4.2.5 Lihaksen kimmo-ominaisuudet

Lihasten kimmo-ominaisuuksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja lähtötaso-, interventio- ja lopputasomittausten välillä. Intervention aiheuttama hartian ja yläselän aktivaation lisäys lisäsi hieman ko. lihasten kiinteyttä ja jäykkyyttä, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

4.2.6 Alaraajan turvotus

Nilkan ympärysmittan kasvu työpäivän aikana oli vähäisempää interventio- ja lopputasomittauksissa (kuva 23). Nilkan ympärysmittan kasvu työpäivän aikana oli interventiomittauksessa tilastollisesti merkitsevästi pienempää verrattuna lähtötasomittaukseen ($p=0,035$).

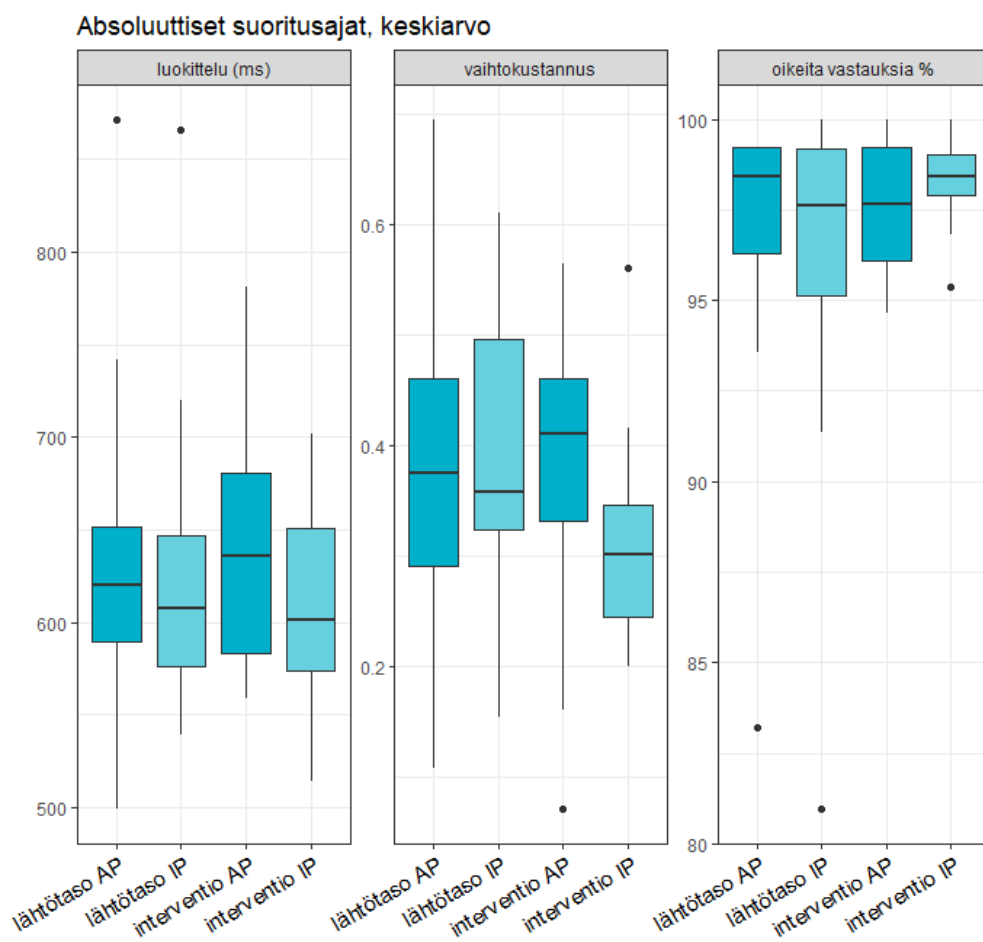


Kuva 23. Pohkeen ja nilkan ympärysmittan kasvu työpäivän aikana (keskiarvo \pm keskivirhe).
*tilastollisesti merkitsevä ero lähtötasomittaukseen verrattuna, $p<0,05$.

4.2.7 Kognitiivinen suorituskyky

Työpaikalla toteutetun istumatyön tauottamisen intervention vaikutuksia työntekijöiden kognitiiviseen suoriutumiseen tarkasteltiin laskemalla tehtävävaihtotestistä kolme erillistä muuttujaa: ensimmäinen kuvasi tiedonkäsittelyn nopeutta helpossa valintatehtävässä (aika millisekunteina luokittelu), toinen tiedonkäsittelyn joustavuutta

kuvaava muuttuja muodostettiin laskemalla luokittelutehtävästä toiseen siirtymisen aiheuttamaa suhteellista hidastumista (vaihtokustannus), sekä kolmas tiedonkäsittelyn tarkkuutta arvioiva muuttuja oli suoriutumisen oikeellisuus tehtävävaihto-osiossa (oikeita vastauksia %). Intervention vaikutuksen arviointi tehtiin laskemalla jokaiselle kolmelle tutkitulle muuttujalle työntekijäkohtaiset erotusluvut iltapäivän ja aamun välillä. Erotusluvut laskettiin erikseen ns. normaalille työpäivälle (lähtötaso), sekä tauotetulle istumatyöpäivälle (interventio). Kuvassa 24 ja taulukossa 10 esitetään tulosmuuttujien absoluuttisten arvojen jakaumat ja niiden tunnusluvut eri tehtäväosioissa.

