

DISSERTATIONS IN  
**HEALTH  
SCIENCES**

**SUSANNA JÄRVELIN-PASANEN**

*Työajat ja sykevälivaihtelu opetus-  
ja hoitotyötä tekevillä naisilla*

PUBLICATIONS OF THE UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND  
*Dissertations in Health Sciences*



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



SUSANNA JÄRVELIN-PASANEN

*Työajat ja sykevälivaihtelu opetus- ja  
hoitotyötä tekevillä naisilla*

Esitetään Itä-Suomen yliopiston terveystieteiden tiedekunnan luvalla julkisesti tarkastettavaksi  
Kuopiossa Itä-Suomen yliopiston Mediteknian auditoriossa (MD100)  
perjantaina 12. joulukuuta 2014 klo 12

Publications of the University of Eastern Finland  
Dissertations in Health Sciences  
256

Kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikkö  
Lääketieteen laitos, Terveystieteiden tiedekunta  
Itä-Suomen yliopisto  
Kuopio  
2014

Grano Oy  
Kuopio, 2014

Sarjan toimittajat:  
Professori Veli-Matti Kosma, LKT  
Lääketieteen laitos  
Kliinisen lääketieteen yksikkö, patologia  
Terveystieteiden tiedekunta

Professori Hannele Turunen, TtT  
Hoitotieteen laitos  
Terveystieteiden tiedekunta

Professori Olli Gröhn, FT  
A. I. Virtanen -instituutti  
Terveystieteiden tiedekunta

Professori Kai Kaarniranta, LT  
Lääketieteen laitos  
Kliinisen lääketieteen yksikkö, silmätaudit  
Terveystieteiden tiedekunta

Lehtori Veli-Pekka Ranta, FaT  
Farmasian laitos  
Terveystieteiden tiedekunta

Jakelu:  
Itä-Suomen yliopisto  
Kuopion kampuskirjasto  
PL 1627, 70211 Kuopio  
<http://www.uef.fi/kirjasto>

ISBN (print): 978-952-61-1617-4

ISBN (pdf): 978-952-61-1618-1

ISSN (print.): 1798-5706

ISSN (pdf): 1798-5714

ISSN-L: 1798-5706

- Tekijän osoite: Kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikkö  
Lääketieteen laitos  
Itä-Suomen yliopisto  
KUOPIO
- Ohjaajat: Professori (emer.) Veikko Louhevaara, FT  
Kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikkö  
Lääketieteen laitos  
Itä-Suomen yliopisto  
KUOPIO
- Dosentti Annina Ropponen, TtT  
Työterveyslaitos  
HELSINKI
- Esitarkastajat: Professori Ulla Kinnunen, PsT  
Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö  
Tampereen yliopisto  
TAMPERE
- Dosentti Taina Hintsa, PsT  
Käyttätymistieteiden laitos  
Helsingin yliopisto  
HELSINKI
- Vastaväittäjä: Professori Leena Ala-Mursula, LT  
Terveystieteiden laitos  
Oulun yliopisto  
OULU



Järvelin-Pasanen, Susanna

Working hours and heart rate variability of female white collar workers and nurses

University of Eastern Finland, Faculty of Health Sciences

Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Health Sciences 256. 2014. 67 p.

ISBN (print): 978-952-61-1617-4

ISBN (pdf): 978-952-61-1618-1

ISSN (print): 1798-5706

ISSN (pdf): 1798-5714

ISSN-L: 1798-5706

## ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effect of working hours on the strain and recovery of the autonomic nervous system (ANS) in female nurses and white-collar workers. The strain and recovery of the ANS were evaluated by the analysis of heart rate variability (HRV) which was measured during both work-time and night time sleep.

The subjects were nurses aged 20-59 years who worked on a two- or three-shift system (n=39-51) and the females in a white-collar occupation in the field of education aged 31-60 years (n=29). The data were gathered through 24-36-hour heart rate (HR) and heart rate variability (HRV) recordings supplemented with questionnaires and diaries. The HRV recordings were done under actual working conditions and during leisure-time and night time sleep. The linear mixed models were used to examine associations between HRV parameters and working hours. In the analysis each subject served as her own control.

The analyses of HRV indicated the higher sympathetic activity of ANS or/and the lower parasympathetic activity of ANS during the work shift than during leisure-time or sleep. The comparison between normal and extended work shifts showed that one single extended work shift was not more stressful than a normal morning shift. In addition, HRV of female nurses during a normal morning shift indicated increased sympathetic activity (i.e. was more stressful) than an extended work shift. Furthermore, the results showed that the decreased number of short intervals between successive work shifts has a positive effect on HRV of female nurses indicating better recovery of autonomic nervous system at the beginning of the work shift and at the beginning of the night-time sleep. There were no changes identified in sleep time HRV of female white-collar workers with similar working hours with measurements replicated one year apart.

By monitoring the HRV of female nurses, it was possible to evaluate the changes in the activation ANS caused by the work, leisure-time or sleep. The sympathetic activity of ANS was higher during the work shift despite the length of the work shift. In the evaluation of work load, the HRV recordings represent a potential method to assess and to monitor the strain caused by the working hours at the individual level. When quantifying the recovery from work load, the first hours of night time sleep seemed to be the best time period for analysis of HRV.

In the shift schedule with a forward rotation, there is enough time available for recovery, which promotes well-being at work. Thus, a shift schedule with a forward rotation is recommended for workers in nursing units.

The results of this study cannot be generalized due to the selection of the subjects and the rather small sample size. Thus, more studies about the effect of working hours on HRV are needed.

National Library of Medicine Classification: WA 491, WG 106, WL 108

Medical Subject Headings: Female; Heart Rate; Nurses; Occupational Health; Occupations; Questionnaires; Sleep; Stress, Psychological; Work; Workload; Work Schedule ToleranceNational Library of Medicine





Järvelin-Pasanen, Susanna

Työajat ja sykevälivaihtelu opetus- ja hoitotyötä tekevillä naisilla

Itä-Suomen yliopisto, terveystieteiden tiedekunta

Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Health Sciences 256. 2014. 67 s.

ISBN (print): 978-952-61-1617-4

ISBN (pdf): 978-952-61-1618-1

ISSN (print): 1798-5706

ISSN (pdf): 1798-5714

ISSN-L: 1798-5706

## TIIVISTELMÄ

Tässä väitöskirjatutkimuksessa oli tarkoituksena tutkia työaikojen vaikutusta autonomisen hermoston kuormittumiseen ja palautumiseen opetus- ja hoitotyötä tekevillä naisilla. Tutkimuksessa tarkasteltiin autonomisen hermoston kuormittumista ja palautumista työvuoron ja yönen aikana mitatulla sykevälivaihtelulla.

Tutkittavat olivat kaksi- ja kolmivuorotyötä tekeviä 20–59 vuotiaita naishoitajia (n=39–51) ja opetuslalla päivätyötä tekeviä 31–60 vuotiaita naisia (n=29). Tutkimusaineistot kerättiin kyselylomakkeilla, päiväkirjoilla ja pitkäkestoilla (24–36 tuntia) sykintätaajuus- ja sykevälivaihtelumittauksilla. Mittaukset toteutettiin todellisissa olosuhteissa työssä, vapaa-aikana ja yönen aikana. Sykevälivaihtelumuuttujien ja työaikojen välistä yhteyttä analysoitiin lineaarisen sekamallin avulla. Toistomittauksissa saatuja tuloksia ei vertailtu eri yksilöiden välillä vaan tarkasteltiin yksilössä tapahtuvia muutoksia.

Sykevälivaihtelumittausten tulosten mukaan autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurempaa ja/tai parasympaattinen aktiivisuus oli pienempää työvuoron aikana kuin vapaa-ajalla tai nukkuessa. Pitkän ja normaalin työvuoron vertailu osoitti, että yksittäinen pitkä työvuoro ei ollut normaalipituista aamuvuoroa kuormittavampi. Sen sijaan normaalipituisen aamuvuoron aikainen sykevälivaihtelu osoitti naishoitajien autonomisen hermoston suurempaa sympaattista aktiivisuutta eli suurempaa kuormittumista työssä pitkään työvuoroon verrattuna. Työpäivän ja yönen alusta mitatusta sykevälivaihtelusta havaittiin, että vähentämällä nopeita siirtymiä työvuorojen välillä voitiin vaikuttaa myönteisesti naishoitajien autonomisen hermoston palautumiseen. Henkisesti kuormittavaa päivätyötä tekevien naisten yönen aikaisessa sykevälivaihtelussa ei tapahtunut muutoksia vuoden seurannassa työaikojen pysyessä samoina.

Sykevälivaihtelun avulla oli mahdollista erottaa työn, vapaa-ajan sekä yönen aiheuttamat muutokset naishoitajien autonomisen hermoston toiminnassa. Autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurinta työvuoron aikana työvuoron pituudesta riippumatta. Sykevälivaihteluun perustuvat työkuormituksen arviointimenetelmät soveltuvat yksittäisen työntekijän työaikakuormituksen arviointiin ja seurantaan. Yönen alusta mitatun sykevälivaihtelun tarkastelu vaikuttaa soveltuvan erityisesti työntekijän palautumisen arviointiin.

Eteenpäin kiertävässä vuorotyöjärjestelmässä työvuorojen väliin jää riittävästi palautumisaikaa, mikä edistää työntekijöiden autonomisen hermoston palautumista ja siten työntekijöiden hyvinvointia. Sen vuoksi eteenpäin kiertävää vuorotyöjärjestelmää kannattaa suosia hoitotyössä.

Tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää tutkittavien valikoitumisen sekä pienen otoskoon vuoksi, joten työaikojen ja sykevälivaihtelun välisestä yhteydestä tarvitaan lisää tutkimuksia.



# Esipuhe

Esitän parhaimmat kiitokseni työni ohjaajille emeritusprofessori Veikko Louhevaaralle ja dosentti Annina Ropposelle. Minulla on ollut ilo saada teiltä asiantuntevaa ja rohkaisevaa ohjausta työni eteenpäin viemiseksi. Erityisesti haluan kiittää pääohjaajaani professori Veikko Louhevaaraa, joka on ohjannut tutkimustyötäni aina pro gradu -tutkielmasta alkaen. Kiitos Sinulle myös yhteisistä työvuosistamme ja lukuisista hauskoista kahvihetkestä, joina pohdimme maailmanmenoa. Anninalle haluan esittää kiitokset määrätietoisuudesta, päättäväisyydestä ja periksiantamattomuudesta, jota olet ohjaajana minulle omalla esimerkilläsi opettanut. Ilman sinua luovuttaminen olisi ollut todennäköistä.

Kiitän lämpimästi työni esitarkastajia professori Ulla Kinnusta ja dosentti Taina Hintsaa. Huolellinen paneutumisenne työhöni sekä antamanne kriittinen mutta rakentava palautteenne auttoi työn viimeistelyssä.

Kiitän yhteistyöstä professori Pasi Karjalaista ja dosentti Mika Tarvaista. Olette perehdyttäneet minua fysiikan maailmaan ja osoittaneet, kuinka antoisaa ja opettavaista tieteiden välinen yhteistyö voi olla. Mikalle kiitokset myös kärsivällisyydestäsi vastatessasi lukuisiin kysymyksiini.

Haluan esittää sydämelliset kiitokseni yhteistyöstä erityisasiantuntija Tarja Hakolalle, LT Harri Lindholmille ja dosentti Sampsa Puttoselle Työterveyslaitokselta. Olen ollut etuoikeutettu saadessani tehdä yhteistyötä kanssanne. Lisäksi haluan kiittää työsuojelupäällikkö Marja Paukkosta ja työterveysjohtaja Tiina Pohjosta Helsingin kaupungista yhteistyöstä sekä mahdollisuudesta käyttää Terveet työajat -aineistoa osana väitöskirjaani.

Kiitän lämpimästi teitä, jotka osallistuitte tutkimusaineiston keruuseen Kuopiossa ja Helsingissä sekä tutkimukseen osallistuneita henkilöitä. Ilman Teitä kaikkia väitöskirjan tekeminen ei olisi ollut mahdollista!

Kiitän yliopistonlehtori Ewen MacDonaldia, joka on auttanut englannin kielen huollossa vuosien saatossa useita kertoja. Kiitän myös FM Marja-Leena Lamidia avusta aineiston tilastollisessa käsittelyssä. Lisäksi kiitän humanististen tieteiden kandidaatti Rosina Hujalaa väitöskirjani suomen kielen tarkastuksesta. Kiitos myös valokuvaaja Raija Törröselle kannen kuvan suunnittelusta ja toteutuksesta.

Kiitän kansantervestieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikön esimiestä professori Jussi Kauhasta sekä biolääketieteen yksikön esimiestä dosentti Anitta Mahosta tuestanne väitöskirjaprosessini aikana. Lisäksi haluan kiittää lähiesimiestäni professori Kimmo Räsästä myönteisestä suhtautumisestasi ja tuestasi väitöskirjatyön loppuunsaattamiseksi.

Haluan kiittää lämpimästi myös kaikkia työtovereitani biolääketieteen yksikössä sekä kansantervestieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikössä: olette olleet vuosien aikana tukenani opiskelun, tutkimustyön sekä opetuksen yhdistämisen haasteissa. Minulla on ollut mahdollisuus jakaa kanssanne tutkimustyön herättämiä kysymyksiä. Päivittäiset hultvattomat kahvihetket ovat olleet kuin keidas tutkijan erämaassa!

Erityisesti kiitän opiskelu- ja työkollegoitan TtT Marja Randelinia ja TtM Pirjo Hakkarasta. Lämmin kiitokseni, että olette jakaneet kanssani aikuisen jatko-opiskelijan arkea. Ilman teitä en olisi tässä!

Lisäksi kiitän ergonomian opiskelijoita yhteisistä vuosistamme. Myötäelämisenne ja tukenne tutkimustyötäni kohtaan ovat olleet usein arvokkaampaa kuin arvaattekaan.

Kiitän sydämeni pohjasta myös kaikkia ystäviäni ja lähiesiäni. Ystävien kanssa vietyt hetket ovat olleet arvokasta vastapainoa tutkimustyön tekemiselle. Läheiset olette jakaneet kanssani arkea, sen pieniä iloja ja suruja sekä kotitöitä. Ilman teitä kaikkia tämä tutkija olisi arkeensa uupunut.

Sydämellinen kiitos kuuluu äidilleni Sointu Järvelinille. Olet väsymättä jaksanut kannustaa minua opiskelemaan ja toteuttamaan unelmiani. Kiitos!

Rakkaimmat kiitokseni osoitan aviomiehelleni Jukalle sekä tyttärillemme Pepille ja Ninnille. Ilman teitä tämä olisi jäänyt tekemättä. Jukka, kuten 3.6.2011 lupasimme, olet tukenut minua arjen ja tutkimuksen tekemisen myötä- ja vastamäissä. Peppi ja Ninni: kun katson teitä, tiedän, mikä elämässä on tärkeintä, ja muuta en tarvitse.

Kiitän Työsuojelurahastoa, joka on taloudellisesti tukenut väitöskirjatutkimustani.

Toivalassa Pyhäinpäivänä 2014

*Susanna Järvelin-Pasanen*

# Lista alkuperäisistä julkaisuista

Väitöskirja perustuu seuraaviin alkuperäisiin julkaisuihin:

- I Järvelin-Pasanen, S., Ropponen A., Tarvainen, M., Karjalainen, P.A., Louhevaara, V. 2013. Differences in heart rate variability of female nurses between and within normal and extended work shifts. *Industrial Health*. 51, 154–164.
- II Järvelin-Pasanen, S., Ropponen, A., Tarvainen, M., Paukkonen, M., Hakola, T., Puttonen, S., Karjalainen, P.A., Lindholm, H., Louhevaara, V., Pohjonen T. 2013. Effects of implementing an ergonomic work schedule on heart rate variability in shift working nurses. *Journal of Occupational Health*. 55, 225–233.
- III Järvelin-Pasanen, S., Ropponen, A., Tarvainen, M., Karjalainen, P.A., Louhevaara, V. Heart rate variability of white collar workers during sleep as predictor for recovery. (Submitted 3/2013)
- IV Järvelin-Pasanen, S., Hakola, T., Lindholm, H., Louhevaara, V., Paukkonen, M., Puttonen, S., Ropponen, A., Tarvainen, M., Pohjonen, T. Effects of a reduction in the number of short intervals between work shifts on heart rate variability: a prospective field study of female nurses. (Submitted 8/2014).

Tieteellisten artikkelien uudelleen julkaisemiseen on saatu kirjalliset luvat kyseisten tieteellisten lehtien kustantajilta.



# Sisältö

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 KIRJALLISUUSKATSAUS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Työajat kuormitustekijänä .....	3
2.1.1 Työaikalainsäädäntö .....	3
2.1.2 Vuorotyö .....	4
2.1.3 Vuorotyön vaikutukset terveyteen .....	4
2.1.4 Pitkät työvuorot.....	7
2.2 Opetus- ja hoitotyö .....	8
2.2.1 Opetustyö.....	8
2.2.2 Hoitotyö .....	9
2.3 Sykevälivaihtelu kuormittumisen ja palautumisen arvioinnissa .....	9
2.3.1 Sykevälivaihtelu .....	9
2.3.2 Sykevälivaihteluun vaikuttavat tekijät.....	11
2.3.3 Sykevälivaihtelu työssä kuormittumisen ja palautumisen arvioinnissa .....	12
2.3.4 Työaikojen vaikutus sykevälivaihteluun .....	13
2.4 Yhteenveto kirjallisuudesta ja tutkimuksen teoreettisista lähtökohdista .....	18
<b>3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS</b> .....	<b>20</b>
<b>4 AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>21</b>
4.1 Tutkimusasetelmat ja -aineistot.....	21
4.2 Tutkimusmenetelmät .....	23
4.2.1 Työkykyindeksi -kysely .....	23
4.2.2 Työstressikysymys .....	24
4.2.3 Vuorotyökysely .....	24
4.2.4 Osajulkaisuisissa I ja III käytetyt kyselylomakkeet.....	24
4.2.5 Päiväkirjatiedot.....	25
4.2.6 Sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun mittaus ja datan analysointi.....	25
4.3 Tilastollinen käsittely .....	29
<b>5 TULOKSET</b> .....	<b>31</b>
5.1 Sykevälivaihtelu normaalin ja pitkän työvuoron ja niistä palautumisen aikana (tulokset osajulkaisusta I).....	31
5.2 Vuorotyöjärjestelmään tehtyjen muutosten vaikutus työvuoron alussa ja lopussa mitattuun sykevälivaihteluun (tulokset osajulkaisusta II) .....	36
5.3 Sykevälivaihtelun muutokset yöunen alussa ja lopussa vuoden seurannassa (tulokset osajulkaisusta III).....	38
5.4 Vuorotyöjärjestelmään tehtyjen muutosten vaikutus yöunen alusta mitattuun sykevälivaihteluun (tulokset osajulkaisusta IV).....	41

<b>6 POHDINTA .....</b>	<b>43</b>
6.1 Tulosten pohdinta.....	43
6.1.1 Sykevälivaihtelu tavallisessa ja pitkässä työvuorossa .....	43
6.1.2 Työvuorojärjestelmään tehtyjen muutosten vaikutus työvuoron aikana sekä yöunen alussa mitattuun sykevälivaihteluun .....	44
6.1.3 Sykevälivaihtelu fyysisesti kevyessä päivätyössä vuoden seurannassa .....	45
6.1.4 Tulosten yhteenveto suhteessa tutkimuksen teoreettiseen lähtökohtaan...	46
6.2 Tutkimuksen menetelmien ja luotettavuuden tarkastelu .....	47
6.3 Jatkotutkimusaiheet ja -haasteet.....	50
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET .....</b>	<b>52</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>53</b>
<b>LIITTEET</b>	



# Lyhenteet

BMI	Body Mass Index, kehon painoindeksi
CI	Confidence Interval, luottamusväli
EEG	Elektroenkefalogrammi, aivosähkökäyrä
EKG	Elektrokardiogrammi, sydänsähkökäyrä
HF	High frequency power, korkeataajuinen sykevälivaihtelu
HR	Heart rate, sykintätaajuus
HRV	Heart rate variability, sykevälivaihtelu
LF	Low frequency power, matalataajuinen sykevälivaihtelu
LF/HF	Ratio of low frequency power to high frequency power, matala- ja korkeataajuisten sykevälivaihtelun välinen suhde
MeanRR	RR intervallien keskiarvo
QRS	Sydänsähkökäyrässä sydämen kammioiden supistusta kuvaava osa
RMSSD	Root Mean Square of Successive N-N Interval Difference, neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta
RRI	RR intervalli, RR piikkien väli EKG:ssä
SDNN	Standard deviation of all Normal to Normal RR interval, RR intervallien keskihajonta
VO <sub>2max</sub>	Maximal oxygen consumption, maksimaalinen hapenkulutus



# 1 Johdanto

Työelämässä on 2000-luvulla tapahtunut useita muutoksia, jotka ovat vaikuttaneet työntekijöiden terveyteen ja hyvinvointiin (Forma 2006, Lyly-Yrjänäinen 2014). Esimerkiksi informaatio- ja kommunikaatioteknologian kehittyminen, talouden kansainvälistyminen ja lisääntyvä kilpailu sekä näihin liittyvät työn tehokkuuden ja joustavuuden sekä palvelun vaatimukset ovat vaikuttaneet yritysten työaikatarpeisiin (Parent-Thirion ym. 2012). Näihin on pyritty vastaamaan työaikajärjestelyin kuten erilaisilla työvuorojärjestelmillä ja työaikajoustoilla, minkä seurauksena työajat ovat muuttuneet monimuotoisemmiksi, joustavammiksi ja epäsäännöllisemmiksi (Härmä ym. 2014) ja usein myös työntekijän terveydelle epäedullisiksi (Härmä 2006). Esimerkiksi toistuvasti tehtynä yli 50 työtuntinen työviikko (Härmä 2006), ylityöt (Taris ym. 2006), vuorotyö (Jansen ym. 2003, Tucker ja Folkard 2012), pitkät työvuorot (Wagstaff ym. 2011), työn määrällinen ylikuormitus ja työn suuret vaatimukset (Demerouti ym. 2007) sekä työn ja perheen väliset ristiriidat (Jansen ym. 2003) vaikuttavat kielteisesti työntekijän terveyteen sekä heikentävät mahdollisuuksia palautumiseen.

Suurin osa (72 %) suomalaisista palkansaaajista tekee säännöllistä päivätyötä, ja vuoroperiodi- tai jaksotyötä tekee hieman vajaa viidennes (16 %) (Kandolin ym. 2010, Perkiö-Mäkelä ym. 2010). Kunta-alan työntekijöiden keskuudessa vuorotyö on yleisempää, ja runsas kolmannes (34 %) alan työntekijöistä tekee vuorotyötä (Härmä ym. 2014). Vuorotyö on yleistä erityisesti terveys- ja sosiaalipalvelujen alalla, missä vuorotyötä tekevien osuus on kolmannes (Perkiö-Mäkelä ym. 2010).

Työajat vaikuttavat työntekijöiden terveyteen ja hyvinvointiin monin eri tavoin. Yksilölliset työaikatarkoitukset, kuten esimerkiksi osa-aikatyö tai pitkien työvuorojen tekeminen, voivat olla keino työn ja perhe-elämän yhteensovittamiseksi (Estry-Behar ym. 2012). Poikkeavat työajat, kuten vuorotyö tai ylityöt, saattavat myös vaikeuttaa työn ja perheen yhteensovittamista ja heikentää työntekijöiden hyvinvointia, erityisesti naisilla (Albertsen ym. 2008). Esimerkiksi yli 40 työtuntia viikossa tekevillä pienten lasten äideillä on havaittu olevan suurentunut riski väsymykselle sekä koetun terveyden heikkenemiselle (Floderus ym. 2009). Merkittävimmit poikkeavien työaikojen vaikutukset kohdistuvat työntekijöiden terveyteen, sillä esimerkiksi vuorotyö on tiettyjen työhön liittyvien sairauksien riskitekijä (Härmä ja Kecklund 2010, Tucker ja Folkard 2012). Vuorotyö lisää esimerkiksi sydän- ja verenkiertoelinsairauksien (Puttonen ym. 2010, Vyas ym. 2012) ja rintasyövän riskiä (Wang ym. 2013). Vuorotyöntekijöillä esiintyy myös ruuansulatuselimistön oireita ja sairauksia sekä metabolista oireyhtymää useammin kuin päivätyöntekijöillä (Puttonen ym. 2012). Vuorotyön on havaittu olevan yhteydessä myös mielenterveyden ongelmiin kuten masennukseen (Vogel ym. 2012). Epäsäännöllisten työaikojen ja pitkien työvuorojen on todettu olevan myös yhteydessä työperäisten onnettomuuksien ja vammojen esiintymiseen (de Castro ym. 2010, Caruso 2014). Lisäksi niiden on havaittu olevan yhteydessä alentuneeseen potilasturvallisuuteen terveydenhuollossa (Trinkoff ym. 2006).

Haitallisen työaikakuormituksen merkitys on huomioitu myös lainsäädännössä, sillä työaikojen kuormittavuuden arviointi on liitetty osaksi työturvallisuuslakia (Laki työturvallisuuslain muuttamisesta 329/2013). Työssä kuormittumisen arviointi on perustunut usein subjektiivisiin menetelmiin. Nykyaikainen teknologia mahdollistaa kuormittumisen ja työstä palautumisen objektiivisen arvioinnin esimerkiksi mittaamalla työntekijän sykevälivaihtelua. Sykevälivaihtelulla (engl. Heart Rate Variability, HRV) tarkoitetaan sydämen peräkkäisten lyöntien välisen ajan vaihtelua, joka on autonomisen eli tahdosta riippumattoman hermoston säätelämä. Sykevälivaihtelu on non-invasiivinen menetelmä autonomisen hermoston toiminnan mittaamiseen ja tarkasteluun.

Kontrolloiduissa olosuhteissa sykevälivaihtelu on luotettava menetelmä autonomisen hermoston toiminnan kuvaamiseen (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996). Ei-kontrolloiduissa olosuhteissa, kuten esimerkiksi työssä ja vapaa-aikana, sykevälivaihteluun perustuvia arviointimenetelmiä on käytetty vähemmän, mutta niiden käyttö on lisääntymässä työterveyshuolloissa mittauslaitteiden kehittymisen ja niiden helppokäyttöisyyden myötä. Sykevälivaihtelu on saavuttamassa suosiota myös työelämän tutkimusmenetelmänä.

Aiemmat sykevälivaihtelun avulla työaikakuormitusta selvittäneet tutkimukset ovat olleet poikkileikkaustutkimuksia (esimerkiksi van Amelsvoort ym. 2000, Ito ym. 2001, Ishii ym. 2005, Togo ja Takahashi 2009) tai mielenkiinnon kohteena on ollut erityisesti yötyö (esimerkiksi Chung ym. 2009, Lo ym. 2010). Raportoituja tuloksia työaikoja koskevista pitkittäistutkimuksista, joissa mittarina on käytetty sykevälivaihtelua, on vain rajallisesti saatavilla (esimerkiksi van Amelsvoort ym. 2001).

Väitöskirjatutkimuksen tarkoituksena oli tutkia työaikojen vaikutusta autonomisen hermoston kuormittumiseen ja palautumiseen opetus- ja hoitotyötä tekevillä naisilla. Tutkimuksessa autonomisen hermoston kuormittumista ja palautumista tarkasteltiin työvuoron ja yönen aikana mitatulla sykevälivaihtelulla.

## 2 Kirjallisuuskatsaus

### 2.1 TYÖAJAT KUORMITUSTEKIJÄNÄ

#### 2.1.1 Työaikalainsäädäntö

Työajalla tarkoitetaan ”työhön käytettyä aikaa sekä aikaa, jonka työntekijä on velvollinen olemaan työpaikalla työnantajan käytettävissä” (Työaikalaki 1996, Kuntatyönantajat 2014b). Työajoista säädetään työaikalaisissa (605/1996), jota sovelletaan työsopimuslain (55/2001) mukaiseen työhön tietyin poikkeuksin (2 §). Työaikalaki määrittää minimivaatimukset vuorokausilevolle, keskimääräiselle viikkotyöajalle sekä yö- ja sunnuntaityölle. Työaikalaki määrittää myös työaikojen paikallisesta sopimisesta työ- ja virkaehtosopimuksin. Alle 18-vuotiaiden tekemään työhön sovelletaan lisäksi Lakia nuorista työntekijöistä (998/1993), jonka toinen luku määrittää työaikaa.

Työaikalaki (605/1996) noudattaa Euroopan Unionin työaikadirektiiviä (2003/88/EY). Lain ja direktiivin tarkoituksena on tukea työturvallisuutta ja -terveyttä määrittämällä työajan järjestämistä koskevat minimivaatimukset. Työaikojen vaikutus yksilön kuormittumiseen on huomioitu myös Työturvallisuuslaissa (738/2002), johon työaikojen kuormittavuuden arviointi on liitetty vuonna 2013. Lain 10 §:n mukaan työnantajan on tarvittaessa selvitettävä ja tunnistettava työajoista ja muista työn kuormitustekijöistä aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät. Mikäli niiden poistaminen ei ole mahdollista, on työnantajan arvioitava työaikojen merkitys työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle (Laki työturvallisuuslain muuttamisesta 329/2013). Keskeisiä työajoista arvioitavia tekijöitä ovat mm. työajan kesto, työntekijän mahdollisuus säätää työpäivän pituutta itse, peräkkäisten työvuorojen toistuvuus, työvuorojen kiertosuunta sekä mahdollisuus riittävään palautumiseen työpäivän aikana ja työvuorojen välillä (Työturvallisuuslaki 2002, Hakola ym. 2013).

Työaikalaki säättää myös sairaaloissa ja terveyskeskuksissa tyypillisesti noudatettavaa jaksotyöaikaa (3 luku, 7§). Jaksotyö on joustava työaikajärjestely, jonka mukaan kolmen viikon työtuntimäärä saa olla enintään 120 tuntia ja kahden viikon 80 tuntia (Työaikalaki 605/1996). Työaikalain mukaan jokaiselle työpaikalle on laadittava työvuoroluettelo, josta käyvät ilmi työntekijän säännöllisen työajan alkamisen ja päättymisen sekä lepoaikojen ajankohdat. Työvuoroluettelo on toimitettava kirjallisena työntekijöille viimeistään viikkoa ennen siinä tarkoitettun ajanjakson alkamista. Tämän jälkeen työvuoroluetteloa saa muuttaa vain työntekijän suostumuksella tai töiden järjestelyihin liittyvästä painavasta syystä (Työaikalaki 605/1996).

Työajoista säädetään myös kunnallisessa virkaehtosopimuksessa (Kuntatyönantajat 2014b) sekä valtion virka- ja työehtoissa (Valtiovarainministeriö 2014). Opetusalalla noudatetaan Kunnallista opetushenkilöstön virka- ja työehtosopimusta (OVTES). Sen mukaan opettajien työaika voi olla ns. opetusvelvollisuustyöaikaa (perusopetuksessa ja lukioissa), kokonaistyöaikaa (peruskoulun, lukion ja ammatillisen koulutuksen rehtorit sekä sosiaali- ja terveysalan oppilaitosten opetushenkilöstö) tai vuosityötunteihin perustava työaika tai ammatillisessa aikuiskoulutuskeskuksissa noudatettavaa viikoittaista 38 tunnin 15 minuutin työaikaa (Kuntatyönantajat 2014a). Terveystieteiden alalla työehdot määräytyvät työnantajan ja käytössä olevan työehtosopimuksen perusteella. Julkisella alalla noudatetaan valtion virka- ja työehtoja (Valtiovarainministeriö 2014) tai kunta-alan yleistä virka- ja työehtosopimusta (KVTES) (2014b). Yksityisissä terveydenhuollon palveluja tarjoavissa yrityksissä noudatetaan esimerkiksi terveyspalvelualan työehtosopimusta (Terveys- ja sosiaalialan neuvottelujärjestö TSN ry 2014).

### 2.1.2 Vuorotyö

Työaikalaki (605/1996) 27§ määrittelee vuorotyön työaikamuodoksi, jossa ”*työvuorojen on vaihduttava säännöllisesti ja muututtava ennakolta sovituin ajanjaksoin*”. Työvuorojen katsotaan vaihtuvan säännöllisesti silloin, kun vuoro jatkuu enintään yhden tunnin seuraavan vuoron kanssa tai kun vuorojen väliin jää enintään yksi tunti. Vuorotyö on kiinteä, noin kahdeksan tunnin pituinen työvuorojärjestelmä, jossa suurin osa työtunneista tehdään kello 8:00 ja kello 17:00 ulkopuolella. Vuorotyö voi olla kaksi- ja kolmivuorotyötä, pelkkää yötyötä, jaksotyötä tai niin sanottua matkatyötä. Työaikalain (605/1996) 27§ mukaan yövuorolla tarkoitetaan työvuoroa, josta vähintään kolme tuntia sijoittuu ajalle 23:00–6:00.

Työ ja terveys Suomessa -haastattelututkimuksen mukaan vuonna 2009 suurin osa (72 %) palkansaajista teki säännöllistä päivätyötä. Säännöllinen aamu-, ilta- tai yötyö oli harvinaista (9 %). Vuoro- periodi- tai jaksotyötä teki 16 % palkansaajista. Säännöllistä yötyötä teki 1 % palkansaajista ja jotakin muuta työaikamuotoa noudatti 4 % palkansaajista (Kandolin ym. 2010, Perkiö-Mäkelä ym. 2010). Epäsäännöllinen työaika, yötyö tai viikonlopputyö eivät ole 2000-luvulla yleistyneet kuljetus- ja liikennetyötä lukuun ottamatta. Naisilla ja miehillä epäsäännöllinen työaika ja viikonlopputyö ovat yhtä tavallisia, mutta yötyö on miesten keskuudessa yleisempää (Kandolin ym. 2010).

