

**UNEN LAADUN JA VOIMAHARJOITTELUN VASTAVUOROISET
VAIKUTUKSET**

Sampsa Kutvonen

Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2024

TIIVISTELMÄ

Kutvonen, S. 2024. Unen laadun ja voimaharjoittelun vastavuoroiset vaikutukset. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma, 74 s, 2 liitettä.

Uniongelmat ovat suomalaisilla hyvin yleisiä ja koskettavat kolmea miljoonaa aikuista Suomessa. Voimaharjoittelulla on havaittu positiivinen vaikutus unen laatuun suoraan, mutta myös uneen liittyvien sairauksien hoitoon ja ennaltaehkäisyyn, kuten mielenterveysongelmiin ja lihavuuteen. Unen laadun vaikutusta voimaharjoittelun adaptaatioihin on taas tutkittu hyvin vähän. Tutkielman tavoitteena oli selvittää unen laadun ja voimaharjoittelun vastavuoroista vaikutusta.

Tutkielmassa toteutettiin 12 viikon voimaharjoitteluinterventio, jossa harjoiteltiin valvotusti kaksi kertaa viikossa. Tutkittavat ($n = 174$) olivat voimaharjoittelun osalta aloittelijoita ja lähtökohtaisesti normaalipainoisia ($BMI = 26 \pm 4,3 \text{ kg/m}^2$). Tutkittavat olivat iältään $36 \pm 6,4$ -vuotiaita. Mitattuja muuttujia tutkielmassa olivat jalkaprässin yhden toiston maksimi (1 RM), vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-ala sekä uni- ja stressikyselyjen tulokset. Kaikki muuttujat mitattiin ennen intervention alkua ja sen päätyttyä, mutta unikysely toteutettiin myös intervention puolella välissä, jotta pystyttiin tarkastelemaan sitä, miten nopeasti voimaharjoittelun aloittaminen mahdollisesti vaikuttaa unen laatuun.

Unen laatu parani alussa heikosti nukkuvilla jo kuuden viikon kohdalla tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$). Alussa hyvin nukkuneilla unen laatu pysyi lähtökohtaisesti samana, mutta unen pituuden ja tehokkuuden osalta havaittiin muutoksia. Tutkittavien keskimääräinen unen laatu korreloi keskimääräisesti koetun stressin kanssa ($p < 0,05$, $r_s = 0,492$). Koettu stressi laski tutkittavilla intervention aikana riippumatta lähtötasosta. Koettu stressi tai unen laatu ei selittänyt lihasvoiman tai lihaksen poikkipinta-alan muutoksien eroja ryhmätasolla. Intervention aikainen unen laatu kuitenkin korreloi tilastollisesti merkitsevästi lihaksen poikkipinta-alan muutoksien kanssa ($p < 0,05$, $r_s = -0,185$, $n = 119$), kun tarkasteltiin vain keskimääräisesti matalaa stressiä kokenutta ryhmää. Toisin sanoen, parempi unen laatu ennusti suurempaa kehittymistä lihaksen poikkipinta-alassa kyseisellä ryhmällä.

Voimaharjoitteluinterventio parantaa unen laatua ja koettua stressiä tutkittavilla, joilla ei ole aikaisempaa taustaa voimaharjoittelusta. Voimaharjoitteluintervention vaikutus unen laatuun ja koettuun stressiin on positiivinen tai vähintäänkin neutraali, riippuen yksilön lähtötasosta. Tämä on linjassa aikaisemman tutkimusnäytön kanssa. Voimaharjoittelun hyödyt näkyivät jo kuuden viikon kohdalla unen laadun osalta, joka herättää lisäkysymyksiä siitä, miten nopeasti voimaharjoittelun lisääminen voi edesauttaa unen laatua yksilöillä, joilla ei ole aikaisempaa taustaa voimaharjoittelusta. Unen laadun tai koetun stressin ei havaittu yksinään selittävän yksilöllisiä eroja lihasvoiman tai vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan muutoksessa. Viitteitä kuitenkin oli siitä, että parempi unen laatu voi olla yksi selittävä tekijöistä lihaksen poikkipinta-alan suuremman kehityksen osalta, mikäli koettu stressi oli myös matalaa.

Asiasanat: unen laatu, unen fysiologia, voimaharjoittelu, PSQI, PSS

ABSTRACT

Kutvonen, S. 2024. Sleep quality and resistance training: reciprocal association, University of Jyväskylä, master's thesis, 74 pp. 2 appendices.

Lack of quality of sleep is common in Finnish population and affects three million adults in Finland. Resistance training has been observed to have a positive effect in subjective sleep quality in recent studies. Furthermore, it has also had a positive effect in the treatment and prevention of sleep-related comorbidities. The amount of research in the effect of sleep quality in terms of resistance training adaptations has been very scarce. The aim of the thesis was to investigate the reciprocal association of sleep quality and resistance training.

The study included a 12-week resistance training intervention where the participants ($n = 174$) trained twice a week and their training was done under supervision in every session. They had no previous background in resistance training, were normal weight ($BMI = 26 \pm 4,3 \text{ kg/m}^2$) and were $36 \pm 6,4$ -years old. The variables that were measured during the intervention were 1 RM leg press, vastus lateralis muscle cross-sectional area and the results of the questionnaires related to sleep quality and perceived stress. All the measured variables were assessed before and after the intervention but also in the middle of the intervention for sleep quality so that it was possible to examine whether the resistance training potentially affected sleep quality in the first six weeks of the intervention.

The participants that reported poor sleep quality at start of the intervention, improved their quality of sleep already at midpoint of the intervention ($p < 0,05$). Individuals with already good sleep quality at the start of the intervention maintained their quality of sleep on average, some changes were observed in terms of sleep duration and efficiency. The average quality of sleep of the participants correlated significantly with the average perceived stress ($p < 0,05$, $r_s = 0,492$). Perceived stress decreased during the intervention regardless of the baseline of perceived stress. Perceived stress or quality of sleep did not explain the differences between the participants in changes of muscle strength or muscle cross-sectional area at the group level. During the intervention sleep quality correlated with the change of muscle cross-sectional area ($p < 0,05$, $r_s = -0,185$, $n = 119$) when examined on those individuals who also reported on average low perceived stress throughout the intervention. In other words, better sleep quality predicted greater development in muscle cross-sectional area in that group.

Resistance training intervention improves sleep quality and perceived stress on individuals that do not have previous background in resistance training. This is in line with previous literature on the effect of physical activity on sleep quality and perceived stress. Resistance training intervention seems to affect quality of sleep rather quickly, since the change was statistically significant already at six weeks in. It prompts further investigation into how fast the rate of change is in terms of sleep quality with individuals that do not have background in resistance training. Sleep quality or perceived stress alone did not explain the differences in adaptations in terms of muscle strength or cross-sectional area. But there were hints of good sleep quality being potentially one explanatory factor for greater development of muscle cross-sectional area, if they also reported low perceived stress.

Key words: Sleep quality, Sleep physiology, resistance training, PSQI, PSS

KÄYTETYT LYHENTEET

avgPSQI	Keskimääräinen unikyselyn kokonaispistemäärä intervention aikana $avgPSQI = \frac{prePSQI + midPSQI + postPSQI}{3}$
avgPSS	keskimääräinen stressikyselyn kokonaispistemäärä intervention aikana $avgPSS = \frac{prePSS + postPSS}{2}$
CRP	C-reaktiivinen proteiini
dCSA	Vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan suhteellinen muutos intervention aikana
dPSQI	unikyselyn kokonaispistemäärän muutos intervention aikainen (postPSQI – prePSQI)
dPSS	Stressikyselyn kokonaispistemäärän muutos intervention aikana (postPSS – prePSS)
IL-1	Interleukiini 1, matala-asteisen tulehdukseen liittyvä tekijä
IL-6	Interleukiini 6, matala-asteisen tulehdukseen liittyvä tekijä
midPSQI	Unikyselyn pistemäärä intervention puolessa välissä (kuudennella harjoitusviikolla)
postPSQI	Unikyselyn kokonaispistemäärä intervention jälkeen
postPSS	Stressikyselyn kokonaispistemäärä intervention lopussa
prePSQI	Unikyselyn kokonaispistemäärä intervention alussa
prePSS	Stressikyselyn kokonaispistemäärä intervention alussa
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality Index, tutkielmassa käytetty yhdeksän kysymystä sisältävä kysely arvioimaan unen laatua (ks. liite 1)
PSS	Perceived Stress Scale, tutkielmassa käytetty kymmenen kysymystä sisältävä stressikysely koetun stressin arvioimiseen (ks. liite 2)
1 RM	One repetition maximum, yhden toiston maksimi
TNF- α	Tuumorinekroositekijä alfa, tulehduksen välittäjäaine

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	1
2	UNEN FYSIOLOGIA.....	2
2.1	Unen perusteet ja sen tutkimus	2
2.2	Unen säätely.....	4
2.3	Unen laatu.....	7
2.3.1	Perusuni.....	8
2.3.2	Vilkeuni.....	9
2.4	Unen rooli hormonien säätelyssä	10
2.5	Iän ja sukupuolen vaikutus unen laatuun.....	13
3	UNEN JA VOIMAHARJOITTELUN VASTAVUORONEN YHTEYS	15
3.1	Voimaharjoittelun adaptaatiot.....	15
3.2	Voimaharjoittelun vaikutus unen laatuun.....	16
3.3	Unen laadun vaikutus suorituskykyyn ja voimaharjoitteluun.....	18
3.4	Koetun stressin rooli unen laadun ja voimaharjoittelun välisessä yhteydessä.....	20
4	TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEEESIT.....	22
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	24
5.1	Tutkittavat.....	24
5.2	Tutkimusasetelma.....	25
5.3	Aineiston keruu	26
5.4	Tilastolliset analyysimenetelmät.....	27
6	TULOKSET.....	29
6.1	Voimaharjoittelun vaikutus unen laatuun.....	29
6.2	Voimaharjoittelun vaikutus koettuun stressiin.....	34
6.3	Unen laadun ja koetun stressin yhteys.....	36

6.4 Unen laadun vaikutus lihasvoiman muutokseen.....	39
6.5 Unen laadun vaikutus lihaksen poikkipinta-alan muutokseen.....	42
7 POHDINTA.....	46
LÄHTEET.....	56
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Uniongelmat ovat suomalaisilla hyvin yleisiä ja koskettavat jopa kolmea miljoonaa aikuista Suomessa. Naiset raportoivat miehiä enemmän uniongelmiä, mutta nukkuvat kyselyiden mukaan pidempään. Enintään kuusi tuntia nukkuvia naisia oli väestöstä 14 % vuonna 2017 ja miehiä vastaavasti 16 %. (Koponen ym. 2018) Kuusi tuntia unta ei ole riittävästi terveyden kannalta valtaosalle väestöstä (Hirshkowitz ym. 2015). Väestön heikko unen laatu on valtakunnallinen ongelma, sillä se on yhdistetty mielenterveysongelmiin (Scott ym. 2021), sydän- ja verenkiertosairauksiin (Covassin ym. 2021) sekä lihavuuteen (Hur ym. 2021).

Unen laadulla on myös tärkeä rooli aivojen terveyden kannalta (Eugene & Masiak 2015; Underwood 2013), sillä sen on havaittu liittyvän synapsien muokkautuvuuteen (Puentes-Mestriil ym. 2019) ja muistin kehittymiseen (Walker & Stickgold 2004). Uni säätelee elimistön hormonien tuotantoa, mikä linkittää unen myös kehonkoostumuksen muutoksiin. Uni vaikuttaa myös henkilön immuunipuolustukseen (Besedovsky ym. 2012) ja aineenvaihdunnan toimintaan (van Cauter ym. 2007). Olisikin ensiarvoisen tärkeää löytää ratkaisuja parantamaan ihmisten unen laatua, koska se on keskeinen tekijä lähes jokaisen hyvinvoinnin edistämässä.