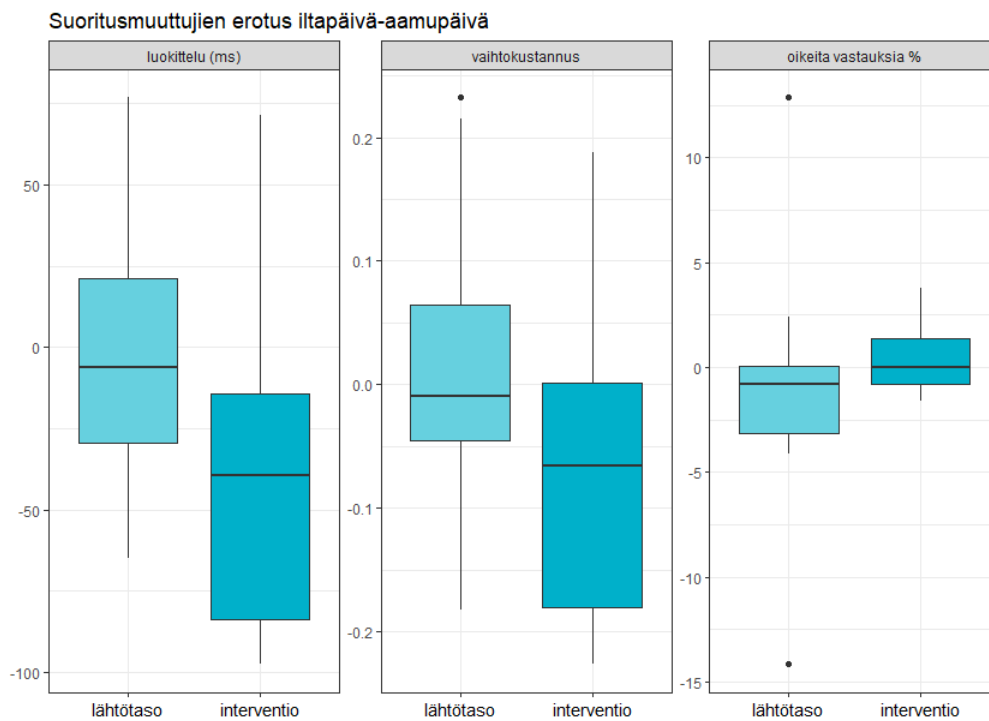


Kuva 24. Absoluuttiset arvot kognitiivisten testien tulosmuuttujille: luokittelutehtävän suoritus aika (keskiarvo), tehtävävaihtokustannus ja oikeiden vastausten prosentiosuus lähtötasomittauksen ja interventiomittauksen aamu- (AP) ja iltapäivän (IP) osalta.

Taulukko 10. Tehtävännvaihtotestistä laskettujen kolmen kognitiivisen muuttujan absoluuttiset arvot normaalin työpäivän (lähtötaso) ja tauotetun istumatyöpäivän (interventio) aamu- (AP) ja iltapäivänä (IP).

Muuttuja	Tilanne	Ajankohta	Keskiarvo	Keskivirhe
Luokittelu	Lähtötaso	AP	633,83	26,47
Luokittelu	Lähtötaso	IP	628,59	25,31
Luokittelu	Interventio	AP	646,45	20,49
Luokittelu	Interventio	IP	607,60	17,79
Oikeita vastauksia%	Lähtötaso	AP	97,00	1,21
Oikeita vastauksia%	Lähtötaso	IP	95,91	1,44
Oikeita vastauksia%	Interventio	AP	97,80	0,54
Oikeita vastauksia%	Interventio	IP	98,28	0,44
Vaihtokustannus	Lähtötaso	AP	0,38	0,05
Vaihtokustannus	Lähtötaso	IP	0,40	0,04
Vaihtokustannus	Interventio	AP	0,38	0,04
Vaihtokustannus	Interventio	IP	0,32	0,03

Kuvaajista nähdään, että iltapäivällä luokittelutehtävässä suoriutuminen on keskimäärin aamua nopeampaa molemmissa mittaustilanteissa. Taulukon 10 lukuja tarkastelemalla havaitaan kuitenkin, että tavallisena työpäivänä (lähtötaso) päivän aikainen reaktionnopeuden keskimääräinen muutos on hyvin pieni, kun taas tauotetun istumatyöpäivän (interventio) aikana reaktioajan nopeutuminen on voimakkaampaa ja ylittää selvästi keskiarvon keskivirheen. Tehtävännvaihtokustannuksen absoluuttisissa arvoissa havaitaan pieni keskimääräinen kasvu normaalin työpäivän (lähtötaso) aikana ja pieni ryhmätason keskiarvon lasku interventio-päivänä. Mielenkiintoisesti myös tehtävännvaihtotehtävän tarkkuudessa tapahtui pieni heikentyminen normaalin työpäivän aikana, kun taas interventio-päivänä suoriutuminen oli iltapäivällä keskimäärin aavistuksen aamua tarkempaa. Havaitut erot eivät kuitenkaan yltäneet tilastolliseen merkitsevyyteen tällä otoskoolla. Seuraavaksi tarkasteltiin aamupäivästä iltapäivään tapahtuvien muutosten erotuksia lähtötason ja interventio-päivän välillä (kuva 25).



Kuva 25. Suoritusmuuttujien erotus iltapäivän ja aamun toistojen välillä lähtötason ja intervention kohdalla. Negatiivinen muutos kahden ensimmäisen kohdalla tarkoittaa nopeampaa suoriutumista luokittelutehtävässä ja pienempää tehtävävaihtokustannusta; positiivinen muutos oikeissa vastauksissa taas virheiden vähenemistä.