Eurooppalaisesta työvoimasta noin viidennes (17 %) tekee vuorotyötä ja joka kolmas (33 %) tekee epäsäännöllisiä työaikoja (Parent-Thirion ym. 2012). Tietyillä aloilla, kuten terveydenhuollossa ja turvallisuusalalla, 24/7 työskentely on välttämätöntä. Terveydenhuollossa vuorotyötä tekee noin 35 % ja päivystystyötä neljännes alan työntekijöistä (Parent-Thirion ym. 2012, Tucker ja Folkard 2012). Suomalaisista kunta-alan työntekijöistä kolmannes (34 %) noudattaa vuorotyötä sisältävää jaksotyöaikaa (Härmä ym. 2014).

### 2.1.3 Vuorotyön vaikutukset terveyteen

Vuorotyö on merkittävä työterveysongelma nyky-yhteiskunnassa (Härmä ja Kecklund 2010, Tucker ja Folkard 2012). Vuorotyön on todettu lisäävän esimerkiksi sydän- ja verenkiertoelimistösairauksien (Knutsson 2003, Puttonen ym. 2010, Vyas ym. 2012) ja rintasyövän riskiä (Wang ym. 2013). Vuorotyöntekijöillä esiintyy ruuansulatuselimistön oireita ja -sairauksia (Knutsson 2003) ja metabolista oireyhtymää päivätyöntekijöitä useammin (Puttonen ym. 2012). Vuorotyön on havaittu olevan yhteydessä myös masennukseen (Vogel ym. 2012). Lisäksi vuorotyö vaikuttaa unen laatuun, vireyteen ja väsymykseen (Porkka-Heiskanen ym. 2013, Caruso 2014). Vuorotyön ja ylitöiden tekeminen sekä työnantajan työaikakontrolli ovat yhteydessä stressiperäisiin sairauksiin, jotka heikentävät unen laatua ja palautumista (Härmä 2006). Vuorotyö ja siihen liittyvä univaje altistavat myös työtapaturmille (de Castro ym. 2010, Caruso 2014). Lisäksi vuorotyöntekijöillä on usein hankaluuksia työaikojen ja perhe-elämän yhteensovittamisessa sekä sosiaaliseen elämään ja harrastustoimintaan osallistumisessa (Vogel ym. 2012).

Vuorotyöhön liittyy unihäiriöitä, ja esimerkiksi kolmivuorotyötä tekevillä uni lyhenee keskimäärin kahdella tunnilla ennen ensimmäisiä aamuvuoroja ja yövuorojen jälkeen. Kehittyvän univajeen lisäksi uni koetaan usein huonosti virkistäväksi ja uni on usein katkonaista. Lähes kaikilla vuorotyöntekijöillä esiintyy lyhytaikaista unettomuutta sekä haittaavaa ja poikkeavaa väsymystä aikaisten aamuvuorojen ja yövuorojen yhteydessä (Viitasalo ym. 2011). Myös kaksivuorotyössä unihäiriöt ovat yleisempiä kuin päivätyössä, vaikka työaika olisi säännöllinen. Lisäksi ikääntyminen heikentää entisestään vuorotyöhön mukautumista heikentämällä kykyä nukkua päivällä ja vähentämällä syvän unen määrää (Costa 2003a, Costa 2003b, Härmä 2006).

Vuorotyö vaikeuttaa työstä palautumista, erityisesti jos työvuorojen väliin jäävä aika on palautumisen kannalta riittämätön (Knauth ja Hornberger 2003, Härmä 2006). Työvuorojen väliin jäävä lyhyt aika (alle 11 tuntia) voi johtaa vuorokausirytmien häiriintymiseen ja univajeeseen (Åkerstedt 2003). Työvuorojen välillä tapahtuvilla nopeilla siirtymillä

tarkoitetaan siirtymistä iltavuorosta aamuvuoroon, jolloin työvuorojen väliin jäävä aika on vähemmän kuin 11 tuntia. Työvuorojen välillä tapahtuvien nopeiden siirtymien on havaittu lisäävän riskiä esimerkiksi vuorotyöstä johtuvaan unihäiriöön (*Shift work disorder*) ja uupumukseen (Flo ym. 2014). Riittämätön palautuminen sekä työn ja muun elämän yhteensovittamisen vaikeudet voivat olla vuorotyöhön liittyvän sydän- ja verisuonitautiriskin taustalla. Lisäksi tähän vaikuttavat vuorotyöntekijöiden epäterveellisistä ja epäsäännöllisistä ruokailutottumuksista aiheutuva painonnousu ja tupakointi (Puttonen ym. 2010).

Työntekijät sopeutuvat vuorotyöhön eri tavoin (Saksvik ym. 2011). Vuorotyöhön sopeutumiseen vaikuttavat yksilöön, elämäntilanteeseen, sosiaaliseen elämään sekä työhön liittyvät tekijät (Costa 2003a, Costa 2003b, Saksvik ym. 2011). Yksilöllisiä tekijöitä ovat esimerkiksi ikä, sukupuoli ja terveydentila sekä nukkumistottumukset. Yli 50-vuotiailla työntekijöillä kyky sopeutua peräkkäisiin yövuoroihin heikentyy (Costa 2003a, Costa 2003b). Miehet sopeutuvat vuorotyöhön naisia paremmin, sillä vuorotyötä tekevien miesten on havaittu nukkuvan naisia paremmin. Lisäksi vuorotyötä tekevien miesten elintavat ovat terveellisemmät ja he kokevat vähemmän väsymystä vuorotyöhön liittyen kuin vuorotyötä tekevät naiset (Saksvik ym. 2011). Elämäntilanteen vaikutus näkyy esimerkiksi pienten lasten äitien vaikeuksina sopeutua vuorotyöhön kotona olevien velvollisuuksien hoitamisen vuoksi. Vuorotyö vaikeuttaa usein aktiivista osallistumista sosiaaliseen elämään, mikä voi myös haitata vuorotyöhön sopeutumista (Costa 2003a, Costa 2003b).

Työaikajärjestelyin voidaan edistää vuorotyöhön sopeutumista ja ennaltaehkäistä vuorotyöstä johtuvia terveyshaittoja (Costa 2003a, Costa 2003b, Knauth ja Hornberger 2003). Taulukkoon 1 on koottu vuorotyön ergonomiset suositukset ja niiden vaikutukset työntekijään (Knauth 1998, Knauth ja Hornberger 2003).

Nopean ja eteenpäin kiertävän vuorojärjestelmän AAIYY---- (A = aamuvuoro, I = iltavuoro, Y = yövuoro, - = vapaapäivä) on havaittu olevan suotuisa työntekijän palautumisen, unen laadun sekä työntekijän sosiaalisen ja perhe-elämän kannalta (Härmä ym. 2006, Sallinen ja Kecklund 2010). Suomalaisessa, kontrolloidussa interventiotutkimuksessa (n=273) todettiin erityisesti ikääntyvien eli yli 45-vuotiaiden työntekijöiden hyötyvän vuorotyöjärjestelmään tehdystä muutoksista (Härmä ym. 2006). Metalliteollisuuden miestyöntekijöillä (n=16) muutos nopeasti eteenpäin kiertävään vuorotyöjärjestelmään vähensi aamuvuoroihin liittyviä uniongelmia ja paransi koettua vireystilaa aiempaan hitaasti taaksepäin kiertävään vuorotyöjärjestelmään verrattuna. Muutokset olivat selkeimmät vanhemmilla työntekijöillä (Hakola ja Härmä 2001). Samankaltaisia tuloksia saatiin myös tutkimuksessa, jossa huoltoalan miestyöntekijöiden vireystila parani ja systolinen verenpaine aleni (muutos 6 mmHg), vaikka työtuntimäärät lisääntyivät siirryttäessä nopeasti eteenpäin kiertävään vuorotyöjärjestelmään. Vanhemmat työntekijät hyöttyivät tehdystä muutoksesta eniten (Viitasalo ym. 2008).

*Taulukko 1. Vuorotyön ergonomiset suositukset ja niiden vaikutus työntekijään (Knauth 1998, Knauth ja Hornberger 2003)*

<b>Suositus</b>	<b>Vaikutus</b>
1. Peräkkäisiä yövuoroja mahdollisimman vähän (maksimissaan 3)	Vuorokausirytmien mukautumisongelmat vähenevät
2. Jatkuvan yötyön välttäminen	Mahdolliset pitkäaikaiset terveyshaitat vähenevät
3. Peräkkäisiä aamuvuoroja mahdollisimman vähän (maksimissaan 3)	Univelkaa kertyy vähemmän
4. Peräkkäisiä iltavuoroja mahdollisimman vähän (maksimissaan 3)	Sosiaalinen vuorovaikutus kohentuu
5. Työvuorojen kiertosuunta eteenpäin (aamu-ilta-yö-vapaa)	Vuorokausirytmien mukautumisongelmat vähenevät
6. Vähintään kaksi vapaapäivää jakson viimeisen yövuoron jälkeen	Uni lyhenee aamuvuoron yhteydessä vähemmän
7. Vältettävä yksittäisiä vapaapäiviä yövuorojen välissä	Vuorokausirytmien mukautumisongelmat vähenevät
8. Vältettävä yksittäisiä työvuoroja vapaapäivien välissä	Vapaajakso pysyy yhtenäisenä
9. Peräkkäisiä työpäiviä maksimissaan 5-7	Väsymystä kertyy vähemmän
10. Pitkiä työvuoroja (yli 8 tuntia) tehtävä harkiten ja jos työn luonne ja työkuormitus ovat kohtuullisia ja jos riittävä palautuminen työvuoron jälkeen on mahdollista	Väsymystä kertyy vähemmän
11. Peräkkäisten työvuorojen välissä oltava riittävästi aikaa palautumiseen (enemmän kuin 11 tuntia)	Vältetään unen lyhentyminen
12. Aamuvuoron alkamisaika ei liian aikaisin	Vältetään unen lyhentyminen
13. Iltavuoron loppumisaika ei liian myöhään	Vältetään unen lyhentyminen.
14. Yövuoron loppuminen niin aikaisin kuin mahdollista	Sosiaalinen vuorovaikutus kohentuu Yöunen määrä pitenee
15. Vältettävä viikonlopputyötä	Sosiaalinen vuorovaikutus kohentuu
16. Jaksossa oltava vapaita viikonloppuja, joissa vähintään kaksi peräkkäistä vapaapäivää	Sosiaalinen vuorovaikutus kohentuu
17. Vältettävä sovitusta työvuorolistasta poikkeamista	Mahdollisuus suunnitella vapaa-ajan toimintoja paranee
18. Sovittava ennakoilmoitusten ja korvausten pelisäännöistä	Mahdollisuus suunnitella vapaa-ajan toimintoja paranee
19. Työajoista sopiminen työntekijöiden kesken ja vastuunottaminen työtehtävien suorittamisesta ajallaan	Työn ja yksityiselämän yhteensovittaminen paranee
20. Suositettava joustavuutta työajoissa	Työn ja yksityiselämän yhteensovittaminen paranee



### 2.1.4 Pitkät työvuorot

Pitkillä työvuoroilla tarkoitetaan tavallisesta kahdeksasta tunnista työvuorosuunnitelmaan merkittyä pidempää työvuoroa, joka voi olla 9–12 tunnin aamu-, päivä-, ilta- tai yövuoro. Tyypillisesti pitkät työvuorot liittyvät lyhennettyyn työviikkoon, jolloin työntekijä tekee tavallista pidempiä työpäiviä muutamana päivänä viikossa saavuttaakseen viikoittaisen työajan (Caruso ym. 2004, Knauth 2007). Pitkien työvuorojen taustalla on usein työntekijän tarve pidemmille vapaajaksoille tai tarve vähentää työmatkustamista (Tucker ja Folkard 2012). Pitkien työvuorojen tekeminen voi liittyä myös tarpeeseen vähentää työn ja perhe-elämän yhteensovittamisen ongelmia (Estryn-Behar ym. 2012). Toisinaan pitkän työvuoron tekemisellä paikataan henkilökuntavajetta esimerkiksi akuuteissa sairaustapauksissa.

Pitkien työvuorojen vaikutuksia selvittäneiden tutkimusten tulokset ovat osittain olleet ristiriitaisia (Tucker ja Folkard 2012). Pitkien työvuorojen negatiivisia vaikutuksia ovat lisääntyneet tapaturmat ansiotyössä sekä työajan ulkopuolella tehtävässä työssä. Työvuoron kesto, ylitöiden tekeminen ja viikoittainen työaika ovat yhteydessä työssä tapahtuviin virheisiin (Knauth 2007, de Castro ym. 2010) ja työhön liittyviin terveyshaittoihin (de Castro ym. 2010). Tutkimuksessa, jossa analysoitiin yhteensä 5317 sairaanhoitajien työvuoroa, havaittiin, että työvuoron kestäessä 12,5 tuntia tai enemmän todennäköisyys tehdä virheitä kasvaa kolminkertaiseksi (Rogers ym. 2004). Tapaturmariski kasvavaa kahdeksannen ja yhdeksannen työtunnin jälkeen kaikissa työvuoroissa, mutta riski korostuu ilta- ja yövuoroissa (Hänecke ym. 1998, Folkard ym. 2005). Suuren viikoittaisen työtuntimäärän (yli 41 tuntia) on havaittu olevan myös yhteydessä kohonneeseen työtapaturmariskiin, erityisesti naisilla (Wirtz ym. 2012).

Pitkät työvuorot voivat heikentää myös unen laatua ja määrää ja siten lisätä uneliaisuutta, vireystilan laskua ja uupuneisuutta (Knauth 2007). Uneliaisuus voi lisääntyä erityisesti, jos työvuorojen välissä ei ole riittävästi aikaa palautumiselle tai jos työ vaatii tarkkaavaisuutta (Tucker ja Folkard 2012). Muita pitkien työvuorojen kielteisiä vaikutuksia ovat työntekijän suorituskyvyn alentuminen, haitallisille aineille altistumisajan lisääntyminen, lisääntyneet poissaolot, kommunikaatioon liittyvät vaikeudet sekä työmatkoihin liittyvät vaarat (Knauth 2007). Myös potilaiden tyytymättömyys saamaansa hoitoon lisääntyi hoitajien tehdessä yli 13-tuntista työvuoroa (Stimpfel ym. 2012).

Pitkiin työvuoroihin on yhdistetty terveyshaittoja. Esimerkiksi pitkien työvuorojen (12 tuntia tai enemmän) on havaittu olevan yhteydessä lisääntyneisiin tuki- ja liikuntaelinoireisiin sairaanhoitajilla (n=1163) verrattaessa kahdeksan tunnin työvuoroon. Tulokset selittyivät osittain työn fyysisellä kuormituksella (Lipscomb ym. 2002). Sairaanhoitajille tehdystä tutkimuksesta (n=22 275) pitkiä työvuoroja tekeville hoitajilla havaittiin 2,5-kertainen riski työuupumuksen kehittymiselle verrattuna 8–9 tunnin työvuoroja tekeviin hoitajiin (Stimpfel ym. 2012). Myös vastakkaisia havaintoja on esitetty. Esimerkiksi 12 tunnin työvuoron nopeasti kiertävän vuorotyöjärjestelmän todettiin olevan yhteydessä yleisesti parempaan koettuun terveydentilaan ja vähäisempiin ruuansulatusvaivoihin kuin kahdeksan tunnin vastaava vuorotyöjärjestelmä (Johnson ja Sharit 2001).

Pitkien työvuorojen mahdollisia myönteisiä vaikutuksia ovat vähentynyt työmatkaliikenne ja pienentyneet työmatkakustannukset, lisääntynyt aika perheelle ja sosiaaliseen elämään sekä muille vapaa-ajan toimille, lisääntynyt tyytyväisyys työaikoihin, vähentyneet muutokset vuorosuunnitelmiin sekä vähentyneet ylityöt (Knauth 2007).

Pitkien työvuorojen haittoja voidaan ennaltaehkäistä työvuorosuunnittelun avulla, esimerkiksi huomioimalla työvuorojen alkamis- ja loppumisajat sekä huolehtimalla riittävästä levosta ja palautumisesta työvuorojen sisällä ja välissä (Tucker ja Folkard 2012).

## 2.2 OPETUS- JA HOITOTYÖ

### 2.2.1 Opetustyö

Tilastokeskuksen mukaan (Tilastokeskus 2013) vuoden 2010 lopussa oppilaitoksissa työskenteli yhteensä 145 000 työntekijää, joista opettajia oli 89 000. Naisten osuus opettajista oli 66 %. Peruskouluissa ja lukioissa työskenteli yhteensä noin 55 000 opettajaa, ammattikorkeakouluissa 7700, ammatillisessa koulutuksessa 17 490 ja yliopistoissa 8900 opettajaa. Ammatillisessa koulutuksessa työskentelevistä opettajista naisten osuus oli hieman yli puolet (53 %) (Tilastokeskus 2013), ja opettajista suurin osa (82 %) oli yli 40-vuotiaita (Kumpulainen 2011).

Työ ja terveys Suomessa -haastattelututkimuksen (2013) mukaan 30 prosenttia koulutuslallalla työskentelevistä on määräaikaisessa työsuhteessa. Koulutuslalan työ on yleensä säännöllistä päivätyötä (86 %) ja viikoittainen keskimääräinen työaika on 35, 2 tuntia (Perkiö-Mäkelä ja Hirvonen 2013). Suomalaisten korkeakouluopettajien työviikon keskipituus on 47 tuntia ja muilla opettajilla keskimäärin 39 tuntia. Korkeakouluopettajista 40 % työskenteli vähintään 50 tuntia viikossa ja 46 %:lla työaika venyi säännöllisesti. Muista opettajista 7 % yli 50 työtuntia viikossa ja viidennes vastaajista ilmoitti työaikansa venyvän toistuvasti (Julkunen ym. 2004). Opettajien työlle on tyypillistä viikoittainen kotona työskentely: yli 90 % opettajista teki ansiotyötä kotona viikoittain (Julkunen ym. 2004, Perkiö-Mäkelä ja Hirvonen 2013).

Opetustyö on henkisesti kuormittavaa ihmissuhde- ja vuorovaikutustyötä, johon sisältyy opetustyön lisäksi tiedon käsittelyä ja jäsentelyä. Opetustehtävissä korostuvat tiedollinen ja taidollinen osaaminen sekä kyky sosiaaliseen ja eettiseen kasvatukseen. (Opetusalalan ammattijärjestö 2014). Fyysisen kuormituksen osuus opetuslallalla on vähäisempää kuin muilla toimialoilla keskimäärin (Perkiö-Mäkelä ym. 2002). Opetusalalan työntekijät kokevat työkykynsä ja terveydentilansa tyypillisesti hyväksi, vaikka koettu stressi on alalla yleisempää kuin muilla aloilla keskimäärin. Erittäin tai melko paljon stressiä kokevien määrä opetuslallalla on 12 % ja muilla aloilla 8 % (Perkiö-Mäkelä ja Hirvonen 2013).

Opetusalalan työtehtävissä esiintyviä henkisiä kuormitustekijöitä ovat esimerkiksi työn vaatimusten monimutkaistuminen, aikapaine, kiristynyt taloudellinen tilanne ja työkuvan yksinäisyys (Saaranen ym. 2004). Opettajien kokemaa työn henkistä kuormitusta lisäävät muun muassa liika byrokratia, tuen ja palautteen puute, liiallinen työkuormitus ja aikapaineet, paperityön suuri määrä, työn arvostuksen puute, hankalat ja häiritsevästi käyttäytyvät oppilaat, opettajan ammattitaidon puutteet, roolikonfliktit ja opettajien persoonallisuuden piirteet (Laurin ja Koli 2007). Alle puolet opettajista kokee työaikansa riittävän työtehtävien suorittamiseen, ja noin kolme neljäsosaa (72 %) opettajista kiirettä työssään kokee erittäin tai melko paljon (Opetusalalan ammattijärjestö 2014).

Opettajien hyvinvointi heijastuu oppilaiden terveyteen ja hyvinvointiin. Kouluissa, joissa oli huono ilmapiiri, havaittiin oppilailta masennus- ja psykosomaattisia oireita todennäköisemmin kuin hyvän ilmapiirin kouluissa. Tavoitteiden epäselvyys opettajien kesken, vähäiset vaikutusmahdollisuudet työssä sekä vähäinen opettajien keskinäinen luottamus lisäsivät myös oppilaiden luvattomia poissaoloja (Virtanen ym. 2009).

Tutkimuksessa, jossa selvitettiin opettajien stressiä lukuvuosikierron aikana, stressiä mitattiin subjektiivisilla (Visual Analogic Scale eli VAS-jana ja oirekysely) sekä objektiivisilla mittareilla (stressihormonipitoisuudet, verenpaine, sykeväli vaihtelu). Tutkimuksessa havaittiin, että psykofysiologinen stressi työpäivän aikana oli yhtä korkea joului-, maalii- ja lokakuussa tehdyissä mittauksissa. Lisäksi havaittiin, että viikonloppulepo ei riittänyt palauttamaan opettajien autonomisen hermoston toimintaa normaalille tasolle. Psykologinen stressi väheni tilastollisesti merkitsevästi kesäloman aikana verrattuna työpäivän aikana tehtyihin mittauksiin (Ritvanen 2006).

## 2.2.2 Hoitotyö

Vuoden 2014 alussa terveys- ja sosiaalipalvelujen työtehtävissä työskenteli yhteensä 372 000 työntekijää, joista terveyspalvelujen parissa 161 000 (Tilastokeskus 2014). Suurin osa (90 %) terveys- ja sosiaalialalla toimivista on naisia. Alalla työskentelevien keski-ikä on noussut, ja vuonna 2011 yli puolet työntekijöistä oli yli 45-vuotiaita (Laine ym. 2011). Sairaaloissa ja terveyskeskuksissa toteutetaan tyypillisesti jaksotyöaika, jossa säännöllinen työaika on kolmen viikon aikana enintään 120 tuntia tai kahdessa viikossa enintään 80 tuntia (Työaikalaki 605/1996). Kunnallinen virka- ja työehtosopimus mahdollistaa jaksotyöhön kuuluvien työvuorojen suunnittelun myös paikallisesti sopien (Kuntatyönantajat 2014b).

Hoitoalalla tehtävä työ on fyysisesti ja henkisesti kuormittavaa ihmissuhde- ja vuorovaikutustyötä, jossa esimerkiksi vastuu asiakkaista, näiden moniongelmaisuus ja väkivallan uhka kuormittavat työntekijöitä (Laine ym. 2011). Hoitotyössä esiintyvälle fyysiselle kuormitukselle ovat tyypillisiä runsas dynaaminen lihastyö ja huonot työasennot, jotka usein liittyvät potilassiirtoihin ja siirroissa avustamiseen. Hoitajille tehdyssä suomalaisessa tutkimuksessa havaittiin aamuvuorot iltavuoroja kiireisimmiksi ja kuormittavimmiksi (Nuikka 2002). Hoitajien työssä kuormittumista mitattiin objektiivisin (esimerkiksi sydämen sykintätaajuus ja EMG) ja subjektiivisin (teemahaastattelu) menetelmin. Fyysisesti ja psyykkisesti kuormittavimpia hoitotilanteita olivat esimerkiksi potilaan pesemisessä ja muissa päivittäisissä toiminnoissa avustaminen, injektion antaminen, verenpaineen mittaaminen, potilaiden kuljettaminen hoito- ja toimenpideyksikköjen välillä sekä vuorovaikutus omaisten kanssa (Nuikka 2002).

Hoitajien työssä henkinen kuormittuminen on lisääntynyt, mihin vaikuttavat esimerkiksi väkivaltatilanteiden ja niiden uhkan lisääntyminen, työ- ja potilasmäärän kasvu, tietotekniikan käyttöön liittyvät ongelmat (Sosiaali- ja terveysministeriö 2008). Myös terveydenhuoltoalalla yleiset epätyypilliset työajat ja vuorotyö kuormittavat hoitajia. Vuoden 2010 toimialakyselyyn osallistuneiden keskuudessa kaksi- ja kolmivuorotyötä tekevien osuus terveyskeskuksissa oli lähes 85 % ja sairaaloissa lähes puolet (47 %). Suurin osa (63 %) työskenteli viikoittain 37–39 tuntia, ja joka viidennellä viikoittainen työaika oli yli 40 tuntia (Laine ym. 2011).

Vuorotyötä tekeville hoitajilla on havaittu väsymystä päivätyötä tekeviä hoitajia enemmän (Yuan ym. 2011). Hoitoalan työntekijöistä noin kolmannes (32 %) kokee nukkuvansa liian vähän (Caruso 2014). Vuorotyötä tekevät naishoitajat raportoivat uuneen liittyviä ongelmia mieshoitajia useammin (Admi ym. 2008). Vuorotyössä kuormittaviksi koetaan nopeat siirtymät työvuorojen välissä eli siirtyminen iltavuorosta aamuvuoroon, jolloin työvuorojen väliin jäävä aika on vähemmän kuin 11 tuntia. Työvuorojen välisten nopeiden siirtymien on havaittu olevan yhteydessä työperäisten uniongelmien syntyyn ja väsymyksen kroonistumiseen hoitajilla (Flo ym. 2014). Nopeiden siirtymien vähentämisen on havaittu vaikuttavan myönteisesti työntekijöiden koettuun hyvinvointiin (Hakola ym. 2010) sekä vähentävän koettua työstressiä (Paukkonen ym. 2007) ja alentavan riskiä uupumukselle (Flo ym. 2014).

## 2.3 SYKEVÄLIVAIHTELU KUORMITTUMISEN JA PALAUTUMISEN ARVIOINNISSA

### 2.3.1 Sykevälivaihtelu

Sykevälivaihtelulla eli sykevariaatiolla (Heart Rate Variability, HRV) tarkoitetaan sydämen lyöntien välisen ajan vaihtelua, jota säätelee autonominen eli tahdosta riippumaton hermosto (Task Force 1996). Sykevälivaihtelu on non-invasiivinen menetelmä autonomisen hermoston toiminnan mittaamiseen ja tarkasteluun (Task Force 1996). Autonomisen hermoston sympaattinen ja parasympaattinen osa toimivat samanaikaisesti vuorovaikutuksessa keskenään ja niillä on vastakkaiset vaikutukset elimistön toimintaan. Sympaattisen

hermoston tehtävänä on lisätä elimistön fyysistä suorituskykyä, jota tarvitaan esimerkiksi kuormittavista työtilanteista selviytymisessä. Sympaattisen aktiivisuuden lisääntyessä sykintätaajuus kasvaa ja sykevälivaihtelu pienenee. Yksilön stressireaktiot, fyysinen aktiivisuus sekä sydänsairaudet lisäävät autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta. Autonomisen hermoston parasympaattinen osa aktivoituu levon ja palautumisen aikana. Se stimuloi ruuansulatuselimistöä ja elimistön varastojen kartuttamista. Parasympaattisen hermoston aktivoituessa sykintätaajuus pienenee ja sykevälivaihtelu kasvaa (Acharya ym. 2006). Sykevälivaihtelun avulla on siis mahdollista arvioida epäsuorasti autonomisen hermoston tilaa ja tätä voidaan soveltaa esimerkiksi arvioitaessa yksilön kuormittumista ja palautumista työssä ja vapaa-aikana.

Sykevälivaihteluanalyysiä voidaan tehdä sydänsähkökäyrästä eli EKG-signaalista mittaamalla kahden peräkkäisen sydämen lyönnin eli RR-intervallien välistä aikaa (Task Force 1996). Työkuormituksen arvioinnissa käytetään usein pitkäkestoisissa sykevälivaihtelumittauksissa toiminnoiltaan rajallisempaa mutta käytöltään yksinkertaisempaa langatonta sykepantaa tai vastaavaa sykemittaria, joka mahdollistaa normaalin toiminnan työssä ja vapaa-aikana. Myös näiden mittauslaitteiden luotettavuus ja toistettavuus on havaittu hyväksi fyysisesti ja henkisesti kuormittavissa tilanteissa (Achten ja Jeukendrup 2003, Weippert ym. 2010). Analysointia voidaan tehdä lyhytkestoisista (esim. 5–10 minuuttia) tai pitkäkestoisista (esim. 24–48 tuntia) mittauksista. Sykevälivaihtelua voidaan mitata aikatason tai taajuustason analyysillä (Taulukko 2). Aikatason analyysissä sykerekisteröinnistä lasketaan sykkeen vaihtelua kuvaavia matemaattisia tunnuslukuja, esimerkiksi RR-välin keskiarvoa (meanRR) ja keskihajontaa (SDNN) (Task Force 1996).

*Taulukko 2. Aika- ja taajuustason sykevälivaihtelu parametreja (Task Force 1996)*

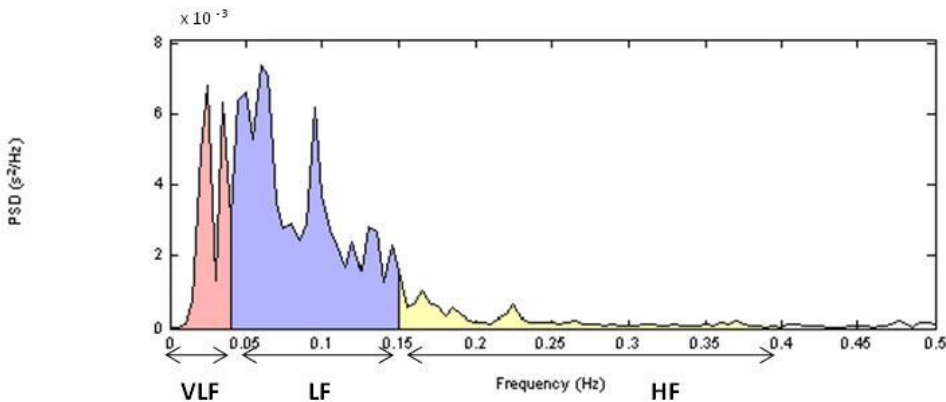
<b>HRV muuttuja (yksikkö)</b>	<b>Kuvaus</b>
<b>Aikatason parametreja (Time-domain parameters)</b>	
MeanRR (s)	RR-intervallien keskiarvo
SDNN (ms)	RR-intervallien keskihajonta
RMSSD (ms)	Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta
<b>Taajuustason parametreja (Frequency-domain parameters)</b>	
Total power (ms <sup>2</sup> )	Sykevälivaihtelun kokonaisteho
VLF (ms <sup>2</sup> )	Erittäin matalataajuinen eli alle 0.40 Hz:n taajuudella tapahtuvan sykevaihtelun teho
LF (ms <sup>2</sup> )	Matalataajuinen eli 0.04-0.15 Hz:n taajuudella tapahtuvan sykevaihtelun teho
LF (n.u.)	Matalataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = LF / (Total power – VLF)
HF (ms <sup>2</sup> )	Korkeataajuinen eli 0.15–0.4 Hz:n taajuudella tapahtuvan sykevaihtelun teho
HF (n.u.)	Korkeataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = HF / (Total power – VLF)
LF / HF	LF- ja HF-komponenttien suhde

RR-intervallien keskihajonta eli SDNN (the Standard Deviation of all Normal to Normal RR-intervals) on parhaiten tunnettu ja validoitu sekä useimmin käytetty sykevälivaihtelumuuttuja (Stein 2002). SDNN-arvo kuvaa sekä sympaattista että parasympaattista autonomisen hermoston aktiivisuutta. Matala SDNN-arvo kuvaa alentunutta sykevälivaihtelua eli lisääntynyttä sympaattista aktiivisuutta ja/tai vähentynyttä parasympaattista aktiivisuutta. Alentuneen SDNN-arvon on havaittu olevan yhteydessä

kuolleisuuteen sydäninfarktin sairastaneilla (Zuanetti ym. 1996, La Rovere ym. 1998, Buccelletti ym. 2009).

Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta eli RMSSD (the Root Mean Square of Successive N-N Interval Difference) heijastaa lyhyen aikavälin sykevälivaihtelun muutoksia. RMSSD-arvo on yhteydessä sydämen vagaaliseen eli parasympaattiseen säätelyyn. Matala RMSSD-arvo kuvaa alentunutta sykevälivaihtelua eli lisääntynyttä sympaattista aktiivisuutta ja/tai vähentynyttä parasympaattista aktiivisuutta (Task Force 1996).

Taajuustason analyysissä tarkastellaan sykkeen kokonaisvaihtelua, joka voidaan jakaa kolmeen taajuusalueeseen eli korkean, matalan ja erittäin matalan taajuuden vaihteluun (Kuvio 1).



Kuvio 1. Sykevälivaihtelun taajuusalueet (Kubios 2011). Kuviossa VLF (Very Low Frequency) eli erittäin matalan taajuuden sykevälivaihtelu, LF (Low Frequency) eli matalan taajuuden sykevälivaihtelu ja HF (High Frequency), korkean taajuuden sykevälivaihtelu.

Korkean taajuuden (High Frequency, HF, taajuusalue 0,15–0,40 Hz) vaihtelua säätelee hengitysrytmi ja se kuvaa parasympaattisen hermoston toimintaa (Task Force 1996, Acharya ym. 2006). Matalan taajuuden (Low Frequency, LF, taajuusalue 0,04–0,15 Hz) sykevälivaihteluun vaikuttavat monet sympaattisen sekä parasympaattisen hermoston mekanismit. Taajuus 0,10 Hz perustuu verenpaineen säätelymekanismiin, johon parasympaattinen hermosto vaikuttaa (Task Force 1996, Acharya ym. 2006). Joidenkin tutkimusten mukaan matalan taajuuden sykevälivaihtelu on katsottu kuvaavan barorefleksin toimintaa (Rahman ym. 2011). Matalan ja korkean taajuuden suhde (LF/HF) kuvaa sympatovagaalista tasapainoa (Task Force 1996). Tästä on esitetty myös poikkeavia näkemyksiä (Rahman ym 2011, Billman 2013).

Erittäin matalan taajuuden (Very Low Frequency, VLF) sykevaihdelun taajuus on alueella 0,003–0,04 Hz. Erittäin matalan taajuuden sykevaihdelu liittyy aineenvaihdunnallisiin ja humoraalisiin prosesseihin, mutta sen tarkkaa fysiologista vaikutusta ei tunneta (Task Force 1996).