Liikuntaa pidetään lupaavana hoitokeinona unen laadun parantamiseen (King ym. 1997). Kestävyysharjoittelun on havaittu parantavan sekä unen laatua että kestoa (Reid ym. 2010; Sharif ym. 2015). Voimaharjoittelun on kestävyysharjoittelun tavoin havaittu auttavan heikkoon uneen liittyvien sairauksien suhteen, kuten masennuksen (Heissel ym. 2023; Singh ym. 2023) ja verenkiertosairauksien (Williams ym. 2007) kanssa. Nykytiedon valossa liikunta, mukaan lukien voimaharjoittelu, helpottaa nukahtamista ja parantaa unen laatua oikein toteutettuna (Brand ym. 2014; Frimpong ym. 2021; Myllymäki ym. 2011).

Unen laadun suoraa yhteyttä voimaharjoittelun adaptaatioihin ei ole juurikaan tutkittu (Knowles ym. 2018), mutta riittämätön uni todennäköisesti vaimentaa anabolian määrää ja hidastaa vähentyneen proteiinisynteesin myötä lihaskasvua (Aisbett ym. 2017; Fullagar ym. 2015). Vastaavasti voimaharjoittelujaksolla on havaittu positiivinen vaikutus subjektiivisesti mitattuun unen laatuun (Chen ym. 2015; Chen ym. 2016; Singh ym. 1997; Singh ym. 2005) ja liitännäissairauksien hoidon sekä ennaltaehkäisyn kanssa (Heissel ym. 2023; Singh ym. 2023; Williams ym. 2007). Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on tutkia unen laadun ja voimaharjoittelun vastavuoroista vaikutusta.

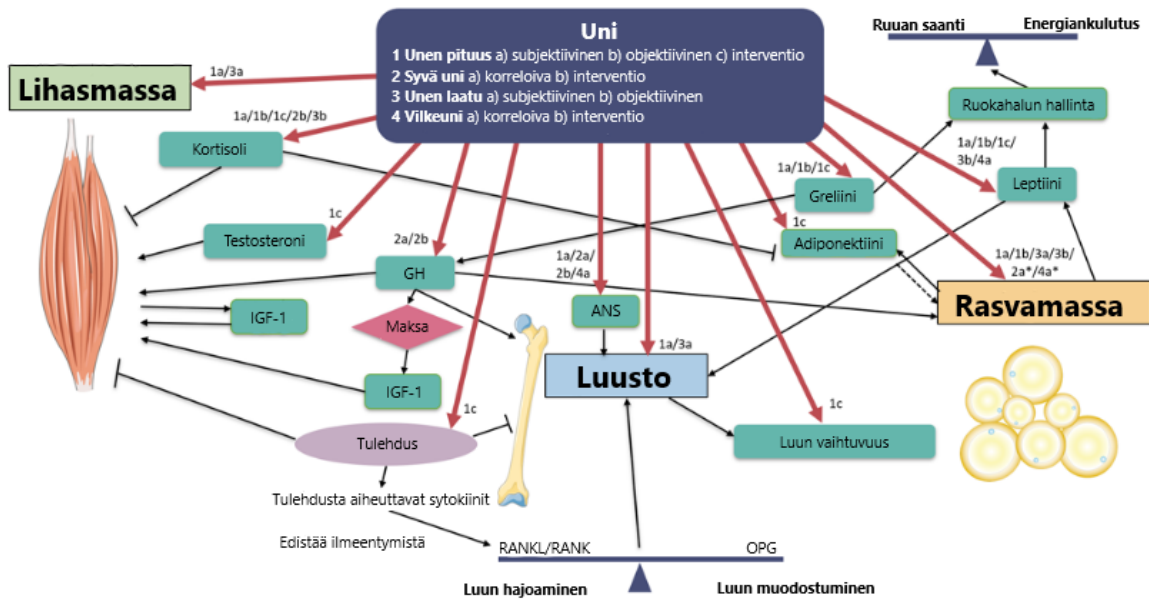
2 UNEN FYSIOLOGIA

Unen fysiologia on monimutkainen ilmiö, joka kytkee yhteen ihmiskehon aivojen, lihasten, silmien ja sydämen toiminnan säätelyn, luoden moniulotteisen kokonaisuuden. Vaikka kirjallisuudessa onkin vankkaa näyttöä heikon unen laadun yhteydestä mielenterveysongelmiin, sydämen ja verenkierron toimintaan sekä aivojen terveyteen, niin mitään tarkkaa määritelmää unen laadulle ei vieläkään ole. Unen moniulotteisuus luo hankaluutensa unen laadun tutkimukselle ja sen yksioikoisen määritelmän luomiselle, sillä unta tutkittaessa tulisi ottaa huomioon sekä subjektiiviset että objektiiviset osatekijät unen osalta. (Freiberg 2020)

2.1 Unen perusteet ja sen tutkimus

Uneen perehtyvässä tutkimuksessa unen eri vaiheet jaetaan perinteisesti perusuneen (eng. NREM sleep, non-rapid eye movement sleep) ja vilkeuneen (eng. REM sleep, rapid-eye movement sleep) silmien aktiivisuuden perusteella. Perusuni jaetaan niin ikään vielä kolmeen vaiheeseen unen syvyyden perusteella: torkeuneen (N1), kevyeen uneen (N2) ja syvään uneen (N3). (Kleitman 1987, 26) Edellä mainitut unen vaiheet jaotellaan unen laadun arvioinnin kultastandardimenetelmällä polysomnografialla. Polysomnografia hyödyntää aivojen, lihasten, silmien ja sydämen sähköistä aktiivisuutta arvioidessaan unen eri vaiheiden pituuksia. (Rundo & Downey 2019) Ihminen käy normaalisti unen eri vaiheita yhden yön aikana lävitse 4–6 kertaa, yhden syklin kestäessä noin 90 minuuttia (Feinberg & Floyd 1979).

Tutkimusten mukaan unen laadun ja aivojen terveyden välillä on yhteys (Eugene & Masiak 2015; Underwood 2013), joka ilmenee synapsien muokkautuvuuden (Puentes-Mestril ym. 2019) ja muistin kehittymisen (Walker & Stickgold 2004) kautta. Lisäksi uni vaikuttaa immuunipuolustukseen (Besedovsky ym. 2012), verenkiertoelimistöön (Jackson ym. 2015) ja aineenvaihdunnan toimintaan (van Cauter ym. 2007). Unen merkitys hormonituotannon säätelyssä on myös todettu tutkimuksissa (Leproult & van Cauter 2010; van Cauter ym. 2008). Unella voi siis olla tärkeä rooli kehonkoostumuksen muutoksissa (kuva 1) (Stich ym. 2022). Unen laatu on yhdistetty leptiinin (Simon ym. 1998), greliinin (Fu ym. 2013; Taheri ym. 2004), testosteronin (Andersen ym. 2011), kortisolin (Weitzman ym. 1983), kasvuhormonin (Sassin ym. 1969; Takahashi 1968) ja insuliinin kaltaisen kasvutekijän (Wan ym. 2022) säätelyyn.



KUVA 1. Unen havaittu yhteys hormonien säätelyn kautta kehonkoostumuksessa. Numerot osoittavat unen eri tutkittavia muuttujia: 1 = unen pituus, 2 = syvä uni, 3 = unen laatu, 4 = vilkeuni. Kirjaimet a, b ja c kuvastavat oliko tutkittavaa muuttujaa mitattu subjektiivisesti, objektiivisesti, vai oliko yhteys kokeellisesti todistettu uni-interventiolla. GH = kasvuhormoni, ANS = autonominen hermosto, IGF-1 = insuliinin kaltainen kasvutekijä, RANKL = NF- κ B ligandin aktivoiva reseptori, RANK = NF- κ B aktivoiva reseptori, OPG = osteoprotegeriini. (Mukaiilu Stich ym. 2022)

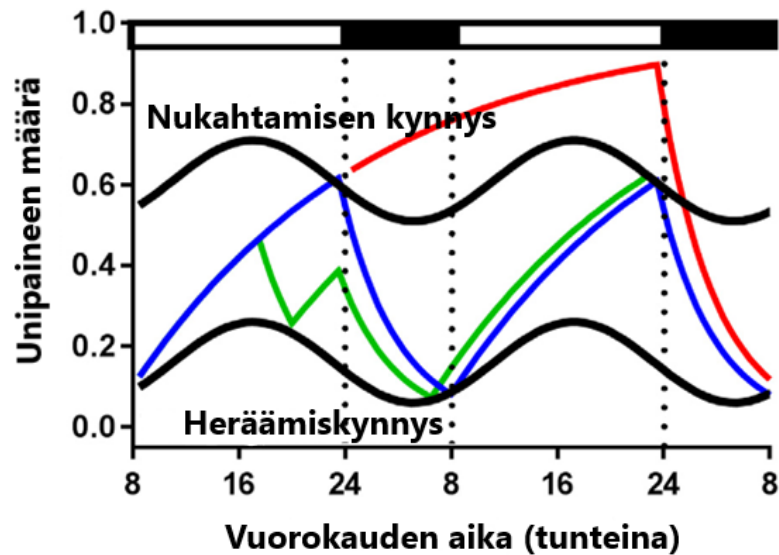
Sukupuolten välillä on myös havaittu eroja unen syvyydessä, sillä naisten on havaittu nukkuvan syvää unta enemmän kuin miesten (Bixler ym. 2009). Ikääntyessä unen pituus tyypillisesti laskee, yön aikaiset heräämiset lisääntyvät, syvän unen määrä vähenee, nukkumaanmeno- ja heräämisajat aikaistuvat. Aikaisempaa nukkumaanmeno- ja heräämisaikaa vanhemmilla selittää heikompi kyky vastustaa vuorokausirytmää verrattaessa nuorempiin henkilöihin. (van Cauter ym. 2000; Vitiello 2006)

Syvän unen määrään on ulkoisesti pystytty vaikuttamaan kuuma-altistuksilla, liikunnan ajoituksella ja intensiteetillä. Matalan intensiteetin liikunnan (40 % VO_{2max}) tai kuuma-altistuksen ennen nukkumaanmenoa on havaittu helpottavan nukahtamista ja laskevan yön aikaista kehon ydinlämpötilaa, lisäksi syvän unen määrää. Vastaavasti korkean intensiteetin (80 % VO_{2max}) on havaittu niin ikään laskevan kehon ydinlämpötilaa, mutta sillä on havaittu käänteinen vaikutus unen laatuun, kun se on toteutettu lähellä nukkumaanmeno-aikaa. Sitä

selittänee kohonnut sympaattisen hermoston aktiivisuus suorituksen jälkeen suhteessa kevyeen liikuntaan. (Horne & Staff 1983; Bunnell ym. 1988) Raskaan liikunnan vaikutuksesta unen laatuun on kuitenkin saatu viime vuosina lisätutkimusta. Vaikuttaakin siltä, että terveillä hyvin nukkuvilla nuorilla aikuisilla raskaskaan liikunta ei pitäisi vaikuttaa heikentävästi unen laatuun. Jos raskaasta liikunnasta on tullut osa iltarutiineja, se saattaa jopa edesauttaa nukahtamista. (Frimpong ym. 2021)