Luokittelutehtävässä tapahtuva muutos (nopeampi luokittelu iltapäivällä) erosi interventiopäivänä tilastollisesti merkitsevästi lähtötasomittauksesta (lähtötaso: $-6,0 \pm 12,7$; interventio: $-33,8 \pm 18,3$; $\chi^2(6,1456, 1)$ $p=0,013$). Tehtävävaihtokustannuksen lasku erosi lähes tilastollisen merkitsevyyden tasolla (lähtötaso: $0,006 \pm 0,0036$; interventio $-0,064 \pm 0,043$; $\chi^2(2,79, 1)$, $p=0,095$), vaikka efektikoko on huomattavan pieni. Myös oikeiden vastausten prosenttisuudessa nähdään muutos suuntaan, joka osoittaisi suoriutumisen olleen interventiopäivänä parempaa, mutta tämä ei saavuttanut tilastollisesti merkitsevää tasoa tällä otoskoolla (lähtötaso: $-1,1 \pm 1,62$; interventio: $0,54 \pm 0,56$; $\chi^2(2,141, 1)$, $p=0,143$).

4.2.8 Subjektiiiset arviot

Taulukossa 11 on esitetty tauottamisen määrää koskevan kyselyn vastausten jakauma viiden viikon intervention ajalta. 44,1 % tutkittavista piti työpäivän aikana 5–10 kävelytaukoa ja 22,6 % tutkittavista yli 10 kävelytaukoa. Yleisimmät esteet säännöllisten kävelytaukojen pitämiseksi olivat palaveriputket, kiireinen työpäivä ja tauottamisen unohtuminen, johon yleensä liittyi myös kiire. Vain kahdessa prosentissa vastauksista ilmoitettiin, ettei kävelytaujan pitäminen ollut työpäivän aikana mahdollista.

Taulukko 11. Tauottamisen määrää koskevan kyselyn vastausten jakauma viiden viikon intervention ajalta etä-, toimisto- ja hybridityössä.

		Ei taukoja	1–5 taukoa	5–10 taukoa	Yli 10 taukoa
Etätö	37,4 %	2,7 %	32,4 %	37,9 %	27,0 %
Toimistotyö	48,8 %	2,1 %	27,6 %	50,3 %	20,0 %
Hybridityö	13,8 %	0,0 %	41,5 %	39,0 %	19,5 %
Kaikki	100,0 %	2,0 %	31,3 %	44,1 %	22,6 %

Lopputasomittausten jälkeen tehdyn kyselyn mukaan 86,7 % tutkimukseen osallistuneista aikoi jatkaa tauottamista intervention jälkeen. 80,0 % koki tauottamisen vaikuttaneen työssä jaksamiseen ja hyvinvointiin. 60,0 % koki tauottamisen vaikuttaneen työkykyyn, 53,3 % työstä palautumiseen ja 33,3 % työtyytyväisyyteen. Tutkittavilla oli myös mahdollisuus antaa vapaasti palautetta kävelytautuksesta:

“En jaksa istua, nyt on lupa liikkua.”

“Kiitos, jotain tauottamista olen lisännyt tai ylipäätään taukoja ilmestynyt omaehtoisesti enemmän päivään.”

“Valitettavan usein tauottamisen unohti.”

“Kyllä pieni jaloittelutauko auttoi työhön keskittymisessä.”

“Pitää yrittää muistaa tauottaa useammin. Mukava tutkimus.”

“Tauot tuo oikeasti lisävirtaa työntekoon.”

“Vähemmän jumissa työpäivän jälkeen niinä päivinä, kun muisti tauottaa tai muuten oli enemmän liikkumista.”

"Auttaa myös keskittymiseen."

"Tauottamisesta on tullut ns. yleinen tapa tiimipalaverissa."

"Aivoille ja keskittymiskyvylle tekee hyvää, kun välillä nousee kävelemään."

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Työpäivän aikaisen istumisen määrällä ja tauottamisella on merkitystä. Kaikkein haitallisinta on pitkäkestoinen, yhtäjaksoinen paikallaanolo. Tässä hankkeessa tuotettiin ensimmäistä kertaa **mitattua tietoa istumatyön tauottamisen fysiologisista ja kognitiivisista vaikutuksista pitkäkestoisen inaktiivisuuden vähentämiseen tähtäävien suositusten pohjaksi**. Tulosten perusteella pitkäkestoisen istumisen ja paikallaanolon keskeyttäminen puolen tunnin välein on suositeltavaa. **Kahden minuutin kevyt toimistokävely puolen tunnin välein on tutkituista menetelmistä tehokkain**. Istumatyön tauottaminen kävelemällä osoittautui tehokkaaksi keinoksi myös työpaikalla tehdyissä mittauksissa.

5.1 Tutkimuksen tavoite I

Tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena oli selvittää miten yksinomaan istuen tapahtuva toimistotyö kuormittaa lihaksistoa sekä hengitys- ja verenkiertoelimiä.

- Kahden tunnin kirjoitustyön aikana sekä syke että laskennallinen energiankulutus pienenevät. MET-arvolla kuvattuna keskimääräinen kirjoitustyön aikainen energiankulutus lepotasoon verrattuna oli $1,9 \pm 0,2$ MET. Tässä tutkimuksessa istuen tehty kirjoitustyö luokitellaan kevyeksi (1–3 MET).
- Paikallaan istuen tehtävän kirjoitustyön aikana palautumista kuvaava RMSSD-arvo oli keskimäärin $33,1 \pm 6,2$ ms ja se pysyi koko kirjoitustyön ajan normaalilla tasolla (15–39 ms, [22]). Palautumisen taso nousi merkitsevästi työn aikana (parasympaattinen aktiivisuus kasvoi). Tason nousu kuvaa annettua työtehtävää hyvin: ei-haastava kirjoitustehtävä oli helppo toteuttaa ja työnteko oli rutiininomaista, jolloin palautumista tapahtui työn aikana.
- Keskeytymätön kirjoitustyö aiheutti dominoivan käden puoleisen hartialihaksen kuormituksen merkitsevän kasvun. Aiemmissä tutkimuksissa on näppäimistön käytön havaittu aiheuttavan erityisesti hartialihasten kuormittumista [23]. Tässä tutkimuksessa kirjoitustyö oli pääasiassa näppäimistön käyttöä. Istuminen aiheutti myös takareiden ja pohkeen jäykkyyden kasvua.
- Kahden tunnin istumisen aikana alaraajaturvotus lisääntyi merkitsevästi. Terveellekin ihmiselle voi ilmaantua alaraajaturvotusta pitkän seisomisen tai istumisen jälkeen. Korkea laskimopaine välittyy hiusverisuonistoon ja pitkään jatkuvan istumisen jälkeen alaraajaturvotus on tavallista [24].