### 2.3.2 Sykevälivaihteluun vaikuttavat tekijät

Sykevälivaihteluun vaikuttavat monet yksilölliset tekijät, kuten ikä (Umetani ym. 1998, Bonnemeier ym. 2003, Gerritsen ym. 2003, Koskinen ym. 2009), sukupuoli (Gerritsen ym. 2003, Koskinen ym. 2009), terveydentila (Dekker ym. 2000, Virtanen ym. 2003, Acharya ym. 2006, Urbancic-Rovan ym. 2007), fyysinen kunto (Buchheit ja Gindre 2006) sekä fyysinen aktiivisuus (Soares-Miranda ym. 2014). Ympäristöön liittyvistä tekijöistä esimerkiksi fyysinen kuormitus alentaa sykevälivaihtelua (Lewis ym. 2007). Myös vuorokauden aika aiheuttaa muutoksia sykevälivaihteluun (Huikuri ym. 1994, Bilan ym. 2005, Cavallari ym.

2010). Lisäksi perimä vaikuttaa sykintätaajuuteen ja sykevälivaihteluun (Singh ym. 1999, Kupper ym. 2004, Snieder ym. 2007, Uusitalo ym. 2007, Wang ym. 2009, Neijts ym. 2014).

Ikä on merkittävä sykevälivaihteluun vaikuttava tekijä. Autonomisen hermoston kehittymisen myötä sykevälivaihtelu lisääntyy ja on suurimmillaan 15–39-vuotiailla. Tämän jälkeen sykevälivaihtelu alkaa selkeästi vähentyä ja on vähäisintä yli 60-vuotiailla (Umetani ym. 1998, Bonnemeier ym. 2003, Gerritsen ym. 2003, Koskinen ym. 2009).

Sukupuolen on todettu vaikuttavan sykevälivaihteluun, mutta erot ovat suhteellisen pieniä iän vaikutukseen verrattuna. Naisilla sykevälivaihtelun on todettu olevan miehiä suurempaa (Gerritsen ym. 2003, Koskinen ym. 2009). Naisten sykevälivaihteluun vaikuttavat myös hormonaaliset tekijät, kuten kuukautiskierron vaihe (Minson ym. 2000, Princi ym. 2005).

Perimän osuus sykintätaajuuteen ja sykevälivaihteluun on vaihdellut eri tutkimuksissa vähäisestä kohtalaiseen (Singh ym. 1999, Kupper ym. 2004, Snieder ym. 2007, Uusitalo ym. 2007, Wang ym. 2009, Neijts ym. 2014). Koska perimä vaikuttaa oleellisesti sykevälivaihteluun, ei sykevälivaihtelu sovi yksilöiden välisten erojen vertailuun. Sen sijaan yksilön sisällä tapahtuvien autonomisen hermoston muutosten mittaamiseen ja arviointiin sykevälivaihtelu soveltuu hyvin.

Useilla perussairauksilla on todettu olevan yhteys sykevälivaihteluun. Alentuneen sykevälivaihtelun on havaittu olevan yhteydessä esimerkiksi kohonneeseen verenpaineeseen (Virtanen ym. 2003, Acharya ym. 2006), iskeemiseen sydäntautiin (Dekker ym. 2000) sekä tyypin II diabetekseen (Urbancic-Rovan ym. 2007). Sairauksien lisäksi niiden hoitoon käytettävät lääkkeet vaikuttavat sykevälivaihteluun. Esimerkiksi beetasalpaajien ja kalsiumestäjien sekä salbutamolin on havaittu lisäävän sykevälivaihtelua (Acharya ym. 2006). Myös tupakointi ja alkoholin nauttiminen lisäävät autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta, mikä madaltaa sykevälivaihtelua (Acharya ym. 2006, Togo ja Takahashi 2009, Dinas ym. 2013).

Sykevälivaihteluun vaikuttaa myös vuorokauden aika (Huikuri ym. 1994, Bilan ym. 2005, Cavallari ym. 2010). Sykevälivaihtelun yö- ja päiväarvoissa esiintyy merkittäviä eroja. Yöllä autonomisen hermoston parasympaattinen aktiivisuus on suurempaa. Yöllä korkeataajuuden komponentin tehon (HF teho) on havaittu olevan suurimmillaan kello 23:00–5:00. Samanaikaisesti (kello 23:00–3:00) matalataajuuden komponentin teho (LF-teho) on pienimmillään. Päivällä autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus on suurempaa, ja esimerkiksi LF-arvot ovat suurimmillaan aamulla kello 5:00–9:00 ja iltapäivällä kello 16:00–18:00. HF-arvot ovat pienimmillään keskipäivän jälkeen (kello 12:00–14:00) (Bilan ym. 2005).

### 2.3.3 Sykevälivaihtelu työssä kuormittumisen ja palautumisen arvioinnissa

Kuormittumisella tarkoitetaan niitä elimistön toiminnan muutoksia, joita ilmenee kuormituksen, esimerkiksi työn aikana. Kuormittumisen suuruuteen vaikuttavat työn kuormitustekijöiden voimakkuuden ja niille altistumisen määrän lisäksi työntekijän yksilölliset ominaisuudet, kuten elimistön toiminta- ja suorituskyky sekä ammattitaito (Kirjonen 2007).

Sykevälivaihtelun yhteyttä työelämässä esiintyviin kuormitustekijöihin on selvitetty useissa tutkimuksissa 2000-luvun aikana. Vuonna 2009 julkaistussa systemoidussa kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin työn fyysisten kuormitustekijöiden (fyysiset ja kemialliset kuormitustekijät), psykososiaalisen työkuormituksen sekä työaikojen vaikutusta autonomisen hermoston toimintaan. Mukana oli kaikkiaan 46 alkuperäisartikkelia (n= 6–2197) vuosilta 1994–2007. Tutkimuksissa oli käytetty vähintään yhtä sykevälivaihtelumuuttujaa ja mittaukset oli toteutettu todellisilla työpaikoilla eikä laboratorio-olosuhteissa. Tutkimuksista suurin osa (96 %) oli poikittaistutkimuksia (Togo ja Takahashi 2009).

Sykevälivaihtelun avulla on pyritty tunnistamaan erityisesti henkistä työssä kuormittumista eli työstressiä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Esimerkiksi eräässä

suomalaisessa tutkimuksessa selvitettiin koetun stressin ja sydämen autonomisten vasteiden välistä yhteyttä kenttäolosuhteissa normaalissa arjessa. Tutkimuksessa havaittiin terveillä työkäisillä miehillä (n=59) ja naisilla (n=40) yhteys koetun stressin ja alentuneen sykevälivaihtelun välillä (Hynynen ym. 2010).

Työstressiä ja sykevälivaihtelua koskevien tutkimusten tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Useimmissa tutkimuksissa on havaittu yhteys työstressin ja alentuneen sykevälivaihtelun välillä (Collins ym. 2005, Collins ja Karasek 2010, Clays ym. 2011, Thayer ym. 2012), mutta myös eriäviä tuloksia on esitetty. Esimerkiksi sairaanhoitajille (n=159) (Riese ym. 2004) tai ambulanssin kuljettajille (n=26) (Aasa ym. 2006) tehdyissä tutkimuksissa työstressin ja sykevälivaihtelun välillä ei havaittu yhteyttä.

Sykevälivaihteluun perustuvaa autonomisen hermoston tilan mittauksia on käytetty paitsi työssä kuormittumisen, myös työstä palautumisen arviointiin (van Amelsvoort ym. 2001, Lindholm ym. 2012, Wehrens ym. 2012). Palautumisella tarkoitetaan psykofysiologista elpymisprosessia, jossa työntekijän elimistö palautuu aikaisemmasta työkuormituksesta (McEwen 1998), esimerkiksi yöunen aikana. Psykologisesta näkökulmasta tarkasteltuna palautuminen merkitsee yksilön kokemaa kuormittuneisuuden ja väsymyksen vähenemistä sekä voimavarojen lisääntymistä (Zijlstra ja Sonnentag 2006). Fysiologisella palautumisella tarkoitetaan elinjärjestelmien virittymistason palaamista aktivoitumista edeltävälle perustasolle (Lundberg 2005). Esimerkiksi työn asettamista haasteista selviäminen edellyttää sympaattisen hermoston aktivoitumista eli eustressiä, ns. myönteistä stressireaktiota. Kielteiseksi tilanne muuttuu, kun työntekijä ei kykene palautumaan työn aiheuttamasta kuormittumisesta ja fysiologiset stressireaktiot pitkittyvät (McEwen 1998, Lundberg 2005).

Palautumiseen viittaavat esimerkiksi autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta kuvaavien sykevälivaihtelumuuttujien pieneneminen ja parasympaattista aktiivisuutta kuvaavien muuttujien suureneneminen. Jos työntekijä ei kykene palautumaan työn aiheuttamasta kuormittumisesta, fysiologiset stressireaktiot pitkittyvät ja voivat uhata terveyttä ja hyvinvointia (McEwen 1998, Lundberg 2005, Rook ja Zijlstra 2006). Kasaantuva kuormitus voi aiheuttaa stressiä, väsymystä ja univaikeuksia (Rook ja Zijlstra 2006). Uni, erityisesti yön aikainen uni on keskeinen palautumiseen vaikuttava tekijä (Banks ja Dinges 2007). Riittämättömän palautumisen on todettu olevan yhteydessä masennukseen, kohonneeseen verenpaineeseen, verenkiertoelimistön sairauksiin (McEwen 1998, Vrijkotte ym. 2000, Lundberg 2005) ja kohonneeseen sydäntautikuolleisuuden riskiin (Kivimäki ym. 2006).

### 2.3.4 Työaikojen vaikutus sykevälivaihteluun

Työajat vaikuttavat sykevälivaihtelun vuorokausirytmiiin. Japanilaisille 30–36-vuotiaille naissairaanhoitajille (n=10) tehdyssä tutkimuksessa sykevälivaihtelua mitattiin 24 tunnin EKG-rekisteröinnistä päivävuoron ja yövuoron aikana. Päivä- ja yövuorojen aikana mitatut sykevälivaihtelumuuttujat eivät eronneet toisistaan. Sympaattisen ja parasympaattisen hermoston aktiivisuutta kuvaavat sykevälivaihtelumuuttujat (LF n.u., LF/HF suhde) olivat korkeampia työvuoron aikana riippumatta siitä, oliko kyseessä päivä- tai yövuoro. Parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat sykevälivaihtelumuuttujat (HF, HF n.u.) olivat korkeampia unen aikana (Ito ym. 2001).

Yötyötä tekevillä on havaittu sympaattisen aktiivisuuden lisääntymistä, joka näkyy sykevälivaihtelun alenemisena (Adams ym. 1998, Furlan ym. 2000, Su ym. 2008, Chung ym. 2009, Lo ym. 2010). Jatkuvasti yötyötä tekevillä hoitajilla yöunen aikainen matalataajuuden komponentin teho (LF) ja matala- ja korkeataajuuden komponenttien suhde (LF/HF) olivat korkeammat verrattuna säännöllistä aamuvuoroa tekeviin hoitajiin (Chung ym. 2009). Sen sijaan työvuorojen välisessä vertailussa todettiin, että autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli alhaisempaa yövuorossa kuin aamu- ja iltavuoroissa (Furlan ym. 2000). Alentunut sympaattinen ja suurentunut parasympaattinen aktiivisuus voi olla yhteydessä uneliaisuuteen tai vireystilan laskuun työvuoron aikana. Tämä voi heikentää tarkkaavaisuutta ja riski työtapaturmille voi lisääntyä (Furlan ym. 2000, Sato ym. 2001).

Muutokset autonomisen hermoston sympaattisessa aktiivisuudessa olivat nähtävissä vuoden kuluttua vuorotyön aloittamisesta. Yötyön aiheuttamat muutokset sykevälivaihteluun olivat suurempia muihin työvuoroihin verrattuna (van Amelsvoort ym. 2001).

Vuorotyön on havaittu lisäävän autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta ja/tai pienentävän parasympaattista aktiivisuutta, mikä näkyy alentuneena sykevälivaihteluna (Ha ym. 2001, Ishii ym. 2005, Wehrens ym. 2012). Sympaattisen aktiivisuuden lisääntymistä ja/tai parasympaattisen aktiivisuuden vähentymistä on havaittu erityisesti yli 30-vuotiailla vuorotyöntekijöillä (Ha ym. 2001) sekä työntekijöillä, joilla oli terveysongelmia (Aasa ym. 2006). Pitkät ja kuormittavat päivystysvuorot lisäävät autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta, mikä voi suurentaa päivystystyötä tekevien työntekijöiden riskiä sairastua sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksiin (Rauchenzauner ym. 2009). Epäsäännöllisestä vuorotyöstä palautumista mediatyöntekijöillä (n=140) selvittäneessä tutkimuksessa havaittiin, että korkeampi sykevälivaihtelu yöunen alussa oli yhteydessä parempaan subjektiiviseen palautumisen tunteeseen (Lindholm ym. 2012).

Taulukkoon 3 on koottu yhteenveto tutkimuksista, joissa vuorotyökuormitusta arvioitu sykevälivaihtelun avulla.



**Taulukko 3. Yhteenveto tutkimuksista, joissa vuorotyökuormitusta arvioitu sykeväilvaihtelun avulla**

Kirjoittajat, vuosi (maa)	Tutkimusjoukko	Tutkimusasetelma ja mittaus	Keskeinen tulos
Aasa ym. 2006 (Ruotsi)	n = 26 ambulanssin kuljettajaa, 24 miestä ja 2 naista	Poikkileikkaustutkimus, jossa HRV-mittaukset toteutettu 24 tunnin työvuoron ja sitä seuranneiden kahden vapaapäivän aikana, yht. 72 tunnin rekisteröinti	Päivystysvuoron aikana ja vapaa-ajalla mitatussa sykeväilvaihtelussa ei ollut eroa. Työntekijöillä, joilla oli useita terveysongelmia, havaittiin suurentunut sympaattinen ja pienentynyt parasympaattinen aktiivisuus sekä alhainen vaihtelu mittausjakson aikana (LF ↑, HF ↓)
Adams ym. 1998 (Yhdysvallat)	n = 12 ensiavussa työskentelevää lääkärinä, 8 miestä ja 4 naista	Poikkileikkaustutkimus, jossa 24 tunnin HRV-mittaukset toteutettu ennen yövuoroa, yövuoron aikana ja sen jälkeen	Mittausjakson aikana autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus (LF ↓, HF ↓) oli suurinta ennen yövuoroa ja yövuoron aikana
Chung ym. 2009 (Taiwan)	n = 10 jatkuvasti yötyötä tekevää hoitajaa ja 10 säännöllistä aamuvuoroa tekevää hoitajaa	Poikkileikkaustutkimus, jossa HRV-mittaukset toteutettu työvuoron jälkeisen unen aikana	Jatkuvasti yötyötä tekevillä hoitajilla yöunen aikainen sympaattisen hermoston aktiivisuus (LF ↑, LF/HF ↑) oli suurempaa verrattuna säännöllistä aamuvuoroa tekeviin hoitajiin.
Furlan ym. 2000 (Italia)	n = 22 vuorotyötä tekevää tuotantotyöntekijää, miehiä	Poikkileikkaustutkimus, jossa HRV-mittaukset toteutettu aamu-, ilta- ja yövuoron aikana	Sympaattinen aktiivisuus oli korkeinta työvuorojen aikana ja pienintä unen aikana. Yövuoron aikana sympaattinen aktiivisuus oli alhaisempi kuin aamu- ja iltavuoroissa. Vähentynyt sympaattinen aktiivisuus voi olla yhteydessä unelaisuuteen tai alentuneeseen vireystilan laskuun, joka puolestaan voi lisätä riskiä virheille ja tapaturmille yövuoron aikana.
Ha ym. 2001 (Korea)	n = 134 vuorotyötä tekevää miestä	Poikkileikkaustutkimus, jossa 5-minuutin HRV-mittaukset toteutettu aamu-, ilta- ja yövuoron aikana	Vuorotyö lisäsi autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta ja alensi parasympaattista aktiivisuutta, mikä näkyi alentuneena sykeväilvaihteluna, erityisesti yli 30-vuotiailla työntekijöillä.
Ishii ym. 2005 (Japani)	n = 47 vuorotyötä tekevää naishoitajaa ja 36 päivätyötä tekevää naishoitajaa	Poikkileikkaustutkimus, jossa HRV-mittaus toteutettu päivävuoroa seuranneen päivän aikana laboratorio-olosuhteissa	Vuorotyö lisäsi sympaattisen hermoston aktiivisuutta (HF ↓, LF ↑ ja LF/HF ↑) verrattuna päivätyötä tekeviin naishoitajiin.

(Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla)

*Taulukko 3 jatkuu.* Yhteenveto tutkimuksista, joissa vuorotyökuormitusta arvioitu sykeväivaihTELUN avulla.

Kirjoittajat, vuosi (maa)	Tutkimusjoukko	Tutkimusasetelma ja mittaus	Keskeinen tulos
Ito ym. 2001 (Japani)	n = 10 vuorotyötä tekevää naishoitajaa	Poikkileikkaustutkimus, jossa 24 tunnin HRV-mittaus toteutettu päivä- ja yövuoron aikana	Autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta kuvaavat muuttujat (LF n.u., LF/HF) olivat suurimmillaan työvuoron aikana. Vuorokauden ajasta riippumatta sykeväivaihTELUN vuorokausirytmiiin vaikutti esimerkiksi työvuoron aiheuttama fyysinen aktiivisuus.
Lin ym. 2012 (Taiwan)	n = 13 lääketieteen mieskandidaattia	Poikkileikkaustutkimus, jossa HRV- mittaukset toteutettu päivystysvuoron ja vapaapäivän aikana	Kymmenen stressaavaa pitkää päivystysvuorota kuukauden sisällä alensi yövuoron aikaista sympaattista aktiivisuutta (LF/HF ), lisäsi ahdistuneisuutta ja masentuneisuutta sekä heikensi tarkkaavaisuutta.
Lindholm ym. 2012 (Suomi)	n = 66 epäaäännöllistä ja n= 66 säännöllistä vuorotyötä tekevää	Poikkileikkaustutkimus, jossa 24 tunnin HRV-mittaukset toteutettu yhden työvuoron ja vertailuryhmässä yhden 8 tunnin päivävuoron aikana	Epäaäännöllinen vuorotyö kaksinkertaisti riskiä riittämättömälle palautumiselle. Yöunen alusta mitattu neljän ensimmäisen tunnin korkeampi sykeväivaihTELU oli yhteydessä parempaan koettuun palautumiseen.
Lo ym. 2010 (Taiwan)	n = 16 vuorotyötä tekevää naishoitajaa ja 6 päivätyötä tekevää naishoitajaa	Poikkileikkaustutkimus, jossa 48 tunnin HRV-mittaukset toteutettu vuorotyöntekijöille päivä-, ilta- ja yövuorojen aikana yhdistettyinä vuorota seuranneeseen vapaapäivään, päivätyöntekijöillä HRV-mittaukset toteutettu työvuoron ja vapaapäivän aikana	Yövuoron aiheuttamat muutokset verenpaineessa olivat suuremmat kuin muiden työvuorojen. SykeväivaihTELussa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa työvuorojen välillä.
Rauchenzauner ym. 2009 (Itävalta)	n= 30 vuorotyötä tekevää lääkäreitä, 21 miestä ja 9 naista	Randomisoitu kontrolloitu, poikkileikkaustutkimus, jossa 24 tunnin HRV-mittaukset toteutettu päivystysvuoron, normaalin työpäivän ja siitä palautumisen aikana	Päivystysvuoron aikana autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurempaa (LF n.u. ↑) verrattuna normaalin työpäivän ja siitä palautumisen aikana mitattuihin arvioihin. Pitkiä päivystysvuoroja tekevien autonomisen hermoston sympaattisen aktiivisuuden lisääntyminen voi lisätä riskiä sairastua sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksiin.
Sato ym. 2001 (Japani)	n=6 miesrekkauskusia	Poikkileikkaustutkimus, jossa 48 tunnin HRV-mittaukset toteutettu työvuoron aikana	Pitkän työvuoron aikana parasympaattinen aktiivisuus oli suurinta aamupäivän aikana. Tämä voi lisätä uneliaisuutta ja heikentää tarkkaavaisuutta.

*(Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla)*

**Taulukko 3 jatkuu.** Yhteenveto tutkimuksista, joissa vuorotyökuormitusta arvioitu sykeväivaihTELUN avulla.

Kirjoittajat, vuosi (maa)	Tutkimusjoukko	Tutkimusasetelma ja mittaus	Keskeinen tulos
Su ym. 2008 (Taiwan)	n = 6 vuorotyötä tekevää miestä	Poikkileikkaustutkimus, jossa 48 tunnin HRV mittaukset toteutettu 12 tunnin päivä- ja yövuorojen ja vuoroa seuranneen 36 tunnin levon aikana	Pitkä yövuoro alensi sykeväivaihtelua verrattuna vastaavan pituiseen päivävuoroon
van Amelsvoort ym. 2000 (Alankomaat)	n=135, 113 miestä ja 22 naista tehdaistyöntekijöitä, jotka olivat aloittamassa uutta työtä	Poikkileikkaustutkimus, jossa 24tunnin HRV mittaukset toteutettu aamuvuoron/päivätyön aikana	Vuorotyöntekijöiden unen aikaisessa sykeväivaihtelussa havaittiin alenemista päivätyötä tekeviin verrattuna
van Amelsvoort ym. 2001 (Alankomaat)	n= 49 vuorotyötä tekevää n= 22 aiemmin päivätyötä, nyt vuorotyöhön siirtynyttä työntekijää	Pitkittäistutkimus, jossa 24-HRV mittaukset toteutettu aamu- tai päivävuoron aikana	Sekä vuorotyöntekijöillä että päivätyöntekijöillä havaittiin sykeväivaihTELUN alenemista vuoden seurannassa. Muutokset olivat suurempia vuorotyöhön siirtyneillä päivätyöntekijöillä.
Wehrens ym. 2012 (Iso-Britannia)	n= 11 vuorotyötä tekevää miestä n=14 päivätyötä tekevää miestä	Poikkileikkaustutkimus, jossa HRV-mittaukset toteutettu laboratorioolosuhteissa viiden peräkkäisen vuorokauden aikana	Vuorotyöntekijöillä havaittiin päivätyötä tekeviin verrattuna korkeampi autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus ja/tai matalampi parasympaattinen aktiivisuus, joka näkyi alentuneena sykeväivaihTELUNA (SDNN ↓, RMSSD ↓ ja LF/HF ↑)

## 2.4 YHTEENVETO KIRJALLISUUDESTA JA TUTKIMUKSEN TEOREETTISISTA LÄHTÖKOHDISTA

Työajoilla on vankka lainsäädännöllinen tausta, minkä tarkoituksena on tukea työntekijän terveyttä ja turvallisuutta (Työaikalaki 1996, Euroopan Unionin työaikadirektiivi 2003/88/EY, Työturvallisuuslaki 2002, Laki työturvallisuuslain muuttamisesta. 329/2013). Tästä huolimatta työajat ovat merkittävä kuormitustekijä työssä, sillä työntekijät sopeutuvat vuorotyön aiheuttamiin fysiologisiin muutoksiin yksilöllisesti (Saksvik ym. 2011).

Työajoista erityisesti vuorotyö on merkittävä työterveyteen vaikuttava tekijä, ja sen terveysvaikutukset tunnetaan hyvin (Vyas ym. 2012, Wang ym. 2013, Puttonen ym. 2013, Porkka-Heiskanen ym. 2013, Caruso 2014). Vuorotyö lisää esimerkiksi sydän- ja verenkiertoelinsairauksien, kuten sepelvaltimotaudin riskiä (Vyas ym. 2012). Vuorotyöntekijöillä esiintyy myös rintasyöpää (Wang ym. 2013) ja metabolista oireyhtymää (Puttonen ym. 2013) useammin kuin päivätyöntekijöillä. Fyysisten terveyshaittojen ohella vuorotyön on havaittu olevan yhteydessä mielenterveysongelmiin, kuten masennukseen (Vogel ym. 2012). Lisäksi pitkien työvuorojen on havaittu olevan yhteydessä suurentuneeseen työuupumusriskiin (Stimpfel ym. 2012). Epäsäännöllisten työaikojen ja pitkien työvuorojen on todettu olevan myös yhteydessä työperäisten onnettomuuksien ja vammojen esiintymiseen (de Castro ym. 2010, Caruso 2014). Terveyshaittojen lisäksi vuorotyöntekijät kokevat usein vaikeaksi työaikojen ja perhe-elämän yhteensovittamisen sekä sosiaaliseen elämään ja harrastustoimintaan osallistumisen (Vogel ym. 2012). Erityisesti naiset kokevat usein ristiriitaa työn vaatimusten ja perhe-elämän sovittamisen välillä (Albertsen ym. 2008). Työaikoihin vaikuttamalla, esimerkiksi tekemällä osa-aikatyötä lasten ollessa pieniä, työntekijät voivat toisaalta vähentää työn ja perhe-elämän yhteensovittamiseen liittyviä vaikeuksia.

Vuorotyö voi vaikeuttaa työstä palautumista, jos työvuorojen väliin jäävä aika on palautumisen kannalta riittämätön (Knauth ja Hornberger 2003, Härmä 2006). Työvuorojen väliin jäävä lyhyt aika (alle 11 tuntia) voi johtaa vuorokausirytmien häiriintymiseen, univajeeseen (Åkerstedt 2003), työperäisten uniongelmiin syntyyn ja väsymyksen kroonistumiseen (Flo ym. 2014). Myös pitkät työvuorot voivat vaikeuttaa työstä palautumista ja lisätä työtapaturmia, jos viikoittainen työaika toistuvasti ylittää annetut suositukset (Knauth 2007, de Castro ym. 2010, Hakola ym. 2013).

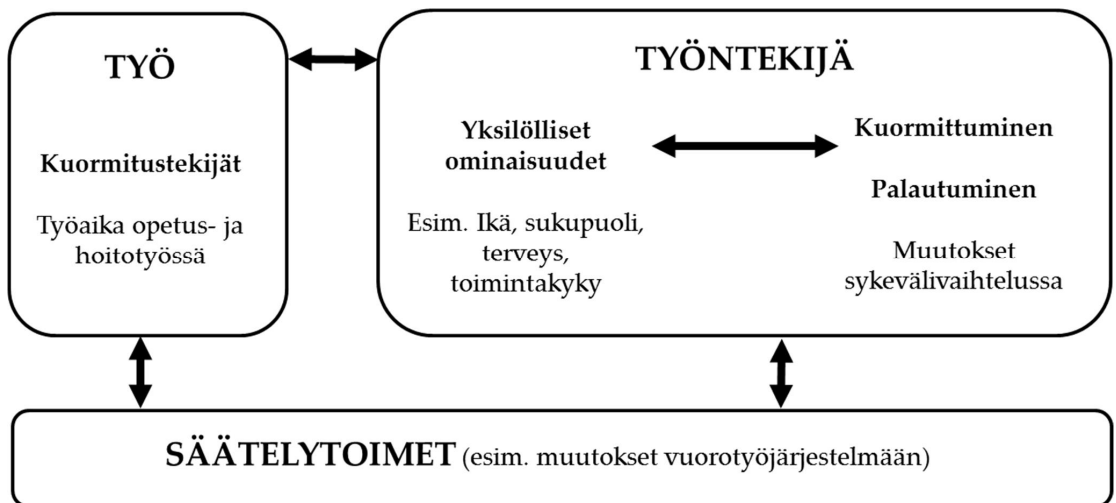
Vuorotyöstä aiheutuvaa haitallista ylikuormittumista ja terveyshaittoja voidaan ennaltaehkäistä työaikajärjestelyin (Costa 2003a, Costa 2003b, Knauth ja Hornberger 2003). Nopeasti eteenpäin kiertävä vuorojärjestelmä, jossa ei ole nopeita siirtymiä työvuorojen välissä, tukee työntekijän palautumista, parantaa unen laatua sekä edistää työntekijän sosiaalisen ja perhe-elämän yhteensovittamista (Härmä ym. 2006, Sallinen ja Kecklund 2010, Flo ym. 2014).

Työssä kuormittumista ja työstä palautumista on mahdollista arvioida objektiivisesti esimerkiksi mittaamalla työntekijän autonomisen hermoston toimintaa kuvaavaa sykevälivaihtelua ja siinä tapahtuvia muutoksia. Työajoista erityisesti vuorotyön on havaittu lisäävän autonomisen hermoston sympaattista aktiivisuutta ja/tai pienentävän parasympaattista aktiivisuutta, mikä näkyy alentuneena sykevälivaihteluna (Ha ym. 2001, Ishii ym. 2005, Wehrens ym. 2012). Aiemmat tutkimukset työaikojen vaikutuksista sykevälivaihteluun ovat olleet lähinnä poikkileikkaustutkimuksia (Togo ja Takahashi 2009, van Amelsvoort ym. 2000, Ito ym. 2001, Ishii ym. 2005) ja raportoituja tuloksia pitkittäistutkimuksista on tehty vain vähän (van Amelsvoort ym. 2001). Myös tutkimuksia pitkien työvuorojen vaikutuksista autonomisen hermoston kuormittumiseen on rajallisesti saatavilla.

Tutkimuksen teoreettinen lähtökohta perustuu kuorma-kuormittuminen malliin (Kuvio 2), jonka avulla voidaan tarkastella työn kuormitustekijöitä ja työntekijän kuormittumista työssä. Malli on kehitetty raskaan fyysisen työn arviointiin (Rutenfrantz ym. 1976, Rutenfranz ym 1981). Aiemmin sitä on käytetty mm. kunta-alan työntekijöiden (Tuomi ym. 1985a), vuorotyötä tekevien hoitajien (Härmä 1985), palomiesten (Lusa 1994), ensihoitajien (Vehmasvaara 2001) ja sairaanhoitajien (Nuikka 2002) työn kuormittavuutta tarkastelevissa tutkimuksissa.

Tässä väitöskirjatutkimuksessa kuormana ovat työajat opetus- ja hoitotyössä. Tutkittavien työntekijöiden autonomisen hermoston kuormittumista ja palautumista arvioidaan sykevälivaihtelussa tapahtuvien muutosten avulla. Palautuminen on monitahoinen, fysiologisia ja psykologisia tekijöitä sisältävä prosessi, jonka aikana työntekijän voimavarat lisääntyvät (Zijlstra ja Sonnentag 2006). Palautumisen edellytyksenä ovat työ- ja lepojaksojen välillä oleva riittävä ajallinen vaihtelu sekä työntekijän mahdollisuus tarvittavaan lepoon esimerkiksi työvuorojen välissä. Fysiologisesta palautumisesta voidaan puhua, kun työntekijän elimistö on palautunut riittävän pitkäksi aikaa perustasolle kuormittavien tilanteiden virittäytymisestä (McEwen 1998). Psykologisesta näkökulmasta tarkasteltuna palautumisella tarkoitetaan yksilön kokeman kuormittuneisuuden ja väsymyksen vähentymistä sekä työntekijän kokemaa valmiutta jatkaa työhön liittyvien tehtävien parissa (Zijlstra ja Sonnentag 2006). Tässä väitöskirjatutkimuksessa analysoinnin kohteena ovat fysiologinen kuormittuminen ja palautuminen. Psykologinen näkökulma kuormittumiseen ja palautumiseen jätetään tarkemman tarkastelun ulkopuolelle.

Tutkimuksesta saatavan tiedon avulla voidaan kehittää työstä palautumista edistäviä säätelytoimenpiteitä (esimerkiksi työaikajärjestelmiä), jotka tukevat työntekijöiden terveyttä ja työkykyä (Kuvio 2).



Kuvio 2. Modifioitu kuorma-kuormittuminen malli (mukaillen Rutenfranz ym 1981, Louhevaara ja Kilbom 2005)

### 3 Tutkimuksen tarkoitus

Väitöskirjatutkimuksen tarkoituksena oli tutkia työaikojen vaikutusta autonomisen hermoston kuormittumiseen ja palautumiseen opetus- ja hoitotyötä tekevillä naisilla. Tutkimuksessa autonomisen hermoston kuormittumista ja palautumista tarkasteltiin työvuoron ja yöunen aikana mitatulla sykevälivaihtelulla.

Osatavoitteina oli tutkia:

1. Miten sykevälivaihtelu eroaa pitkässä ja kahdeksan tunnin työvuorossa hoitotyötä tekevillä naisilla (Osajulkaisu I)?
2. Miten vuorotyöjärjestelmään tehdyt muutokset vaikuttavat työvuoron aikana mitattuun sykevälivaihteluun vuorotyötä tekevillä naishoitajilla vuoden seurannassa (Osajulkaisu II)?
3. Millaisia muutoksia yöunen alussa ja lopussa mitatussa sykevälivaihtelussa tapahtuu vuoden seurannassa, ja miten muutokset ovat yhteydessä työaikaan henkisesti kuormittavassa päivätyössä opetusalailla työskentelevillä naisilla (Osajulkaisu III)?
4. Miten vuorotyöjärjestelmään tehdyt muutokset vaikuttavat yöunen alussa mitattuun sykevälivaihteluun vuorotyötä tekevillä naishoitajilla vuoden seurannassa (Osajulkaisu IV)?

## 4 Aineisto ja menetelmät

### 4.1 TUTKIMUSASETELMAT JA -AINEISTOT

Tutkimus muodostui kolmesta osa-aineistosta. Osajulkaisun I tutkimusaineiston (n=60) muodostivat yliopistollisessa sairaalassa kolmivuorotyötä tekevät naishoitajat (aamuvuoro kello 07:00–15:00, iltavuoro kello 13:00–21:00 ja yövuoro kello 21:00–07:00). Tutkittavat tekivät pitkiä työvuoroja (esim. yhdistetty aamu- ja iltavuoro kello 07:00–21:00) vapaaehtoisuuteen perustuen. Tutkittavat työskentelivät sisätauti- (viisi osastoa) ja kirurgian klinikassa (kymmenen osastoa) sekä vastasyntyneiden teho-osastolla. Tutkimusaineisto koottiin syksyllä 2009 ja alkuvuonna 2010. Tutkittaville tehtiin sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun 36 tunnin rekisteröinnit yhden normaalin kahdeksan tunnin aamuvuoron ja yhden pitkän (yhdistetty aamu-ilta) työvuoron aikana. Tutkittavista kerättiin tietoa tutkimusta varten laaditun kyselylomakkeen avulla. Puuttuvien kyselytietojen (n=3) tai puuttuvan sykevälivaihtelurekisteröintidatan (n=6) vuoksi analyyseissä mukana oli 51 tutkittavan tiedot.