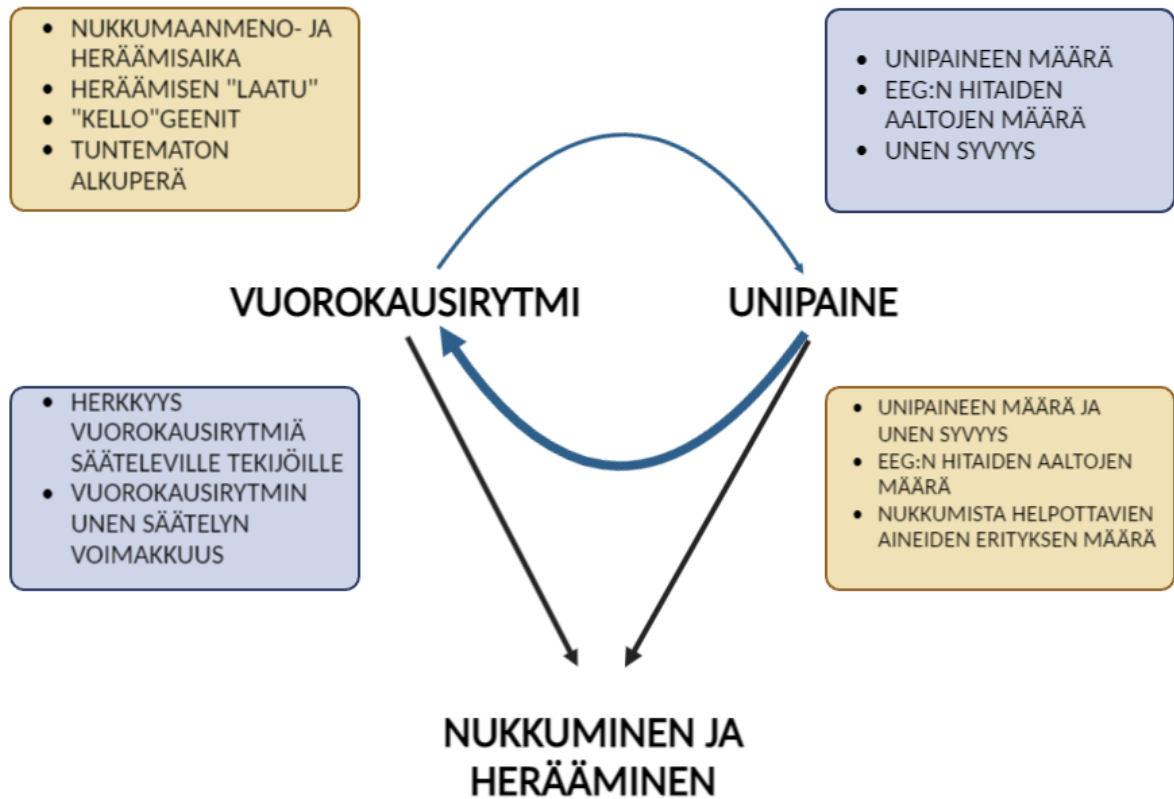
2.2 Unen säätely

Unen säätelyä on perinteisesti selitetty Alexander Borbélynin (1982) kahden prosessin teorian avulla, joka perustuu unipaineeseen ja vuorokausirytmiiin (Borbély ym. 2016). Unipaineen avulla pyritään kuvaamaan, kuinka valveillaoloaika vaikuttaa unen säätelyyn. Mitä kauemmin henkilö on ollut hereillä, sitä suuremmaksi unipaineen uskotaan kasvavan, lisäten nukkumaanmenon todennäköisyyttä, riippumatta vuorokauden ajasta (kuva 2). Vuorokausirytmii (eng. circadian rhythm) säätelee ihmiselimistön biologisia toimintoja, kuten elimistön ydinlämpötilaa, hormonien tuotantoa ja nälän tunnetta hypotalamuksen kautta. (Deboer 2018) Vuorokausirytmiiin on havaittu vaikuttavan mm. valon määrä aamulla (Dijk ym. 1987).



KUVA 2. Unipaineen käyttäytyminen ja nukkumisen säätely. Ylempi musta aaltoileva viiva kuvastaa teoreettista nukahtamiskynnystä ja alempi heräämiskynnystä. Tummansininen viiva ”tavallisen” unirytmien unipaineen käyttäytymistä, jossa klo 8–24 ollaan valveilla ja klo 00–08 nukkumassa. Vihreä viiva kuvastaa kahden tunnin päiväunien iltapäivällä ottamisen vaikutusta unipaineeseen. Punainen viiva kuvastaa 40 tunnin valveillaoloaikaa. (mukailtu Deboer 2018)

Unipaine ja vuorokausirytmii kykenevät toimimaan toisistaan riippumatta unen säätelyssä (Deboer 2018). Unipaineella lienee kuitenkin vahvempi vaikutus vuorokausirytmiiä säateleviin tekijöihin (eng. zeitgeber), kuten valon määrän vaikutukseen. Toisin sanoen, mitä ”suurempi” unipaine on, sitä voimakkaampi vaikutus esimerkiksi valolla on unen säätelyssä vuorokausirytmien kautta (kuva 3). Päinvastoin, jos unipainetta ei juurikaan ole, ei valon määrällä ole niin suurta vaikutusta nukahtamiseen. Vuorokausirytmien vaikutus unipaineeseen on vielä heikosti ymmärrettyä, sillä selittävää mekanismia sen taustalla ei ole vielä löydetty. (Deboer 2018)



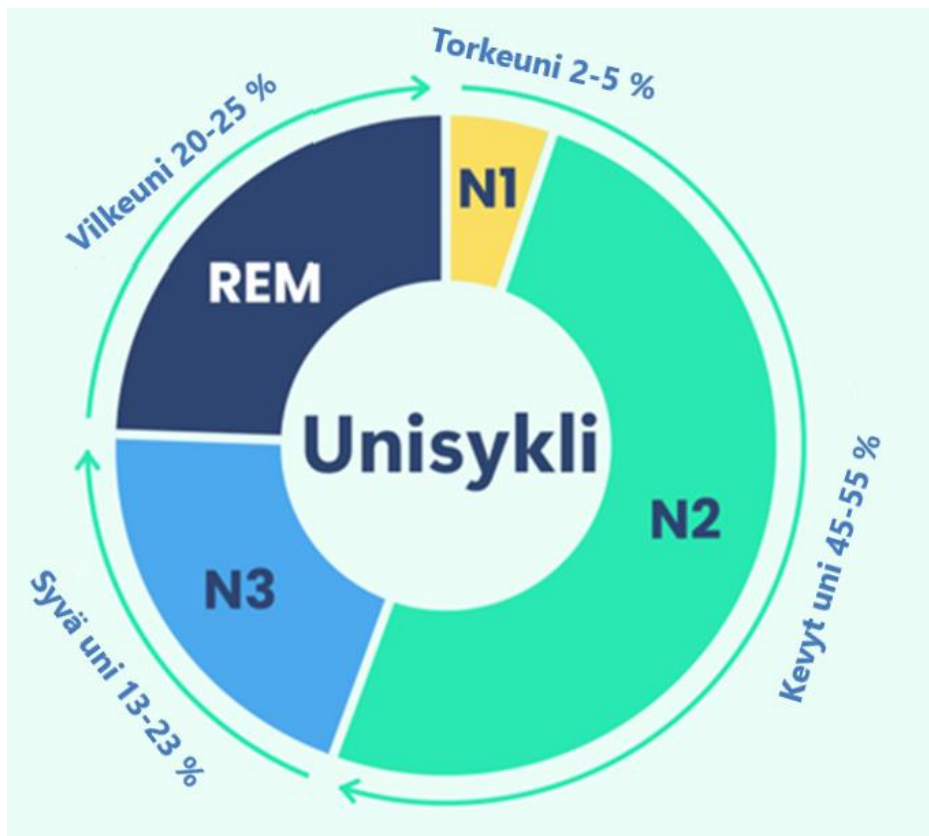
KUVA 3. Vuorokausirytmien ja unipaineen oletettu vastavuoroinen vaikutus. Aikanaan kuviteltiin unipaineen ja vuorokausirytmien vaikuttavan irrallisesti nukkumiseen (mustat nuolet). Nykypäivänä oletettu vuorovaikutus näkyy mustien nuolten lisäksi sinisillä nuolilla, paksuuden kuvatussa vaikutuksen voimakkuutta toisiinsa. Vasemmalla alhaalla sinisellä pohjalla on kuvattu unipaineen vaikutusta vuorokausirytmisiin. Oikealla ylhäällä vuorokausirytmien oletettua vaikutusta unipaineeseen. Oikealla alhaalla keltaisella pohjalla on tekijöitä, jotka oletetaan vaikuttavan unipaineen voimakkuuteen ja vasemmalla ylhäällä vuorokausirytmisiin vaikuttavia tekijöitä. (mukailtu Deboer 2018)

Toisaalta unen säätelyyn on yhdistetty myös tiettyjä hormoneja, kuten melatoniini (Marrin ym. 2013; Turek & Gillette 2004). Melatoniini on käpyrauhasesta eritettävä hormoni (Lerner ym. 1960), jonka eritykseen vaikuttaa mm. valon määrä (Gooley ym. 2011). Melatoniinilla on lievästi väsyttävä vaikutus (Turek & Gillette 2004) ja sen on havaittu laskevan kehon ydinlämpötilaa yön aikana (Marrin ym. 2013). Kehon ydinlämpötilan lasku voikin osittain selittää myös liikunnan aiheuttaman nukahtamisviiveen lyhentymistä, sillä Lok ym. (2019) havaitsivat, että kehon ydinlämpötilan manipulointi saa aikaan nukahtamisen helpottumisen, ilman melatoniinin läsnäoloakin.

2.3 Unen laatu

Unen laatu käsitteenä luo tutkimuksia lukiessa omat haasteensa, koska yksioikoista määritelmää sille ei ole tehty. Osassa tutkimuksissa unen laatu käsite sisältää unen pituuden yhtenä muuttujista, kun taas toisissa unen pituutta käsitellään erillisenä muuttujana. Tässä tutkielmassa käsitellään unen laatua yläkäsitteenä ja kaikkia unimuuttujia erillään alakäsitteenä, mukaan lukien unen pituuden. Unen pituuden lisäksi unen laatua tutkittaessa tärkeitä muuttujia ovat muun muassa nukahtamisviive, unikatkosten määrä, nukkumistehokkuus ja unta häiritsevien tapahtumien lukumäärä öisin. Näiden lisäksi unen laatua voidaan arvioida myös unen eri vaiheiden pituuksia mittaamalla, mutta subjektiiviset mittausmenetelmät eivät anna mahdollisuutta hyödyntää unen eri vaiheita unen laadun arvioinnissa. (Krystal & Edinger 2008) Heikolla unen laadulla on havaittu vahva yhteys mm. mielenterveydellisiin ongelmiin (Scott ym. 2021), sydän- ja verenkiertosairauksiin (Covassin ym. 2021) sekä lihavuuteen (Hur ym. 2021).

Unen laadun kultastandardimenetelmä on polysomnografia. Sen avulla uni pystytään jakamaan sen eri vaiheisiin sydämen, lihaksien, silmien ja aivojen sähköisen aktiivisuuden avulla. Kirjallisuudessa uni jaetaan perinteisesti perusuneen (NREM) ja vilkeuneen (REM), joista ensimmäinen niin ikään kolmeen vaiheeseen: torkeuneen (N1), kevyeen uneen (N2) ja syvään uneen (N3). (Rundo & Downey 2019) Nämä unen eri vaiheet vuorottelevat noin 90 minuutin unisykleissä (kuva 4) 4–6 kertaa yön aikana, riippuen unen pituudesta (Feinberg & Floyd 1979).