- Subjektiiivisesti arvioiden kahden tunnin ajan istuen tehdyn kirjoitustyön aikana koettu epämukavuus kasvoi.

5.2 Tutkimuksen tavoite II

Tutkimuksen toisena tavoitteena oli selvittää, minkälaisella istumista tauottavalla mallilla on tehokkain vaikutus fysiologisiin ja kognitiivisiin vasteisiin ja testata mallia työpaikalla toteutetussa interventiotutkimuksessa.

5.2.1 Laboratoriomittaukset

- Mitatuista muuttujista muodostetun summamuuttujan perusteella kahden minuutin kävely 28 minuutin kirjoitustyön jälkeen oli tehokkain tauotusmenetelmä. Heikoin oli työ yhtäjaksoisesti istuen (referenssi). Kaikki tauotusmenetelmät olivat siis yhtäjaksoista istumista parempia.
- Kaikki käytetyt tauotusmenetelmät vähensivät lihaksiston staattista kuormitusta, osa tilastollisesti merkitsevästi. Staattinen kuormitus on itsenäinen riskitekijä tuki- ja liikuntaelinvaivoille, erityisesti jatkuessaan pitkäkestoisesti. Istumatyössä vaivariskiä voidaan selkeästi pienentää tauotusten avulla.
- Lihaksiston normaaliin toimintaan kuuluvat tahdosta riippumattomat, yleensä alle sekunnin kestoiset lyhyet mikrotauot. Kyseisten tauokojen esiintyminen viittaa lihaksiston monipuolisempaan käyttöön, joka havaittiin tässä tutkimuksessa erityisesti vaihdeltaessa asentoa seisomisen ja istumisen välillä nk. takaketjun osalta (ylä- ja alaselkä sekä takareisi ja pohje). Seisomisen ja istumisen vaihtelu aiheuttaa monipuolisempaa lihaksiston käyttöä, jolloin myös takaketju aktivoituu. Tämä ehkäisee lihaksiston väsymistä.
- Lihaksiston toiminnan ja hyvinvoinnin kannalta on lihaskudoksessa kulkevan hapen määrällä suuri positiivinen merkitys. Lihaskudoksen hapettumisaste kasvoi työn aikana, kun tauotusmenetelmänä oli kävely.
- Syketaso ja energiankulutus olivat korkeimmat 30+30-tauotusmenetelmässä, joka sisälsi määrällisesti vähiten istumista. Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuminen ja aineenvaihdunta on istumatyössä tauotusmenetelmästä riippumatta niin matalaa, että näillä eroilla on vähän käytännön merkitystä. Tärkeämpää on lisätä kokonaisenergiankulutusta päivän mittaan.
- Lihaksen kimmo-ominaisuuksien osalta havaittiin lievä nousu niskahartiaseudun jäykkyydessä 30+30-tauotusmenetelmää lukuun ottamatta.

Muutoksen fysiologinen merkitys lihaksen toiminnallisuuden kannalta ei ole kovin suuri. Tutkimusten mukaan yleisin tekijä, joka lisää niska-hartiaseudun jäykkyyttä ja kipua toimistotyössä on päätetyöskentely, johon liittyy pitkäkestoista paikallaanoloa ja eteenpäin kumartunut asento [25]. Päätetyöskentelyn vuorottelu istuen ja seisten voi ehkäistä niska-hartiaseudun jännitystä ja kiputiloja.

- Alaraajaturvotusta esiintyi kahden tunnin työskentelyn jälkeen kaikissa tauotusmenetelmissä.
- Syljestä mitatuissa stressihormonitasoissa ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia kirjoitustyön aikana missään mitatuista tauotusmenetelmistä. Tutkittavat olivat stressittömässä ja inaktiivisessa tilanteessa, mikä selittää hormonitasojen pysymisen likipitäen perustasolla.
- Laboratorio-osuudessa tehdyissä kognitiivisissa mittauksissa ei todettu tilastollisesti merkitseviä eroja tutkittujen tauotusmenetelmien välillä. Keskiarvojen tasolla voitiin kuitenkin nähdä menetelmien välillä pieniä eroja, joita hyödynnettiin osana kokonaisvaltaista interventioiden pisteytystä.
- Kirjoitettu merkkimäärä oli vähäisin kävelytauotuksen aikana. Tämä selittyy kahdeksan minuuttia lyhyemmällä kirjoitusajalla. Toisaalta kirjoitustyön hyötysuhde (merkkien lukumäärä/virheiden määrä) oli korkein kävely- ja kyykyt-tauotusmenetelmissä. Kävelytauotuksessa menetetyt ajan kompensoi tehtyjen virheiden vähäinen määrä.
- Kaikissa tauotusmenetelmissä koettu epämukavuus lisääntyi kirjoitustyön aikana. Pelkkään istumiseen verrattuna epämukavuustaso oli merkitsevästi alhaisempi 25+5-, kyykyt- ja kävelytauotusmenetelmissä.
- Tutkittavista 87 % valitsi kävelytauotusmenetelmän itselleen mieluisimmaksi vaihtoehdoksi.