Osajulkaisujen II ja IV tutkimusaineiston muodostivat Helsingin kaupungin terveyskeskuksen hoitohenkilökunnan (n=90) työntekijät. Tutkimusaineisto koottiin vuosina 2005–2007 Terveet työajat -kehittämisen- ja tutkimushankkeessa. Alkumittaukset toteutettiin ennen vuorotyöjärjestelmän kehittämistä ja seurantamittaukset vuosi muutosten jälkeen. Merkittävin työvuorojärjestelmään tehty muutos oli, että taaksepäin kiertävästä työvuorojärjestelmästä siirryttiin eteenpäin kiertävään. Tuolloin nopeat siirtymät (alle 11 tuntia) työvuorojen välissä vähenivät ja ilta- ja aamuvuorojen väliin jäävä palautumisaika piteni (Paukkonen ym. 2007, Hakola ym. 2010). Työtuntien määrä kolmen viikon työsuunnitelmassa (114 tuntia), viikonlopputyön määrä (yksi kolmesta viikonlopusta vapaa) sekä ilta- ja yötyön määrä pysyivät ennallaan (Paukkonen ym. 2007, Hakola ym. 2010). Alkutilanteessa ennen vuorotyöjärjestelmään tehtyjä muutoksia tutkittaville tehtiin terveystarkastus, submaksimaalinen polkupyöräergometritesti ja vuorotyökysely sekä 24 tunnin sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun rekisteröinti. Seurantamittaukset toteutettiin vuoden kuluttua. Osajulkaisussa IV oli käytettävissä myös mittauksen ajalta kerätyt päiväkirjatiedot, jotka sisälsivät mm. tutkittavien raportoimat tiedot unen pituudesta ja laadusta, alkoholin käytöstä sekä koetusta vireystilasta. Analyyseihin otettiin mukaan ne tutkittavat, joilta oli käytettävissä kyselyjen sekä sykevälivaihtelurekisteröinnin avulla kerätyt tiedot molemmista mittauksista. Analyyseistä jätettiin pois mieshoitajien tulokset (n=6) sekä naishoitajat, joilta puuttui kysely-, päiväkirja- tai sykevälivaihtelutiedot. Osajulkaisun II analyyseissä mukana oli 48 naishoitajan tiedot ja osajulkaisun IV analyyseissä 39 naishoitajan tiedot.

Osajulkaisun III tutkimusaineiston muodostivat kahden eri koulutusorganisaation työntekijät (90 naista ja 59 miestä, n=149). Tutkimusaineistot koottiin organisaatioiden tutkimus- ja kehittämishankkeissa vuosina 2004–2006 ja 2006–2008. Molemmat hankkeet sisälsivät alku- ja seurantamittaukset. Vuoden seuranta-aikana työajoissa ei tapahtunut muutosta. Päivätyötä tekeville opetusalan työntekijöille tehtiin 24 tunnin sykintätaajuus- ja sykevälivaihtelumittaukset. Tutkittavista kerättiin tietoa kyselylomakkeen avulla. Analyyseistä jätettiin pois tutkittavat, joilta puuttui kysely- tai sykevälivaihtelutiedot (n=87). Väitöskirjan yhteenvedossa mukana ovat vain naistutkittavien tiedot (n=29). Tutkittavien taustatiedot on koottu taulukkoon 4.

**Taulukko 4.** Osajulkaisujen I-IV analyysissä mukana olleiden tutkittavien naisten taustamuuttujien keskiarvo (ka) ± keskihajonta (kh) ja vaihteluväli

Muuttuja	Osajulkaisu I, n=51		Osajulkaisu II, n=48		Osajulkaisu III, n=29		Osajulkaisu IV, n=39	
	ka ± kh	vaihteluväli	ka ± kh	vaihteluväli	ka ± kh	vaihteluväli	ka ± kh	vaihteluväli
Ikä (vuosina)	42 ± 11	24-56	45 ± 10	20-59	47 ± 8	31-60	45 ± 9	23-59
Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> )	24,8 ± 4,2 <sup>a</sup>	19,6-37,8	25,5 ± 4,4 <sup>a</sup>	17,9-35,6	25,5 ± 4,4 <sup>a</sup>	18,8-37,7	26,2 ± 4,6	18,8-40,8 <sup>b</sup>
Työkokemus (vuosina) <sup>a</sup>	11 ± 10	0-32	22 ± 10	1-36	-	-	21 ± 11	1-40
Vuorotyökokemus (vuosina) <sup>a</sup>	-	-	17 ± 9	1-34	-	-	18 ± 9	1-33
Työkykyindeksin kokonaispistemäärä	40,9 ± 4,9	27-49	38,0 ± 6,7	24,0-48,0	-	-	39,1 ± 5,7	25,0-48,0
Koettu työkyky (0-10)	8 ± 1	6-10	8 ± 1	4-10	8 ± 1	3-10	8 ± 1	5-10

<sup>a</sup> itseraportoitu tieto, <sup>b</sup> laskettu kuntotestauksen yhteydessä mitatuista tuloksista



## 4.2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusaineisto kerättiin kyselylomakkeiden, päiväkirjatietojen ja sykevälivaihtelumittausten avulla. Tutkimuksessa käytetyt kyselylomakkeet koostuivat tutkimusta varten laadituista ja yleisesti käytettävissä olevista kyselylomakkeista (esimerkiksi Työkykyindeksi, vuorotyökysely, Maslachin yleinen työuupumuksen arviointimenetelmä) tai niiden yksittäisistä kysymyksistä (esimerkiksi Työstressikyselyn stressikysymys).

### 4.2.1 Työkykyindeksi -kysely

Tutkittavien (osajulkaisut I-IV) koettua työkykyä selvitettiin työkykyindeksin (TKI) avulla (Tuomi ym. 1985b, Tuomi ym. 1991, Tuomi ym. 1997). Työkykyindeksi on suomalainen Työterveyslaitoksen kehittämä mittari koetun työkyvyn mittaamiseen. Se perustuu kunta-alalla vuosina 1980–1981 tehtyyn kyselytutkimukseen, jossa kohderyhmänä olivat 48–62-vuotiaat työntekijät ja viranhaltijat. Kunta-alan tutkimuksessa työkykyindeksin todettiin ennustavan tulevaa työkykyä hyvin. Alentuneen työkyvyn ryhmään kuuluneista kolmasosa siirtyi työkyvyttömyyseläkkeelle viiden vuoden seurannan aikana (Tuomi ym. 1985b, Ilmarinen ym. 1988, Tuomi ym. 1991).

Työkykyindeksi koostuu kysymyssarjasta, joka arvioi työntekijän työstä suoriutumista seitsemän osa-alueen muodostamalla kokonaispistemäärällä. Työkykyindeksin osa-alueet ovat:

1. Työntekijän arvio omasta työkyvystään (vaihteluväli 0–10)
2. Työkyvyn ja työn vaatimuksien suhteen arvio
3. Sairauksien määrä (lääkärin toteamat ja oma mielipide)
4. Sairauksien aiheuttama haitta työssä
5. Sairauspoissaolot
6. Työkyvyn ennusteen arvio
7. Psykkiset voimavarat

Kyselyn kokonaispistemäärä vaihtelee välillä 7–49, jossa pistemäärä 7–27 merkitsee alentunutta työkykyä, 28–36 kohtalaista työkykyä, 37–43 hyvää työkykyä ja 44–49 erinomaista työkykyä (Tuomi ym. 1985b, Tuomi ym. 1991, Tuomi ym. 1997).

Työkykyindeksiä on käytetty koetun työkyvyn arvioinnin mittarina eri ammattialoja käsittelevissä tutkimuksissa, esim. sairaanhoitajilla (Radkiewicz ja Widerszal-Bazyl 2005) ja opettajilla (Hakanen ym. 2006). De Zwartin työryhmä (2002) testasi työkykyindeksin reliabiliteettia toistomittauksilla yli 40-vuotiailla rakennusalan työntekijällä (n=97). Ryhmätasolla työkykyindeksitulokset ja työkykyluokittelu pysyivät seurantajakson aikana lähes samoina (de Zwart ym. 2002).

Tämän tutkimuksen analyyseissä muuttujina käytettiin työkykyindeksin kokonaispistemäärää (7–49 pistettä), koettua arviota omasta työkyvystä (kysymys 1) sekä psyykkisiä voimavaroja selvittävää kysymystä (kysymys 7). Koetut psyykkiset voimavarat luokiteltiin kolmen kysymyksen yhteenlaskettujen pisteiden perusteella seuraaviin luokkiin: heikot tai kohtalaiset (pistemäärä 0-6), hyvät (pistemäärä 7-9) ja erinomaiset psyykkiset voimavarat (pistemäärä 10–12).

### 4.2.2 Työstressikysymys

Tutkittavien (osajulkaisut I-IV) koettua työstressiä selvitettiin työstressikyselyn ns. stressikysymyksen avulla: *”Stressillä tarkoitetaan tilannetta, jossa ihminen tuntee itsensä jännittyneeksi, levottomaksi, hermostuneeksi tai ahdistuneeksi taikka hänen on vaikea nukkua asioiden vaivatessa jatkuvasti mieltä. Tunnetteko te nykyisin tällaista stressiä?”* (Elo ym. 1992). Kysymykseen vastataan 5-luokkaisella Likert-asteikolla: 1 (En lainkaan), 2 (Vain vähän), 3 (Jonkin verran), 4 (Melko paljon) ja 5 (Erittäin paljon).

Työstressikysely on itsearviointikysely koetun hyvinvoinnin selvittämiseen (Elo ym. 1992, Elo ym. 2003). Työstressikyselyn stressikysymystä on käytetty laajasti koetun hyvinvoinnin ja siihen yhteydessä olevien tekijöiden selvittämiseen suomalaisilla työpaikoilla. Stressikysymys on todettu luotettavaksi ryhmätason johtopäätösten tekoon (Elo ym. 1999, Elo ym. 2003). Työstressikyselyä tai sen yksittäisiä kysymyksiä on käytetty väestötutkimuksissa (esim. Väänänen ym. 2003, Väänänen ym. 2008) ja esimerkiksi Työ ja terveys Suomessa -haastattelututkimuksessa (Perkiö-Mäkelä ja Hirvonen 2013).

### 4.2.3 Vuorotyökysely

Osajulkaisuissa II ja IV käytetty vuorotyökysely on laadittu Työterveyslaitoksen Työaikapalvelussa kansainvälisen vuorotyökyselyn (Standard Shiftwork Index) pohjalta (Barton ym. 1995, Tucker ym. 1996, Tucker ja Knowles 2008). Vuorotyökyselyn tarkoituksena on selvittää käytössä olevien työaikajärjestelyjen vaikutusta työntekijän fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen hyvinvointiin ja siten vuorotyön haittojen vähentäminen. Vuorotyökysely on todettu luotettavaksi mittariksi arvioitaessa vuorotyön psyykkistä ja fyysistä kuormitusta (Tucker ym. 1996, Tucker ja Knowles 2008).

Vuorotyökysely sisältää taustatietojen (ikä, paino, pituus, työkokemus, vuorotyökokemus) lisäksi seuraavat osat:

- Työaikoihin liittyvät kuormitustekijät (esim. työaikamuoto, työaikojen säätelymahdollisuus, työvuorojen ajoittuminen ja pituus, peräkkäisten työvuorojen lukumäärä ja vapaapäivien sijoittuminen): tavoitteena selvittää käytössä olevan työvuorojärjestelmän ominaisuuksia.
- Työolot ja työyhteisö (koettu työkuormitus, työyhteisön toiminta, esimiestoiminta, työn tavoitteiden selkeys, työtyytyväisyys sekä työn sisältö ja organisointi): tavoitteena selvittää työyhteisön toimintaa sekä tyytyväisyyttä nykyiseen työhön.
- Uni ja vireys (unen määrä ja laatu, nukahtamiseen liittyvät ongelmat, väsymys työssä ja vapaa-aikana): tavoitteena selvittää vuorotyölle tyypillisiä väsymykseen ja nukkumiseen liittyviä ongelmia.
- Työkyky ja terveys: tavoitteena selvittää koettua työkykyä ja terveydentilaa sekä koettua työstressiä.
- Työ ja perhe: tavoitteena selvittää työn ja perheen yhteensovittamiseen liittyviä haasteita.

### 4.2.4 Osajulkaisuissa I ja III käytetyt kyselylomakkeet

Osajulkaisujen I ja III tiedonkeruuta varten laadituilla kyselylomakkeilla pyrittiin saamaan tietoa tutkittavien kuormittumiseen ja palautumiseen vaikuttavista tekijöistä, kuten koetusta terveydentilasta, sairauspoissaoloista ja oireista, työstä ja työn sisällöstä, koetusta työstressistä, vapaa-ajasta, elintavoista (tupakointi, ravinto, alkoholin käyttö), unen määrästä ja laadusta sekä kuormittavista elämäntilanteista. Kyselylomakkeiden laadinnassa hyödynnettiin aiemmissa tutkimuksissa yleisesti käytettyjä ja hyväksytyjä kyselyitä tai niiden yksittäisiä kysymyksiä, kuten esimerkiksi Finnrisiki-tutkimuksen kyselyä (Peltonen ym. 2008), Pohjoismainen työn psyykkisten ja sosiaalisten tekijöiden yleiskyselyä eli QPSNordic-kyselyä (Elo ym. 2001), työstressikyselyä (Elo ym. 1992, Elo ym. 1999, Elo ym.

2003), vuorotyökyselyä (Tucker ym. 1996, Tucker ja Knowles 2008) sekä kuormittavien elämäntilanteiden määrää (The Social Readjustment Rating Scale) (Holmes ja Rahe 1967).

Osajulkaisussa I tutkittavien työuupumusta selvitettiin Maslachin yleisen työuupumuksen arviointimenetelmän (Maslach Burnout Inventory, General Survey, MBI-GS) avulla (Maslach ja Jackson 1981). MBI-GS arviointimenetelmä on tunnetuin yleiseen käyttöön soveltuva mittari, jota käytetään työuupumuksen arviointiin sekä hoitotyössä että myös muilla aloilla (Maslach ja Jackson 1981, Kalimo ja Toppinen 1997, Kalimo ym. 2006). Maslachin työuupumuskysely on kansainvälisesti tunnettu (Hätinen ja Kinnunen 2002, Kalimo ym. 2006, Ahola ym. 2009) ja luotettava työuupumusmittari (Schutte ym. 2000, Hakanen 2002). MBI-GS muodostuu 16 väittämästä, jotka arvioivat työuupumuksen kolmea ulottuvuutta: ekshaustiota eli uupumusasteista väsymystä, kynnistyneisyyttä ja heikentynyttä ammatillista itsetuntoa (Kalimo ja Toppinen 1997, Kalimo ym. 2006). Osajulkaisussa I työuupumus luokiteltiin MBI-GS:n kokonaispistemäärän perusteella kolmeen luokkaan: ei työuupumusta (pistemäärä 0-1,49), lievä työuupumus (pistemäärä 1,5-3,49) ja vakava työuupunut (pistemäärä 3,5-6,0).

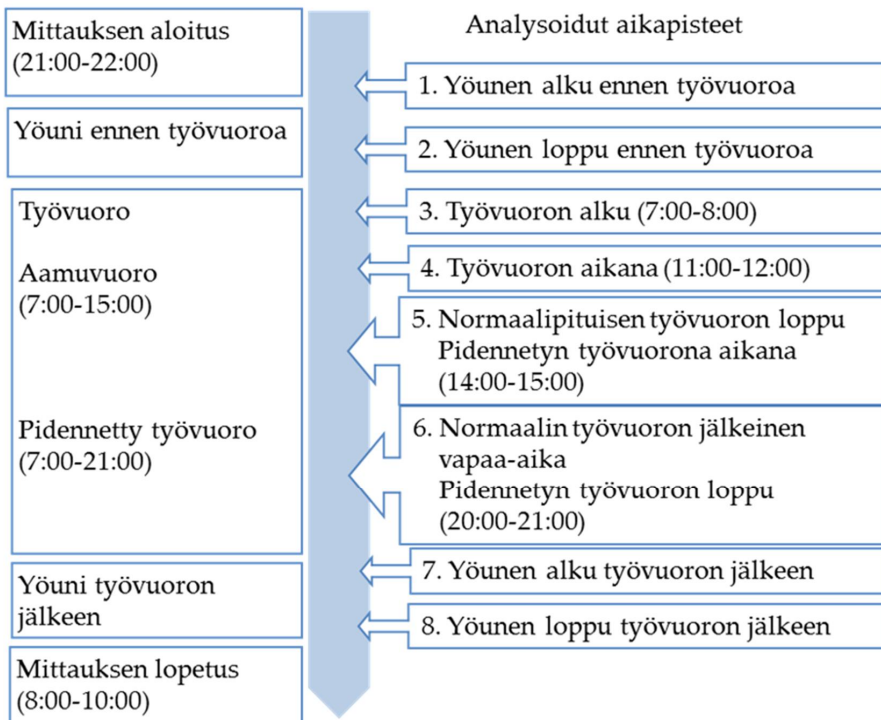
#### 4.2.5 Päiväkirjatiedot

Tutkittavat täyttivät sykevälivaihtelumittauksien aikana päiväkirjaa, johon he kirjasivat päivän toimintojaan ja kokemaansa fyysistä kuormittumista (osajulkaisut I, III ja IV). Päiväkirjasta on saatu tiedot esimerkiksi työvuoron ja yönun alkamisesta ja loppumisesta (osajulkaisut I, III ja IV) sekä vapaa-ajan aktiviteeteista (osajulkaisut I ja III).

Osajulkaisussa IV käytetty päiväkirja sisälsi tiedot myös koetusta unen laadusta ja vireystilasta. Koettua unen laatua kysyttiin 5-luokkaisella asteikolla (mukailtu Basic Nordic Sleep Questionnaire) (Partinen ja Gislason 1995), jossa 1 = erittäin huonosti, 2 = huonosti, 3 = kohtalaisesti, 4 = hyvin ja 5 = erittäin hyvin. Koettua vireystilaa selvitettiin työvuoron alussa ja lopussa Karolinska Sleepiness Scale (KSS) -asteikolla (Åkerstedt ja Gillberg 1990). Asteikko on 9-luokkainen, jossa 1 = erittäin vireä, 3 = vireä, 5 = ei unelias eikä vireä, 7 = unelias, mutta ei nukahtamassa, 9 = erittäin unelias / nukahtamaisillaan (hereillä pysyminen vaatii ponnistelua). KSS-asteikko on todettu olevan luotettava mittari vireystilan arviointiin. Aikaisemmissa laboratorio-olosuhteissa toteutetuissa tutkimuksissa KSS-asteikon on havaittu olevan yhteydessä aivosähkökäyrällä eli EEG:llä mitattuihin muuttujiin sekä reaktioaikaan ja virheiden määrään (esim. Kaida ym. 2006). Asteikkoa on käytetty paljon vuorotyötä (Sallinen ym. 2004, Sallinen ym. 2005) sekä tarkkaavaisuutta ja toimintakykyä (Gillberg ym. 1994, Gillberg ym. 1996) koskevissa tutkimuksissa.

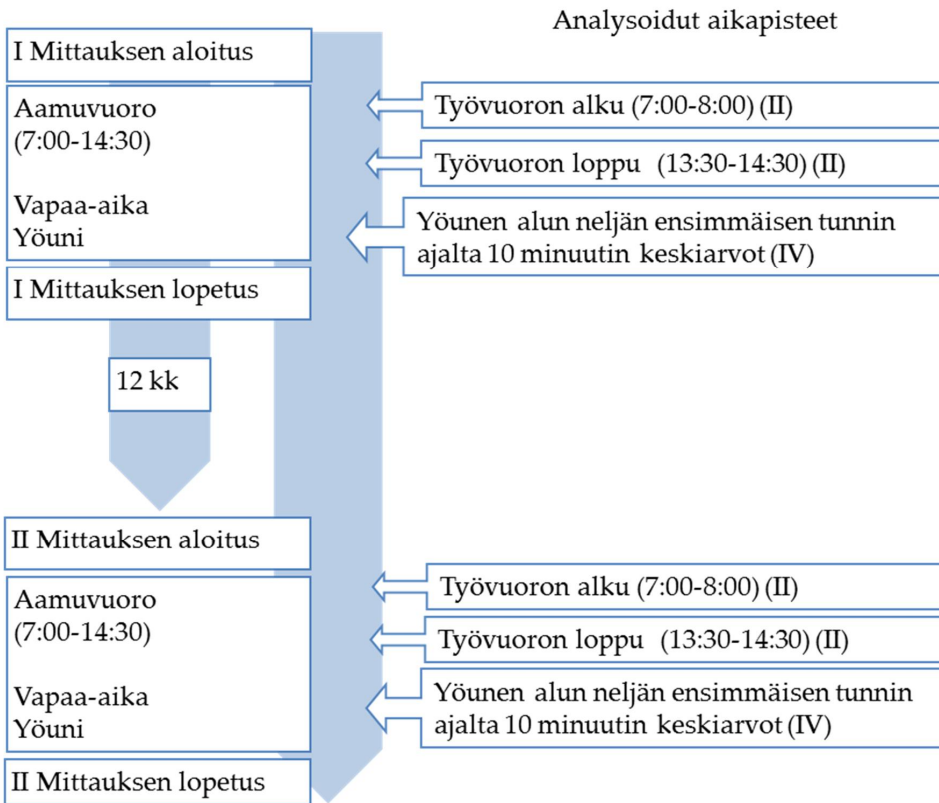
#### 4.2.6 Sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun mittaus ja datan analysointi

Osajulkaisussa I sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun 36 tunnin mittauksissa käytettiin Suunto Memory Belt -sykepantaa (Suunto Ltd. Vantaa, Suomi) avulla. Molemmat mittaukset aloitettiin työvuoroa edeltävänä iltana, ja ne päättyivät työvuoron jälkeisen yön jälkeen. Molempien mittausten sykedatasta analysoitiin yhteensä kahdeksan 10 minuutin mahdollisimman häiriötöntä aikapistettä (Kuvio 3).



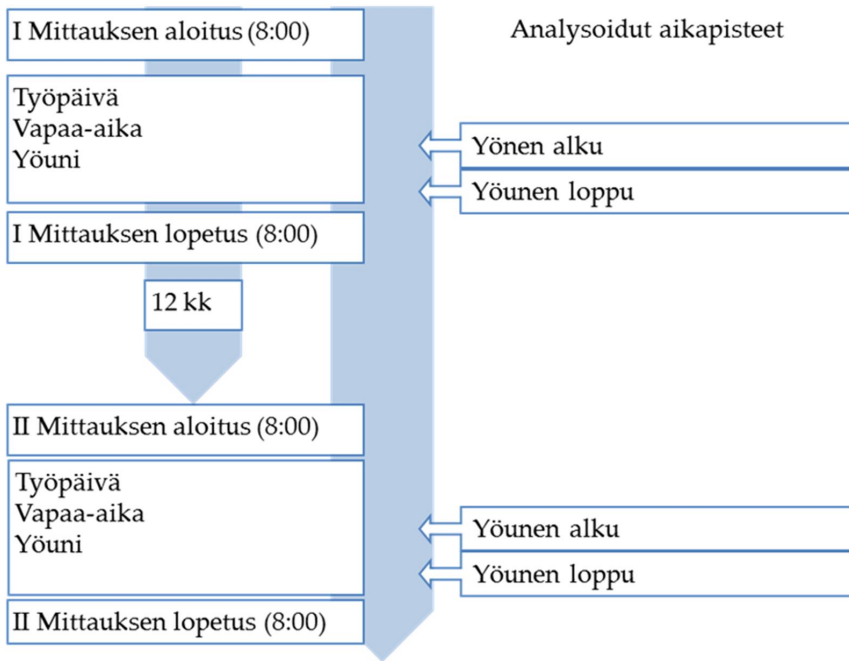
Kuvio 3. Analysoidut aikapisteet osajulkaisussa I

Osajulkaisussa II ja IV sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun 24 tunnin alkumittaukset toteutettiin Suunto T6 -rannetietokoneen avulla ja seurantamittaukset vuoden kuluttua Smart Belt -sykepannan avulla. Molemmat mittaukset aloitettiin aamuvuoron alussa, ja ne päättyivät työvuoron jälkeisen yön jälkeen. Osajulkaisussa II molempien mittausten sykedatasta analysoitiin työvuoron alusta ja työvuoron lopusta mahdollisimman häiriötön 10 minuutin aikapiste (Kuvio 4). Osajulkaisussa IV sykedatasta analysoitiin yöunen alun neljän ensimmäisen tunnin ajalta poimittujen 10 minuutin aikapisteiden keskiarvoa (Kuvio 4). Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että palautumisen tarkastelua sykevälivaihtelun avulla tulisi toteuttaa hidasaaltouneen (*slow wave sleep, SWS*) eli yöunen ensimmäisen puoliskon aikana (Brandenberger ym. 2005).



Kuvio 4. Analysoidut aikapisteet osajulkaisuissa II ja IV (suluissa oleva merkintä viittaa osajulkaisuun)

Osajulkaisuissa III sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun 24 tunnin alkumittauksissa käytettiin Suunto T6 -rannetietokonetta ja seurantamittauksessa vuoden kuluttua Suunto Smart Belt -sykepantaa. Molemmilla mittauskerroilla mittaukset aloitettiin työpäivän alussa ja ne päättyivät työpäivän jälkeisen yön jälkeen. Yöunen ensimmäisen ja viimeisen puolestatoista tunnin ajalta mitatusta sydedatasta valittiin mahdollisimman häiriötön 15 minuutin aikapiste. Nämä aikapisteet analysoitiin sekä alku- että seurantamittauksesta (Kuvio 5).



Kuvio 5. Analysoidut aikapisteet osajulkaisussa III

Sykedata analysoitiin Itä-Suomen yliopiston sovelletun fysiikan laitoksen kehittämän Kubios HRV (versio 2.0 ja versio 2.1) -analyysiohjelman avulla (<http://kubios.uef.fi>) (Niskanen ym. 2004, Tarvainen ym. 2014).

Osajulkaisuissa I–III analysoitavaksi otettiin mukaan vain häiriötön sykedata tutkijan visuaalisen arvioinnin perusteella. Osajulkaisussa IV poimittiin sykedatasta systemaattisesti yöunen neljän ensimmäisen tunnin ajalta 10 minuutin jaksot, joista laskettiin keskiarvo. Paljon häiriötä sisältävät 10 minuutin jaksot joko hylättiin tai korjattiin ennen analysointia.

Ennen tunnuslukujen laskemista sykevälvaihteludatasta poistettiin perustason vaihtelu (alle 0,04 Hz:n taajuudet) käyttäen *smoothness priors* -trendinpoistomenetelmää (Tarvainen ym. 2002). Aikatason parametrit SDNN ja RMSSD laskettiin datasta (*detrended data*), josta perustaso oli poistettu, kun taas meanRR laskettiin alkuperäisestä raakadatasta (*non-detrended data*).

Ennen spektrin laskemista HRV-data interpoloitiin 4 Hz:n näytteistystaajuudella (*cubic spline*), jotta saatiin tasaväleisesti näytteistetty sykedata. Spektriestimaatit laskettiin käyttäen Welchin periodogrammi -metodia (Marple 1987) (256 sekunnin ajanjaksoista, 50 % päällekkäisyydellä). Spektristä laskettiin HF- ja LF-tehot sekä niiden suhde LF/HF. Taajuustason komponenttien tehot normalisoituina yksikköinä laskettiin suhdelukuina: LF / (Kokonaisteho – VLF) ja HF / (Kokonaisteho – VLF).

### 4.3 TILASTOLLINEN KÄSITTELY

Aineistojen tilastollisessa analysoinnissa käytettiin Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 19 -ohjelmaa (versio 19.0 SPSS, Chicago IL, USA) Luokitteluasteikollisten muuttujien kuvailussa käytettiin kuvailevia tunnuslukuja (frekvenssi, prosenttiosuudet). Jatkuvista, normaalijakautuneista muuttujista laskettiin keskiarvo (ka), keskihajonta (kh) ja vaihteluväli. Ei-normaalijakautuneista jatkuvista muuttujista laskettiin mediaani ja vaihteluväli. Jatkuvien muuttujien jakautuneisuus tarkistettiin Kolmogorov-Smirnovin testillä. Mittauskertojen välisiä eroja sekä mittausten sisällä tapahtuvia muutoksia sykevälivaihtelumuuttujissa analysoitiin lineaarisen sekamallin (*linear mixed models*) avulla. Tuloksista raportoitiin parametriestimaatit (B) ja 95 prosentin luottamusväli (95 % CI). Parametriestimaatti kuvaa eron suuruutta suhteessa valittuun viiteryhmään (Brown ja Prescott 2006).

Analyyseissä selitettävänä muuttujana käytettiin sykevälivaihtelumuuttujia ja niitä jokaista tarkasteltiin erikseen. Ikää (vuosina) käytettiin kovariaattina kaikissa analyyseissä. Analyyseissä tarkastellut muuttujat on esitetty taulukossa 5. Kunkin osajulkaisun taustamuuttujien ja analyyseissä mukana olleiden muuttujien tarkempi kuvaus on esitetty liitetaulukoissa 1–4 ja muuttujien kuvailevat tunnusluvut liitetaulukoissa 5–8. Muuttujat, joilla ei havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, jätettiin pois jatkoanalyyseistä. Jäännösten (*residuals*) normaalijakautuneisuuden tarkastelu tehtiin histogrammin avulla. Tilastollisesti merkitseväksi katsottiin kaksisuuntaiset p-arvot, jotka olivat pienempiä kuin 0,05.

## Taulukko 5. Tiivistelmä tutkimusaineistoista, koasetelmasta ja analyysissä (lineaarinen sekamalli) tarkastelluista muuttujista

Osa-julkaisu	Aineisto	Koasetelma	Selittävät muuttujat <sup>a</sup>	Selittävät / Jatkuvat muuttajat (J) ja luokitellut muuttajat (L)
I	Vuorotyötä tekevät naisohitajat, n= 51	Poikittaisasetelma, 8 tunnin ja pitkän työvuoron välinen vertailu  (Muuttujien tarkastelu kahdeksasta aikapisteestä työssä ja vapaa-aikana)	MeanRR (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF-teho (ms <sup>2</sup> ) HF-teho (ms <sup>2</sup> )	Työvuoron pituus (L) Tarkastelussa olleet aikapisteet (L) Ikä (J) Sairauspoissaolojen lukumäärä 12 kk:n aikana (J) <sup>b</sup> Pitkien työvuorojen määrä viimeisen 6 viikon aikana (L) <sup>b</sup> Kotona asuvien lasten määrä (L) <sup>b</sup> Koettu työstressi (L) <sup>b</sup>
II	Vuorotyötä tekevät naisohitajat, n=48	Pitkittäisasetelma, ennen ja jälkeen vuorotyöjärjestelmän kehittämisen, vuoden seuranta  (Muuttujien tarkastelu työvuoron alusta ja lopusta)	MeanRR (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF-teho (ms <sup>2</sup> ) LF-teho (n.u.) HF-teho (ms <sup>2</sup> ) HF-teho (n.u.) LF/HF	Analysoitu ajankohta (L) Vuorotyöjärjestelmä (L) Työaikamuoto (L) Ikä (J) Siviilisääty (L) <sup>b</sup> Koettu stressi (L) <sup>b</sup> Työkyvyndeksi (J) <sup>b</sup> Koettu työkyky (J) <sup>b</sup>
III	Opetusalalla työskentelevät naiset, n=29	Kaksi poikkileikkausta, vuoden välein  (Muuttujien tarkastelu yöunen alusta ja lopusta)	MeanRR interval (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF teho (%) HF teho (%) LF / HF	Mittauskerta (alkumittaus vs. seurantamittaus) (L) Ikä (J) Painoindeksi (J) <sup>b</sup> Työpäivän pituus (J) Yöunen pituus (J) <sup>b</sup> Koettu työkyky (J) <sup>b</sup> Koettu stressi (L) <sup>b</sup> Koetut psyykkiset voimavarat (L) <sup>b</sup> Vapaa-ajan toiminnot (L) <sup>b</sup>
IV	Vuorotyötä tekevät naisohitajat, n=39	Pitkittäisasetelma, ennen ja jälkeen vuorotyöjärjestelmän kehittämisen, vuoden seuranta  (Muuttujien tarkastelu yöunen alusta mitatun ensimmäisen neljän tunnin ajalta)	MeanRR (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF-teho (ms <sup>2</sup> ) LF-teho (n.u.) HF-teho (ms <sup>2</sup> ) HF-teho (n.u.) LF/HF	Vuorotyöjärjestelmä (L) Ikä (J) Painoindeksi (J) <sup>b</sup> Fyysinen kunto (J) <sup>b</sup> Työaikamuoto (L) <sup>b</sup> Fyysinen aktiivisuus (L) Vireystila (L) <sup>b</sup> Yöunen laatu (L) <sup>b</sup>

<sup>a</sup> MeanRR = RR intervallien keskiarvo, SDNN = RR intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neljösosumman keskiarvosta, LF teho = Matalataajuinen (0,04–0,15 Hz) komponentin teho, LF teho (n.u.) = Matalataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = LF / (Kokonaisteho – VLF), HF teho = Korkeataajuisen (0,15–0,4 Hz) komponentin teho, HF teho (n.u.) = korkeataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = HF / (Kokonaisteho – VLF), LF / HF = Matalataajuisen ja korkeataajuisen komponentin suhde, LF teho (%) = Matalataajuisen (0,04–0,15 Hz) komponentin osuus kokonaisvaihtelusta, HF teho (%) = Korkeataajuisen (0,15–0,4 Hz) komponentin osuus kokonaisvaihtelusta.

<sup>b</sup> Analyysissä tarkastellut muuttujat, jotka jätetty pois jatkoanalyysistä, koska niillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä.