KUVA 4. Havainnollistava kuva yhdestä unisyklistä (mukailtu Carskadon & Dement 2011; Feinberg & Floyd 1979)

2.3.1 Perusuni

Perusuni jaetaan siis kolmeen eri vaiheeseen: torkeuneen (N1), kevyeen uneen (N2) ja syvään uneen (N3). Torkeuni on perusunen vaiheista lyhyin, kestäen keskimäärin 1–7 minuuttia, ennen kuin nukkuva henkilö siirtyy unen seuraavaan vaiheeseen, kevyeen uneen. Ensimmäisessä unen vaiheessa heräämiskynnys on matalimmillaan ja torkeunen määrän kasvua havaitaan ihmisillä, joiden uni on hyvin katkonaista. (Carskadon & Dement 2011) Toinen vaihe perusunesta eli kevyt uni erotellaan ensimmäisestä vaiheesta aivosähkökäyrän amplitudin koon ja sen muodostamien unisukkuloiden ja K-kompleksien avulla (Silber 2009). Kevyen unen unisukkuloiden määrän on havaittu olevan yhteydessä muistin kehittymiseen (Rasch & Born 2013). Frank & Cantera (2014) kuvailivat hyvin unta seuraavasti ”*sleep is viewed as a price the brain pays for its plasticity*” – eli uni on hinta, jonka aivot ”maksavat” sen muokkautumisesta. Kevyttä unta on unesta suurin määrä, noin 45–55 % koko unen pituudesta (Carskadon & Dement 2011)

Kolmas perusunen vaiheista on syvä uni (N3). Syvää unta kutsutaan myös hitaiden aaltojen uneksi (eng. slow-wave sleep, SWS) ja sen toinen nimi tulee aivosähkökäyrältä nähtävistä ”hitaista” aalloista, joista sen kesto myös määritetään. Ihminen viettää 13–23 % unestaan syvässä unessa, joten syvän unen määrä riippuu hyvin pitkälti kokonaisnukkumisajasta. (Carskadon & Dement 2011) Syvä uni ja sen määrä on yhdistetty myös monien hormonien tuotantoon ja säätelyyn. Van Cauter ym. (2000) havaitsivat sen yhteyden testosteronin ja kasvuhormonin säätelyyn, sekä Besedovsky ym. (2012) kortisolin tuotannon säätelyyn. Tämän takia syvän unen määrä selittää ainakin osittain ikääntymisen aiheuttamaa vähentyneitä testosteronin tuotantoa (van Cauter ym. 2000), sillä iän on havaittu vaikuttavan syvän unen määrään (Carskadon ym. 1982; Li ym. 2018; Mander ym. 2017). Unen fysiologiaa tarkasteltaessa syvän unen määrä lienee merkittävin tekijä, joka linkittää unen laadun kehonkoostumuksen muutoksiin hormonien säätelyn kautta. Lisätutkimusta kuitenkin tarvitaan selvittämään mekanismeja taustalla. (Stich ym. 2022)

Pitkien päiväunien ottamisen (74.8 ± 7.9 min) myöhään iltapäivällä on havaittu vähentävän hitaiden aaltojen määrää seuraavan yön unessa (Borbély ym. 2016; Werth ym. 1996). Hitaiden aaltojen avulla arvioidaan syvän unen määrää. Annos-vastesuhde on myös havaittu heräämisajan ja hitaiden aaltojen aktiivisuuden kanssa. Ihmiselimistöllä lienee siis jokin mekanismi, joka pitää kirjaa aikaisemmasta nukkumisesta, nukkumaanmeno- ja heräämisajoista, ja se ilmenee erilaisena hitaiden aaltojen aktiivisuutena perusunessa. (Deboer 2018)

2.3.2 Vilkeuni

Vilkeuni (eng. rapid eye movement sleep, REM sleep) tarkoittaa unisyklin viimeisintä unen vaihetta, jossa nukkuvan ihmisen silmien liikehdintä kasvaa ja muuttuu äkkiä nopeaksi. Samanaikaisesti havaitaan perinteisesti muiden lihasten rentoutumista, hengityksen epäsäännöllisyyttä ja sykkeen nousua. (Peever & Fuller 2017) Vilkeuni tunnetaan kansankielessä unen vaiheesta, jossa nukkuva ihminen näkee uniaan (Della Monica ym. 2018). Käytännön hyöty vilkeunelle on vielä aika avoinna, mutta hypoteeseja siihen liittyen on esitetty, kuten motorinen oppiminen, muistin kehitys, luovuuden kehittyminen ja aivojen adreno reseptorien säätely (Siegel & Rogawski 1988; Peever & Fuller 2017).

Aivojen kehittyminen (Blumberg & Seelke 2010; Marks ym. 1995) ja tunteiden prosessointi on yhdistetty vilkeuneen (Hong ym. 2006), mutta vilkeunen tutkimusta rajoittaa se, että vilkeunta tutkittaessa on vaikea olla vaikuttamatta myös muihin unen vaiheisiin, joten on vaikea todeta syy-seuraussuhdetta vilkeunen määrään, jos muita unen muuttujia ei saada vakioitua (Benington & Heller 1994). Vilkeunen ja muistin kehityksen yhteydestä on kuitenkin viitteitä koko ajan enenevin määrin (Diekelmann & Born 2010; Dumoulin Bridi ym. 2015; Frank 2017; Poe ym. 2010; Rasch ym. 2009).

Aivojen kehittyminen on yhdistetty vilkeuneen, koska nisäkkäillä on havaittu enemmän vilkeunta aivojen kehityksen vilkkaimman kasvuvaiheen aikana. Tämä on johtanut siihen ajatukseen, että vilkeunella voisi olla merkitys aivojen kehityksen kannalta. (Blumberg & Seelke 2010; Marks ym. 1995) Kaikilla viisailla eläimillä, kuten elefanteilla, ei kuitenkaan ilmene vilkeunta laisinkaan (Horne 2013; Siegel 2001). Tunteiden prosessoinnin yhteyttä on selitetty aivojen mantelitulmakkeen kautta, joka säätelee toisaalta tunteiden prosessointia ja muistamista, kun taas vilkeunessa se on kytköksissä lihasten rentoutumiseen (Snow ym. 2017).

2.4 Unen rooli hormonien säätelyssä

Uni vaikuttaa kehonkoostumukseen merkittävästi hormonien tuotannon säätelyllä. Kehonkoostumukseen vaikuttavista hormoneista keskeisimpiä ovat leptiini, greliini, testosteroni, kortisoli, kasvuhormoni, insuliinin kaltainen kasvutekijä ja matala-asteiseen tulehdustilaan liittyvät interleukiinit (IL-1, IL6) ja proteiinit (TNF- α , CRP). (Stich ym. 2022)

Leptiini. Leptiini on rasvasolujen erittämä kylläisyshormoni, joka viestii aivoille kehon energiansaannista. Tutkimuksia on tehty leptiinin yhteyden selvittämiseksi unen kanssa, sillä sen on havaittu noudattavan vuorokausirytmää (kuva 5). Paastoaminen ja unen laatu vaikuttavat myös sen säätelyyn. (Shea ym. 2005; Yildiz ym. 2004) Terveellä ihmisellä veren leptiinipitoisuuden on tapana nousta unen aikana saavuttaen huippunsa unen keskivaiheilla ja laskien iltapäivää kohti (Simon ym. 1998). Alhaiset leptiinitasot kannustavat ihmistä syömään lisää. Toisin sanoen, mitä vähemmän leptiiniä on veressä, sitä korkeampi ruokahalu ihmisellä todennäköisesti on (Ahima 2008).

Leptiinillä lienee pitkäaikaisempi vaikutus ruokahaluun kuin greliinillä (Klok ym. 2007), mikä selittäisi ristiriitaisia tuloksia heikon unen akuuteista vaikutuksista leptiinitasoihin, sillä yhden huonosti nukutun yön ei ole havaittu vaikuttavan leptiinitasoihin (Schmid ym. 2008). Kuitenkin pitkäaikainen univaje vaikuttaa sekä aamun leptiinitasoihin että niiden vaihteluun päivän aikana ja häiritsee leptiinin erityksen rytmiä (Mullington ym. 2003; Guilleminault ym. 2003; Spiegel ym. 2004).

Greliini. Greliini on nälkähormoni, jota eritetään pääasiassa mahalaukusta. Greliinin määrän lisääntyessä ruokahalu kasvaa. (van der Lely ym. 2004) Greliinillä on päinvastainen vaikutus kuin leptiinillä, mutta sen on havaittu vaikuttavan lyhyemmällä aikavälillä nälän hallintaan, kun taas leptiini pidemmällä aikavälillä energiansaantiin (Gale ym. 2004). Terveillä ihmisillä greliinin erityks seuraa vuorokausirytmia, mutta sen lisäksi säännöllistä omaa biologista rytmiä, saavuttaen korkeimman arvonsa ennen ruokailua tai aamulla. Greliinin korkeimman arvon ajankohta lienee riippuvainen henkilön painosta. Normaali painoisilla henkilöillä greliinin korkeimmat arvot havaittiin yleensä aamulla heräämisen yhteydessä, kun taas ylipainoisilla henkilöillä juuri ennen ruokailua. (Yildiz ym. 2004)

Unen pituudella on havaittu kääntäen verrannollinen yhteys greliinipitoisuuksiin (Fu ym. 2013; Taheri ym. 2004). Kahden päivän aikana havaittiin, että greliinipitoisuudet kasvoivat 28 % verrattuna normaalisti nukkuvien tasoihin, kun tutkittavat nukkuivat vain 4 tuntia yössä (Spiegel ym. 2004). Vastaavia tuloksia saatiin myös toisessa tutkimuksessa, jossa tutkittavat saivat nukkua 5 tuntia verrattuna kontrolliryhmän 7,5 tunnin yöuniin (Schmid ym. 2008). Greliini vaikuttaakin olevan lyhyellä aikavälillä herkempi hormoni reagoimaan unen laadun muutoksiin kuin leptiini (Taheri ym. 2004). Pitkäaikainen heikko unen laatu voi vaikuttaa leptiinipitoisuuksiin, kun taas jo yhden yön heikko nukkuminen voi vaikuttaa greliinipitoisuuksiin. Tämä voi olla yksi syy lihavuuden riskin ja huonon unen väliseen yhteyteen. Vaikka tiedetään, että huono unen laatu lisää energiansaantia päivän aikana, on epäselvää, kuinka suuri rooli hormonitasojen muutoksilla on tässä ilmiössä (St-Onge ym. 2016).

Testosteroni. Nukkumisen yhteyttä testosteroniin on pääasiassa tutkittu vain miehillä. Siitä huolimatta testosteronilla on myös merkittävä rooli naisten lihasten ja luuston terveyteen. (Andersen ym. 2011) Vanhemmilla naisilla korkeammat testosteronitasot on yhdistetty suoraan isompaan rasvattomaan massaan (Rariy ym. 2011). Testosteronin erityksen on havaittu

seuraavan vuorokausirytmii. Yleensä korkeimmat arvot havaitaan aamusta ja ne laskevat vähitellen päivän edetessä (Boyar ym. 1974; Luboshitzky ym. 2001).