5.2.2 Työpaikalla toteutettu interventiotutkimus

- Viiden viikon intervention aikana HY247 asiantuntijoista suurin osa teki lähityötä, hieman vajaa kolmannes etätöitä ja reilu kymmenen prosenttia hybridityötä. Työ- ja elinkeinoministeriön selvityksen mukaan valtaosa työntekijöistä (60 %), teki läpi pandemian ja tekee edelleen lähityötä. Vuonna 2022 viitenä päivänä viikossa etätöitä teki 12 % työntekijöistä. Kaikista palkansaajista 28 % kertoi tekevänsä hybridityötä [26]. Työtapojen jakauma HY247:ssa edustaa siis hyvin suomalaista työelämää.

- Keskimääräinen fyysinen aktiivisuus lisääntyi merkittävästi intervention aikana, mutta palautui lähes lähtötasolle sen jälkeen. Aiemmista tutkimuksista on saatu ristiriitaisia tuloksia fyysisen aktiivisuuden lisäämiseen tähtäävien interventioiden vaikuttavuudesta ja pysyvyydestä. Abdin ym. (2018) tekemän systemaattisen katsauksen perusteella interventiot oikein toteutettuna voivat kuitenkin lisätä työhyvinvointia toimistotyöympäristöissä [27].
- Kävelyn määrä intervention aikana lisääntyi 3 prosenttiyksikköä kontrolliin verrattuna. Intervention aikana otettujen askelten määrä kasvoi etätöissä lähes kaksinkertaiseksi. Keskimäärin askelmäärä kasvoi intervention aikana 44,1 %. Askelmäärä pysyi etätöissä lähtötasoa korkeammalla myös lopputasomittauksissa, kun taas toimisto- ja hybridityössä askelmäärät palautuivat lopputasomittauksissa lähtötasoilleen. Keskimäärin intervention aikana otettiin 3287 askelta. Tämä on 37 % UKK-instituutin suosittelemasta 9000 askeleen päivittäisestä askelmäärästä [28].
- Kävelyinterventio lisäsi kaikkien mitattujen lihasten kokonaisaktiivisuutta. Interventio lisäsi erityisesti reiden lihasten aktiivisuutta työpäivän aikana. Toisaalta alaselän kuormittuneisuus väheni, joka pienentää riskiä alaselän vaivoille. Nykyaikainen toimistotyö on intensiteetiltään todennäköisesti alle sen vaaditun fyysisen rasitustason, mikä riittää ylläpitämään tuki- ja liikuntaelimistön toimintakykyä. Suurten lihasryhmien aktivoiminen työpäivän aikana auttaa vähentämään tuki- ja liikuntaelimistön vaivoja.
- Lihaskudoksen hapettumisaste kasvoi työpäivän aikana sekä lähtötason että intervention aikana tehdyissä mittauksissa. Taso oli interventiomittauksessa korkeampi. Lopputasomittauksessa lihaksen hapettumisaste oli korkeimmalla tasolla. Tutkimusten mukaan hapenotto alaraajan lihaksissa lisääntyy merkittävästi vain muutaman sekunnin viiveellä aktiivisen liikkeen aloittamisesta [29]. Kahden minuutin kävely puolen tunnin välein riittää siis edistämään lihasten verenkiertoa ja hapettumista istumatyön aikana.
- Energiankulutus kasvoi hieman kävelyintervention aikana. Greasy ym. 2016 [30] mukaan istumis- tai seisomisjaksojen korvaaminen kävelyllä lisää merkittävästi energiankulutusta. Istumisen korvaaminen seisomisella ei aiheuta huomattavaa kasvua energiankulutuksessa.
- Alaraajaturvotus työpäivän aikana oli merkitsevästi vähäisempää intervention aikana. Alaraajaturvotuksen yleisin syy on veripatsaan aiheuttama korkea hydrostaattinen paine laskimoissa. Laskimopaineen noustessa nestettä tihkuu hiussuonista kudoksiin. Istuma-asento vähentää verenkiertoa alaraajoissa ja

aiheuttaa nilkan ja pohkeen turvotusta. Kävellessä alaraajojen lihaspumppu-läppämekanismi tehostaa elimistön nestekiertoa, laskee nilkkatason laskimopainetta ja ehkäisee turvotusta [31–32].

- Istumatyötä tauottava interventio osoittautui potentiaalisesti hyödylliseksi myös päiväaikaisen kognitiivisen suoriutumisen näkökulmasta. Interventio tehosti tilastollisesti merkitsevästi iltapäiväistä reaktionopeutta valintatehtävässä ($p=0,013$). Lisäksi havaittiin trendit intervention mahdollisista positiivisista vaikutuksista tiedonkäsittelyn joustavuuteen ja suoriutumisen tarkkuuteen.
- Istumatyötä tauottavan intervention positiiviset vaikutukset kognitioon selittyvät todennäköisesti paremmalla iltapäiväisellä vireystilalla ja mahdollisesti myös aivojen verenkierron tehostumisella tarkkaavuudelle ja joustavalle tiedonkäsittelylle kriittisillä aivoalueilla (otsalohkot sekä otsa- ja päälakilohkojen välinen tarkkaavuusverkosto) [33]. Näiden interventiovaikutusten todentaminen vaatisi kuitenkin aivokuvantamista hyödyntäviä tutkimuksia. Suuremmilla tutkittavien määrillä tehtyjä tutkimuksia tarvitaan kognitiivisten tulosten varmentamiseksi ja tarkentamiseksi.
- Kävelyinterventio koettiin osittain hankalaksi toteuttaa. Yleisimmät esteet säännöllisten kävelytaukojen pitämiseksi olivat palaveriputket, kiireinen työpäivä ja tauottamisen unohtuminen, johon yleensä liittyi myös kiire. Kuitenkin yleisellä tasolla koettiin, että kävelytaukon pitäminen oli työpäivän aikana mahdollista. Tulevaisuudessa on tarve selvittää, miten hyviä käytäntöjä istumisen tauottamiseen saataisiin juurrutettua työpaikoille ja miten työkuulttuuria voitaisiin muuttaa istumatyön haittojen ehkäisemiseksi.