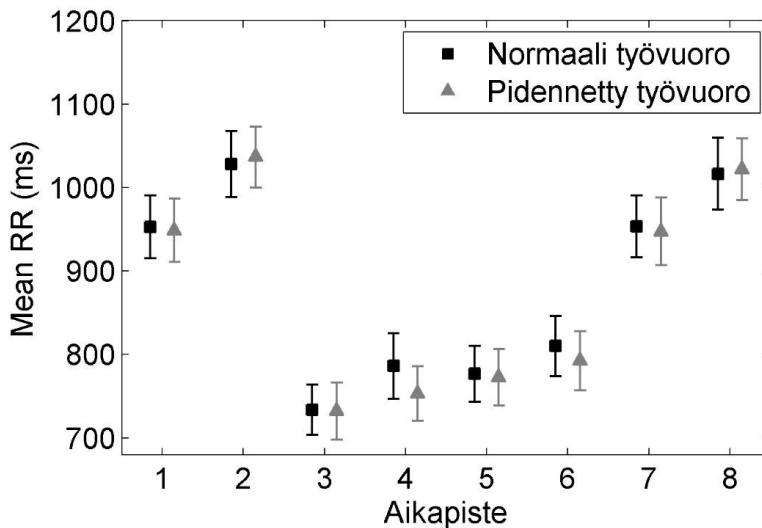
## 5 Tulokset

### 5.1 SYKEVÄLIVAIHTELU NORMAALIN JA PITKÄN TYÖVUORON JA NIISTÄ PALAUTUMISEN AIKANA (TULOKSET OSAJULKAISUSTA I)

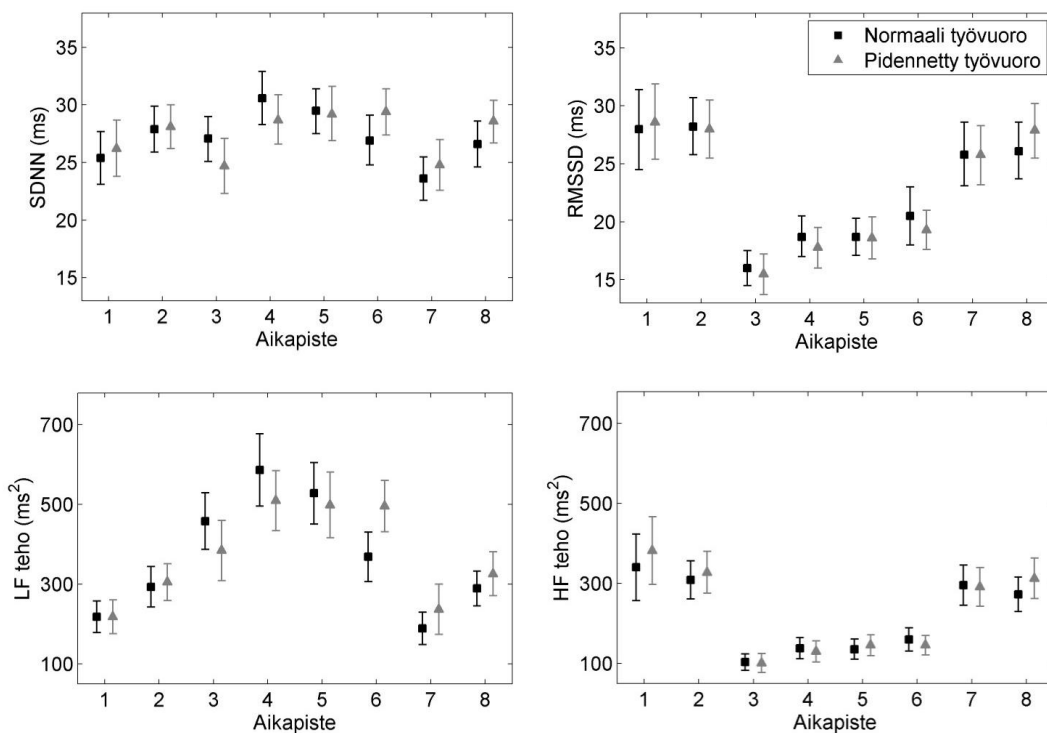
Tutkittavien (n=51) keski-ikä oli 42 vuotta (vaihteluväli 24–56) ja keskimääräinen vuorotyökokemus oli 11 vuotta. Tutkittavilla oli keskimäärin yksi lääkärin diagnosoima sairaus (mediaani 1, vaihteluväli 0-5,) ja 22 tutkittavalla (44 %) oli käytössä jokin säännöllinen lääkitys. Tutkittavista kolme (6 %) tupakoi päivittäin.

Analyyseissä tarkastettiin sairauspoissaolojen, pitkien työvuorojen ja kotona asuvien lasten määrät sekä koetun työstressin mahdollinen vaikutus tuloksiin. Koska näillä muuttujilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, jätettiin ne lopullisista analyyseistä pois. Tutkittavien taustatietojen ja analyyseissä mukana olleiden muuttujien kuvailevat tunnusluvut on esitetty liitetaulukossa 5.

Autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurempaa sekä normaalin (aikapisteet 3-5) että pitkän työvuoron (aikapisteet 3-6) aikana verrattuna työvuoroja edeltävään (aikapisteet 1-2) tai työvuorojen jälkeiseen vapaa-aikaan. Tämä oli nähtävissä parasympaattista aktiivisuutta kuvaavien muuttujien (meanRR, RMSSD ja HF) pienenemisenä ja sympaattista aktiivisuutta kuvaavien muuttujien (SDNN ja LF) kasvuna työvuoron aikana verrattuna vapaa-aikaan (Kuviot 6 ja 7 sekä taulukot 6 ja 7).



Kuvio 6. RR intervallien keskiarvo eli meanRR (keskiarvo ja 95 % luottamusväli) normaalissa ja pitkässä työvuorossa analysoiduissa aikapisteissä 1-8 (Aikapisteet: 1. yönen alku ennen työvuoroa, 2. yönen loppu ennen työvuoroa, 3. työvuoron alku (kello 7:00–8:00), 4. työvuoron aikana (kello 11:00–12:00), 5. normaalipituisen työvuoron loppu / pitkän työvuoron aikana (kello 14:00–15:00), 6. normaalin työvuoron jälkeinen vapaa-aika / pitkän työvuoron loppu (kello 20:00–21:00), 7. yönen alku työvuoron jälkeen ja 8. yönen loppu työvuoron jälkeen).



Kuvio 7. Aikatason (SDNN ja RMSSD) ja taajuustason muuttujien (LF- ja HF-teho) keskiarvo ja 95 % luottamusväli normaalissa ja pitkässä työvuorossa analysoiduissa aikapisteissä 1-8 (Aikapisteet: 1. yön enen alku ennen työvuoroa, 2. yön enen loppu ennen työvuoroa, 3. työvuoron alku (kello 7:00–8:00), 4. työvuoron aikana (kello 11:00–12:00), 5. normaalipituisen työvuoron loppu / pitkän työvuoron aikana (kello 14:00–15:00), 6. normaalin työvuoron jälkeinen vapaa-aika / pitkän työvuoron loppu (kello 20:00–21:00), 7. yön enen alku työvuoron jälkeen ja 8. yön enen loppu työvuoron jälkeen). Kuviossa SDNN (ms) eli RR intervallien keskihajonta, RMSSD (ms) eli neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta, LF (ms<sup>2</sup>) eli matalataajuisen sykevaihdelun teho ja HF (ms<sup>2</sup>) eli korkeataajuisen sykevälivaihdelun teho.

Normaalin ja pitkän työvuoron aikana rekisteröidyissä meanRR- ja RMSSD-arvoissa sekä korkeataajuisen komponentin tehossa (HF) ei ollut eroa työvuorojen välillä (Taulukko 8).

Työvuorojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero SDNN-arvossa aikapisteessä 3 (työvuoron alku) ja aikapisteessä 6 (normaalin työvuoron jälkeinen vapaa-aika / pitkän työvuoron loppu). Normaalin työvuoron alussa SDNN-arvo oli 2,4 ms korkeampi ( $p=0,026$ ) kuin pitkän työvuoron aikana mitattu arvo. Tulos viittaa siihen, että autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus on suurempaa normaalin työvuoron alussa. Normaalin työvuoron jälkeen aikapisteessä 6 mitattu SDNN oli 2,6 ms alhaisempi ( $p=0,016$ ) kuin pitkän työvuoron vastaavassa aikapisteessä (Taulukko 8).

Normaalin ja pitkän työvuoron välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero matalataajuisen komponentin tehossa (LF) aikapisteissä 3, 4 ja 6. Normaalin työvuoron alussa (aikapiste 3) ja aamupäivän aikana (kello 11.00–12.00, aikapiste 4) LF-arvo oli korkeampi ( $p=0,046$  ja  $p=0,043$ ) kuin pitkän työvuoron vastaavissa ajankohdissa. Normaalin työvuoron jälkeen illalla (kello 20.00–21.00, aikapiste 6) LF-arvo oli puolestaan 135,2 ms<sup>2</sup> alhaisempi ( $p<0,001$ ) kuin pitkän työvuoron arvo. (Taulukko 8). Tulokset viittaavat siihen, että autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurempaa työvuoron alussa ja aamupäivän aikana. Normaalin työvuoron jälkeen ja vapaa-ajalla sympaattinen aktiivisuus näyttää olleen vähäisempää pitkään työvuoroon verrattuna.

Taulukko 6. Aika- ja taajuustason sykevälivaihtelumuuttujien vertailu aikapisteiden välillä normaalissa työvuorossa

Aika- piste	meanRR			SDNN			RMSSD			LF-teho			HF-teho		
	B <sup>a</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>		B <sup>c</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>		B <sup>c</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>		B <sup>a</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>		B <sup>a</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>	
1 vs 8	-57,6 (-90,8, -24,4)	0,001		-1,4 (-3,5, 0,7)	0,196		1,8 (-0,6, 4,2)	0,150		-75,4 (-150,2, -0,5)	0,049		-57,6 (-90,8, -24,4)	0,001	
2 vs 8	13,3 (-19,9, 46,5)	0,431		1,0 (-1,1, 3,2)	0,341		1,9 (-0,4, 4,4)	0,108		-1,5 (-76,4, 73,3)	0,968		13,3 (-19,9, 46,5)	0,431	
3 vs 8	-275 (-309, -242)	< 0,001		0,4 (-1,7, 2,6)	0,710		-10,1 (-12,6, -7,7)	< 0,001		170,4 (94,7, 246,1)	< 0,001		-275,0 (-308,6, -241,5)	< 0,001	
4 vs 8	-227 (-260, -194)	< 0,001		3,9 (1,7, 6,0)	< 0,001		-7,4 (-9,8, -5,0)	< 0,001		293,9 (218,8, 369,1)	< 0,001		-227,1 (-260,4, -193,8)	< 0,001	
5 vs 8	-238 (-271, -205)	< 0,000		2,6 (0,5, 4,7)	0,015		-7,5 (-9,9, 5,1)	< 0,001		234,3 (159,9, 308,8)	< 0,001		-237,8 (-270,8, -204,8)	< 0,001	
6 vs 8	-202 (-236, -168)	< 0,001		0,2 (-1,9, 2,3)	0,861		-5,7 (-8,1, -3,2)	< 0,001		77,5 (1,5, 153,5)	0,046		-201,8 (-235,5, -168,1)	< 0,001	
7 vs 8	-60,2 (-93,5, -26,9)	< 0,001		-3,2 (-5,3, -1,0)	0,004		-0,4 (-2,8, 2,0)	0,727		-102,4 (-177,5, -27,3)	0,008		-60,2 (-93,5, -26,9)	< 0,001	

<sup>a</sup> B = parametristimaatti (sekunteina), <sup>b</sup> Lineaarinen sekamalli (*Linear Mixed Model*), jossa ikä kovariaattina, <sup>c</sup> B = parametristimaatti (millisekunteina, ms)  
MeanRR = RR intervallien keskiarvo, SDNN = RR intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta,  
LF-teho = Matalataajuisen (0,04-0,15 Hz) komponentin teho ja HF-teho = Korkeataajuisen (0,15-0,4 Hz) komponentin teho.

Taulukko 7. Aika- ja taajuustason sykeväilvaihtelumuuttujien vertailu aikapisteiden välillä pitkässä työvuorossa

Aika- piste	meanRR			SDNN			RMSSD			LF-teho			HF-teho		
	B <sup>a</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>	p <sup>b</sup>	B <sup>c</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>	p <sup>b</sup>	B <sup>c</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>	p <sup>b</sup>	B <sup>c</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>	p <sup>b</sup>	B <sup>c</sup> (95 % CI)	p <sup>b</sup>	
1 vs 8	-77,2 (-109, -45,3)	< 0,001	0,417	-2,3 (-4,4, -0,3)	0,025	0,494	0,8 (-1,5, 3,1)	0,882	0,796	-107,3 (-179,2, -35,3)	0,004	0,682	-77,2 (-109,1, -45,3)	< 0,001	
2 vs 8	13,5 (-19,1, 46,1)	0,417	0,417	-0,2 (-2,2, 1,9)	0,882	0,796	0,3 (-2,0, 2,7)	0,882	0,796	-15,4 (-88,9, 58,2)	0,682	0,417	13,5 (-19,1, 46,1)	0,417	
3 vs 8	-287 (-319, -253)	< 0,001	0,001	-3,6 (-5,7, -1,5)	0,001	< 0,001	-12,1 (-14,5, -9,8)	0,001	< 0,001	63,9 (-9,6, 137,4)	0,088	0,088	-285,8 (-318,4, -253,3)	< 0,001	
4 vs 8	-264 (-297, -231)	< 0,001	0,686	0,4 (-1,7, 2,5)	0,686	< 0,001	-10,1 (-12,5, -7,7)	0,432	< 0,001	186,0 (111,5, 260,4)	< 0,001	< 0,001	-263,9 (-296,9, -230,9)	< 0,001	
5 vs 8	-250 (-283, -217)	< 0,001	0,432	0,8 (-1,3, 2,9)	0,432	< 0,001	-9,2 (-11,6, -6,8)	0,262	< 0,001	175,8 (102,2, 249,4)	< 0,001	< 0,001	-249,9 (-282,6, -217,3)	< 0,001	
6 vs 8	-227 (-259, -194)	< 0,001	0,262	1,1 (-0,9, 3,3)	0,262	< 0,001	-8,4 (-10,7, -6,0)	0,055	0,055	181,9 (108,4, 255,5)	< 0,001	0,017	-226,8 (-259,4, -194,2)	< 0,001	
7 vs 8	-77,3 (-110, -44,7)	< 0,001	0,055	-3,9 (-6,0, -1,8)	< 0,001	0,055	-2,3 (-4,7, 0,05)	0,055	0,055	-89,7 (-163,2, -16,2)	0,017	0,017	-77,3 (-109,9, -44,7)	< 0,001	

<sup>a</sup> B=parametriestimaatti (sekunteina, s), <sup>b</sup> Lineaarinen sekamalli (*Linear Mixed Model*), jossa ikä kovariaattina <sup>c</sup> B=parametriestimaatti (millisekunteina, ms)  
MeanRR = RR intervallien keskiarvo, SDNN = RR intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta,  
LF-teho = Matalataajuisen (0,04-0,15 Hz) komponentin teho ja HF-teho = Korkeataajuisen (0,15-0,4 Hz) komponentin teho.

Taulukko 8. Sykeväilvaihtelumuuttujien keskiarvojen ero (ka ero) normaalin ja pitkän työvuoron välillä aikapisteissä (1-8)

Aika- piste	meanRR		SDNN		RMSSD		LF-teho		HF-teho	
	ka ero <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>	ka ero <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>	ka ero <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>	ka ero <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>	ka ero <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>
1	8,8	0,587	-0,7	0,525	-0,5	0,690	1,2	0,974	8,8	0,587
2	-10,9	0,511	-0,4	0,697	0,2	0,850	-16,9	0,652	-10,9	0,511
3	0,1	0,995	<b>2,4</b>	<b>0,026</b>	0,6	0,636	<b>75,8</b>	<b>0,046</b>	0,1	0,995
4	26,1	0,124	1,8	0,093	1,3	0,287	<b>77,3</b>	<b>0,043</b>	26,1	0,124
5	1,4	0,933	0,2	0,862	0,2	0,842	27,9	0,455	1,3	0,933
6	14,3	0,397	<b>-2,6</b>	<b>0,016</b>	1,3	0,288	<b>-135,2</b>	<b>&lt; 0,001</b>	14,3	0,397
7	6,4	0,702	-0,9	0,408	0,5	0,708	-43,4	0,249	6,4	0,702
8	-10,7	0,527	-1,6	0,139	-1,4	0,244	-30,7	0,421	-10,7	0,527

<sup>a</sup> Normaali – pitkä työvuoro, <sup>b</sup> Lineaarinen sekamalli (*Linear Mixed Model*), jossa ikä kovariaattina

MeanRR = RR intervallien keskiarvo, SDNN = RR intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta, LF-teho = Matalataajuuden (0,04-0,15 Hz) komponentin teho ja HF-teho = Korkeataajuuden (0,15-0,4 Hz) komponentin teho.

## **5.2 VUOROTYÖJÄRJESTELMÄÄN TEHTYJEN MUUTOSTEN VAIKUTUS TYÖVUORON ALUSSA JA LOPUSSA MITATTUUN SYKEVÄLIVAIHTELUUN (TULOKSET OSAJULKAISUSTA II)**

Alkumittauksessa tutkittavien (n=48) keski-ikä oli 45 vuotta (vaihteluväli 20–59) ja keskimääräinen työkokemus oli 22 vuotta. Tutkittavilla oli keskimäärin yksi lääkärin diagnosoima sairaus (mediaani 1, vaihteluväli 0-5) ja yhdeksällä tutkittavalla (19 %) oli käytössä jokin säännöllinen lääkitys. Tutkittavista yhdeksän (19 %) ilmoitti tupakoivansa päivittäin.

Työaikaamuoto (2–3-vuorotyö) oli mukana kaikissa analyyseissä faktorina. Analyyseissä tarkastettiin myös, vaikuttivatko siviilisäätö, koettu työkyky (työkykyindeksin kokonaispistemäärä ja ensimmäinen kysymys) ja koettu työstressi tuloksiin. Koska näillä muuttujilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, jätettiin ne pois lopullisista analyyseistä. Tutkittavien taustatietojen ja analyyseissä mukana olleiden muuttujien kuvailevat tunnusluvut on esitetty liitetaulukossa 6.

Taulukossa 9 on esitetty työvuoron alussa ja lopussa mitattujen sykevälivaihtelumuuttujien kuvailevat tunnusluvut alku- ja seurantamittauksessa (ennen vuorotyöjärjestelmän kehittämistä ja vuosi sen jälkeen). Autonomisen hermoston parasympaattista aktiivisuutta kuvaavat sykevälivaihtelumuuttujat (RMSSD ja HF), erityisesti työvuoron alussa mitatut arvot, olivat seurantamittauksessa jonkin verran korkeammat alkumittaukseen verrattuna (Taulukko 9).

**Taulukko 9.** Sykevälivaihtelumuuttujien keskiarvo (ka), keskihajonta (kh) ja vaihteluväli työvuoron alussa ja lopussa alkumittauksessa (ennen vuorotyöjärjestelmän muutoksia) ja seurantamittauksessa vuoden kuluessa (n=48)

Muuttuja	Alkumittaus			Seurantamittaus		
	Työvuoron alku		Työvuoron loppu	Työvuoron alku		Työvuoron loppu
	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	
MeanRR (ms)	687,9 ± 126,7 (476,7-1176,8)	730,7 ± 118,3 (545,1-1044,7)	715,2 ± 126,1 (509,9-1049,4)	745,7 ± 113,5 (509,9-1006,4)		
SDNN (ms)	24,4 ± 7,7 (7,8-40,2)	26,7 ± 7,5 (7,7-38,9)	24,5 ± 8,7 (6,6-47,5)	26,6 ± 8,8 (9,2-48,3)		
RMSSD (ms)	14,3 ± 6,7 (3,4-31,2)	16,7 ± 7,4 (5,4-37,1)	15,8 ± 8,5 (4,3-55,0)	17,3 ± 7,2 (5,6-42,3)		
LF-teho (ms <sup>2</sup> )	387,1 ± 230,2 (23,8-1090,1)	428,2 ± 258,9 (31,8-1050,5)	363,3 ± 237,3 (20,8-990,3)	459,0 ± 337,2 (15,8-1491,2)		
LF-teho (n.u.)	83,6 ± 9,6 (46,4-97,3)	79,1 ± 14,6 (19,0-94,8)	78,2 ± 14,0 (26,4-93,5)	78,5 ± 13,0 (44,1-95,6)		
HF-teho (ms <sup>2</sup> )	85,7 ± 85,3 (3,2-398,3)	118,3 ± 107,2 (8,6-461,5)	120,9 ± 199,4 (2,7-1343,1)	119,2 ± 115,4 (4,1-697,8)		
HF-teho (n.u.)	16,4 ± 9,6 (2,7-53,6)	20,9 ± 14,6 (5,2-81,0)	21,8 ± 14,0 (6,5-73,6)	21,5 ± 13,0 (4,4-55,9)		
LF/HF	7,5 ± 6,3 (0,9-36,2)	6,0 ± 4,3 (0,2-18,2)	5,5 ± 3,7 (0,4-14,4)	5,6 ± 4,1 (0,8-21,7)		

MeanRR = RR intervallien keskiarvo, SDNN = RR intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta, LF-teho = Matalataajuisen (0,04-0,15 Hz) komponentin teho, LF-teho (n.u.) = Matalataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = LF / (Kokonaisteho - VLF), HF-teho = Korkeataajuisen (0,15-0,4 Hz) komponentin teho, HF teho (n.u.) = Korkeataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = HF / (Kokonaisteho - VLF), LF / HF = Matalataajuisen ja korkeataajuisen komponentin suhde

Työvuoron alussa ja lopussa mitatuissa aikatason sykevälivaihtelumuuttujissa (meanRR, SDNN ja RMSSD) ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia verrattaessa alku- ja seurantamittauksessa (ennen vuorotyöjärjestelmän kehittämistä ja vuosi sen jälkeen) saatuja arvoja (Taulukko 10). Sen sijaan työvuoron alussa mitatut taajuustason muuttujat eli matalataajuisen komponentin teho (LF n.u.) ja LF/HF suhdeluku pienenevät ( $p=0,030$  ja  $p=0,032$ ) ja korkeataajuisen komponentin teho (HF n.u.) kasvoi ( $p=0,030$ ) seurantamittauksessa verrattuna alkumittauksessa saatuihin arvoihin. Tulokset viittaavat siihen, että vuosi vuorotyöjärjestelmään tehtyjen muutosten jälkeen sympaattinen aktiivisuus oli alentunut ja parasympaattinen lisääntynyt työvuoron alussa.

*Taulukko 10.* Sykevälivaihtelumuuttujien keskiarvojen ero (ka ero) ennen vuorotyöjärjestelmän kehittämistä (alkumittaus) ja vuosi muutosten jälkeen jälkeen (seurantamittaus) työvuoron alussa ja työvuoron lopussa

Muuttuja	Työvuoron alku		Työvuoron loppu	
	ka ero (95 % CI) <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>	ka ero (95 % CI) <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>
Mean RR (ms)	24,2 (-13,8, 62,3)	0,210	15,5 (-22,6, 53,5)	0,422
SDNN (ms)	0,4 (-2,1, 2,8)	0,761	0,4 (-2,0, 2,8)	0,758
RMSSD(ms)	1,3 (-0,9, 3,5)	0,250	0,6 (-1,6, 2,8)	0,596
LF-teho (ms <sup>2</sup> )	-11,4 (-98,3, 75,4)	0,795	47,2 (-39,6, 134,1)	0,284
LF-teho (n.u.)	<b>-4,8 (-9,2, -0,5)</b>	<b>0,030</b>	-0,2 (-4,6, 4,1)	0,921
HF-teho (ms <sup>2</sup> )	32,6 (-10,4, 75,7)	0,136	-0,1 (-43,2, 42,9)	0,996
HF-teho (n.u.)	<b>4,8 (0,5, 9,2)</b>	<b>0,030</b>	0,2 (-4,1, 4,6)	0,921
LF/HF	<b>-2,0 (-3,8, -0,2)</b>	<b>0,032</b>	-0,4 (-2,2, 1,5)	0,680

<sup>a</sup> Keskiarvojen ero (95 % luottamusväli) seurantamittauksen ja alkumittauksen välillä

<sup>b</sup> Lineaarinen sekamalli (*linear mixed model*), jossa ikä kovariaattina ja työaikamuoto (2- tai 3 - vuorotyö) faktorina.

MeanRR = RR-intervallien keskiarvo, SDNN = RR -intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta, LF = Matalataajuisen (0,04-0,15 Hz) komponentin teho, LF (n.u.) = Matalataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = LF / (Kokonaisteho - VLF), HF = Korkeataajuisen (0,15-0,4 Hz) komponentin teho, HF (n.u.) = Korkeataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = HF / (Kokonaisteho - VLF), LF / HF = Matalataajuisen ja korkeataajuisen komponentin suhde.

### 5.3 SYKEVÄLIVAIHTELUN MUUTOKSET YÖNEN ALUSSA JA LOPUSSA VUODEN SEURANNASSA (TULOKSET OSAJULKAISUSTA III)

Tutkittavien (n=29) keski-ikä alkumittauksessa oli 47 vuotta (vaihteluväli 31–60). Jokin säännöllinen lääkitys oli käytössä 16 tutkittavalla (55 %). Tutkittavista kolme (10 %) tupakoi päivittäin. Seurantamittauksessa jokin lääkitys oli käytössä 16 tutkittavalla (57 %) ja päivittäin tupakoi yksi tutkittavista (3 %).

Analyyseissä tarkasteltiin, miten koettu työstressi, psyykkiset voimavarat ja työkyky vaikuttavat tuloksiin. Lisäksi analysoitiin vapaa-ajan aktiviteettien, yön pitempiä ja painoindeksin mahdollista vaikutusta. Koska näillä muuttujilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, jätettiin ne lopullisista analyyseistä pois. Tutkittavien taustatietojen



ja analyyseissä mukana olleiden muuttujien kuvailevat tunnusluvut on esitetty liitetaulukossa 7.

Yöunen alusta ja lopusta analysoitujen sykevälivaihtelumuuttujien kuvailevat tunnusluvut alku- ja seurantamittauksessa on esitetty taulukossa 11.

**Taulukko 11.** Sykeväli vaihtelumuuttujien keskiarvo (ka), keskihajonta (kh) ja vaihteluväli yöunen alussa ja lopussa alku- ja seurantamittauksessa vuoden kuluessa (n=29)

Muuttuja	Alkumittaus				Seurantamittaus			
	Yöunen alku		Yöunen loppu		Yöunen alku		Yöunen loppu	
	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	ka ± kh (vaihteluväli)	
MeanRR (ms)	921,8 ± 126,5 (691,8 - 1169,8)	981,8 ± 121,5 (691,8 - 1169,8)	921,5 ± 111,4 (692,2 - 1110,6)	999,3 ± 126,1 (721,5 - 1278,5)				
SDNN (ms)	31,3 ± 10,7 (8,9 - 52,8)	35,7 ± 12,5 (10,1 - 58,9)	31,5 ± 13,6 (14,1 - 58,7)	35,7 ± 13,6 (17,8 - 65,0)				
RMSSD (ms)	29,7 ± 14,8 (5,3 - 67,3)	34,1 ± 16,1 (7,6 - 67,9)	30,0 ± 15,0 (9,6 - 65,1)	35,5 ± 15,9 (13,7 - 62,0)				
LF-teho (%)	46,3 ± 15,9 (17,9 - 69,9)	44,9 ± 14,0 (13,1 - 75,1)	46,0 ± 14,6 (18,8 - 78,0)	44,3 ± 12,4 (19,4 - 72,1)				
HF-teho (%)	37,3 ± 20,6 (8,2 - 75,5)	35,3 ± 19,3 (7,5 - 76,6)	38,1 ± 18,0 (10,6 - 73,2)	37,1 ± 14,5 (10,4 - 58,2)				
LF/HF	2,3 ± 2,3 (0,2 - 8,4)	2,1 ± 2,1 (0,2 - 10,0)	1,8 ± 1,6 (0,3 - 7,3)	1,7 ± 1,7 (0,3 - 6,1)				

MeanRR = RR intervallien keskiarvo, SDNN = RR-intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliosumman keskiarvosta, LF-teho (%) = Matalataajuisen (0,04-0,15 Hz) komponentin osuus kokonaisvaihtelusta, HF-teho (%) = Korkeataajuisen (0,15-0,4 Hz) komponentin osuus kokonaisvaihtelusta, LF / HF = Matalataajuisen ja korkeataajuisen komponentin suhde

Mittauskertojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa yöunen alusta tai lopusta analysoiduissa sykevälivaihtelumuuttujissa, kun analyyseissä huomioitiin ikä ja työpäivän pituus (Taulukko 12).

Taulukko 12. Sykevälivaihtelumuuttujien keskiarvojen ero (ka ero) alku- ja seurantamittauksessa yöunen alussa ja lopussa

Muuttuja	Yöunen alku		Yöunen loppu	
	ka ero (95 % CI) <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>	ka ero (95 % CI) <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>
MeanRR (ms)	-37,4 (-310,2, 235,3)	0,779	-293,7 (-608,6, 21,1)	0,066
SDNN (ms)	-19,3 (-53,0, 14,4)	0,250	-13,6 (-41,7, 14,6)	0,329
RMSSD(ms)	-8,2 (-42,9, 26,6)	0,632	-8,8 (-39,9, 22,2)	0,562
LF-teho (%)	-12,7 (-57,1, 31,6)	0,560	13,5 (-19,1, 46,0)	0,401
HF-teho (%)	23,5 (-28,5, 75,6)	0,361	8,6 (-35,4, 52,6)	0,690
LF/HF	-2,5 (-8,4, 3,5)	0,399	-0,4 (-4,6, 3,8)	0,835

<sup>a</sup> Keskiarvojen ero (95 % luottamusväli) seurantamittauksen ja alkumittauksen välillä

<sup>b</sup> Lineaarinen sekamalli (*linear mixed model*), jossa ikä ja työpäivän pituus kovariaatteina.

MeanRR = RR-intervallien keskiarvo, SDNN = RR-intervallien keskihajonta, RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta, LF-teho (%) = Matalataajuisen (0,04-0,15 Hz) komponentin osuus kokonaisvaihtelusta, HF-teho (%) = Korkeataajuisen (0,15-0,4 Hz) komponentin osuus kokonaisvaihtelusta, LF / HF = Matalataajuisen ja korkeataajuisen komponentin suhde

## 5.4 VUOROTYÖJÄRJESTELMÄÄN TEHTYJEN MUUTOSTEN VAIKUTUS YÖUNEN ALUSTA MITATTUUN SYKEVÄLIVAIHTELUUN (TULOKSET OSAJULKAISUSTA IV)

Alkumittauksessa tutkittavien (n=39) keski-ikä oli 45 vuotta (vaihteluväli 23–59) ja keskimääräinen työkokemus oli 21 vuotta. Tutkittavilla oli keskimäärin yksi lääkärin diagnosoima sairaus (mediaani 1, vaihteluväli 0–4), ja kymmenellä tutkittavalla (26 %) oli käytössä jokin säännöllinen lääkitys. Tutkittavista yhdeksän (23 %) ilmoitti tupakoivansa päivittäin.

Fyysinen aktiivisuus oli mukana kaikissa analyyseissä faktorina. Lisäksi analyyseissä tarkastettiin työaikamuodon (2–3-vuorotyö), koetun unen laadun sekä painoindeksin mahdollinen vaikutus tuloksiin. Koska näillä muuttujilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, jätettiin ne lopullisista analyyseistä pois. Tutkittavien taustatietojen ja analyyseissä mukana olleiden muuttujien kuvailevat tunnusluvut on esitetty liitetaulukossa 8.

Alku- ja seurantamittauksessa unen aikana mitattujen sykevälivaihtelumuuttujien kuvailevat tunnusluvut (mediaani ja vaihteluväli) on esitetty taulukossa 13. Ennen tulosten analysointia sykevälivaihtelumuuttujille tehtiin logaritimuunnos jakauman normalisoimiseksi. Logaritimuunnetut arvot vielä standardisoitiin, mikä mahdollisti parametristimaattien keskinäisen vertailun (kaikilla muuttujilla keskiarvo=0 ja keskihajonta=1).

Alku- ja seurantamittauksen välillä oli nähtävissä tilastollisesti merkitsevä suureneminen ( $p<0,001$ ) yöunen alussa mitatuissa meanRR-, SDNN-, RMSSD-, LF- and HF- arvoissa sekä korkeataajuisen komponentin tehossa normalisoituna yksikkönä (HF n.u.). Vuorotyöjärjestelmien välillä havaittiin myös tilastollisesti merkitsevä pieneneminen matalataajuisen komponentin tehossa normalisoituna yksikkönä (LF n.u.) sekä LF- ja HF-

komponenttien komponentin suhteessa ( $p < 0,001$  ja  $p = 0,033$ ). Tulokset viittaavat sympaattisen aktiivisuuden alenemiseen ja parasympaattisen aktiivisuuden lisääntymiseen yöunen alussa siirryttäessä vuorotyöjärjestelmään, jossa vähemmän nopeita siirtymiä työvuorojen välissä (Taulukko 13).

*Taulukko 13.* Yön alusta mitattujen sykevälivaihtelumuuttujien mediaani (Md) ja vaihteluväli sekä logaritmuunnettujen ja standardoitujen sykevälivaihtelumuuttujien keskiarvojen ero (ka ero) alku- ja seurantamittauksessa (ts. ennen vuorotyöjärjestelmän kehittämistä ja vuosi sen jälkeen)

Muuttuja	Alkumittaus	Seurantamittaus	ka ero (95% CI) <sup>a</sup>	p <sup>b</sup>
	Md (vaihteluväli)	Md (vaihteluväli)		
MeanRR (ms)	719,3 (509,9-860,5)	921,9 (745,3-1566,5)	<b>1,33 (0,81, 1,85)</b>	<b>&lt; 0,001</b>
SDNN (ms)	27,9 (7,8-77,9)	45,4 (14,8-105,5)	<b>1,49 (0,89, 2,08)</b>	<b>&lt; 0,001</b>
RMSSD (ms)	16,9 (4,7-126,5)	39,6 (12,0-95,5)	<b>1,45 (1,00, 1,91)</b>	<b>&lt; 0,001</b>
LF-teho (ms <sup>2</sup> )	441,8 (15,8-2786,4)	949,0 (113,8-6418,3)	<b>1,21 (0,50, 1,92)</b>	<b>0,001</b>
LF-teho (n.u.)	80,3 (52,6-93,2)	62,6 (31,3-80,2)	<b>- 1,14 (-1,61, -0,67)</b>	<b>&lt; 0,001</b>
HF-teho (ms <sup>2</sup> )	117,9 (3,8-1291,1)	547,0 (42,9-3886,5)	<b>1,58 (1,15, 2,01)</b>	<b>&lt; 0,001</b>
HF-teho (n.u.)	19,6 (6,8-46,6)	37,4 (19,7-68,6)	<b>1,13 (0,66, 1,66)</b>	<b>&lt; 0,001</b>
LF/HF	4,1 (1,1-13,6)	2,2 (0,5-6,3)	<b>- 0,67 (-1,28, -0,06)</b>	<b>0,033</b>

<sup>a</sup> Logaritmuunnettujen ja standardoitujen sykevälivaihtelumuuttujien keskiarvojen ero (95 % luottamusväli) seuranta- ja alkumittauksen välillä

<sup>b</sup> Lineaarinen sekamalli (*Linear Mixed Model*), jossa ikä kovariaattina ja fyysinen aktiivisuus faktorina.