Axelsson ym. (2005) havaitsivat, että testosteronitasot nousivat myös päivällä tapahtuvan nukkumisen aikana, laskien kohti heräämisaikaa. Tämä vahvistaisi käsitystä siitä, että testosteronitasoja säätelee enemmän nukkuminen vuorokausirytmiiin verrattuna. Interventiotutkimukset unen ja testosteronitasojen osalta ovat havainneet, että jo keskimäärin kuuden tunnin yöunet viikon aikana laskevat testosteronitasoja huomattavasti (Leproult & van Cauter 2011). Alhaisempia testosteronitasoja ikääntyneillä on ainakin osittain selitetty vähentyneellä syvän unen määrällä (Carskadon ym. 1982; Li ym. 2018; Mander ym. 2017).

Kortisoli. Kortisolia kutsutaan yleensä stressihormoniksi, koska elimistö erittää sitä stressaavissa ”fight-or-flight” -tyyppisissä tilanteissa, valmistuen ihmistä toimintaan (Hannibal & Bishop 2014). Kortisolilla on katabolinen vaikutus lihaskasvun kannalta (Chang & Auchus 2019). Kortisolin uskotaan vaikuttavan lihaksen proteiinisynteesin aineenvaihdunnan määrään lisääntyneen hajotuksen ja vähentyneen synteesin kautta (Kidson 1967). Kortisolitasoihin vaikuttaa unen laadun lisäksi vuorokausirytmii (Buckley & Schatzberg 2005). Nukkumisen on havaittu vaikuttavan kortisolin eritykseen riippumatta vuorokauden ajasta (Weitzman ym. 1983). Heikko unen laatu sekä unikyselyllä että aktigrafiolla arvioituna oli yhteydessä korkeampiin kortisoliarvoihin aamulla ja hitaampana laskuna päivän aikana (Castro-Diehl ym. 2015). Syvän unen määrän on havaittu olevan erityisen tärkeä kortisolin normaalin erityksen säätelyn kannalta (Gronfier ym. 1997).

Matala-asteinen tulehdustila. Matala-asteisen tulehdustilan uskotaan olevan yksi mekanismeista, joka linkittää unen laadun myös lihaskasvuun (Beyer ym. 2012). Beyer ym. (2012) havaitsivat johdonmukaisen yhteyden ikään liittyvän sarkopenian ja matala-asteisen tulehdustilan välillä. Lukuisat unen rajoittamisen ja koko yön yli valvotut interventiot osoittavat tulehdustekijöiden (IL-1, TNF- α , IL-6 ja CRP) nousun, kun unta on rajoitettu ihmisillä (Mullington ym. 2010).

Kasvuhormoni ja IGF-1. Kasvuhormoni on keskeinen tekijä solun kasvun kannalta suoraan tai epäsuorasti insuliinin kaltaisen kasvutekijän (IGF-1) erityksen kautta. Kasvuhormonilla on rooli glukoosi-, rasva- ja proteiiniaineenvaihdunnan säätelyssä. Sekä IGF-1 että kasvuhormoni edesauttavat lihaskasvuun vaadittavaa proteiinisynteesiä. (Olarescu ym. 2000) On kuitenkin

tärkeää ymmärtää, että kasvuhormonin normaalilla vaihtelulla viitearvojen välillä ei ole suurta merkitystä lihaskasvun kannalta aikuisilla (Velloso 2008), vaan pidemmällä aikavälillä oleva muutos pitoisuuksissa esimerkiksi vanhemmilla aikuisilla voi vaikuttaa negatiivisesti lihaskasvuun (Rudman ym. 1981). Ikään liittyvät kehonkoostumuksen muutokset ovat yleensä osittain seurausta alhaisemmista kasvuhormonipitoisuuksista, jota kutsutaan somatopaussiksi (Rudman 1985). Kasvuhormonin erityis seuraava vuorokausirytmii, nukkumisen ollessa tärkeässä roolissa suurimmasta osasta kasvuhormonin erityksestä (Olarescu ym. 2000). Kasvuhormonin suuri erityksen kasvu on perinteisesti paikannettu syvän unen alkamishetkeen (Sassin ym. 1969; Takahashi ym. 1968). Syvän unen määrän väheneminen on havaittu laskevan kasvuhormonitasojen myötä ikääntyessä. Kasvuhormonin eritystä tutkittaessa sen on havaittu olevan vahvasti yhteydessä nukutun syvän unen määrään, jopa ikäkontrolloiduissa tutkimuksissa. Syvän unen määrän uskotaankin olevan avainasemassa kasvuhormonin erityksen säätelyssä. (van Cauter ym. 2000)

Nukkumisen ajatellaan olevan päätekiä säatelemään kasvuhormonin vapautumista, mutta sen on havaittu seuraavan myös vuorokausirytmii (Brandenberger & Weibel 2004). Vuorotyötä tekevillä on havaittu alhaisempia määriä kasvuhormonia, vaikka syvän unen määrä on ollutkin samalla tasolla. Kasvuhormonin kokonaismäärä ei kuitenkaan eronnut ryhmien välillä, mikä voisi viitata myös johonkin muuhun säatelevään tekijään (Brandenberger & Weibel 2004). Kasvuhormonia vapauttavaa somatoliberiiniä (eng. growth-hormone releasing hormone) eritetään hypotalamuksesta, joka myös säatelee perusunen syvyyttä ja eritoten syvän unen määrää (Obal & Krueger 2004; Peterfi ym. 2010; Steiger ym. 1992). Unen roolista kasvuhormonin säätelyn lisäksi on havaittu, että kasvuhormonin määrä itsessään vaikuttaa myös unen laatuun (van Cauter ym. 2004).

2.5 Iän ja sukupuolen vaikutus unen laatuun

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että naiset raportoivat enemmän uniongelmia (Åkerstedt ym. 2002) ja että heillä olisi suurempi riski unettomuuteen kuin miehillä (Singareddy ym. 2012). Vaikka naiset raportoivatkin kyselyiden puolesta heikompa unen laatua, vaikeuksia nukahtaa ja enemmän katkonaista unta kuin miehet, niin objektiivisesti mitattuna asia lienee päinvastoin (Bixler ym. 2009; Zhang & Wing 2006). Naisilla on havaittu objektiivisesti

mitattuna lyhyempää nukahtamisviivettä, parempaa unen tehokkuutta ja kokonaisnukkumisaikaa kuin miehillä (Bixler ym. 2009; Jean-Loueis ym. 1999).

Iän kasvaessa yli 58 ikävuoden on kuitenkin havaittu sukupuolten välisten erojen unen laadussa häviävän (Rediehs ym. 1990). Unen pituuden on havaittu laskevan eri tahtia sukupuolten välillä 20 vuoden ikäisestä aina 60-vuotiaaksi asti, kun tarkasteltiin 20–90-vuotiaiden unen pituutta sukupuolten välillä. Havaittiin, että miehillä unen pituus laskee noin 8 minuuttia per vuosikymmen, kun taas naisilla vastaava lukema on 10 minuuttia. Miehillä syvän unen määrän on havaittu laskevan enemmän ikääntyessä, kun taas naisilla kevyen unen määrän. (Dorffner ym. 2015) Nykytietämyksen mukaan sukupuolten välisiä eroja unen laadussa on pyritty selittämään naisten kuukautiskierron aiheuttamilla hormonaalisilla muutoksilla, jotka voivat vaikuttaa muun muassa kehon ydinlämpötilaan (Baker & Driver 2007). Tämä tukisi myös Rediehsin ym. (1990) tulosta liittyen sukupuolten välisten erojen häviämiseen vanhemmalla iällä.

3 UNEN JA VOIMAHARJOITTELUN VASTAVUORONEN YHTEYS

Liikuntaa pidetään lupaavana hoitokeinona unen laadun parantamiseen (King ym. 1997). Kestävyysharjoittelun on havaittu sekä lyhentävän nukahtamisviivettä että pidentävän kokonaisnukkumisaikaa (Reid ym. 2010; Sharif ym. 2015), mutta voimaharjoittelu on vaihtoehtoinen tapa edistää unen laatua (Singh ym. 1997). Voimaharjoittelun on kestävyysharjoittelun tavoin havaittu auttavan heikkoon uneen liittyvien sairauksien suhteen, kuten masennuksen (Heissel ym. 2023; Singh ym. 2023) ja verenkiertosairauksien (Williams ym. 2007) kanssa. Voimaharjoittelu voikin olla yksi keino parantaa unen laatua ihmisillä, jotka eivät niinkään välitä kestävyysharjoittelusta tai eivät sitä pysty tekemään. Tämän tutkielman tarkoituksena onkin tarkastella unen laadun ja voimaharjoittelun vastavuoroista yhteyttä.

Kirjallisuudessa unen laatuun viitattaessa yleensä puhutaan unen eri vaiheiden pituuksista, kokonaisnukkumisajasta, nukahtamisviiveestä, valveillaoloajan määrästä yöllä sekä unen tehokkuudesta. Tässä tutkielmassa puhutaan kuitenkin unen laadusta yläkäsitteenä ja siihen liittyvistä unimuuttujista erillisinä alakäsitteinä.

3.1 Voimaharjoittelun adaptaatiot

Perinteisesti voimaharjoittelulla pyritään parantamaan suorituskykyä kehittämällä lihasvoimaa. Lihassoiman kehittyminen edellyttää joko lihassolujen koon kasvua tai hermoston parempaa kykyä käskyttää lihaksia, tai molempia. Hermostollinen kehitys selittyy paremman motoristen yksiköiden rekrytoinnin, syttymistiheyden, kaksoissyttymisten, paremman motoristen yksiköiden synkronisaation, synergistilihaksien paremman hyödyntämisen tai antagonistien vähäisemmän aktivaation kautta. Motorisesti haastavammassa liikkeissä taidon oppiminen selittää myös osittain voimantuoton kasvua. (Enoka 1988) Ensimmäisinä viikkoina lihasvoiman kasvu selittyy hermoston kehityksen kautta ja voimaharjoittelujakson edetessä lihaksen poikkipinta-alan kasvu selittää pääasiassa lihaksen voiman kasvua (Jones ym. 1989).

Lihaksen hypertrofia eli lihassolun koon kasvuun vaaditaan voimaharjoittelulta pääasiassa mekaanista kuormitusta. Lisäksi lihaskasvuun voi vaikuttaa voimaharjoituksesta johtuvat lihaksen mikroauriot ja aineenvaihdunnallinen stressi, mutta yksistään nämä tekijät eivät ole

yhtä oleellisia lihaskasvun kannalta nykytiedon valossa. Riittävä mekaaninen kuormitus on keskeisin tekijä lihaskasvun kannalta. (Schoenfeld 2010; Wackerhage ym. 2019)

Voimaharjoittelun adaptaatioiden yhteydessä on tärkeää huomioida ravitsemuksen vaikutus, erityisesti lihaksen poikkipinta-alan kasvun kannalta. Optimaalisen kehityksen kannalta on tärkeää saada riittävästi proteiinia, noin 1.6–2.2 g painokiloa kohden päivässä. Proteiinin saanti tulisi jakaa vähintään kolmeen eri ateriaan päivän aikana. Lihasten optimaalisten kasvun kannalta on tärkeää huolehtia myös muiden makroravintoaineiden riittävästä saannista ja positiivisesta energiatasapainosta. (Stokes ym. 2018) Univaje tai täydellinen nukkumattomuus vaikuttaa ruokahaluun ja energiatasapainoon greliinin (Taheri ym. 2004) ja sitä säätelevän leptiinin (Simon ym. 1998) kautta, millä on merkittävä vaikutus lihasten poikkipinta-alan ja lihasvoiman kasvun kannalta voimaharjoittelun yhteydessä.