6 Tulosten merkitys ja suositukset

Tämän tutkimuksen vahvuus on mitattuun tietoon perustuva tieteellinen pohja tauotussuosituksille. Lisäksi tutkimuksen vahvuudeksi voidaan mainita mittausten suorittaminen sekä standardoiduissa laboratorio-olosuhteissa että aidossa toimistotyöympäristössä. Hankkeessa toteutetulla tutkimusasetelmalla saadaan kattavaa tietoa istumisen tauottamisen hyödyllisyydestä erilaisissa tilanteissa ja työtehtävissä. Tutkimuksen heikkoutena voidaan pitää laboratoriossa tehdyn kirjoitustyön melko lyhyttä kestoa. Kestoltaan pidempi kirjoitustyö olisi voinut aiheuttaa merkittävämpiä eroja tauotusmenetelmien välille.

Tämän tutkimuksen perusteella **pitkäkestoista istumista suositellaan tauottamaan puolen tunnin välein kahden minuutin ajan rauhallisesti kävellen (ns. toimistokävely)**. Mikäli kävelytauotus ei ole mahdollista, kaikki aktiivisuus, joka keskeyttää pitkäkestoisen paikallaanolon on suositeltavaa.

Kävely on yleisin suomalaisten harrastama liikuntamuoto. Päivittäisellä puolen tunnin reippaalla kävelyllä on tutkimusten mukaan paljon terveyshyötyjä. Kävely ylläpitää lihaskuntoa ja kiihdyttää aineenvaihduntaa. Lisäksi se ehkäisee monia sairauksia ja vaivoja. Kävelyn suosio johtunee sen yksinkertaisuudesta. Kävely istumatyöläisen taukoliikuntana on samalla tavalla hyvin yksinkertaista ja helppo toteuttaa. Osa tutkittavista käytti hankkeen aikana intervalliajastinsovellusta puhelimessaan muistuttamaan tauoista. Sellaisen käyttö on suositeltavaa tauotuksen juurruttamiseksi osaksi työpäivää.

Suomalaisessa työelämässä istutaan aiempaa enemmän. Istuminen on lähes lepoa vastaava olotila, jossa lihasten aktiivisuus on minimaalista ja varsinkin toimistotyössä usein myös hyvin staattista. Istuminen on myös itsenäinen terveysriski. Tämä tarkoittaa sitä, että vapaa-ajan liikuntaharrastus ei täysin suojaa istumisen haitallisuudelta. Kaikkia passiivisuuden aiheuttamia negatiivisia solutason muutoksia ei siis pysty peruuttamaan vapaa-ajan liikuntaharjoittelulla. Istumisen haittoja voi sen sijaan ehkäistä vähentämällä vuorokauden kokonaisistumisaikaa ja välttämällä pitkäkestoista, yhtämittaista paikallaanoloa.

Kampanjat ja aloitteet työikäisten aktiivisuuden lisäämiseen on suunnattu lähes yksinomaan vapaa-aikaan. Työympäristössä aktiivisuuden ja liikunnan lisäämisen sijaan voitaisiin kuitenkin puhua istumatyön riskien vähentämisestä pitkäkestoista paikallaanoloa rajoittamalla. Paikallaanolon vähentäminen ja istumisen tauottaminen on paitsi työntekijän, myös työnantajan, työsuojelun ja koko työyhteisön asia.

7 Projektin viestintä

Hankkeesta on viestitty seuraavissa kanavissa:

- Hankkeen esittelysivu Työterveyslaitoksen internetsivuilla: <https://www.ttl.fi/tutkimus/hankkeet/toimisto-ja-etatyo-dynaamisemmaksi-istuen-ja-seisten-sitfit>.
- Nouse ylös tuolista! Pian tutkijat tietävät, mikä on tehokkain tapa tauottaa istumatyötä. Työpiste verkkolehti. 31.1.2023. <https://www.ttl.fi/tyopiste/nouse-ylos-tuolista-pian-tutkijat-tietavat-mika-on-tehokkain-tapa-tauottaa-istumatyota>.
- Tutkijat vertasivat, mikä on tehokkain tapa minimoida istumisen haitat työpäivän aikana – lyhyet kävelytauot voittivat muut keinot. YLE. 23.2.2023. <https://yle.fi/a/74-20019151>.
- Rauttola A-P: Haastattelu. Yle Nyheter – [TV Nytt. 23.2.2023](#)
- Mänttari S & Karkulehto J. Toimistokävely – paras tapa ehkäistä istumatyön haittoja. Blogi. 23.2.2023. <https://www.ttl.fi/ajankohtaista/blogi/toimistokavely-paras-tapa-ehkaista-istumatyon-haittoja>.
- Mänttari S: Haastattelu. Radio Suomen uutiset. 23.2.2023.
- Selvitys: Tämä on paras tapa tauottaa työpäivää – Tarjoaa suorituskykyloikan. Talouselämä 13/23. <https://www.talouselama.fi/uutiset/selvitys-tama-on-paras-tapa-tauottaa-tyopaivaa-tarjoaa-suorituskykyloikan/153c0a46-7527-491d-be87-28ef26dec548>.
- Kävelen kuntoon. Kotilääkäri 5/2023, s. 14-18.
- Asiantuntija antaa helpon vinkin, joka parantaa terveyttä: "Siitä vielä maksetaan". Kauppalehti. 24.8.2023. [Asiantuntija antaa helpon vinkin, joka parantaa terveyttä: "Siitä vielä maksetaan" | Kauppalehti](#).
- Mänttari S: More dynamic office and remote work through sitting and standing – SitFit. Hankkeen esittely kansainvälisen yhteistyökumppanin vierailun aikana 28.8.2023.
- Unilääkäri kertoo vinkin, joka vie vapaa-ajasta vain vartin päivässä ja lisää unta 2 tuntia viikossa – koostimme 44 asiaa, jotka saavat sinut voimaan paremmin. Me naiset. 18.9.2023. [Miten voida paremmin arjessa? 44 vinkkiä, jotka pystyy toteuttamaan - Hyvä fiilis - Ilta-Sanomat](#).