MeanRR = RR-intervallien keskiarvo, SDNN = RR intervallien keskihajonta,

RMSSD = Neliöjuuri perättäisten RR-intervallien erojen neliösumman keskiarvosta,

LF-teho = Matalataajuisen (0,04-0,15 Hz) komponentin teho,

LF-teho (n.u.) = Matalataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = LF / (Kokonaisteho - VLF),

HF-teho = Korkeataajuisen (0,15-0,4 Hz) komponentin teho,

HF-teho (n.u.) = Korkeataajuisen komponentin teho normalisoituna yksikkönä = HF / (Total power - VLF),

LF / HF = Matalataajuisen ja korkeataajuisen komponentin suhde

## 6 Pohdinta

### 6.1 TULOSTEN POHDINTA

#### 6.1.1 Sykevälivaihtelu tavallisessa ja pitkässä työvuorossa

Ensimmäisessä osajulkaisussa tutkittiin sairaanhoitajien sykevälivaihtelua normaalipituisen aamuvuoron ja pitkän työvuoron aikana. Sykevälivaihtelussa tapahtuvien muutosten eroja työvuorojen välillä tarkasteltiin 36 tunnin sykintätaajuuden ja sykevälivaihtelun rekisteröinneistä kahdeksassa eri aikapisteessä työvuoron, vapaa-ajan ja yöunen aikana. Tulosten mukaan autonomisen hermoston sympaattisen aktiivisuus oli suurempaa ja/tai parasympaattinen aktiivisuus oli pienempää työssä kuin vapaa-ajalla tai nukkuessa. Sykevälivaihtelun avulla oli mahdollista erottaa työn, vapaa-ajan sekä yöunen aiheuttamat muutokset autonomisen hermoston toiminnassa. Tulos on samankaltainen kuin esimerkiksi 24–49-vuotiaille sairaanhoitajille tehdyssä tutkimuksessa (Ito ym. 2001).

Kahdeksan tunnin aamuvuoron alussa, aamupäivän aikana sekä työvuoron lopussa autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurempaa kuin pitkän työvuoron vastaavissa ajankohdissa. Sympaattista ja parasympaattista aktiivisuutta kuvaavien sykevälivaihtelumuuttujien arvot (SDNN ja LF teho) olivat korkeampia normaalin työvuoron aikana, mikä kertoo sympaattisen hermoston suuremmasta aktiivisuudesta.

Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu yhteys koetun stressin ja alentuneen sykevälivaihtelun välillä (Collins ym. 2005, Collins ja Karasek 2010, Hynynen ym. 2010, Clays ym. 2011, Thayer ym. 2012). Tässä tutkimuksessa havaittu suurempi sympaattinen aktiivisuus ja/tai pienempi parasympaattinen aktiivisuus kahdeksan tunnin aamuvuoron aikana voi merkitä siis kiireisempää työtahtia tai suurempaa stressaavien työtilanteiden määrää. Tulosta voi selittää myös se, että pitkä työvuoro sisältää saman määrän työtehtäviä kuin normaali työvuoro mutta työtehtävät on mahdollista toteuttaa rauhallisemmalla työtahdilla: pitkä työvuoro mahdollistaa työtehtävien joustavan toteuttamisen. Esimerkiksi potilaiden peseminen, joka tyypillisesti koetaan fyysisesti kuormittavaksi työtehtäväksi aamuvuoroissa (Nuikka 2001), on mahdollista jakaa pitkän työpäivän aikana useamman työtunnin ajalle sen sijaan, että työtehtävä toteutettaisiin tiettyyn ajankohtaan mennessä aamuvuoron aikana. Tämä voi tuntua kiireettömältä ratkaisulta hoitajan ja myös potilaan näkökulmasta.

Pitkien työvuorojen tekeminen perustui hoitajien vapaaehtoisuuteen. Tiedetään, että pitkiä työvuoroja tehdään usein työn ja perhe-elämän yhteensovittamiseksi (Estry-Behar ym. 2012). Mahdollinen selitys tässä tutkimuksessa saadulle tulokselle voi olla myös työntekijöiden suurempi tyytyväisyys työaikajärjestelyihin (Knauth 2007), jolloin työntekijä saattaa kokea työnsä vähemmän kuormittavaksi. Työntekijöiden vaikutusmahdollisuudet omiin työaikoihinsa lisää myös heidän koettua työhyvinvointia (Moen ym. 2011).

Kahdeksan tunnin aamuvuoron jälkeen vapaa-aikana (kello 20.00–21.00, aikapiste 6) sympaattista ja parasympaattista aktiivisuutta kuvaavien muuttujien (SDNN ja LF teho) arvot olivat matalampia kuin pitkän työvuoron jälkeen vastaavassa aikapisteessä. Tulos viittaa autonomisen hermoston palautumiseen normaalin työvuoron jälkeen: työntekijät olivat palautuneet vapaa-ajallaan. Verrattaessa työvuorojen loppuja (aikapiste 5 kahdeksan tunnin aamuvuorossa ja aikapiste 6 pitkässä työvuorossa), ei aikapisteiden välillä ollut eroa, mikä viittaa siihen, ettei työvuorojen aiheuttamassa kuormituksessa ollut eroa. Muita tilastollisesti merkitseviä eroja sykevälivaihtelussa kahdeksan tunnin ja pitkän työvuoron välillä ei ollut havaittavissa.

Tulosten perusteella yksittäinen pitkä työvuoro ei ollut normaalipituista aamuvuoroa kuormittavampi. Kahdeksan tunnin aamuvuoron aikana sympaattinen aktiivisuus tarkasteltuina ajankohtina oli jopa korkeampi kuin pitkän työvuoron aikana. Tulos poikkeaa

aikaisemmista pitkiin työvuoroihin kohdistuneista tutkimuksista, joiden perusteella oli olettavissa, että pitkä työvuoro olisi normaalia työvuoroa kuormittavampi. Aiemmissa tutkimuksissa on esimerkiksi havaittu yhteys pitkien työvuorojen ja tuki- ja liikuntaelinoireiden (Lipscomb ym. 2002) ja uupumusoireiden välillä (Stimpfel ym. 2012). Onkin todennäköistä, että pitkiin työvuorojen haitalliset vaikutukset ilmaantuvat vasta, kun pitkiä työvuoroja tehdään useita peräkkäin. Esimerkiksi vuonna 2012 tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että kuukauden sisällä tehdyt kymmenen stressaavaa pitkäa työvuoroa vaikuttivat sykevälivaihteluun (Lin ym. 2012).

Pitkien työvuorojen tekeminen perustuu yleensä vapaaehtoisuuteen, ja työntekijät saattavat valita pitkien työvuorojen tekemisen esimerkiksi voidakseen yhdistää paremmin työn ja perhe-elämän (Estry-Behar ym. 2012). Toisinaan tämä saattaa tapahtua työntekijän oman jaksamisen kustannuksella. On myös huomioitava, että työssä kuormittumiseen ja erityisesti palautumiseen vaikuttaa samanaikaisesti useita työaikaan liittyviä tekijöitä, kuten viikoittainen kokonaistyöaika. Tiedetään, että esimerkiksi toistuvasti tehtynä yli 50-tuntinen työviikko (Härmä 2006) ja toistuvat ylityöt (Taris ym. 2006) heikentävät työntekijän mahdollisuuksia palautumiseen. Hoitajien vapaaehtoisuuteen perustuvaa pitkien työvuorojen tekemistä kannattaa kuitenkin harkita, mikäli tämä mahdollistaa joustavamman työtehtävien hoitamisen sekä lisää hoitajien vaikutusmahdollisuuksia työaikoihin, sillä näillä on havaittu olevan suotuisia vaikutuksia työmotivaatioon ja hyvinvointiin (Sluiter ym. 2003).

Koska pitkien työvuorojen haitalliset seuraukset ilmenevät viiveellä ja työajoista johtuva työntekijän kuormittuminen on monen tekijän summa, on säännöllisesti pitkiä työvuoroja tekevien hoitajien terveydentilaa ja hyvinvointia seurattava. Tämä tulisi huomioida lähiesimiestyössä sekä työterveyshuollon lakisääteisissä vuorotyöntekijöiden terveyden seurannassa. Työvuorosuunnittelussa on huomioitava, että pitkiä työvuoroja tekevien viikoittainen kokonaistyöaika ei toistuvasti ylitä Työaikalain (605/1996) mukaisia suosituksia. Lisäksi työvuorosuunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota riittävään palautumiseen työvuoron aikana sekä peräkkäisten työvuorojen välillä.

### **6.1.2 Työvuorojärjestelmään tehtyjen muutosten vaikutus työvuoron aikana sekä yöunen alussa mitattuun sykevälivaihteluun**

Osajulkaisuissa II ja IV tutkittiin vuorotyöjärjestelmään tehtyjen muutosten vaikutusta sairaanhoitajien sykevälivaihteluun. Merkittävin työvuorojärjestelmään tehty muutos oli siirtyminen taaksepäin kiertävästä eteenpäin kiertävään työvuorojärjestelmään. Tällöin nopeat siirtymät työvuorojen välillä vähentyivät ja ilta- ja aamuvuorojen väliin jäävä palautumisaika pidentyi. Kolmen viikon työsuunnitelmassa kokonaistyöaika, viikonlopputyön sekä ilta- ja yötyön määrä pysyivät ennallaan (Paukkonen ym. 2007, Hakola ym. 2010). Väitöskirjatutkimuksessa havaittiin sykevälivaihtelumittausten perusteella, että vähentämällä nopeita siirtymiä työvuorojen välillä aamuvuoron alku oli vähemmän kuormittava, hoitajien kuormittuminen oli vähäisempää ja/tai, että hoitajat olivat palautuneet paremmin edellisestä työvuorosta (osajulkaisu II). Työvuoron alusta analysoidut korkeataajuisen komponentin teho (HF) normalisoituna yksikkönä oli korkeampi ( $p=0,030$ ), kun taas matalataajuisen komponentin teho (LF) normalisoituna yksikkönä ( $p=0,030$ ) sekä LF/HF-suhde ( $p=0,032$ ) olivat pienempiä. Tulokset osoittavat, että vuorotyöjärjestelmään tehtyjen muutosten jälkeen autonomisen hermoston parasympaattinen aktiivisuus oli suurempaa ja sympaattinen aktiivisuus pienempää työvuoron alussa. Sen sijaan työvuoron lopussa sykevälivaihtelussa tapahtuneet muutokset (korkeampi matalataajuisen komponentin (LF) teho) viittasivat siihen, että työvuoron aikana autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurempaa kuin samana ajankohtana ennen vuorotyöjärjestelmään tehtyjä muutoksia. Suurempi sympaattinen aktiivisuus saattaa johtua kiireisemmästä työtahdista tai suuremmasta stressaavien tilanteiden määrästä työvuoron lopussa. Tulos vahvistaa, että nopeiden työvuorosiihtymien vähentämisellä on

suotuisia vaikutuksia: vaikka työvuoro oli kuormittavampi, hoitajien autonominen hermoston pystyi palautumaan ennen seuraavaa työvuoroa.

Aiemmassa tutkimuksessa, jossa tutkittiin epäsäännöllistä työaikoja tekeviä mediatyöntekijöitä, havaittiin, että alentunut sykevälivaihtelu yöunen alussa oli yhteydessä koettuun riittämättömään palautumiseen (Lindholm ym. 2012). Osajulkaisun IV tulokset osoittivat, että vuorotyöjärjestelmään tehdyillä muutoksilla oli suotuisia vaikutuksia autonomisen hermoston toimintaan yöunen alusta tarkastellun sykevälivaihtelun perusteella. Sykevälivaihtelumuuttujissa, jotka kuvaavat autonomisen hermoston parasympaattisen aktiivisuuden lisääntymistä (RMSSD, HF-teho ja HF-teho normalisoituina yksikkönä), havaittiin tilastollisesti merkitsevästi suuremmat arvot vuorotyöjärjestelmään tehtyjen muutosten jälkeen. Kun työvuorojen välisiä nopeita siirtymiä vähennettiin, hoitajille jäi enemmän aikaa palautumiselle peräkkäisten työvuorojen välissä, mikä voi selittää myönteiset muutokset yöunen alun aikana mitatussa sykevälivaihtelussa.

Saadut tulokset osoittavat, että nopeiden siirtymien vähentäminen vaikuttaa suotuisasti työntekijöiden autonomisen hermoston palautumiseen. Tulokset ovat samansuuntaisia kuin aiemmissa tutkimuksissa, joissa eteenpäin kiertävän vuorotyöjärjestelmän pidempi palautumisaika työvuorojen välillä lisäsi unen pituutta ja koettua hyvinvointia (Hakola ja Härmä 2001, Härmä ym. 2006, Hakola ym. 2010, Flo ym. 2014). Erityisesti ikääntyvien työntekijöiden on havaittu hyötyvän eteenpäin kiertävästä vuorotyöjärjestelmästä (Hakola ja Härmä 2001, Härmä 2006, Viitasalo ym. 2008). Molemmista osajulkaisuista saadut tulokset tukevat tuloksia, joita on saatu tämän väitöskirjatutkimuksen tutkimusaineistoa koskevissa aiemmissa tutkimuksissa. Niissä havaittiin peräkkäisten työvuorojen välisten nopeiden siirtymien vähentämisen vaikuttavan myönteisesti koettuun fyysiseen, henkiseen sekä sosiaaliseen hyvinvointiin (Hakola ym. 2010).

Vuorotyöntekijän työstä palautumiseen vaikuttavat työaikojen lisäksi esimerkiksi elämäntilanne ja elintavat (Yuan ym. 2011). Vuorotyöntekijöiden työterveyden edistämiseksi tulisikin kiinnittää kokonaisvaltaisesti huomiota työn sisällön ja työaikajärjestelyjen lisäksi elintapoihin, kuten terveelliseen ruokavalioon, fyysiseen aktiivisuuteen, riittävään unen määrään ja stressin hallintakeinoihin (Yuan ym. 2011). Palautumiseen vaikuttaa myös miten työntekijä pystyy yhdistämään työn ja perheen. Usein työaikatratkaisut, kuten osa-aikatyö, ovat keino yhdistää työ ja perhe ja siten sujuvoittaa perheen arkea (Albertsen ym. 2008).

Osajulkaisuista II ja IV saadut tulokset osoittavat, että eteenpäin kiertävässä vuorotyöjärjestelmässä työvuorojen väliin jää riittävästi aikaa työntekijän autonomisen hermoston palautumiseen, mikä edistää työntekijän työssä jaksamista ja hyvinvointia. Sen vuoksi eteenpäin kiertävää vuorotyöjärjestelmää voidaan suositella hoitotyöhön.

### **6.1.3 Sykevälivaihtelu fyysisesti kevyessä päivätyössä vuoden seurannassa**

Osajulkaisuissa III tutkittiin henkisesti kuormittavaa opetustyötä tekevien naisten sykevälivaihtelussa tapahtuvia muutoksia vuoden aikana. Lisäksi selvitettiin näiden muutosten yhteyttä työaikaan. Alku- ja seurantamittauksen välissä naisten työajassa ei tapahtunut muutoksia.

Mittauskertojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa yöunen alussa tai lopussa mitatussa sykevälivaihtelussa, kun analyyseissä huomioitiin iän ja työpäivän pituuden vaikutus. Analyyseissä tarkistettiin myös vapaa-ajan aktiviteettien, koetun stressin ja henkisten voimavarojen, koetun työkyvyn, painoindeksin sekä yöunen pituuden mahdollinen vaikutus. Näillä ei havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää yhteyttä yöunen alusta ja lopusta mitattuun sykevälivaihteluun.

Yksilön omissa sykevälivaihteluarvoissa tapahtui vain pieniä muutoksia vuoden aikana. Yksilöiden välillä sen sijaan oli nähtävissä sykevälivaihtelussa suuria eroja. Tulos korostaa sykevälivaihtelun yksilöllisyyttä ja siihen lukuisia yksilöllisesti vaikuttavia tekijöitä, joiden vuoksi tuloksia tulisi käyttää vain yksilön omien tulosten vertailuun.

Aiemmissä työaikoja käsittelevissä tutkimuksissa autonomisen hermoston toiminnan tarkastelu sykevälivaihtelun avulla on toteutettu työvuoron aikana (Furlan ym. 2000, Ha ym. 2001, Ito ym. 2001). Sen sijaan yönen aikainen tarkastelu on ollut vähäisempää. Erityisesti yönen alkua on pidetty tarkoituksenmukaisena ajankohtana autonomisen hermoston palautumisen arviointiin, sillä palautumisen tarkastelua sykevälivaihtelusta tulisi toteuttaa hidasaalto unen aikana (Brandenberger ym. 2005). Tutkimustulokset epäsäännöllistä työaikoja tekevillä mediatyöntekijöillä osoittivat, että alentunut sykevälivaihtelu yönen alussa hidasaaltouneen aikana oli yhteydessä koettuun riittämättömään palautumiseen (Lindholm ym. 2012). Hidasaaltouneen aikana toteutettu mittaus myös vakioi mittaustilannetta, sillä tuolloin sykevälivaihteluun vaikuttavat tekijät, kuten esimerkiksi kehon liikkeet ja vireystilan muutokset, ovat vähäisiä ja hengitysrhythmi on tasainen (Brandenberger ym. 2005). Osajulkaisussa III tarkasteltiin yönen alusta 15 minuutin aikapistettä ja osajulkaisussa IV yönen neljän ensimmäisen tunnin ajalta poimittujen 10 minuutin aikapisteiden keskiarvoa. Tutkimuksesta saatu käytännön kokemus tukee pidemmän ajanjakson tarkastelua palautumisen arvioinnissa, sillä pidempään ajanjaksoon sisältyy todennäköisemmin palauttavaa hidasaalto unta kuin yksittäiseen yönen alusta poimittuun 15 minuutin aikapisteeseen.

Ikä on merkittävä sykevälivaihtelun tekijä (Umetani ym. 1998, Bonnemeier ym. 2003, Gerritsen ym. 2003, Koskinen ym. 2009). Sen vuoksi ikä oli mukana kaikissa analyyseissä. Analyyseissä tarkasteltiin myös mahdollisia sekoittavia tekijöitä, esimerkiksi koetun työstressin vaikutusta sykevälivaihteluun. Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu yhteys alentuneen sykevälivaihtelun ja työstressin välillä (Collins ym. 2005, Collins ja Karasek 2010, Hynynen ym. 2010, Clays ym. 2011, Thayer ym. 2012), mutta myös eriäviä tuloksia on esitetty (Riese ym. 2004, Aasa ym. 2006). Tässä väitöskirjatutkimuksessa yhteyttä koetun työstressin ja sykevälivaihtelumuuttujien välillä ei ollut nähtävissä (osajulkaisut I–IV). Tulosta voivat selittää tutkimukseen osallistuneiden opettajien ja hoitajien vähäiset erot koetussa stressissä. Ääripäiden (ei stressiä – erittäin paljon stressiä) tarkastelu suuremmalla otoskoolla olisi saattanut tuoda yhteyden selkeämmin esille.

#### **6.1.4 Tulosten yhteenveto suhteessa tutkimuksen teoreettiseen lähtökohtaan**

Tarkasteltaessa saatuja tuloksia väitöskirjatutkimuksen teoreettiseen lähtökohtaan eli modifioituun kuorma–kuormittuminen-malliin (Rutenfranz ym. 1981, Louhevaara ja Kilbom 2005) voidaan todeta, että tutkimusasetelmassa, jossa verrataan tutkittavan omia tuloksia, työajoilla (kuorma) on selkeä yhteys sykevälivaihtelussa tapahtuviin muutoksiin (kuormittuminen ja palautuminen). Työntekijän yksilöllisten tekijöiden merkitys mallissa jää vähäiseksi silloin, kun ne pysyvät muuttumattomina tai niissä tapahtuvat muutokset ovat pieniä. Sykevälivaihtelu soveltuu siis hyvin työajoista johtuvan kuormittumiseen ja palautumisen arviointiin ja seurantaan yksilötasolla. Sykevälivaihteluun perustuvia tuloksia voidaan hyödyntää, kun kehitetään säätelytoimenpiteitä optimaalisen työkuormituksen saavuttamiseksi ja, kun arvioidaan säätelytoimien tuloksellisuutta.

Sykevälivaihtelumuuttujien viite- tai raja-arvojen puuttuessa, autonomisen hermoston kuormittumista tai palautumista ei ole mahdollista päätellä yksittäisen mittauksen perusteella vaan arvioinnin tueksi tarvitaan toistomittauksia.



## 6.2 TUTKIMUKSEN MENETELMIEN JA LUOTETTAVUUDEN TARKASTELU

Väitöskirjatutkimuksessa käytettiin sekä poikkileikkaus- (osajulkaisut I ja III) että pitkittäisasetelmaa (osajulkaisut II ja IV). Väitöskirjatutkimuksessa käytettyä pitkittäisasetelmaa voidaan pitää tutkimuksen vahvuutena, sillä pitkittäistutkimuksia, joissa työaika-uormitusta on arvioitu sykevälivaihtelun avulla, on tehty toistaiseksi vain vähän (van Amelsvoort ym. 2001, Togo ja Takahashi 2009). Tässä tutkimuksessa ollut vuoden seuranta-aikaa alku- ja seurantamittausten välillä voidaan pitää sopivana, sillä muutokset autonomisen hermoston sympaattisessa aktiivisuudessa on havaittu olevan nähtävissä noin vuoden kuluttua vuorotyön aloittamisesta (van Amelsvoort ym. 2001).

Toisena vahvuutena voidaan pitää sykevälivaihtelumittausten toteuttamista todellisissa olosuhteissa työssä, vapaa-aikana ja yöunen aikana. Tämä tarjoaa uutta näkökulmaa sykevälivaihtelumittausten käyttöön työuormituksen ja työstä palautumisen arvioinnissa: esimerkiksi työterveyshuollossa toteutettavan kuormituksen arvioinnin sekä vuorotyöntekijöiden ohjauksen ja neuvonnan tueksi.

Sykevälivaihtelumittausten toteuttamiseen todellisissa olosuhteissa liittyi myös käytännön ongelmia. Esimerkiksi mittausten toteuttaminen tietyssä vuorotyökierron vaiheessa osoittautui vaikeaksi, sillä tutkittavat saattoivat vaihtaa suunniteltua vuoroa ilmoittamatta esimerkiksi paikatakseen akuuttia henkilövajetta osastolla. Ei-kontrolloidussa olosuhteissa toteutetuissa mittauksissa ympäristöstä tai yksilöstä johtuvien sykevälivaihteluun vaikuttavien tekijöiden kontrolloiminen on lähes mahdotonta. Tässä tutkimuksessa näitä sekoittavia tekijöitä pyrittiin kontrolloimaan ohjeistamalla tutkittavia toimimaan mahdollisimman tavanomaisella tavalla (esim. tupakointi, alkoholin käyttö) sekä vertaamalla tuloksia yksilön omiin tuloksiin (*within study design*). Tulosten vertaaminen yksilöiden välillä ei ole perusteltua perintötekijöiden vaikuttaessa sykevälivaihteluun (Kupper ym. 2004, Uusitalo ym. 2007).

Väitöskirjan tutkimusaineistot muodostuivat kahden naisvaltaisen alan eli opetus- ja hoitoalan työntekijöistä. Tutkittavat edustivat sukupuolensa, ikänsä sekä koetun työkykynsä osalta alansa tyypillistä työntekijää hyvin. Opetus- ja hoitoalalla työntekijöiden keski-ikä on yli 40 vuotta (Kumpulainen 2011, Laine ym. 2011, Tilastokeskus 2013) ja väitöskirjan aineistoissa keski-ikä oli 42–47 vuotta. Väitöskirjan aineistoon kuuluvien tutkittavien keskimääräinen koettu työkyky on hieman alhaisempi kuin alalla keskimäärin; opetusalan keskimääräinen koettu työkyky oli 8,4 ja hoitoalalla 8,3 (Perkiö-Mäkelä ym. 2010), kun tässä aineistossa tutkittavien keskiarvo oli 8. Tässä väitöskirjatutkimuksessa tuloksiin vaikuttaa tutkittavien työntekijöiden valikoituminen, sillä tutkimukseen osallistuminen perustui vapaaehtoisuuteen. Tutkimuksessa mukana olleista sairaanhoitajista (osajulkaisut I-II ja IV) suurimmalla osalla oli useiden vuosien kokemus vuorotyöstä, mikä myös voi osittain selittää myönteisiä tuloksia. Vuorotyötä koskevien tutkimusten tulosten tulokinnassa on huomioitava myös terve työntekijä efekti (McNamee ym. 1996, Shah 2009), ts. vuorotyöstä ovat jääneet pois ne työntekijät, joille vuorotyö ei sovi terveydellisistä tai muista syistä johtuen.

Naiset ovat mielenkiintoinen mutta haastava tutkimuskohde. Haastavaksi naisten tutkimisen fysiologisin mittarein tekee esimerkiksi hormonaalisten tekijöiden, kuten kuukautiskierron vaiheen, mahdollinen vaikutus sykevälivaihtelutuloksiin (Minson ym. 2000, Princi ym. 2005). Näitä ei pystytty tässä tutkimuksessa huomioimaan. Tutkimuskohdeena naiset ovat mielenkiintoinen ja tärkeä, sillä työaikojen merkitys naisten hyvinvoinnille on merkittävä. Tiedetään, että naiset altistuvat ns. kaksoiskuormalle työ- ja kotivelvollisuuksien hoitamisen vuoksi (Gjerdingen ym. 2000, Albertsen ym. 2008). Erityisesti pienten lasten äideillä työpäivän jälkeinen vapaa-aika voi olla riittämätön palautumisen näkökulmasta (Floderus ym. 2009). Lisäksi tiedetään, että naisilla on vaikeuksia sopeutua vuorotyöhön kotona olevien velvollisuuksien hoitamisen vuoksi (Costa 2003a, Costa 2003b) ja että naiset kokevat ristiriitaa työn vaatimusten ja perhe-elämän soveltamisen välillä miehiä useammin (Albertsen ym. 2008).

Tutkimuksessa menetelminä käytettiin kyselylomakkeilla kerättyä subjektiivista tietoa sekä sykintäaajuuden ja sykevälivaihtelun pitkäkestoisia rekisteröintejä. Sykevälivaihtelumittaus on luotettava menetelmä autonomisen hermoston toiminnan tarkasteluun, erityisesti kontrolloiduissa olosuhteissa (Task Force 1996). Nykyaikainen mittausteknologia mahdollistaa luotettavan pitkäkestoisien (24–48 tuntia) sykevälivaihtelurekisteröinnin todellisissa olosuhteissa esimerkiksi työssä, vapaa-aikana ja unen aikana (Achten ja Jeukendrup 2003). Sykevälivaihtelumittauksia on käytetty lääketieteen alalla mm. sairauksien diagnosoinnissa ja seurannassa sekä tutkittaessa lääkaineiden vaikutusta sairauksien hoitoon (Task Force 1996, Billman 2011). Mittauksen non-invasiivisuuden ja hyvän toistettavuuden ansiosta sykevälivaihteluun perustuvat mittaukset ovat lisääntymässä työkuormituksen arviointi- ja tutkimusmenetelmänä työterveyshuolloissa sekä ergonomia-alan tutkimustyössä (Task Force 1996, Acharya ym. 2006). Sykevälivaihtelumittausten käyttö työkuormituksen arvioinnissa antaa objektiivista tietoa autonomisen hermoston tilasta, mutta tulosten tulkinnassa on oltava kriittinen. Kuormittumisen arvioinnin luotettavuuden lisäämiseksi ja kokonaiskäsityksen saamiseksi useamman yhtäaikaisten objektiivisten mittausten käyttäminen olisi perusteltua. Esimerkiksi kiihtyvyyteen perustuvien laitteiden samanaikainen käyttö antaisi luotettavamman kuvan työn fyysisestä kuormituksesta: tästä esimerkkinä työhön liittyvien kehon asentojen ja fyysisen aktiivisuuden mittaaminen kiihtyvyyssantureilla. Lisäksi on huomioitava, että kuormittumisen ja palautumisen arvioinnin ei tulisi perustua yksittäiseen mittaukseen vaan pidempiaikaiseen sykevälivaihtelun rekisteröintiin ja toistomittauksiin.

Lisäksi sykevälivaihteluun perustuvassa kuormituksen arvioinnissa on huomioitava, että lukuisten yksilöllisten tekijöiden (Dekker ym. 2000, Bonnemeier ym. 2003, Acharya ym. 2006, Buchheit ja Gindre 2006, Koskinen ym. 2009) vuoksi sykevälivaihteluanalyyseissä saatuja tuloksia on käytettävä vain harkiten yksilöiden väliseen vertailuun. Yksilön omien tulosten seurannassa sykevälivaihtelu sen sijaan on käyttökelpoinen menetelmä työssä kuormittumisen ja palautumisen arviointiin.

Sykevälivaihtelumuuttujille ei ole olemassa viite- tai raja-arvoja, mikä tekee niiden käytöstä haastavaa. Viite- tai raja-arvojen olemassaolo olisi hyödyllistä esimerkiksi työstressin varhaisessa tunnistamisessa tai riittämättömän palautumisen arvioinnissa. Koska viitearvot toistaiseksi puuttuvat, sykevälivaihtelumittausten analysoinnin tueksi tarvitaan subjektiivisia mittareita kuten kyselyitä. Kyselyiden avulla on mahdollista tarkastella yksilöllisten ja elintavoista johtuvien tekijöiden, kuten esimerkiksi iän (Bonnemeier ym. 2003, Gerritsen ym. 2003, Koskinen ym. 2009), fyysisen kunnon (Buchheit ja Gindre 2006), terveydentilan (Dekker ym. 2000, Acharya ym. 2006) sekä lääkityksen ja tupakoinnin (Acharya ym. 2006), vaikutusta sykevälivaihteluun. Tässä väitöskirjatutkimuksessa sykevälivaihteluun vaikuttavien työntekijään ja työhön liittyvien tekijöiden moninaisuutta pyrittiin kontrolloimaan laajalla taustatietojen selvittämällä. Taustatiedot koottiin tutkittavien itsetäyttämällä kyselylomakkeilla, joiden laadinnassa hyödynnettiin tutkimuskäytössä olevia ja hyväksytyjä kyselyitä tai niiden yksittäisiä kysymyksiä. Kyselylomakkeiden avulla selvitettiin mm. tutkittavien koettua työkykyä (Tuomi ym. 1985b, Tuomi ym. 1991, Tuomi ym. 1997), työuupumusta (Maslach ja Jackson 1981, Kalimo ym. 2006) sekä vuorotyön vaikutusta terveyteen ja hyvinvointiin (Barton ym. 1995, Tucker ym. 1996, Tucker ja Knowles 2008). Tutkimuksessa käytetyt kyselylomakkeet sekä niiden yksittäiset kysymykset on todettu luotettaviksi aiemmissa tutkimuksissa vastaavilla tutkittavilla ja tutkimusasetelmissa (mm. De Zwart ym. 2002, Schutte ym. 2000, Hakanen 2002, Tucker ym. 1996, Tucker ja Knowles 2008).

Käytettyjen kyselyiden laajuutta ja moninaisuutta voidaan tässä pitää tutkimuksen vahvuutena tai heikkoutena. Kyselyiden laaja-alaisuuden vuoksi osa kerätystä tiedosta jäi väitöskirjatutkimuksessa hyödyntämättä, ja siten kyselyiden laaja-alaisuutta voidaan pitää tarkoituksenmukaisettomana. Esimerkiksi elintapoihin ja elämäntilanteeseen liittyvät kysymykset sekä päiväkirjamerkinnot jäivät suurelta osin hyödyntämättä. Toisaalta laajat

kyselyt mahdollistivat sykevälivaihteluun vaikuttavien työntekijään ja työhön liittyvien tekijöiden monipuolisen tarkastelun.

Kerätyt taustatiedot perustuvat tutkittavien itsearviointeihin. Tiedetään, että erityisesti terveyteen ja hyvinvointiin mutta erityisesti elintapoihin (esim. alkoholin käyttö, tupakointi, liikunta-aktiivisuus) liittyvissä kysymyksissä vastaajat pyrkivät esittämään itsensä sosiaalisesti suotuisassa valossa (McDowell ja Newell 1987). Väitöskirjatutkimuksessa tämä saattoi näkyä elintapoja koskevilla kysymyksillä esimerkiksi ilmoitettujen alkoholiannosten tai tupakoinnin vähättelynä tai fyysisen aktiivisuuden lioitteluna. On myös havaittu, että terveyteen ja hyvinvointiin liittyviin kysymyksiin liittyvän lioittelua mahdollisen hoidon saamiseksi (McDowell ja Newell 1987).