3.2 Voimaharjoittelun vaikutus unen laatuun

Voimaharjoittelun vaikutusta unen laatuun on tutkittu tähän mennessä yhdeksässä eri interventiotutkimuksessa, joista kolmessa (McNeil ym. 2015; Passos ym. 2010; Viana ym. 2012) on tarkasteltu voimaharjoituksen akuuttia vastetta uneen ja kuudessa 6–21 viikon kestoisen voimaharjoittelujakson kroonista vaikutusta uneen (Chen ym. 2015; Chen ym. 2016; Herring ym. 2015; Häkkinen ym. 2001; Singh ym. 1997; Singh ym. 2005). Yksittäisellä voimaharjoituksella ei ole akuuttia vaikutusta unen pituuteen, mutta sillä saattaa olla lieventävä vaikutus yön aikaisten heräämisten määrään ja sen on havaittu lyhentävän vilkeuden viivettä (Viana ym. 2012) ja myös mahdollisesti kestoja, jos voimaharjoitus on toteutettu illalla lähellä nukkumaanmenoaikaa (Passos ym. 2010).

Raskaalla liikunnalla on havaittu olevan heikentävä vaikutus uneen, mikäli se on toteutettu lähellä nukkumaanmenoaikaa (Horne & Staff 1983) ja sen välttämistä on pidettykin osana hyvää unihygieniaa pitkään (Oda & Shirakawa 2014). Vastaavasti matalatehoinen liikunta ja kuuma-altistuminen ennen nukkumaanmenoa on havaittu laskevan kehon ydinlämpötilaa yöllä, tehostaen syvän unen määrää (Horne & Staff 1983). Illalla toteutetun raskaan liikunnan heikentävä vaikutus unen laatuun on kuitenkin haastettu viime vuosina, sillä Myllymäen ym. (2011) ja Brandin ym. (2014) tutkimuksissa raskas liikunta illalla ei heikentänyt unen laatua terveillä, hyvin nukkuvilla nuorilla aikuisilla. Päinvastoin Brandin ym. (2014) tutkimuksessa,

myös illalla toteutettu liikunta paransi unen tehokkuutta, syvän unen määrää ja nukahtamisviivettä.

Samaan lopputulemaan tuli Frimpongin ym. (2021) meta-analyysi illalla toteutetun raskaan liikunnan vaikutuksista unen laatuun. Tutkimuksessa todettiin, että nuorten terveiden aikuisten iltapäivän raskas liikunta ei vaikuttanut yöuniin heikentävästi, lukuun ottamatta tilannetta, jossa raskasta liikuntaa harrastettiin tunti ennen nukkumaanmenoaikaa. Tämäkin negatiivinen vaikutus vaati kuitenkin sen, että se ei kuulunut heidän normaaleihin rutiineihinsa. On kuitenkin huomionarvoista, että tutkimuksiin osallistuneet olivat lähtökohtaisesti jo hyvin nukkuvia henkilöitä, joten suuria hyötyjä raskaan liikunnan tekemisestä juuri ennen nukkumaanmenoaikaa oli vaikea löytää. Lopputulemana oli, että raskas liikunta kaksi tuntia tai kauemmin nukkumaanmenosta voi edesauttaa unen laatua, mutta tunti ennen nukkumaanmenoa toteutetusta voi joissain tapauksissa olla haittaa. (Frimpong ym. 2021)

Voimaharjoittelujaksolla lienee positiivinen vaikutus unen pituuteen vanhuksilla (Chen ym. 2015). *Nuorilla heikosti nukkuvilla aikuisilla kuuden viikon voimaharjoitteluintervention ei havaittu vaikuttavan unen pituuteen, mutta se paransi heidän nukahtamisviivettään tilastollisesti merkitsevästi (Herring ym. 2015). Neljä kuudesta voimaharjoittelututkimuksista havaitsi positiivisen yhteyden koettuun unen laatuun. Positiivinen yhteys näkyi pääosin koetussa unen laadussa, mutta myös nukahtamisviiveessä, nukkumisen tehokkuudessa ja yön aikaisten heräämisten vähenemisenä (Chen ym. 2015; Chen ym. 2016; Singh ym. 1997; Singh ym. 2005). Tulokset olivat kuitenkin ristiriitaisia, kun tarkasteltiin tutkittavia iän puolesta, sillä vain yhdessä kolmesta nuorilla tehdyistä tutkimuksista havaittiin merkittävää hyötyä voimaharjoittelusta unen laadun suhteen (Herring ym. 2015). Voimaharjoittelun kuormittavuudella ja tiheydellä lienee vaikutusta siihen, kuinka hyödyllistä se on unen laadun kannalta. Raskaammalla voimaharjoittelulla havaittiin useammin tilastollisesti merkitsevää hyötyä unen laatuun verrattuna kevyempään voimaharjoitteluun.

Samoin voimaharjoittelun tiheydellä lienee vaikutusta, sillä kolme kertaa viikossa toteutetut voimaharjoittelujaksot olivat tehokkaampia parantamaan unen laatua (Chen ym. 2015; Chen ym. 2016; Singh ym. 1997; Singh ym. 2005) kuin kaksi kertaa viikossa toteutetut (Herring ym. 2015). Toki huomion arvoista on se, että Herringin ym. (2015) tutkimuksessa tutkittavat olivat nuoria aikuisia, kun taas kolme kertaa viikossa toteutetuissa voimaharjoittelututkimuksissa tutkittavat olivat vanhempia henkilöitä.

Voimaharjoittelujaksolla on positiivinen vaikutus subjektiivisesti mitattuun unen laatuun suoraan (Chen ym. 2015; Chen ym. 2016; Singh ym. 1997; Singh ym. 2005), mutta myös epäsuorasti auttamalla liitännäissairauksien hoidon ja ennaltaehkäisyn kanssa (Heissel ym. 2023; Singh ym. 2023; Williams ym. 2007). Yhteenvetona voidaan todeta, että yksittäisen voimaharjoituksen vaikutus unen laatuun lienee vähäinen nykytiedon valossa (Herring ym. 2015) ja tunti ennen nukkumaanmenoa toteutettu raskas liikunta saattaa akuutisti jopa heikentää unen laatua (Frimpong ym. 2021). Vastaavasti pitkäaikaisempi voimaharjoittelujakson vaikutus unen laatuun näkyy nukahtamisviiveen lyhentymisenä, unen tehokkuuden parantumisena, heräilyjen vähenemisenä kesken nukkumisen ja koetun unen laadun paranemisena (Kovacevic ym. 2018). Esimerkiksi unilääkkeiden vaikutuksia unen laatuun verrattaessa (Huedo-Medina ym. 2012; Winkler ym. 2014), voimaharjoittelujaksolla havaittu hyöty unen laadulle lienee parempi (Kovacevic ym. 2018). Lisätutkimusta kuitenkin tarvitaan myös pitkäaikaisvaikutuksista, sillä kyseisessä Kovacevicin ym. (2018) katsauksessa oli vain 10 voimaharjoitteluinterventiota tarkasteltavana.

3.3 Unen laadun vaikutus suorituskyykyyn ja voimaharjoitteluun

Yksittäisen yön valvomisen ei ole havaittu vaikuttavan VO_{2max} -arvoon miesjuoksijoilla ja lentopallon pelaajilla (Azboy & Kaygisiz 2009). 36–60 tunnin valvomisen ei ole myöskään havaittu vaikuttavan taloudellisuuteen, vaan enemmänkin koettuun kuormitukseen ja kyvykkyyteen omasta suorituskyyvystä (Martin 1981; Symons ym. 1988a). Koetun kuormittuneisuuden on havaittu kasvavan jo akuutin univajeen myötä (Temesi ym. 2013), mutta sillä ei ole havaittu vaikutusta anaerobiseen suorituskyykyyn (Lericollais ym. 2013) tai maksimivoiman heikkenemiseen (Symons ym. 1988a; Symons ym. 1988b), mutta suorituskyyvyn testaamisen ajankohdalla lienee osuutensa tässä (Craves ym. 2022).

Kyseisiä tutkimuksen tuloksia tukee myös vastikään Cravenisin ym. (2022) julkaisema meta-analyysi akuutin univajeen vaikutuksista suorituskyykyyn. Tässä artikkelissa tarkasteltiin myös suorituskyyvyn testaamisen ajankohdan vaikutusta mitattaviin muuttujiin. Mielenkiintoista oli, että mikäli suorituskyykyä testattiin univajeen jälkeen heti aamupäivällä, ei akuutilla univajeella ollut vaikutusta anaerobiseen suorituskyykyyn, nopeuteen tai tehontuottoon, mutta taitoon kyllä. Maksimivoiman heikentymistä havaittiin vain täydellä yhden yön unettomuudella, ei lyhyen

unen ryhmällä. Julkaisun yhteenvedona oli, että akuutin univajeen havaittiin vaikuttavan mittausajankohdasta riippumatta keskimäärin anaerobiseen suorituskyykyyn $-6,3 \pm 3 \%$, nopeuden ja tehon tuottoon $-2,9 \pm 2 \%$, maksimivoimaan $-2,9 \pm 1,5 \%$ ja taitoon $-20 \pm 6 \%$. (Craven ym. 2022)

Akuutti univaje on yhdistetty voimakkaampaan tulehdusvasteeseen liikunnasta (Abdelmalek ym. 2013), isompaan insuliiniresistenssiin (Donga ym. 2010) ja vievän katabolisten ja anabolisten reaktioiden tasapainoa kataboliseen suuntaan (Dattilo ym. 2011). Univajeessa toteutetun voimaharjoittelun on spekuloitu minimoivan univajeen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia, sillä olettamuksella, että univajeesta aiheutuva lihasatrofia seuraisi samaa signalointireittiä, kuin voimaharjoittelu, mutta vastakkaiseen suuntaan. (Mônico-Neto ym. 2013) Tästä on saatu viitteitä eläinkokeissa, sillä riittämättömän unen on havaittu kohottavan proteiinikataboliaan viittaavien ubikitiiniproteiinien määrää (Giampá ym. 2016; Mônico-Neto ym. 2015). Tällöin univajeessakin toteutettu voimaharjoittelu tasapainottaisi proteiinimetabolialla synteesin suuntaan.

Pitkällä aikavälillä heikosti nukkuminen kasvattaa riskiä loukkaantumisille (Charest & Grandner 2020), mutta myös niistä palautumista (Dattilo ym. 2011; Skein ym. 2013). Paljon harjoitelleilla heikko nukkuminen on yhdistetty alipalautumiseen (Booth ym. 2006; Winsley & Matos 2011) ja lisääntyneeseen riskiin ylähengitystieinfektioille (Hauswirth ym. 2014). Pitkäaikainen univaje aiheuttaa voimaharjoittelun adaptaatioiden näkökulmasta korkeampia leptason kortisolipitoisuuksia, matalampia testosteroni- ja kasvuhormonipitoisuuksia ja jatkuvaa matala-asteista tulehdustilaa. Nämä tekijät yhdessä heikentävät kudoksien korjaamista ja kasvua. (Chennaoui ym. 2011; Dattilo ym. 2011; Haack ym. 2007; van Leeuwen ym. 2010) Matala-asteisen tulehdustilan on myös havaittu heikentävän lämmönsäätelyä, jolloin heikosti nukkuva henkilö sietää heikommin ääriämpötiloja (Dewasmes ym. 1993). Heikompi lämmönsäätely selittyy typpioksidin heikommalla erittymisellä univajeesta aiheutuvan matala-asteisen tulehdustilan myötä (Johnson & Kellogg 2010; Kim ym. 2011).