- Kävellessä töissä koko päivän. Akavalainen. 26.10.2023. [Kävellessä koko päivän - Akava](#).
- Karkulehto J: Hankkeen esittely Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointifoorumi - tapahtumassa 15.11.2023.
- Oksa J & Mänttari S: Physiological effects of breaking up prolonged sitting time: experimental studies in the laboratory and a workplace intervention. In: Physical loading and physical activity at work: measures, technologies and study designs - a joint seminar of FIOH and NFA. 12.12.2023.
- Toimistokävely on tutkitusti tehokkain keino tauottaa istumista – tehdään siitä rutiini! Työpiste verkkolehti. 19.03.2024. [Toimistokävely on tutkitusti tehokkain keino tauottaa istumista – tehdään siitä rutiini! | Työterveyslaitos \(ttl.fi\)](#).
- Kohdennettu ja kohdentamaton some-kampanja Työterveyslaitoksen kanavilla (Facebook, LinkedIn ja Instagram). 29.2.2024
- Mänttari S: Haastattelu 11.3.2024 STT/ toimittaja Janita Virtanen
- Webinaari: Ratkaisuja istumisen tauottamiseen toimistotyöntekijälle. 24.4.2024. Webinaariin ilmoittautui 209 henkilöä. Paikan päällä yleisöä oli 156 henkilöä. Tallennetta katsottu 13.5.2024 mennessä 332 kertaa. <https://www.ttl.fi/ratkaisuja-istumisen-tauottamiseen-toimistotyontekijalle-webinaari>
- Mänttari S, Säynäjäkangas P, Karkulehto J, Rauttola A-P, Paajanen T, Lukander K, Oksa J. Physiological and cognitive effects of a walking break intervention in office work. Käsikirjoitus.

Lähteet

- [1] Church TS, Thomas DM, Tudor-Locke C, Katzmarzyk PT, Earnest CP, Rodarte RQ, Martin CK, Blair SN, Bouchard C (2011) Trends over 5 decades in U.S. occupation-related physical activity and their associations with obesity. *PLoS one* 6(5): e19657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019657>
- [2] Chau JY, der Ploeg HP, van Uffelen JG, Wong J, Riphagen I, Healy GN, Gilson ND, Dunstan DW, Bauman AE, Owen N, Brown WJ (2010) Are workplace interventions to reduce sitting effective? A systematic review. *Prev Med* 51(5): 352–356. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.08.012>
- [3] Shrestha N, Kukkonen-Harjula KT, Verbeek JH, Ijaz S, Hermans V, Pedisic Z (2018) Workplace interventions for reducing sitting at work. *Cochrane Database Syst Rev* 6(6): CD010912. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010912.pub4>
- [4] Työterveyslaitos (2013) Työ ja terveys Suomessa 2012 – Seurantatietoa työoloista ja työhyvinvoinnista. Kauppinen T, Mattila-Holappa P, Perkiö-Mäkelä M, Saalo A, Toikkanen J, Tuomivaara S, Uuksulainen S, Viluksela M, Virtanen S (toim.) Tampere: Tammerprint Oy. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-261-302-8>
- [5] Ahrendt D, Cabrita J, Clerici E, Hurley J, Leončikas T, Mascherini M, Riso S, Sándor E (2020) Living, working and COVID-19. Eurofound, COVID-19 series. <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2020/living-working-and-covid-19>
- [6] Ammar A, Brach M, Trabelsi K, Chtourou H, Boukhris O, Masmoudi L, Bouaziz B, Bentley E, How D, Ahmed M, Müller P, Müller N, Aloui A, Hammouda O, Paineiras-Domingos LL, Braakman-Jansen A, Wrede C, Bastoni S, Pernambuco CS, Mataruna L, ... Hoekelmann A (2020) Effects of COVID-19 Home Confinement on Eating Behaviour and Physical Activity: Results of the ECLB-COVID19 International Online Survey. *Nutrients* 12(6): 1583. <https://doi.org/10.3390/nu12061583>
- [7] Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, Alter DA (2015) Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 162(2): 123–132. <https://doi.org/10.7326/M14-1651>
- [8] Hu FB, Li TY, Colditz GA, Willett WC, Manson JE (2003) Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *JAMA* 289(14): 1785–1791. <https://doi.org/10.1001/jama.289.14.1785>