Sykinätäajuuden ja sykevälivaihtelun rekisteröinnissä käytettiin Suunto T6 -rannetietokonetta ja Suunto Smart Belt -sykevyötä (Suunto Ltd. Vantaa, Suomi). Näiden käyttö mahdollisti työntekijöiden mahdollisimman normaalin toiminnan työssä ja vapaa-aikana. Tutkimuksessa käytettyjen laitteiden mittaustarkkuus ja mittausten toistettavuus on havaittu olevan lähes yhdenmukaisia liikuteltavaan EKG(Ambulatory ECG)-laitteistoon verrattuna (Weippert ym. 2010), vaikka EKG-laitteistolla on parempi kyky tunnistaa sykedatassa oleva virheet eli artefaktat sekä parempi signaalin laatu. Pitkäkestoissa mittauksissa ongelmana oli heikko kontakti sykepannan ja ihon välillä, mikä aiheutti rekisteröintiin paljon artefaktia. Tämä oli selkeä puute käytetyssä mittausteknologiassa ja johti otoskoon pienenemiseen kaikissa käytetyissä tutkimusaineistoissa. Lisäksi osalle tutkittavista sykepannan pitkäkestoinen käyttö aiheutti ihoärsytystä tai kutinaa, minkä vuoksi mittaukset jouduttiin keskeyttämään. Ensimmäisessä osatyössä mittaukset toteutettiin 60 hoitajalle, ja mukaan otettiin 51 hoitajan tiedot. Suhteellisen pienen poisjäännin (*drop out*) verrattuna muihin osajulkaisuihin mahdollisti epäonnistuneiden sykinätäajuuden ja sykevälivaihtelurekisteröintiä uusintamittaukset. Analyysien ulkopuolelle jääneet naishoitajat (n=9) olivat iän ja työkokemuksen sekä sairauspoissaolojen suhteen samankaltaisia kuin tutkimuksen analyysissä mukana olleet hoitajat. Toisessa ja neljännessä osatyössä mitattiin 90 hoitajaa ja häiriötön sykedata halutusta ajankohdasta saatiin molemmista mittauksista 39–41 hoitajalta. Kolmannessa osatyössä mitattiin yhteensä 140 opetusalan työntekijää, joista häiriötön sykedata halutusta ajankohdasta molemmista mittauksista saatiin vain 29 naiselta ja 33 mieheltä. Osatöissä II-IV jätettiin analyysien ulkopuolelle miesten tulokset. Analysoinnin ulkopuolelle jääneet naiset eivät eronneet iän tai työkokemuksen suhteen tutkimuksen analyysissä mukana olleista tutkittavista.

Väitöskirjatutkimukseen liittyvien osajulkaisujen suhteellisen pieniä otoskokoja voidaan pitää tutkimuksen heikkoutena. Otoskoko ei ollut riittävä esimerkiksi tutkimusaineiston sisällä tapahtuvaan ryhmätason vertailuihin. Kun otoskokoja verrataan vastaaviin sykevälivaihtelua ja vuorotyötä käsitteleviin tutkimuksiin (esim. Ito ym. 2001, Ishii ym. 2005, Chung ym. 2009), joissa tutkittavina oli 10–47 vuorotyöntekijää, voidaan tämän tutkimuksen osajulkaisujen otoskokoja pitää tyydyttävinä.

Kyseessä oli kontrolloimaton tutkimusasetelma. Tutkimuksen tuloksien yleistämisessä on noudatettava varovaisuutta tutkittavien valikoitumisen sekä pienen otoskoon vuoksi. Tutkittavina oli vain naisia, joten tutkimuksen johtopäätöksiä ei voida yleistää koskemaan miehiä. Pienestä otoskoosta johtuen tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina. Tulosten vahvistamiseksi tarvitaan lisää tutkimusta suuremmilla tutkimusaineistoilla, jotka sisältävät sekä miehiä että naisia.

### 6.3 JATKOTUTKIMUSAIHEET JA -HAASTEET

Työkuormituksen ja työstä palautumisen sekä työaikojen vaikutusten tutkiminen on ajankohtaista, sillä työelämään kohdistuu monia merkittäviä haasteita ja muutospaineita. Nämä vaikuttavat työntekijöiden terveyteen ja hyvinvointiin (Forma 2006) sekä yritysten ja yksilöiden työaikatärpeisiin (Parent-Thirion ym. 2007).

Perinteisesti on keskitytty selvittämään työssä kuormittumista. Työn ja vapaa-ajan välisen rajan hämärtyessä työntekijät usein tekevät työtä myös kotona vapaa-ajallaan. Työn tekemisen muodot ovat myös monipuolistuneet, ja yhä useammat tekevät etätöitä. Sen vuoksi perinteinen työssä kuormittumisen arviointi ei yksin riitä, kun tarkastellaan työn mahdollisia haitallisia vaikutuksia työntekijälle. Tietoyhteiskunnassa myös työajan ulkopuolisten velvollisuuksien hoitamisesta johtuva kuormitus uhkaa yksilöiden jaksamista. Sen vuoksi tarvitaan tietoa työkuormituksen lisäksi siitä, miten vapaa-ajan velvollisuuksien ja vastuiden osuudet vaikuttavat yksilön jaksamiseen. Tämä on erityisen tärkeää ammateissa, joissa työn ja vapaa-ajan raja on hämärtynyt, kuten esimerkiksi opetusalan työtehtävissä. Usein työssä kuormittumista oleellisempia ovat työntekijän kyky ja mahdollisuudet palautua työpäivän ja myös vapaa-ajan aiheuttamasta kuormittumisesta työvuorojen välissä. Tämän vuoksi työssä kuormittumisen rinnalla on tärkeää tutkia myös työntekijän työstä palautumista.

Palautumista koskevat tutkimukset ovat pääsääntöisesti olleet poikkileikkaustutkimuksia tai kestoltaan lyhyitä, joten syy–seuraus-suhteiden tarkastelu ei ole ollut mahdollista. Jatkossa tarvitaan lisää pitkäaikaistutkimuksia, joiden avulla on mahdollista tarkastella syy-seuraussuhteita palautumiseen liittyvien ilmiöiden välillä. Perusteltua on myös lähestyä yksilöä kokonaisvaltaisesti, jolloin huomioidaan samanaikaisesti psykologiset ja fysiologiset palautumiseen liittyvät prosessit. Sykevälivaihtelumittaus yhdistettynä kyselyihin tarjoaa tähän hyvän mahdollisuuden. Sykevälivaihtelumittausten käyttö työssä kuormittumisen ja palautumisen arvioinnissa edellyttää myös lisää tutkimustietoa erilaisten työn kuormitustekijöiden sekä vapaa-ajan toimien ja terveystyötyöyhteyden yhteydestä sykevälivaihteluun. Alan tutkimukselle haasteena on myös sykevälivaihtelumuuttujien viite- ja raja-arvojen tuottaminen. Toistaiseksi ei myöskään ole käytössä yleisesti hyväksyttyä mittausprotokollaa, joka esimerkiksi ohjaisi työssä kuormittumisen arvioinnissa käytettäviä sykevälivaihtelun mittauskäytäntöjä. Tämän kehittämiseksi tarvitaan lisää tutkimustietoa.

Myös työaikojen monimuotoistuminen ja epäsäännöllisyys edellyttävät objektiivisiin mittareihin perustuvaa tutkimustietoa siitä, miten työajat vaikuttavat työntekijöiden kuormittumiseen ja työstä palautumiseen. Vuorotyötä ja muita epäsäännöllisen työajan muotoja tarvitaan 24/7-yhteiskunnassa. Yksilön on vaikea sopeutua muutoksiin, joita vuorotyö elimistössä aiheuttaa. Vuorotyöstä johtuvan kuormittumisen ja sen aiheuttamien fysiologisten vasteiden selvittämistä voidaan käyttää apuna, kun kehitetään terveyttä tukevia työaikajärjestelyjä esimerkiksi hoitotyössä. Erityisesti interventiotutkimuksia vuorotyöjärjestelmien kehittämisen ja työaikojen yksittäisten piirteiden vaikutuksista tarvitaan lisää.

Tutkimusta moititaan usein tutkimustulosten huonosta hyödyntämisestä käytäntöön (ns. *implementation gap*). Tässä työaikatutkimus muodostaa omalaatuisen poikkeuksen, sillä työaikatutkimuksen tulokset ovat usein siirrettävissä käytännön työelämään työpaikoille hyvinä käytäntöinä, suosituksina tai niitä voidaan käyttää lainsäädännön perustana. Työvoiman ikääntyessä tarvitaan tutkimustietoa erilaisten työaikatarkaisujen vaikutuksesta työntekijöiden työkykyyn ja terveyteen. Taloudellinen epävarmuus pakottaa yritykset vähentämään työntekijöitä, mikä lisää työn määrällisiä vaatimuksia ja heikentää työntekijöiden mahdollisuuksia työaikajoustoihin. Vallitsevassa yhteiskunnallisessa tilanteessa, jossa tavoitteena on edistää työllisyyttä ja yhteiskunnan taloudellista kasvua, on tärkeää tukea mahdollisuuksia erilaisiin työaikajärjestelyihin. Näin ikääntyvien ja vajaakuntoisten työntekijöiden mahdollisuudet tehdä työtä eläkeikään saakka parantuvat. Nuoremmille työntekijöille joustavat työaikatarkaisut helpottavat työn ja perhe-elämän

yhteensovittamista. Tutkimustietoa eri ikäisille työntekijöille soveltuvista työaikatarkoituksista tarvitaan myös näiden käytännön toimien tueksi. Työaikatutkimuksessa yleisenä yhteisenä haasteena on myös raportoinnin taustatietojen yhdenmukaistaminen tutkimustulosten vertailtavuuden parantamiseksi.

## 7 Johtopäätökset ja suositukset

1. Autonomisen hermoston sympaattinen aktiivisuus oli suurinta työvuoron aikana työvuoron pituudesta riippumatta. Yksittäinen pitkä työvuoro ei ollut normaalipituista työvuoroa kuormittavampi. Sykevälivaihtelun avulla oli mahdollista erottaa työn, vapaa-ajan sekä yöunen aiheuttamat muutokset naishoitajien autonomisen hermoston toiminnassa.
2. Työvuorojen välillä tapahtuvien nopeiden siirtymien vähentämisellä oli suotuisia vaikutuksia työvuoron alussa mitattuun sykevälivaihteluun, mikä viittaa naishoitajien autonomisen hermoston parempaan palautumiseen edellisestä työvuorosta tai siihen, että työvuoron alku oli vähemmän kuormittava.
3. Sykevälivaihtelussa tapahtuneet muutokset olivat vähäisiä kahden mittauskerran välillä vuoden seurannassa, kun työajat pysyivät samoina. Yksilöllisillä tekijöillä ei havaittu yhteyttä naisopettajien sykevälivaihtelumuuttujiin.
4. Työvuorojen välillä tapahtuvien nopeiden siirtymien vähentämisellä oli suotuisia vaikutuksia yöunen alussa mitattuun sykevälivaihteluun. Hoitajien suurempi parasympaattinen ja/tai pienempi sympaattinen autonomisen hermoston aktiivisuus viittaa parempaan palautumiseen työvuoron jälkeisenä vapaa-aikana.

Eteenpäin kiertävässä vuorotyöjärjestelmässä työvuorojen väliin jää riittävästi palautumisaikaa, mikä edistää työntekijöiden autonomisen hermoston palautumista ja siten työntekijöiden hyvinvointia. Sen vuoksi eteenpäin kiertävää vuorotyöjärjestelmää voidaan suositella hoitotyöhön.

Sykevälivaihteluun perustuvat työkuormituksen arviointimenetelmät soveltuvat hyvin yksittäisen työntekijän työaikakuormituksen arviointiin ja seurantaan. Yön alusta mitatun sykevälivaihtelun tarkastelu soveltuu erityisesti työntekijän palautumisen arviointiin.

## Lähteet

- Aasa, U., Kalezic, N., Lyskov, E., Angquist, K.A., Barnekow-Bergkvist, M. 2006. Stress monitoring of ambulance personnel during work and leisure time. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 80(1), 51–59.
- Acharya, U.R., Joseph, K.P., Kannathal, N., Lim, C.M., Suri, J.S. 2006. Heart rate variability: a review. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 44(12), 1031–1051.
- Achten, J., Jeukendrup, A.E. 2003. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(7), 517–538.
- Adams, S.L., Roxe, D.M., Weiss, J., Zhang, F., Rosenthal, J.E. 1998. Ambulatory blood pressure and Holter monitoring of emergency physicians before, during, and after a night shift. *Academic Emergency Medicine: Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 5(9), 871–877.
- Admi, H., Tzischinsky, O., Epstein, R., Herer, P., Lavie, P. 2008. Shift work in nursing: is it really a risk factor for nurses' health and patients' safety? *Nursing Economics*, 26(4), 250–257.
- Ahola, K., Gould, R., Virtanen, M., Honkonen, T., Aromaa, A. & Lonnqvist, J. 2009. Occupational burnout as a predictor of disability pension: a population-based cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(5), 284–290.
- Albertsen, K., Rafnsdóttir, G.L., Grimsmo, A., Tomasson, K., Kauppinen, K. 2008. Workhours and worklife balance. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 34(5), 14–21.
- Banks, S., Dinges, D.F. 2007. Behavioral and physiological consequences of sleep restriction. *Journal of Clinical Sleep Medicine: official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 3(5), 519–528.
- Barton, J., Spelten, E., Totterdell, P., Smith, L., Folkard, S., Costa, G. 1995. The Standard Shiftwork Index: A Battery of questionnaires for assessing shiftwork related problems. *Work & Stress: An International Journal of Work, Health & Organisations*, 9(1), 4–30.
- Bilan, A., Witczak, A., Palusinski, R., Myslinski, W., Hanzlik, J. 2005. Circadian rhythm of spectral indices of heart rate variability in healthy subjects. *Journal of Electrocardiology*, 38(3), 239–243.
- Billman, G.E. 2013. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Frontiers in Physiology*, 4, 26. doi: 10.3389/fphys.2013.00026
- Billman, G.E. 2011. Heart rate variability - a historical perspective. *Frontiers in physiology*, 2, 86. doi: 10.3389/fphys.2011.00086

- Bonnemeier, H., Richardt, G., Potratz, J., Wiegand, U.K., Brandes, A., Kluge, N., Katus, H.A. 2003. Circadian profile of cardiac autonomic nervous modulation in healthy subjects: differing effects of aging and gender on heart rate variability. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 14(8), 791–799.
- Brandenberger, G., Buchheit, M., Ehrhart, J., Simon, C., Piquard, F. 2005. Is slow wave sleep an appropriate recording condition for heart rate variability analysis? *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 121(1–2), 81–86.
- Brown, H., Prescott, R. 2006. *Applied mixed models in medicine. Statistics in practice.* 2nd edn, Wiley, Chichester.
- Buchheit, M., Gindre, C. 2006. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, 291(1), H451–8.
- Buccelletti, E., Gilardi, E., Scaini, E., Galiuto, L., Persiani, R., Biondi, A., Basile, F., Silveri, N.G. 2009. Heart rate variability and myocardial infarction: systematic literature review and meta-analysis. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 13(4), 299–307.
- Caruso, C., Hitchcock, E., Dick, R., Russo, J., Schmit, J. 2004, *Overtime and Extended Work Shifts: Recent Findings on Illnesses, Injuries, and Health Behaviors*, U. S. Department of Health and Human Services (DHHS), Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Report no 2004-143.
- Caruso, C.C. 2014. Negative impacts of shiftwork and long work hours. *Rehabilitation nursing: the official journal of the Association of Rehabilitation Nurses*, 39(1), 16–25.
- Cavallari, J.M., Fang, S.C., Mittleman, M.A., Christiani, D.C. 2010. Circadian variation of heart rate variability among welders. *Occupational and Environmental Medicine*, 67(10), 717–719.
- Chung, M.H., Kuo, T.B., Hsu, N., Chu, H., Chou, K.R., Yang, C.C. 2009. Sleep and autonomic nervous system changes - enhanced cardiac sympathetic modulations during sleep in permanent night shift nurses. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 35(3), 180–187.
- Clays, E., De Bacquer, D., Crasset, V., Kittel, F., de Smet, P., Kornitzer, M., Karasek, R., De Backer, G. 2011. The perception of work stressors is related to reduced parasympathetic activity. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 84(2), 185–191.
- Collins, S., Karasek, R. 2010. Reduced vagal cardiac control variance in exhausted and high strain job subjects. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 23(3), 267–278.
- Collins, S.M., Karasek, R.A., Costas, K. 2005. Job strain and autonomic indices of cardiovascular disease risk. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(3), 182–193.
- Costa, G. 2003a. Factors influencing health of workers and tolerance to shift work. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 4(3–4), 263–288.



- Costa, G. 2003b. Shift work and occupational medicine: an overview. *Occupational Medicine*, 5383–5388.
- de Castro A.B., Fujishiro K., Rue T., Tagalog, E.A., Samaco-Paquiz, L.P., Gee, G.C. 2010. Associations between work schedule characteristics and occupational injury and illness. *International Nursing Review*, 57, 188–194.
- de Zwart, B.C., Frings-Dresen, M.H., van Duivenbooden, J.C. 2002. Test-retest reliability of the Work Ability Index questionnaire. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 52(4), 177–181.
- Dekker, J.M., Crow, R.S., Folsom, A.R., Hannan, P.J., Liao, D., Swenne, C.A., Schouten, E.G. 2000. Low heart rate variability in a 2-minute rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes: the ARIC Study. *Atherosclerosis Risk In Communities. Circulation*, 102(11), 1239–1244.
- Demerouti, E., Taris, T.W., Bakker, A.B. 2007. Need for recovery, home-work interference and performance: Is lack of concentration the link? *Journal of Vocational Behavior*, 71, 204–220.
- Dinas, P.C., Koutedakis, Y., Flouris, A.D. 2013. Effects of active and passive tobacco cigarette smoking on heart rate variability. *International Journal of Cardiology*, 163(2), 109–115.
- Elo, A., Leppänen, A., Lindström, K., Ropponen, T. 1992. Occupational Stress Questionnaire: User's Instructions, Reviews, vol. 19. Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki.
- Elo, A., Dallner, M., Gamberale, F., Hottinen, V., Knardahl, S., Lindström, K., Skogstad, A., Orhede, E. 2001. QPSNordic-käsikirja. Pohjoismainen työn psyykkisten ja sosiaalisten tekijöiden yleiskysely. 1.–2. painos, Työterveyslaitos, Helsinki.
- Elo, A., Leppänen, A., Jahkola, A. 1999. Voidaanko stressiä tutkia pätevästi yhdellä kysymyksellä? *Työ ja Ihminen*, 3, 3230–3239.
- Elo, A.L., Leppänen, A., Jahkola, A. 2003. Validity of a single-item measure of stress symptoms. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 29(6), 444–451.
- Estryn-Béhar, M., Van der Heijden, B.I.J.M., the NEXT Study Group. 2012. Effects of extended work shifts on employee fatigue, health, satisfaction, work/family balance, and patient safety. *Work*, 41(Suppl.1), 4283–4290.
- Euroopan työaikadirektiivi. 2003/88/EY. Saatavilla www-muodossa osoitteessa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0088:FI:HTML> (Luettu 31.7.2014)
- Flo, E., Pallesen, S., Moen, B.E., Waage, S., Bjorvatn, B. 2014. Short rest periods between work shifts predict sleep and health problems in nurses at 1-year follow-up. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(8), 555–561. doi:10.1136/oemed-2013-102007
- Floderus, B., Hagman, M., Aronsson, G., Marklund, S., Wikman, A. 2009. Work status, work hours and health in women with and without children. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(10), 704–710.

- Folkard, S., Lombardi, D.D., Tucker P.T. 2005. Shiftwork: Safety, Sleepiness and Sleep. *Industrial Health*, 43, 20–23.
- Forma, P. 2006. Muutos ja epävarmuus kunta-alan työssä. Teoksessa Kauppinen, M. (Toim.) *Kuntatyö murroksessa - miten jaksaa työntekijä? Kuntatyö 2010 -projekti. Kuntien eläkevakuutus, Helsinki*, 43–49.
- Furlan, R., Barbic, F., Piazza, S., Tinelli, M., Seghizzi, P., Malliani, A. 2000. Modifications of cardiac autonomic profile associated with a shift schedule of work. *Circulation*, 102(16), 1912–1916.
- Gerritsen, J., TenVoorde, B.J., Dekker, J.M., Kingma, R., Kostense, P.J., Bouter, L.M., Heethaar, R.M. 2003. Measures of cardiovascular autonomic nervous function: agreement, reproducibility, and reference values in middle age and elderly subjects. *Diabetologia*, 46, 330–338.
- Gillberg, M., Kecklund, G., Åkerstedt, T. 1994. Relations between performance and subjective ratings of sleepiness during a night awake. *Sleep*, 17(3), 236–241.
- Gillberg, M., Kecklund, G., Axelsson, J., Åkerstedt, T. 1996. The effects of a short daytime nap after restricted night sleep. *Sleep*, 19(7), 570–575.
- Gjerdingen, D., McGovern, P., Bekker, M., Lundberg, U., Willemssen, T. 2000. Women's work roles and their impact on health, well-being, and career: comparisons between the United States, Sweden, and The Netherlands. *Women & Health*, 31(4), 1–20.
- Ha, M., Kim, J., Park, J., Chung, H.K. 2001. Blood pressure and heart rate variability in workers of 8-hour shifts. *Journal of Human Ergology*, 30(1-2), 229–233.
- Hakanen, J. 2002. Työuupumuksesta työn imuun - positiivisen työhyvinvointikäsitteen arviointimenetelmän suomalaisen version validointi opetusalan organisaatiossa. *Työ ja ihminen*, 1, 15–19.
- Hakanen, J., Bakker, A., Schaufeli, W. 2006. Burnout and work engagement among teachers. *Journal of School Physiology*, 43, 495–513.
- Hakola, T., Härmä, M. 2001. Evaluation of a fast forward rotating shift schedule in the steel industry with a special focus on ageing and sleep. *Journal of Human Ergology*, 30(1–2), 315–319.
- Hakola, T., Paukkonen, M., Pohjonen, T. 2010. Less quick returns--greater well-being. *Industrial Health*, 48(4), 390–394.
- Hakola, T., Härmä, M., Puttonen, S., Sallinen, M., Vanttola, P. 2013. Suositukset työaikojen kuormituksen arvioimiseksi kunta-alalla. *Työsuojelurahasto. Työterveyslaitos*.
- Holmes, T., Rahe, R. 1967. The Social Readjustment rating scale. *Journal of Psychosomatic Research*, 11, 213–218.
- Huikuri, H.V., Niemelä, M.J., Ojala, S., Rantala, A., Ikäheimo, M.J., Airaksinen, K.E. 1994. Circadian rhythms of frequency domain measures of heart rate variability in healthy subjects

and patients with coronary artery disease. Effects of arousal and upright posture. *Circulation*, 90(1), 121–126.

Hynynen, E., Konttinen, N., Kinnunen, U., Kyröläinen, H., Rusko, H. 2011. The incidence of stress symptoms and heart rate variability during sleep and orthostatic test. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 733–741.

Hänecke, K., Tiedemann, S., Nachreiner, F., Grzech-Sukalo, H. 1998. Accident risk as a function of hour at work and time of day as determined from accident data and exposure models for the German working population. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 24(Suppl 3), 43–48.

Härmä, M. 1985, Kolmivuorotyötä tekevän hoitohenkilökunnan terveys, fyysinen suorituskky ja vuorotyöhön sopeutuminen. Tutkimus liikuntaintervention vaikutuksista naisilla. Kuopion yliopisto. Fysiologian laitos.

Härmä, M. 2006. Workhours in relation to work stress, recovery and health. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 32(6), 502–514.

Härmä, M., Hakola, T., Kandolin, I., Sallinen, M., Vahtera, J., Bonnefond, A., Mutanen, P. 2006. A controlled intervention study on the effects of a very rapidly forward rotating shift system on sleep-wakefulness and well-being among young and elderly shift workers. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 59(1), 70–79.

Härmä, M., Kecklund, G. 2010. Shift work and health - how to proceed? *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36(2), 81–84.

Härmä, M., Vanttola, P., Ropponen, A., Koskinen, A., Hakola, T., Kalakoski, V., Puttonen, S., Sallinen, M., Nätti, J., Salo, P., Pentti, J., Oksanen, T., Vahtera, J., Kivimäki, M. 2014. Työaikojen kehittäminen kunta-alalla. Työterveyslaitos, Helsinki.

Hätinen, M., Kinnunen, U. 2002. Työstressi ja työuupumus interventioiden näkökulmasta: katsaus viimeaikaisiin interventiotutkimuksiin. *Työ ja Ihminen*, 1, 5–19.

Ilmarinen, J., Tuomi, K., Järvinen, E., Nygård, C., Eskelinen, L., Suvanto, S., Toikkanen, J., Huuhtanen, P., Backman, A., Aalto, L., Mauno, I. 1988. Ikääntyvä työntekijä kunta-alalla: seurantatutkimuksen yhteenveto ja suositukset, 4, 429–440.

Ishii, N., Dakeishi, M., Sasaki, M., Iwata, T., Murata, K. 2005. Cardiac autonomic imbalance in female nurses with shift work. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 122(1-2), 94–99.

Ito, H., Nozaki, M., Maruyama, T., Kaji, Y., Tsuda, Y. 2001. Shift work modifies the circadian patterns of heart rate variability in nurses. *International Journal of Cardiology*, 79(2-3), 231–236.

Jansen, N., Kant, I., Kristensen, T., Nijhuis, F. 2003. Antecedents and consequences of work-family conflict: A prospective cohort study. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 45(5), 479–491.

- Johnson, M.D., Sharit, J. 2001. Impact of a change from an 8-h to a 12-h shift schedule on workers and occupational injury rates. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27(5), 303–319.
- Julkunen, R., Nätti, J., Anttila, T. 2004. Tietotyön työajat. *Työ ja Ihminen*, 18(3), 159–168.
- Kaida, K., Takahashi, M., Akerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T., Fukasawa, K. 2006. Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 117(7), 1574–1581.
- Kalimo, R., Hakanen, J., Toppinen-Tanner, S. 2006. Maslachin yleinen työuupumuksen arviointimenetelmä. MBI-GS. Työterveyslaitos, Helsinki.
- Kalimo, R., Toppinen, S. 1997. Työuupumus Suomen työikäisellä väestöllä. Työterveyslaitos, Helsinki.
- Kandolin, I., Tuomivaara, S., Huuhtanen, P. 2010. Joustot ja muutokset työorganisaatioissa. Teoksessa Kauppinen, T., Hanhela, R., Kandolin, I., ym. (Toim.) *Työ ja terveys Suomessa 2009*. Työterveyslaitos, Helsinki, 67–74.
- Kirjonen, J. 2007. Monitieteinen METELI meni tehtaaseen – työkuormitus tutkimuskohteena 1970-luvulla. *Työ ja Ihminen*, 21(1), 5–16.
- Kivimäki, M., Leino-Arjas, P., Kaila-Kangas, L., Luukkonen, R., Vahtera, J., Elovainio, M., Härmä, M., Kirjonen, J. 2006. Is incomplete recovery from work a risk marker of cardiovascular death? Prospective evidence from industrial employees. *Psychosomatic Medicine*, 68(3), 402–407.
- Knauth, P. 2007. Extended work periods. *Industrial health*, 45(1), 125–136.
- Knauth, P. 1998. Innovative worktime arrangements. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 24(Suppl 3), 13–17.
- Knauth, P. & Hornberger, S. 2003. Preventive and compensatory measures for shift workers. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 53(2), 109–116.
- Knutsson, A. 2003. Health disorders of shift workers. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 53(2), 103–108.
- Koskinen, T., Kähönen, M., Jula, A., Laitinen, T., Keltikangas-Jarvinen, L., Viikari, J., Välimäki, I., Raitakari, O.T. 2009. Short-term heart rate variability in healthy young adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 145(1-2), 81–88.
- Kumpulainen, T. (Toim.) 2011. Opettajat Suomessa 2010. Koulutuksen seurantaraportti 2011:6, Opetushallitus, Tampere.
- Kuntatyönantajat 2014a. Kunnallinen opetushenkilöstön virka- ja työehtosopimus 2014–2016. Helsinki.
- Kuntatyönantajat 2014b. Kunnallinen yleinen virka- ja työehtosopimus 2014–2016. Helsinki.

- Kupper, N.H., Willemsen, G., van den Berg, M., de Boer, D., Posthuma, D., Boomsma, D.I., de Geus, E.J. 2004. Heritability of ambulatory heart rate variability. *Circulation*, 110(18), 2792–2796.
- Laine, M., Kokkinen, L., Kaarlela-Tuomaala, A., Valtanen, E., Elovainio, M., Suomi, R., Keinänen, M. 2011. Sosiaali- ja terveystieteen työt 2010. Kahden vuosikymmenen kehityskulku. Työterveyslaitos, Helsinki.
- Laki nuorista työntekijöistä 998/1993. Ajantasainen lainsäädäntö. Valtion Säädöstietopankki. Saatavilla [www-muodossa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19930998](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19930998) (luettu 9.6.2014).
- Laki työturvallisuuslain muuttamisesta. 329/2013. Ajantasainen lainsäädäntö. Valtion Säädöstietopankki. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130329](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130329) (luettu 9.6.2014).
- La Rovere, M.T., Bigger, J.T.Jr., Marcus, F.I., Mortara, A., Schwartz, P.J. 1998. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators. *Lancet*, 351(9101), 478–484.
- Launis, K., Koli, A. 2005. Opettajien hyvinvointi muutoksessa. *Työ ja Ihminen*, 19(3), 350–366.
- Lewis, M.J., Kingsley, M., Short, A.L., Simpson, K. 2007. Rate of reduction of heart rate variability during exercise as an index of physical work capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(6), 696–702.
- Lin, Y.H., Kuo, T.B., Ho, Y.C., Lin, S.H., Liu, C.Y., Yang, C.C. 2012. Physiological and psychological impacts on male medical interns during on-call duty. *Stress*, 15(1), 21–30.
- Lindholm, H., Sinisalo, J., Ahlberg, J., Hirvonen, A., Hublin, C., Partinen, M., Savolainen, A. 2012. Attenuation of vagal recovery during sleep and reduction of cortisol/melatonin ratio in late afternoon associate with prolonged daytime sleepiness among media workers with irregular shift work. *American Journal of Industrial Medicine*, 55, 643–649.
- Lipscomb, J.A., Trinkoff, A.M., Geiger-Brown, J. Brady, B. 2002. Work-schedule characteristics and reported musculoskeletal disorders of registered nurses. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 28(6), 394–401.
- Lo, S.H., Lin, L.Y., Hwang, J.S., Chang, Y.Y., Liao, C.S., Wang, J.D. 2010. Working the night shift causes increased vascular stress and delayed recovery in young women. *Chronobiology International*, 27(7), 1454–1468.
- Louhevaara, V., Kilbom, Å. 2005. Dynamic work assessment. Teoksessa Wilson, J., Corlett, N. (Toim.) *Evaluation of human work*, 3.th edn, BocaRota. Taylor & Francis Group. pp. 431.
- Lundberg, U. 2005. Stress hormones in health and illness: the roles of work and gender. *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 1017–1021.

- Lusa, S. 1994, Job Demands and Assessment of the Physical Work Capacity of Fire Fighters, University of Jyväskylä. Faculty of Sport and Health Sciences. Academic dissertation.
- Lyly-Yrjänäinen, M. 2014. Työolobarometri. TEM-raportteja 5/2014. Työ- ja elinkeinoministeriö. Työelämä- ja markkinaosasto/Työelämän sääntely-ryhmä. Saatavilla pdf-muodossa osoitteessa: [https://www.tem.fi/files/38687/TEMrap\\_5\\_2014\\_07022014.pdf](https://www.tem.fi/files/38687/TEMrap_5_2014_07022014.pdf) (luettu 31.7.2014)
- Marple, S.L. 1987. Digital Spectral Analysis with Applications. Prentice-Hall.
- Maslach, C., Jackson S 1981. The measurement of experienced burnout. Journal of Occupational Behaviour, 2, 99–113.
- McDowell, I., Newell, C. 1987. Measuring health. A guide to rating Scales and Questionnaires. Oxford University Press, New York.
- McEwen, B. 1998. Protecting and damaging effects of stress mediators. New England Journal of Medicine, 338, 171–179.
- McNamee, R., Binks, K., Jones, S., Faulkner, D., Slovak, A., Cherry, N.M. 1996. Shiftwork and mortality from ischaemic heart disease. Occupational and Environmental Medicine, 53(6), 367–373.
- Minson, C.T., Halliwill, J.R., Young, T.M., Joyner, M.J. 2000. Influence of the menstrual cycle on sympathetic activity, baroreflex sensitivity, and vascular transduction in young women. Circulation, 101(8), 862–868.
- Moen, P., Kelly, E.L., Tranby, E., Huang, Q. 2011. Changing work, changing health: Can real work-time flexibility promote health behaviors and well-being? Journal of Health and Social Behavior, 52(4), 404–429.
- Neijts, M., van Lien, R., Kupper, N., Boomsma, D., Willemsen, G., de Geus E.J.C. 2014. Heritability of cardiac vagal control in 24-h heart rate variability recordings: Influence of ceiling effects at low heart rates. Psychophysiology, doi: 10.1111/psyp.12246.
- Niskanen, J.P., Tarvainen, M.P., Ranta-Aho, P.O., Karjalainen, P.A. 2004. Software for advanced HRV analysis. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 76(1), 73–81.
- Nuikka, M-L. 2002. Sairaanhoidajien kuormittuminen hoitotilanteissa, Tampereen yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta. Akateeminen väitöskirja.
- Opetusalan ammattijärjestö, OAJ. 2014. Ammattijärjestön verkkosivut. Saatavilla www-muodossa osoitteessa: <http://www.oaj.fi/cs/oaj/public> (luettu 31.7.2014).
- Parent-Thirion, A., Vermeylen, G., van Houten, G., Lyly-Yrjänäinen, M., Biletta, I., Cabrita, J. 2012. Fifth European Working Conditions Survey, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Partinen, M., Gislason, T. 1995. Basic Nordic Sleep Questionnaire (BNSQ): a quantitated measure of subjective sleep complaints. Journal of Sleep Research, 4(S1), 150–155.

Paukkonen, M., Pohjonen, T., Hakola, T., Lindholm, H., Sistonen, H., Simoila, R. 2007. Terveet työajat – kehittämis- ja tutkimushankkeen loppuraportti. Helsingin kaupungin terveystieteiden tutkimuskeskuksen raportteja.