Yhteenvedona voidaan todeta, että heikon unen laadun suoraa yhteyttä voimaharjoittelun adaptaatioihin ei ole juurikaan tutkittu ihmisillä (Knowles ym. 2018). Riittämätön uni todennäköisesti vaimentaa anabolian määrää ja hidastaa vähentyneen proteiinisynteesin myötä lihaskasvua myös ihmisillä (Aisbett ym. 2017; Fullagar ym. 2015). Tämä antaa viitteitä siitä,

että voimaharjoittelulla saattaa olla suojeleva vaikutus katabolian määrään, vaikka unta ei saisikaan riittävästi (Mônico-Neto ym 2013).

Heikon nukkumisen on havaittu olevan yhteydessä myös heikompaan kivun sietoon (Haack ym. 2007; Haack ym. 2009; Onen ym. 2001). Univajeesta johtuva heikompi kivunsieto ja koettu kuormittuneisuus voisi liittyä heikompaan kehitykseen, mikäli henkilön täytyisi suorittaa harjoittelua lähellä uupumusta, joka vaatisi kykyä sietää epämukavuutta. Lähelle uupumusta tehdyn voimaharjoittelun on havaittakin olevan tärkeää lihaskasvun kannalta ainakin voimaharjoittelutaustaisilla henkilöillä (Grgic ym. 2022), korostuen sitä enemmän, mitä matalampia kuormia käytetään suhteessa yhden toiston maksimiin (Morton ym. 2019). Tätä teoriaa tukisi myös univajeen aiheuttama korkeampi koettu kuormittuneisuus, vaikka suoritustasossa ei havaittaisikaan heikennystä (Lericollais ym. 2013; Temesi ym. 2013). Harjoitusvolyymin pysyessä samana, olennaisin muuttuja lihasvoiman kehityksen kannalta on käytetty kuorma suhteessa yhden toiston maksimiin (Carvalho ym. 2022). Tämä voisi myös selittää heikompia adaptaatioita voimaharjoittelusta, mikäli heikosti nukkunut henkilö arvioi omaa suorituskykyään alakanttiin, käyttäen matalampia kuormia kuin mikä olisi hänen kehityksensä kannalta suotavaa.

3.4 Koetun stressin rooli unen laadun ja voimaharjoittelun välisessä yhteydessä

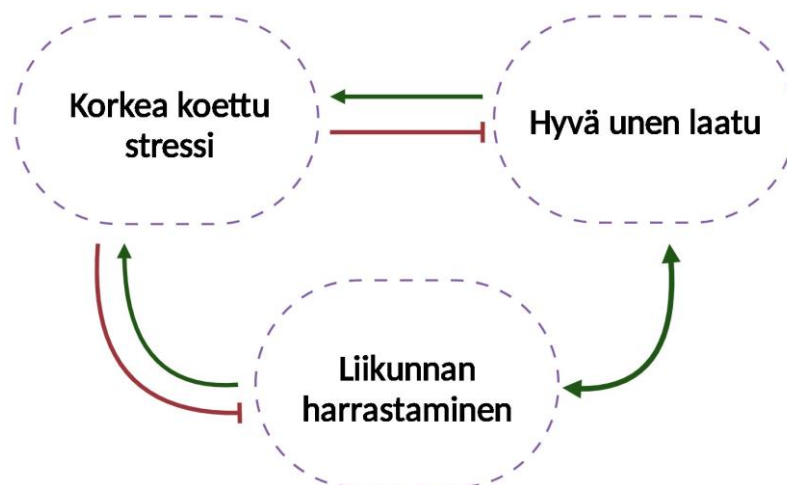
Monilla kroonisilla stressitekijöillä on haitallisia terveysvaikutuksia, kuten altistuminen mielenterveysongelmille ja univaikeuksille (Luo ym. 2021). Kun stressitaso on korkea ja nukkuminen on heikkoa, yhdistettynä heikkoon itsetuntoon tai mielenterveysongelmiin, voi syntyä noidankehä, jossa tekijät ruokkivat toisiaan (Zhao ym. 2021). Zhao ym. (2021) havaitsivat koetun stressin voivan selittää heikkoa unen laatua, mutta syy-seuraussuhdetta on vaikeaa todentaa. Mitä alhaisempi työntekijän oma luottamus omiin kykyihinsä oli tutkimuksessa, sitä voimakkaampi heikentävä vaikutus koetulla stressillä oli tutkittavan unen laatuun (Zhao ym. 2021).

Toisaalta oikein suunnitellulla liikunnalla on havaittu olevan stressin hallinnassa myönteisiä vaikutuksia (Tonello ym. 2014), kun taas korkea stressitaso on yhteydessä vähäisempään liikunnan harrastamiseen (Stults-Kolehmainen & Sinha 2014). Bartholomew ym. (2008) havaitsivat koetun stressin määrän vaikuttavan lihasvoiman kehittymiseen negatiivisesti.

Vastaavasti korkeaksi koetun stressin on havaittu myös pidentävän vaadittavaa palautumisaikaa kovasta voimaharjoituksesta (Stults-Kolehmainen & Bartholomew 2012; Stults-Kolehmainen ym. 2014).

Korkeaksi koetulla stressillä on havaittu heikentävä vaikutus koettuun unen laatuun sukupuolesta riippumatta (Zhao ym. 2021). On kuitenkin havaittu eroja sukupuolten välillä siinä, miten voimakkaasti koettu stressi vaikuttaa unen laatuun. Charles ym. (2011) havaitsivat, että esimiestehtävissä olevilla miehillä unen laatu heikkeni enemmän korkean stressin myötä kuin vastaavissa tehtävissä olevilla naisilla. Tärkeää olisikin löytää keinoja ylläpitää tai auttaa ihmisiä nukkumaan laadukkaammin, sillä hyvin nukkuvilla ihmisillä on havaittu olevan parempi stressin sietokyky (Du ym. 2021).

Toisin sanoen, oikein toteutettu liikuntainterventio voisi auttaa ihmisiä sietämään ja hallitsemaan paremmin stressiä (Du ym. 2021). Tämän ohella unen laatu voisi parantua joko suoraan liikunnan avulla (Wang & Boros 2018) tai epäsuorasti liitännäissairauksien kautta (Heissel ym. 2023; Singh ym. 2023). Nykytiedon valossa liikunta, mukaan lukien voimaharjoittelu helpottaa nukahtamista ja parantaa unen laatua oikein toteutettuna (Brand ym. 2014; Frimpong ym. 2021; Myllymäki ym. 2011). Liikuntainterventio toimii sekä suoraan että epäsuoraan unen laadun parantamisessa (kuva 5). Lisätutkimusta tarvitaan toisaalta voimaharjoittelun kroonisista vaikutuksista unen laatuun, mutta sitäkin enemmän vielä unen laadun suorasta vaikutuksesta voimaharjoittelun adaptaatioihin.



KUVA 5. Tiivistys liikunnan, stressin ja unen laadun vaikutuksista toisiinsa. Vihreät viivat kuvastavat positiivista vaikutusta ja punaiset negatiivista vaikutusta (mukailtu Du ym. 2021; Herring ym. 2015; Stults-Kolehmainen & Sinha 2014; Tonello ym. 2014; Zhao ym. 2021)

4 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT

1. Onko voimaharjoittelujaksolla vaikutusta unen laatuun?

Hypoteesi: Kyllä.

Perustelut: Voimaharjoittelujaksolla on positiivinen vaikutus unen laatuun (Chen ym. 2015; Chen ym. 2016; Singh ym. 1997; Singh ym. 2005). Jo valmiiksi hyvin nukkuvilla parantamisen varaa ei liikaa ole, mutta sen ei ole havaittu heikentävän unen laatua, kunhan sitä ei toteuteta tuntia ennen nukkumaanmenoaikaa (Frimpong ym. 2021).

2. Onko voimaharjoittelujaksolla vaikutusta koettuun stressiin?

Hypoteesi: Kyllä.

Perustelut: Oikein suunnitellulla liikunnalla on havaittu olevan stressin hallinnassa myönteisiä vaikutuksia (Tonello ym. 2014). Korkeaksi koetulla stressillä on havaittu heikentävä vaikutus koettuun unen laatuun sukupuolesta riippumatta (Zhao ym. 2021). Oikein toteutettu liikuntainterventio voi auttaa ihmisiä sietämään ja hallitsemaan paremmin stressiä (Du ym. 2021).

3. Onko unen laadulla yksinään tai yhdessä koetun stressin kanssa vaikutusta lihaksen poikkipinta-alan tai lihasvoiman muutokseen?

Hypoteesi: Kyllä.

Perustelut: Eläinkokeissa on havaittu, että riittämätön uni kohottaa proteiinikataboliaan viittaavien ubikitiiniproteiinien määrää (Giampá ym. 2016; Mônico-Neto ym. 2015). Riittämätön uni voi vaimentaa anabolian määrää ja vaikuttaa vähentyneen proteiinisynteesin myötä lihaksen poikkipinta-alan muutokseen (Aisbett ym. 2017; Fullagar ym. 2015). Heikon nukkumisen on havaittu olevan yhteydessä myös heikompaan kivun sietoon (Haack ym. 2007; Haack ym. 2009; Onen ym. 2001) ja korkeampaan koettuun kuormittuneisuuteen (Lericollais ym. 2013; Temesi ym. 2013).

Kroonisen univajeen on taas havaittu nostavan lepotason kortisolipitoisuuksia ja laskien testosteroni- ja kasvuhormonipitoisuuksia sekä havaittu aiheuttavan jatkuvaa matala-asteista tulehdustilaa kehossa. Näillä tekijöillä yhdessä voi olla heikentävä vaikutus kudoksien korjaamiseen ja kasvuun. (Chennaoui ym. 2011; Dattilo ym. 2011; Haack ym. 2007; van Leeuwen ym. 2010)

4. Onko koetulla stressillä vaikutusta unen laatuun, lihaksen poikkipinta-alan tai lihasvoiman muutokseen?

Hypoteesi: Kyllä, kaikkiin.

Perustelut: Koettu stressi on yhteydessä unen laatuun (Zhao ym. 2021), millä voisi yksinään olla vaikutusta lihaksen poikkipinta-alan tai lihasvoiman muutoksiin, sillä unen laatu vaikuttaa taas energiatasapainoon, katabolian ja anabolian suhteeseen ja hormonien tuotantoon (Aisbett ym. 2017; Fullagar ym. 2015).

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän tutkielman aineisto on kerätty Jyväskylän yliopiston kesällä 2023 toteutetussa Precision Exercise (PreEx) -tutkimuksessa, jossa pyrittiin selvittämään voimaharjoitteluvasteiden yksilöiden väliseen vaihteluun vaikuttavia tekijöitä. Tämä tutkielma keskittyi tuloksien osalta unen laadun ja koetun stressin vaikutuksia lihasvoiman ja vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan muutokseen.

5.1 Tutkittavat

Tutkimukseen rekrytoitiin 204 tervettä, iältään 18–45-vuotiaista miestä ja naista, joiden painoindeksi oli 22–29 kg/m². Osallistujista 30 jätti tutkimuksen kesken, joten tutkimuksen loppuun saattaneiden osallistujien lopullinen määrä oli 174. Yksi osallistujista keskeytti tutkimuksen henkilökohtaisista syistä, kaksi jätettiin pois tutkimukseen sitoutumiseen liittyvien ongelmien vuoksi ja viisi osallistujaa keskeytti tutkimukseen liittymättömien sairauksien tai vammojen vuoksi.