- [9] Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, Perri MG, Sheps DS, Pettinger MB, Siscovick DS (2002) Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 347(10), 716–725. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa021067>
- [10] FB, Ried-Larsen M (2015) The Effects of Breaking up Prolonged Sitting Time: A Review of Experimental Studies. *Med Sci Sports Exerc* 47(10): 2053–2061. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000654>
- [11] Dempsey PC, Owen N, Biddle SJ, Dunstan DW (2014) Managing sedentary behavior to reduce the risk of diabetes and cardiovascular disease. *Curr Diab Rep* 14(9): 522. <https://doi.org/10.1007/s11892-014-0522-0>
- [12] Paterson C, Fryer S, Zieff G, Stone K, Credeur DP, Barone Gibbs B, Padilla J, Parker JK, Stoner L (2020) The Effects of Acute Exposure to Prolonged Sitting, With and Without Interruption, on Vascular Function Among Adults: A Meta-analysis. *Sports Med* 50(11):1929–1942. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01325-5>
- [13] Alkhajah TA, Reeves MM, Eakin EG, Winkler EA, Owen N, Healy GN (2012) Sit-stand workstations: a pilot intervention to reduce office sitting time. *Am J Prev Med* 43(3): 298–303. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.05.027>
- [14] Ogilvie D, Foster CE, Rothnie H, Cavill N, Hamilton V, Fitzsimons CF, Mutrie N, Scottish Physical Activity Research Collaboration (2007) Interventions to promote walking: systematic review. *BMJ* 334(7605): 1204. <https://doi.org/10.1136/bmj.39198.722720.BE>
- [15] Verweij LM, Proper KI, Weel AN, Hulshof CT, van Mechelen W (2013) Long-term effects of an occupational health guideline on employees' body weight-related outcomes, cardiovascular disease risk factors, and quality of life: results from a randomized controlled trial. *Scand J Work Environ Health* 39(3): 284–294. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3341>
- [16] Shaffer F, Ginsberg JP (2017) An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Health* 5:258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- [17] Leinikka M, Vihavainen A, Lukander J, Pakarinen S (2014) Cognitive Flexibility and Programming Performance. *Teoksessa B du Boulay, J Good (toim.) Psychology of Programming Interest Group Annual Conference*. s. 1–11.
- [18] Monsell S (2003) Task switching. *Trends Cog Sci* 7(3): 134–140. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(03\)00028-7](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(03)00028-7)

- [19] Paajanen T, Hublin C (2018) Työkäisten muisti – muistioireiden kartoittaminen työterveyshuollossa. Helsinki: Työterveyslaitos. <http://hdl.handle.net/10138/236481>
- [20] Sokka L, Leinikka M, Korpela J, Henelius A, Lukander J, Pakarinen S, Alho K, Huotilainen M (2017) Shifting of attentional set is inadequate in severe burnout: Evidence from an event-related potential study. *Int J Psychophysiol* 112: 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.12.004>
- [21] Borg G (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 2(2): 92–98.
- [22] Task Force (1996) Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* 93:1043–1065.
- [23] Bruno Garza L, Eijkelhof BHW, Johnson PW, Raina SM, Rynell PW, Huysmans, van Dieën JH, van der Beek AJ, Blatter BM, Dennerlein JT (2012) Observed differences in upper extremity forces, muscle efforts, postures, velocities and accelerations across computer activities in a field study of office workers, *Ergonomics* 55: 670–681. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.657692>
- [24] Guyton AG, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia. W.B. Saunders Co 1996, s. 177–178.
- [25] Guduru RKR, Domeika A, Obcarskas L, Ylaite B (2022) The Ergonomic Association between Shoulder, Neck/Head Disorders and Sedentary Activity: A Systematic Review. *J Healthc Eng* 21: 5178333. <https://doi.org/10.1155/2022/5178333>
- [26] Työ- ja elinkeinoministeriö (2022). Työolobarometri 2021. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja: Työelämä 2022: 46.
- [27] Abdin S, Welch RK, Byron-Daniel J, Meyrick J (2018) The effectiveness of physical activity interventions in improving well-being across office-based workplace settings: a systematic review. *Public Health* 160: 70–76.
- [28] <https://ukkinstituutti.fi/wp-content/uploads/2020/10/Kavelynportaant.pdf>. Katsottu 16.5.2024.
- [29] Bangsbo J, Krstrup P, González-Alonso J, Boushel R, Saltin B (2000) Muscle oxygen kinetics at onset of intense dynamic exercise in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 279: R899–R906.

- [30] Creasy SA, Rogers RJ, Byard TD, Kowalsky RJ, Jakicic JM (2016) Energy Expenditure During Acute Periods of Sitting, Standing, and Walking. *J Phys Act Health* 13: 573-578. <https://doi.org/10.1123/jpah.2015-0419>
- [31] Korhonen P, Laine K (2021) Alaraajaturvotus. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 137: 1407-1414.
- [32] Winkel J, Jørgensen K (1986) Evaluation of foot swelling and lower-limb temperatures in relation to leg activity during long-term seated office work. *Ergonomics* 29: 313–328. <https://doi.org/10.1080/00140138608968267>
- [33] Tsujii T, Komatsu K, Sakatani K (2013) Acute effects of physical exercise on prefrontal cortex activity in older adults: a functional near-infrared spectroscopy study. *Adv Exp Med Biol* 765: 293-298. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4989-8_41

Suomalainen viettää elämästään reilut 30 vuotta töissä. Tietotyötä tekevien määrä on suuri, ja työtä tehdään pääsääntöisesti istuen. Kolmannes suomalaisista työntekijöistä istuu työssään 6–7 tuntia päivässä.

Liiallisen istumisen aiheuttamat terveyshaitat ovat tutkimusnäytön perusteella selvät. Istumisen haittojen näkökulmasta tärkeintä ei ole kuitenkaan se, kuinka paljon tuntimäärällisesti istuu päivän aikana, vaan se, miten istumistaan tauottaa. Tauottaminen on helppo ja ilmainen keino istumatyön terveyshaittojen ehkäisyssä.

SitFit-hanke selvitti minkä tyyppinen istumisen tauottaminen minimoi parhaiten istumatyön haitallisia vaikutuksia. Tehokkaimmaksi keinoksi osoittautui parin minuutin rauhallinen kävely puolen tunnin välein. Tautuskeino sai tutkimuksen aikana uuden nimen: toimistokävely.

Tämä raportti on tarkoitettu kaikille niille tietotyöläisille, jotka istuvat toimistolla tai etätöissä huomaamatta miltei koko työpäivän.



Työsuojelurahasto
Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

HY247
HELSINGIN YLIOPISTON
KIINTEISTÖPALVELUT OY

Työterveyslaitos
Arbetshälsoinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00032 Työterveyslaitos

www.ttl.fi

ISBN 978-952-391-163-5 (PDF)