Peltonen, M., Harald, K., Männistö, S., Saarikoski, L., Peltomäki, P., Lund, L., Sundvall, J., Juolevi, A., Laatikainen, T., Alden-Nieminen, H., Luoto, R., Jousilahti, P., Salomaa, V., Taimi, M., Vartiainen, E. 2008. Kansallinen FINRISKI 2007 -terveystutkimus. Tutkimuksen toteutus ja tulokset. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja, Kansanterveyslaitos. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen edistämisen ja kroonisten tautien ehkäisyn osasto, Helsinki.

Perkiö-Mäkelä, M., Hirvonen, M. 2013. Työ ja terveys -haastattelututkimus 2012. Taulukkoraportti. Työterveyslaitos, Helsinki.

Perkiö-Mäkelä, M., Hirvonen, M., Elo, A., Kandolin, I., Kauppinen, K., Kauppinen, T., Ketola, R., Leino, T., Manninen, P., Miettinen, S., Reijula, K., Salminen, S., Toivanen, M., Tuomivaara, S., Vartiala, M., Venäläinen, S., Viluksela, M. 2010. Työ ja terveys -haastattelututkimus 2009. Taulukkoraportti. Työterveyslaitos, Helsinki.

Perkiö-Mäkelä, M., Mäkitalo, M., Nevala, N. 2002. Opettajan työn fyysinen kuormittavuus ja työympäristön ergonomia ja esteettömyys perusopetuksessa. Loppuraportti Työsuojelurahastolle, Kuopion alueterveystieteiden tutkimuskeskus, Kuopio.

Porkka-Heiskanen, T., Zitting, K.M., Wigren, H.K. 2013. Sleep, its regulation and possible mechanisms of sleep disturbances. *Acta physiologica (Oxford, England)*, 208(4), 311–328.

Princi, T., Parco, S., Accardo, A., Radillo, O., De Seta, F., Guaschino, S. 2005. Parametric evaluation of heart rate variability during the menstrual cycle in young women. *Biomedical Sciences Instrumentation*, 41, 340–345.

Puttonen, S., Härmä, M., Hublin, C. 2010. Shift work and cardiovascular disease - pathways from circadian stress to morbidity. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36(2), 96–108.

Puttonen, S., Viitasalo, K., Härmä, M. 2012. The relationship between current and former shift work and the metabolic syndrome. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 38(4), 343–348.

Radkiewicz, P., Widerszal-Bazyl, M. 2005. Psychometric properties of Work Ability Index in the light of comparative survey study. *International Congress Series*, 1280(0), 304–309.

Rahman, F., Pechnik, S., Gross, D., Sewell, L., Goldstein, D.S. 2011. Low frequency power of heart rate variability reflects baroreflex function, not cardiac sympathetic innervation. *Clinical autonomic research: Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society*, 21(3), 133–141.

- Rauchenzauner, M., Ernst, F., Hintringer, F., Ulmer, H., Ebenbichler, C.F., Kasseroler, M., Joannidis, M. 2009. Arrhythmias and increased neuro-endocrine stress response during physicians' night shifts: a randomized cross-over trial. *European Heart Journal*, 30(21), 2606–2013.
- Riese, H., van Doornen, L.J., Houtman, I., de Geus, E.J. 2004. Job strain in relation to ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability among female nurses. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 30(6), 477–485.
- Ritvanen, T. 2006. Seasonal Psychophysiological Stress of Teachers Related to Age and Aerobis Fitness. University of Kuopio. Faculty of Medicine. Academic dissertation.
- Rogers, A.E., Hwang, W.T., Scott, L.D., Aiken, L.H., Dinges, D.F. 2004. The working hours of hospital staff nurses and patient safety. *Health Affairs (Project Hope)*, 23(4), 202–212.
- Rook, J.W., Zijlstra, F.R.H. 2006. The contribution of various types of activities to recovery. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 15(2), 218–240.
- Rutenfrantz, J. 1981. Arbeitmedizinische Aspect des Stessproblems in Theorien, Untersuchung, Massnahmen, ed. J. Nitsch, Verlag Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien, 379–390.
- Rutenfrantz, J., Hettinger, T., Ilmarinen, J., Klimer, F. 1976. "Beurteilung der eignung zu schwerer körperlicher arbeit" in *Ökologischer kurs*, ed. H. Drasche, Teil Arbeitsmedizin, Stuttgart.
- Saaranen, T., Tossavainen, K., Turunen, H., Vertio, H. 2004. Työhyvinvoinnin rakentuminen kouluyhteisössä - henkilöstön ja työterveyshoitajien arviointia. *Työ ja Ihminen*, 18(4), 328–341.
- Saksvik, I.B., Bjorvatn, B., Hetland, H., Sandal, G.M., Pallesen, S. 2011. Individual differences in tolerance to shift work – A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 15, 221–235.
- Sallinen, M., Kecklund, G. 2010. Shift work, sleep, and sleepiness - differences between shift schedules and systems. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 36(2), 121–133.
- Sallinen, M., Härmä, M., Akila, R., Holm, A., Luukkonen, R., Mikola, H., Müller, K., Virkkala, J. 2004. The effects of sleep debt and monotonous work on sleepiness and performance during a 12-h dayshift. *Journal of Sleep Research*, 13(4), 285–294.
- Sallinen, M., Härmä, M., Mutanen, P., Ranta, R., Virkkala, J., Müller, K. 2005. Sleepiness in various shift combinations of irregular shift systems. *Industrial Health*, 43(1), 114–122.
- Sato, S., Taoda, K., Kawamura, M., Wakaba, K., Fukuchi, Y., Nishiyama, K. 2001. Heart rate variability during long truck driving work. *Journal of Human Ergology*, 30(1-2), 235–240.
- Schutte, N., Toppinen, S., Kalimo, R., Schaufeli, W. 2000. The factorial validity of the Maslach Burnout Inventory-General Survey (MBI-GS) across occupational groups and nations. *Journal of Occupational & Organizational Psychology*, 73(1), 53–66.



- Shah, D. 2009. Healthy worker phenomenon. *Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 13(2), 77–79.
- Singh, J.P., Larson, M.G., O'Donnell, C.J., Tsuji, H., Evans, J.C., Levy, D. 1999. Heritability of heart rate variability: the Framingham Heart Study. *Circulation*, 99(17), 2251–2254.
- Sluiter, J., de Croon, E., Meijman, T., Frings-Dresen, M. 2003. Need for recovery from work-related fatigue and its role in the development and prediction of subjective health complaints. *Occupational and Environmental Medicine*, 60, 62–70.
- Snieder, H., van Doornen, L.J.P., Boomsma, D.I., Thayer, J.F. 2007. Sex differences and heritability of two indices of heart rate dynamics: A twin study. *Twin Research and Human Genetics*, 10(2), 364–372.
- Soares-Miranda, L., Sattelmair, J., Chaves, P., Duncan, G., Siscovick, D.S., Stein, P.K., Mozaffarian, D. 2014. Physical activity and heart rate variability in older adults: The cardiovascular health study. *Circulation*, 129(21), 2100–2110.
- Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2008. Terveyden työsuojelun valvontahankkeen loppuraportti. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön selvityksiä 2008: 3. Yliopistopaino Oy, Helsinki.
- Stein, P.K. 2002. Assessing heart rate variability from real-world Holter reports. *Cardiac Electrophysiology Review*, 6(3), 239–244.
- Stimpfel, A.W., Sloane, D.M., Aiken, L.H. 2012. The longer the shifts for hospital nurses, the higher the levels of burnout and patient dissatisfaction. *Health Affairs (Project Hope)*, 31(11), 2501–2509.
- Su, T.C., Lin, L.Y., Baker, D., Schnall, P.L., Chen, M.F., Hwang, W.C., Chen, C.F., Wang, J.D. 2008. Elevated blood pressure, decreased heart rate variability and incomplete blood pressure recovery after a 12-hour night shift work. *Journal of Occupational Health*, 50(5), 380–386.
- Taris, T., Beckers, D., Verhoeven, L., Geurts, S., Kompier, M., van der Linden, D. 2006. Recovery opportunities, work-home interference, and well-being and managers. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 15(2), 139–157.
- Tarvainen, M.P., Niskanen, J.P., Lipponen, J.A., Ranta-Aho, P.O., Karjalainen, P.A. 2014. Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 113(1), 210–220.
- Tarvainen, M.P., Ranta-Aho, P.O., Karjalainen, P.A. 2002. An advanced detrending method with application to HRV analysis. *IEEE Transactions on Bio-medical Engineering*, 49(2), 172–175.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043–1065.
- Terveys- ja sosiaalialan neuvottelujärjestö, TSN ry 2014. Terveyspalvelualan työehtosopimus 1.3.2014–31.1.2017. Terveyspalvelualan liitto ry.

Thayer, J.F., Ahs, F., Fredrikson, M., Sollers, J.J.<sup>3rd</sup>, Wager, T.D. 2012. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747–756.

Tilastokeskus 2014. Suomen virallinen tilasto (SVT): Työvoimatutkimus (verkkojulkaisu). Liitetaulukko 34. Palkansaajat toimialoittain (TOL 2008) 2013/I - 2014/I, 15–74-vuotiaat . Helsinki: Tilastokeskus. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa) osoitteessa: [http://tilastokeskus.fi/til/tyti/2014/03/tyti\\_2014\\_03\\_2014-04-24\\_tau\\_034\\_fi.html](http://tilastokeskus.fi/til/tyti/2014/03/tyti_2014_03_2014-04-24_tau_034_fi.html) (luettu 7.5.2014)

Tilastokeskus 2013. Suomen tilastollinen vuosikirja 2013. Suomen virallinen tilasto. Tilastokeskus, Helsinki.

Togo, F., Takahashi, M. 2009. Heart rate variability in occupational health --a systematic review. *Industrial Health*, 47(6), 589–602.

Trinkoff, A., Geiger-Brown, J., Brady, B., Lipscomb, J., Muntaner, C. 2006. How long and how much are nurses now working? *The American Journal of Nursing*, 106(4), 60–71.

Tucker, P., Barton, J., Folkard, S. 1996. Comparison of eight and 12 hour shifts: impacts on health, wellbeing, and alertness during the shift. *Occupational and Environmental Medicine*, 53, 767–772.

Tucker, P., Folkard, S. 2012. Working Time, Health and safety: a Research Synthesis Paper. Conditions of work and employment series No. 31, Geneva, Switzerland.

Tucker, P., Knowles, S.R. 2008. Review of studies that have used the Standard Shiftwork Index: evidence for the underlying model of shiftwork and health. *Applied Ergonomics*, 39(5), 550–564.

Tuomi, K., Ilmarinen, J., Järvinen, E., Wägar G, Eskelinen, L., Suurnäkki, T., Huuhtanen, P. 1985a. Eläkeikien perusteiden tutkimuksen tausta, viitekehys ja osat. Teoksessa Ilmarinen, J. (Toim.) Työ, terveys ja eläkeikä kunta-alalla, Työterveyslaitos, Helsinki, sivut 85–94.

Tuomi, K., Ilmarinen, J., Jahkola, A., Katajarinne, L., Tulkki, A. 1997. Työkykyindeksi. 2. korjattu painos, Työterveyslaitos, Helsinki.

Tuomi, K., Wäger, G., Eskelinen, L., Järvinen, E., Huuhtanen, P., Suurnäkki, T., Fahlström, P., Aalto, L., Ilmarinen, J. 1985b. Terveys, työkyky ja työolot kunnallisissa ammattiryhmissä. Teoksessa Ilmarinen, J. (Toim.) Työ, terveys ja eläkeikä kunta-alalla, Työterveyslaitos, Helsinki, sivut 95–132.

Tuomi, K., Ilmarinen, J., Eskelinen, L., Järvinen, E., Toikkanen, J., Klockars, M. 1991. Prevalence and incidence rates of diseases and work ability in different work categories of municipal occupations. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 17(Suppl) 167–174.

Työaikalaki 605/1996. Ajantasainen lainsäädäntö. Valtion Säädöstietopankki. Saatavilla [www-muodossa](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960605) osoitteessa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960605> (luettu 9.6.2014).

Työsopimuslaki 55/2001. Ajantasainen lainsäädäntö. Valtion Sääöstietopankki. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010055](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010055) (luettu 9.6.2014).

Työturvallisuuslaki 738/2002. Ajantasainen lainsäädäntö. Valtion Sääöstietopankki. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738) (luettu 9.6.2014).

Umetani, K., Singer, D.H., McCraty, R., Atkinson, M. 1998. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *Journal of the American College of Cardiology*, 31(3), 593–601.

Urbancic-Rovan, V., Meglic, B., Stefanovska, A., Bernjak, A., Azman-Juvan, K., Kocijancic, A. 2007. Incipient cardiovascular autonomic imbalance revealed by wavelet analysis of heart rate variability in Type 2 diabetic patients. *Diabetic Medicine: a Journal of the British Diabetic Association*, 24(1), 18–26.

Uusitalo, A.L.T., Vanninen, E., Levälahti, E., Battié, M.C., Videman, T., Kaprio, J. 2007. Role of genetic and environmental influences on heart rate variability in middle-aged men. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 293, 1013-1022.

Valtiovarainministeriö 2014. Valtion virka- ja työehdot 2014–2017. Valtion työmarkkinalaitos, Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy.

van Amelsvoort, L.G., Schouten, E.G., Maan, A.C., Swenne, C.A., Kok, F.J. 2000. Occupational determinants of heart rate variability. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 73(4), 255–262.

van Amelsvoort, L.G., Schouten, E.G., Maan, A.C., Swenne, C.A., Kok, F.J. 2001. Changes in frequency of premature complexes and heart rate variability related to shift work. *Occupational and Environmental Medicine*, 58(10), 678–681.

Vehmasvaara, P. 2004. Ensihoitotyön fyysinen kuormittavuus ja ensihoitajien työkyvyn fyysisiä edellytyksiä arvioivan testistön kehittäminen. Kuopion yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.

Viitasalo, K., Hemiö, K., Härmä, M., Lindström, J., Peltonen, M., Puttonen, S., Koho, A. 2011. Työterveyshuolto ehkäisee vuorotyön ja elintapojen terveystorjuntaa. Tyypin 2 diabeteksen seulonta ja ehkäisy ilmailualan työterveyshuollossa. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Raportti 66/2011.

Viitasalo, K., Kuosma, E., Laitinen, J., Härmä, M. 2008. Effects of shift rotation and the flexibility of a shift system on daytime alertness and cardiovascular risk factors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 34(3), 198–205.

Virtanen, M., Kivimäki, M., Luopa, P., Vahtera, J., Elovainio, M., Jokela, J., Pietikäinen, M. 2009. Staff reports of psychosocial climate at school and adolescents' health, truancy and health education in Finland. *European Journal of Public Health*, 19(5), 554–560.

- Virtanen, R., Jula, A., Kuusela, T., Helenius, H., Voipio-Pulkki, L.M. 2003. Reduced heart rate variability in hypertension: associations with lifestyle factors and plasma renin activity. *Journal of Human Hypertension*, 17(3), 171–179.
- Vogel, M., Braungardt, T., Meyer, W., Schneider, W. 2012. The effects of shift work on physical and mental health. *Journal of Neural Transmission (Vienna, Austria: 1996)*, 119(10), 1121–1132.
- Vrijkotte, T.G., van Doornen, L.J., de Geus, E.J. 2000. Effects of work stress on ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability. *Hypertension*, 35(4), 880–886.
- Vyas, M.V., Garg, A.X., Iansavichus, A.V., Costella, J., Donner, A., Laugsand, L.E., Janszky, I., Mrkobrada, M., Parraga, G., Hackam, D.G. 2012. Shift work and vascular events: systematic review and meta-analysis. *BMJ (Clinical research ed.)*, doi: 10.1136/bmj.e4800.
- Väänänen, A., Koskinen, A., Joensuu, M., Kivimäki, M., Vahtera, J., Kouvonen, A., Jäppinen, P. 2008. Lack of predictability at work and risk of acute myocardial infarction: an 18-year prospective study of industrial employees. *American Journal of Public Health*, 98(12), 2264–2271.
- Väänänen, A., Toppinen-Tanner, S., Kalimo, R., Mutanen, P., Vahtera, J., Peiro, J.M. 2003. Job characteristics, physical and psychological symptoms, and social support as antecedents of sickness absence among men and women in the private industrial sector. *Social Science & Medicine (1982)*, 57(5), 807–824.
- Wagstaff, A.S., Sigstad Lie, J-A. 2011. Shift and night work and long working hours—a systematic review of safety implications. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 37(3), 173–185
- Wang, F., Yeung, K.L., Chan, W.C., Kwok, C.C., Leung, S.L., Wu, C., Chan, E.Y., Yu, I.T., Yang, X.R., Tse, L.A. 2013. A meta-analysis on dose-response relationship between night shift work and the risk of breast cancer. *Annals of Oncology: Official Journal of the European Society for Medical Oncology / ESMO*, 24(11), 2724–2732.
- Wang, X., Ding, X., Su, S., Li, Z., Riese, H., Thayer, J.T., Treiber, F., Snieder, H. 2009. Genetic influence on heart rate variability at rest and during rest. *Psychophysiology*, 46, 458–465.
- Wehrens, S.M., Hampton, S.M., Skene, D.J. 2012. Heart rate variability and endothelial function after sleep deprivation and recovery sleep among male shift and non-shift workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 38(2), 171–181.
- Weippert, M., Kumar, M., Kreuzfeld, S., Arndt, D., Rieger, A., Stoll, R. 2010. Comparison of three mobile devices for measuring R-R intervals and heart rate variability: Polar S810i, Suunto t6 and an ambulatory ECG system. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 779–786.
- Wirtz, A., Lombardi, D.A., Willetts, J.L., Folkard, S., Christiani, D.C. 2012. Gender differences in the effect of weekly working hours on occupational injury risk in the United States working population. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 38(4), 349–357.

Yuan, S., Chou, M., Chen, C., Lin, Y., Chen, M., Liu, H., Kuo, H. 2011. Influences of shift work on fatigue among nurses. *Journal of Nursing Management*, 19(3), 339–345.

Zijlstra, F., Sonnentag, S. 2006. After work is done: Psychological perspectives on recovery from work. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 15(2), 129–138.

Zuanetti, G., Neilson, J.M., Latini, R., Santoro, E., Maggioni, A.P., Ewing, D.J. 1996. Prognostic significance of heart rate variability in post-myocardial infarction patients in the fibrinolytic era. The GISSI-2 results. Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell' Infarto Miocardico. *Circulation*, 94(3), 432–436.

Åkerstedt, T. 2003. Shift work and disturbed sleep/wakefulness. *Occupational Medicine*, 53(2), 89–94.

Åkerstedt, T., Gillberg, M. 1990. Subjective and objective sleepiness in the active individual. *The International Journal of Neuroscience*, 52(1-2), 29–37.



# *Liitteet*

**Liite 1.** Liitetaulukot 1-8

## Liitetaulukko 1. Osajulkaisussa I mukana olevat muuttajat ja niiden tarkastelu analyysissä

Mittari / menetelmä	Selittävät muuttajat	Analyysi (lineaarinen sekamalli)
Syöntätaajuuden ja sykevälivaihtelun 30 tunnin mittaus; Tarkastelussa kahdeksan eri aikapistettä normaalin ja pitkän työvuoron aikaiselta mittaavuorokauden ajalta	MeanRR (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF-teho (ms <sup>2</sup> ) HF-teho (ms <sup>2</sup> )	Jokainen muuttaja tarkasteltu erikseen
Kyselylomake	<b>Selittävät muuttajat</b> Työvuoron pituus (normaali / pitkä) Aikapisteeet (1–8) Ikä (vuosina) Sairauspoissaolopäivien määrä 12 kuukauden aikana  Pitkien työvuorojen määrä viimeisen kuuden viikon aikana (alle kuusi (md =6) / seitsemän tai enemmän) Koettu stressi (kyllä / ei)  Kotona asuvien lasten määrä (ei lapsia / yksi tai enemmän kotona asuvia lapsia)	Kaikissa analyysissä mukana Kaikissa analyysissä mukana Kaikissa analyysissä mukana Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja Ei analyysissä, käytetty vain aineistoa kuvaavana muuttajana
Kyselylomake	<b>Taustatiedot</b> Työkokemus (vuosina) Tupakointi (kyllä / ei) Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	
Päiväkirja	Työvuoron pituus (tunteina) Yöunen pituus ennen työvuoroa (tunteina) Yöunen pituus työvuoron jälkeen (tunteina)	
Työkykyindeksi	Työkykyindeksin kokonaispistemäärä (27–48 pistettä) Koettu työkyky (asteikko 0–10) Lääkärin toteamien sairauksien määrä	
<sup>a</sup> laskettu itseraportoitujen tietojen perusteella		



## Liitetaulukko 2. Osajulkaisussa II mukana olleet muuttajat ja niiden tarkastelu analyysissä

Mittari / menetelmä	Selittävät muuttajat	Analyysi (lineaarinen sekamalli)
Sykeintäajauuden ja sykeväli vaihtelun 24 tunnin mittaus; Tarkastelussa aamuvuoron alku ja loppu aiku- ja seurantamittauksessa	MeanRR (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF-teho (ms <sup>2</sup> ) LF-teho (n.u.) HF-teho (ms <sup>2</sup> ) HF-teho (n.u.) LF/HF	Jokainen muuttaja tarkasteltu erikseen
Vuorotyökysely	<b>Selittävät muuttajat</b> Analysoitu ajankohta (työvuoron alku / loppu) Vuorotyöjärjestelmä (perinteinen / ergonominen) Työaikamuoto (2-vuorotyö / 3-vuorotyö) Ikä (vuosina) Ikäryhmä (20–30-vuotiaat / 40–49-vuotiaat / 50–60-vuotiaat) Siviilisääty	Kaikissa analyysissä mukana Kaikissa analyysissä mukana Kaikissa analyysissä mukana Kaikissa analyysissä mukana Testattu vaikutus analyysissä  Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja
Työkykyindeksi	Koettu stressi (ei lainkaan tai vähän / jonkin verran / melko tai erittäin paljon) Työkykyindeksin kokonaispistemäärä (27–48 pistettä) Koettu työkyky (asteikko 0–10)	Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttaja
Vuorotyökysely	Työkokemus (vuosina) Vuorotyökokemus (vuosina) Kokemus nykyisestä vuorotyöjärjestelmästä (vuosina) Osaston luonne (akuutti- / pitkäaikaishoito-osasto) Lääkärin toteamien sairauksien määrä	Ei analyysissä, käytetty vain aineistoa kuvaavana muuttajana
Työkykyindeksi		

### Liitetaulukko 3. Osajulkaisussa III mukana olleet muuttujat ja niiden tarkastelu analyysissä

Mittari / menetelmä	Selittävät muuttujat	Analyyssi (lineaarinen sekamalli)
Syke- ja sykintäaajuuden ja sykeväivaihTELUN 24 tunnin mittaus; Tarkastelussa yönen alku ja loppu molemmista alku- ja seurantamittauksesta	MeanRR (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF-teho (%) HF-teho (%) LF / HF	Jokainen muuttuja tarkasteltu erikseen
<b>Selittävät muuttujat</b>		
Kyselylomake	Mittaus (alkumittaus / seurantamittaus) Ikä (vuosina) Työpäivän pituus (tunteina) <sup>a</sup> Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>b</sup> Koettu stressi (kyllä / ei) Koettu työkyky (asteikko 0–10) Koetut psyykkiset voimavarat (heikko tai kohtalainen / hyvä / erinomainen) Vapaa-ajan toiminnot (ei aktiviteetteja / fyysinen harjoittelu / työhön liittyvät toimet) Yöunen pituus (tunteina)	Kaikissa analyysissä mukana K kaikissa analyysissä mukana K kaikissa analyysissä mukana Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja
Päiväkirja		Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja

<sup>a</sup> Yhteenvetoon liittyvissä analyysissä käytetty kaikissa analyysissä kovariaattina, osajulkaisussa III testattu vaikutus analyysissä,

<sup>b</sup> laskettu itseraportoitujen tietojen perusteella

#### Liitetaulukko 4. Osajulkaisussa IV mukana olleet muuttujat ja niiden tarkastelu analyysissä

<b>Mittari / menetelmä</b>	<b>Selittävät muuttujat</b>	<b>Analyysi (lineaarinen sekamalli)</b>
Sykintätaajuuden ja sykeväliahtelun 24 tunnin mittaus; nukkumaan menosta neljän tunnin ajalta 10 minuutin aikaikkunoista mitattu keskiarvo alku- ja seurantamittauksessa	MeanRR (ms) SDNN (ms) RMSSD (ms) LF-teho (ms <sup>2</sup> ) LF-teho (n.u.) HF-teho (ms <sup>2</sup> ) HF-teho (n.u.) LF / HF	Jokainen muuttuja tarkasteltu erikseen
<b>Selittävät muuttujat</b>		
Vuorotyökysely	Vuorotyöjärjestelmä (perinteinen / ergonominen) Ikä (vuosina) Työaikamuoto (2-vuorotyö / 3-vuorotyö) Koettu stressi (ei lainkaan tai vähän / jonkin verran / melko tai erittäin paljon)	Kaikissa analyysissä mukana Kaikissa analyysissä mukana Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja
<b>Taustatiedot</b>		
Terveystarkastus ja sen yhteydessä kerätty tieto	Pituus, paino → laskettu painoindeksi Tupakointi (kyllä / ei) Fyysinen aktiivisuus (riittävä / riittämätön fyysinen aktiivisuus) Fyysinen kunto (MET-arvoina)	Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja
Työkykyindeksi	Työkykyindeksin kokonaispistemäärä (27–48 pistettä) Koettu työkyky (asteikko 0–10)	Aineistoa kuvaava muuttuja
Päiväkirja	Koettu vireyttilä työvuoron alussa ja lopussa (KSS -asteikko, 9-luokkainen) Unen laatu (5 -luokkainen asteikko, 1 =erittäin huonosti, 2=huonosti, 3=kohtalaisesti, 4=hyvin ja 5= erittäin hyvin) Alkoholin nauttiminen (ilmoitettu annosten määrä)	Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Testattu vaikutus analyysissä, aineistoa kuvaava muuttuja Aineistoa kuvaava muuttuja (n=2, ilmoitettuja annoksia 1-2)

*Liitetaulukko 5.* Osajulkaisun I tutkittavien naisten (n=51) taustatietojen ja analyysissä tarkastelujen jatkuvien muuttujien keskiarvo (ka), keskihajonta (kh) ja vaihteluväli sekä luokitteluasteikollisten muuttujien frekvenssit ja prosenttiosuudet

<b>Muuttuja</b>	<b>ka ± kh (vaihteluväli)</b>	<b>n (%)</b>
Ikä (vuosina)	42 ± 11 (24–56)	
Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> )	24,8 ± 4,2 (19,6–37,8)	
Sairauspoissaolopäivät vuoden aikana (päiviä)	11,6 ± 27,4 (0,0–170,0)	
Työkokemus nykyisestä työstä (vuosina)	11 ± 10 (0–32)	
Työkykyindeksin kokonaispistemäärä	40,9 ± 4,9 (27–49)	
Koettu työkyky (0–10)	8 ± 1 (6–10)	
Pitkien työvuorojen määrä viimeksi kuluneen kuuden viikon aikana	7,3 ± 4,9 (1–17)	
Työvuoron pituus (tunteja)		
<i>Normaali työvuoro</i>	8,0 ± 0,5 (7,0–8,0)	
<i>Pitkä työvuoro</i>	13,9 ± 0,9 (11,0–15,00)	
Yöunen pituus ennen työvuoroa (tunteja) <sup>a</sup>		
<i>Normaali työvuoro</i>	6,6 ± 1,0 (4,0–9,5)	
<i>Pitkä työvuoro</i>	6,8 ± 1,1 (4,0–9,5)	
Yöunen pituus työvuoron jälkeen (tunteja) <sup>b</sup>		
<i>Normaali työvuoro</i>	8,4 ± 1,8 (5,0–11,5)	
<i>Pitkä työvuoro</i>	8,0 ± 1,5 (4,0–11,0)	
Kotona asuvien lasten määrä		
<i>Ei kotona asuvia lapsia</i>		28 (55)
<i>Yksi tai useampi lapsi kotona</i>		23 (45)
Koettu stressi		
<i>Ei stressiä (yhdistetty luokat 1-3)</i>		41 (80)
<i>Stressiä (yhdistetty luokat 4-5)</i>		10 (20)
Koettu työuupumus		
<i>Ei työuupumusta</i>		40 (78)
<i>Lievä työuupumus</i>		11 (22)
<i>Vakava työuupumus</i>		0 (0)
Tupakoi		3 (6)

<sup>a</sup> p=0,142, <sup>b</sup> p=0,229, eroja testattu verrannollisten parien t-testillä (*paired samples t-test*).

*Liitetaulukko 6.* Osajulkaisun II tutkittavien naisten (n=48) alkutilanteen taustatietojen ja analyyseissä mukana olleiden jatkuvien muuttujien keskiarvo (ka), keskihajonta (kh) ja vaihteluväli sekä luokitteluasteikollisten muuttujien frekvenssit ja prosenttiosuudet

<b>Muuttuja</b>	<b>ka ± kh (vaihteluväli)</b>	<b>n (%)</b>
Ikä (vuosina)	45 ± 10 (20-59)	
Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> )	25,5 ± 4,2 (17,9-35,6)	
Työkykyindeksin kokonaispistemäärä	38,0 ± 6,7 (24,0-48,0)	
Koettu työkyky (0-10)	8 ± 1 (4-10)	
Työkokemus (vuosina)	22 ± 10 (1-36)	
Vuorotyökokemus (vuosina)	17 ± 9 (1-34)	
Kokemus nykyisestä vuorotyöjärjestelmästä (vuosina)	10 ± 9 (0-33)	
Osaston luonne		
<i>Akuuttihoito</i>		15 (31)
<i>Pitkäaikaishoito</i>		33 (69)
Siviilisääty		
<i>Naimaton</i>		7 (15)
<i>Parisuhteessa, ei kotona asuvia lapsia</i>		29 (60)
<i>Parisuhteessa, kotona asuvia lapsia</i>		10 (21)
<i>Yksinhuoltaja</i>		2 (4)
Koettu stressi		
<i>Ei lainkaan tai vain vähän (luokat 1-2)</i>		21 (44)
<i>Jonkin verran (luokka 3)</i>		16 (33)
<i>Melko tai erittäin paljon (luokka 4-5)</i>		11 (23)
Tupakoi		9 (19)

*Liitetaulukko 7.* Osajulkaisun III tutkittavien naisten (n=29) taustatietojen ja analyyseissä tarkastelujen jatkuvien muuttujien keskiarvo (ka) ja keskihajonta (kh) sekä luokitteluasteikollisten muuttujien frekvenssit ja prosenttiosuudet alku- ja seurantamittauksessa

<b>Muuttuja</b>	<b>Alkumittaus</b>		<b>Seurantamittaus</b>	
	<b>n (%)</b>	<b>ka ± kh</b>	<b>n (%)</b>	<b>ka ± kh</b>
Ikä (vuosina)		47 ± 8		48 ± 8
Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> )		26 ± 4		25 ± 3
Koettu työkyky (0–10)		8 ± 1,4		8 ± 1,2
Työpäivän pituus (tunteina)		7,7 ± 0,8		7,9 ± 1,0
Yöunen pituus (tunteina)		7,6 ± 0,9		7,1 ± 0,9
Vapaa-ajan toiminnot				
<i>Ei aktiviteetteja</i>	12 (41)		9 (31)	
<i>Työhön liittyvät / työn kaltaiset aktiviteetit</i>	4 (14)		5 (17)	
<i>Fyysinen harjoittelu</i>	13 (45)		15 (52)	
Koettu stressi	28		23	
<i>Ei</i>	6 (21)		11 (48)	
<i>Kyllä</i>	22 (79)		12 (52)	
Koetut psyykkiset voimavarat	28		24	
<i>Heikko ja kohtalainen</i>	4 (14)		2 (8)	
<i>Hyvä</i>	10 (36)		11 (46)	
<i>Erinomainen</i>	14 (50)		11 (46)	

*Liitetaulukko 8.* Osajulkaisun IV tutkittavien naisten (n=39) alkutilanteen taustatietojen ja analyyseissä mukana olleiden muuttujien keskiarvo (ka), keskihajonta (kh) ja vaihteluväli sekä luokitteluasteikollisten muuttujien frekvenssit ja prosenttiosuudet

<b>Muuttuja</b>	<b>ka ± kh (vaihteluväli)</b>	<b>n (%)</b>
Ikä (vuosina)	45 ± 9 (23-59)	
Painoindeksi (kg/m <sup>2</sup> )	26,2 ± 4,6 (18,8-40,8)	
Työkykyindeksin kokonaispistemäärä	39,1 ± 5,7 (25,0-48,0)	
Koettu työkyky (0-10)	8 ± 1 (5-10)	
Työkokemus (vuosina)	21 ± 11 (1-40)	
Vuorotyökokemus (vuosina)	18 ± 9 (1-33)	
Koettu vireystila (Karolinska Sleepiness Scale, 1-9)	4,4 ± 1,4 (2-7)	
Tupakoi		9 (23)
Yöunen laatu		37 (95)
<i>Erittäin huono</i>		3 (8)
<i>Huono</i>		6 (16)
<i>Kohtalainen</i>		14 (38)
<i>Hyvä</i>		10 (27)
<i>Erittäin hyvä</i>		4 (11)

**SUSANNA JÄRVELIN-PASANEN**  
*Työajat ja sykevälivaihtelu  
opetus- ja hoitotyötä tekevillä  
naisilla*

Väitöskirjatutkimuksessa tutkittiin työaikojen vaikutusta autonomisen hermoston kuormittumiseen ja palautumiseen opetus- ja hoitotyötä tekevillä naisilla. Sykevälivaihtelun avulla oli mahdollista erottaa, työn, vapaa-ajan ja yöunen aiheuttamat muutokset autonomisen hermoston toiminnassa. Riittävä palautumisaika työvuorojen välissä edistää työntekijöiden autonomisen hermoston palautumista ja siten työntekijöiden hyvinvointia.



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND

PUBLICATIONS OF THE UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND  
*Dissertations in Health Sciences*

ISBN 978-952-61-1617-4