Tutkimuksen loppuun saattaneista osallistujista miehiä oli 57 ja naisia 117. Unikyselyn kaikkiin mittapisteisiin vastanneita oli 172 ja stressikyselyiden osalta 169. Osallistujien liikunnallinen aktiivisuus tuli olla matalalla tasolla ja heillä ei saanut olla aikaisempaa voimaharjoittelukokemusta. Muita poissulkukriteereitä olivat painoindeksi > 35 kg/m², lääkitys, joka voisi vaikuttaa voimaharjoitteluun tai testeihin, osa sydän- ja verenkiertosairauksista sekä osa tuki- ja liikuntaelin sairauksista. Aineiston analyysiä varten tutkittavien tuli olla ollut paikalla ≥ 85 % harjoituskerroista, jotta heidät hyväksyttiin tuloksien analyysiin.

Tutkittavien rekrytointiin hyödynnettiin yliopiston sisäistä sähköpostilistaa, lehtimainoksia, Jyväskylän alueen ilmoitustauluja, Jyväskylän eri yritysten sähköpostilistoja ja sosiaalisen median kanavia. Suurin osa tutkittavista saatiin rekrytoitua sosiaalisen median kautta. Tutkittavien taustatietoja kerättiin ennen tutkimuksen alkua kyselyillä, joissa selvitettiin koulutustaustaa, tulotasoa, perheellisyyttä, aiempaa taustaa harjoittelusta, lääkkeiden käyttöä ja lääkekäytön historiaa, perinnöllisiä sairauksia, terveyden tilaa sekä nykyistä harjoittelutaustaa. Tarkoituksena oli kartoittaa taustatietoja, joilla voisi olla vaikutusta harjoitteluvasteisiin.

Kaikki tutkittavat allekirjoittivat suostumuslomakkeen. Heitä informoitiin tutkimukseen osallistumiseen liittyvistä hyödyistä ja mahdollisista riskeistä sekä kerrottiin mahdollisuudesta vetäytyä pois tutkimuksesta milloin tahansa ilman erillistä syytä. Tutkimukseen saatiin Jyväskylän eettisen toimikunnan lausunto (60/13.00.04.00/2023).

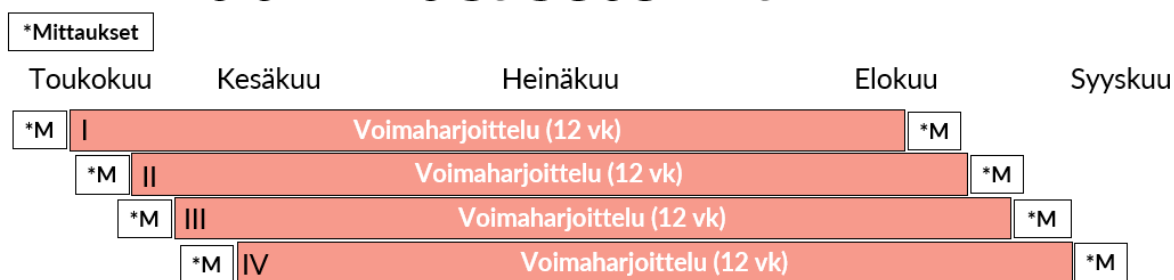
5.2 Tutkimusasetelma

Tutkielman interventio toteutettiin Jyväskylän yliopistossa kesällä 2023 kestäen toukokuusta elokuun loppuun. Tutkittavat jaettiin neljään ryhmään, jotka aloittivat 12 viikon mittaisen voimaharjoittelujakson porrastetusti viikon välein toukokuun viikosta 20 alkaen (kuva 6). Alku- ja loppumittaukset toteutettiin ennen voimaharjoittelujakson alkua ja 4–10 päivän kuluessa voimaharjoittelujakson loppumisesta.

Voimaharjoitukset sisälsivät viisi liikettä: horisontaalinen jalkaprässi, polven ojennus laitteessa, alatalja V-kahvalla, penkkipunnerrus laitteessa ja hauiskääntö käsipainoilla. Voimaharjoitusta edelsi lyhyt alkuverryttely, joka sisälsi seuraavat kuusi liikettä; kymmenen kehonpaino kyykyä, rangan kierto syväkyykyssä viisi kertaa per puoli, askelkyyky eteen viisi kertaa per jalka, polven tuonti rintaan ja pohjenousu viisi kertaa per jalka, käden pyöräytykset molempiin suuntiin viisi kertaa per käsi sekä mittarimato viisi kertaa tehtynä.

Harjoitukset toteutettiin kymmenen henkilön ryhmissä pareittain harjoitellen, jolloin yhteen liikkeeseen jäi parilla aikaa 12 minuuttia. Liikkeissä tehtiin yksi lähestymissarja 70 % sarjapainosta, jonka jälkeen kolme työsarjaa, joista kaksi ensimmäistä sarjaa RIR 1–2 (eng. repetitions in reserve) ja viimeinen uupumukseen saakka. Viimeisen uupumukseen asti tehdyn sarjan perusteella määritettiin seuraavan harjoituksen painot, mikäli toistojen määrä ylitti tavoitellun toistomäärän. Tavoite toistomäärä oli 8–12 toistoa läpi intervention.

Tutkimusasetelma



KUVA 6. Tutkimuksen tutkimusasetelma ja aikataulu. Osallistujat jaettiin tutkimuksen alussa neljään ryhmään I, II, III ja IV, jotka aloittivat voimaharjoittelujakson porrastetusti. M kuvastaa alku- ja loppumittausten ajankohtaa.

5.3 Aineiston keruu

Voimatestit. Tutkittavia kehoitettiin välttämään raskasta liikuntaa kaksi päivää ennen voimatestejä. Voimatesteissä mitattiin maksimaalista lihaksien konsentrista voimantuottoa horisontaalisuuntaisessa jalkaprässissä (DAVID 210 jalkaprässi, Helsinki, Suomi). Yhden toiston maksimia tehtäessä kuorma avustettiin tutkijan avulla ensiksi suorille jaloille, minkä jälkeen tutkittava toteutti kontrolloidusti eksentrisen vaiheen tuoden jalkaprässin liikeradan pohjalle. Eksentristä vaihetta seurasi sekunnin pysähdys liikkeen pohjalla. Pysähdyksen jälkeen tutkittava sai tutkijan äänikomennon jälkeen suorittaa konsentrisen vaiheen. Kuormaa nostettiin progressiivisesti, kunnes tutkittava ei kyennyt enää toteuttamaan yhtä täydellistä toistoa. Tulokset määritettiin 2,5 kilogramman tarkkuudella.

Lihaksen poikkipinta-ala. Lihaksen poikkipinta-alaa mitattiin ultraäänellä (model SSD- α 10, Aloka, Tokio, Japani) 60 mm leveällä lineaarisella äänipäällä 13 MHz taajuudella. Ultraäänikuvantamisessa hyödynnettiin kirkkaustilaa (B-mode) ja laajennettua näkökentän tilaa (eng. extended-field-of-view mode), jolla kuvannettiin vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alaa ja heijastusintensiteettiä (eng. echo intensity, EI). Ultraäänellä havaitaan harjoittelusta aiheutuvan lihaksen poikkipinta-alan muutokset tarpeeksi tarkasti magneettikuvaukseenkin verrattuna (Ahtiainen ym. 2010). Mittauskohdat merkattiin alkutestien jälkeen ihoon tatuomalla, jotta kuvantaminen onnistui myös lopputesteissä tarkalleen samasta kohdasta. Mikäli tutkittava ei antanut suostumusta tatuointiin, käytettiin permanenttitussia merkkamaan

tarkka paikka reiteen. Ultraäänikuvien analysointiin hyödynnettiin ImageJ -sovelluksen (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, Yhdysvallat) polygon -toimintoa, mikä mahdollisti lihaksen poikkipinta-alan mittaamisen (kuva 7).



KUVA 7. Lihaksen poikkipinta-alan määrittäminen ImageJ -sovelluksen avulla.

Kyselyt. Tutkimuksen unen laadun aineisto kerättiin alku-, väli- ja loppukyselyillä voimaharjoittelututkimuksen aikana suomenkielisellä versiolla Pittsburgh Sleep Quality Index -kyselystä (Buysse ym. 1989), joka on kansainvälisesti käytetyin unikysely arvioimaan unen laatua ja sitä pidetäänkin kultastandardimenetelmänä koetun unen laadun arvioinnissa (Fabbri ym. 2021). Alku- ja loppukysely toteutettiin alku- ja loppumittauksien yhteydessä ja vastaavasti välikysely kuudennen harjoitusviikon aikana. Koettua stressiä arvioitiin PSS-10 kyselyllä (Cohen ym. 1983) alku- ja loppumittauksien yhteydessä. PSS-10 valikoitui stressikyselyksi, koska sitä suositellaan käyttämään tutkimuksissa koetun stressin arvioinnissa, sen helppokäyttöisyyden ja luotettavuuden takia (Lee 2012). Kyseiset kyselyt löytyvät liitteinä (liite 1 ja 2) tutkielman lopusta.

5.4 Tilastolliset analyysimenetelmät

Aineiston tuloksien analyysiin hyödynnettiin Microsoft Excel 2016 ja IBM SPSS Statistics (version 28.0) -ohjelmia. Tutkittavien tulokset analysoitiin anonymisti. Muuttujien normaalijakaumat tarkistettiin Kolmogorov-Smirnovin testillä niiden muuttujien osalta, joiden

otoskoko oli yli 50 ja Shapiro-Wilkin testillä otoskoon ollessa alle 50. Korrelaatioanalyysijä varten hyödynnettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiota, sillä tutkittavat muuttujat eivät olleet pääsääntöisesti normaalisti jakautuneet. Sukupuolten välisiä eroja tarkasteltaessa hyödynnettiin Mann-Whitney U -testiä.

Toistomittausten analyysiä varten hyödynnettiin Friedmanin testiä, koska kyseisen testin osalta ei tarvinnut olettaa normaalisti jakautuneisuutta. Toistomittausten varianssianalyysiä ANOVAA hyödynnettiin tarkastelemaan unen ja stressin lähtötason vaikutusta niiden muutokseen intervention aikana taustamuuttujina. Tämä oli perusteltua, koska otoskoko oli sen verran suuri. Tällöin olettaamus normaalijakautuneesta aineistosta ei ole niin tärkeä, toisaalta tämä oli myös ainut mahdollinen tapa tarkastella taustamuuttujien vaikutusta. Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testiä hyödynnettiin tarkastelemaan tilastollista merkitsevyyttä yksittäisten aikapisteiden välillä. Tutkittavat jaettiin k-keskiarvojen klusteroinnin avulla kolmeen eri ryhmään lihasvoiman ja lihaksen poikkipinta-alan muutoksen osalta. K-keskiarvojen klusterointi jakaa tutkittavat tarkasteltavan muuttujan keskiarvojen etäisyyden iteroinnin avulla eri ryhmiin. Tämän avulla pystyttiin tarkastelemaan, erosivatko tutkittavat muuttujat ryhmien välillä. Kruskal-Wallis testiä käytettiin analysoimaan kyseisten ryhmien tilastollisia eroja unen laadun ja koetun stressin osalta. Tilastollisen merkitsevyyden rajana tuloksien osalta oli $p < 0,05$. Korrelaatioita on merkitty tuloksien osalta Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimen lyhenteellä r_s .

6 TULOKSET

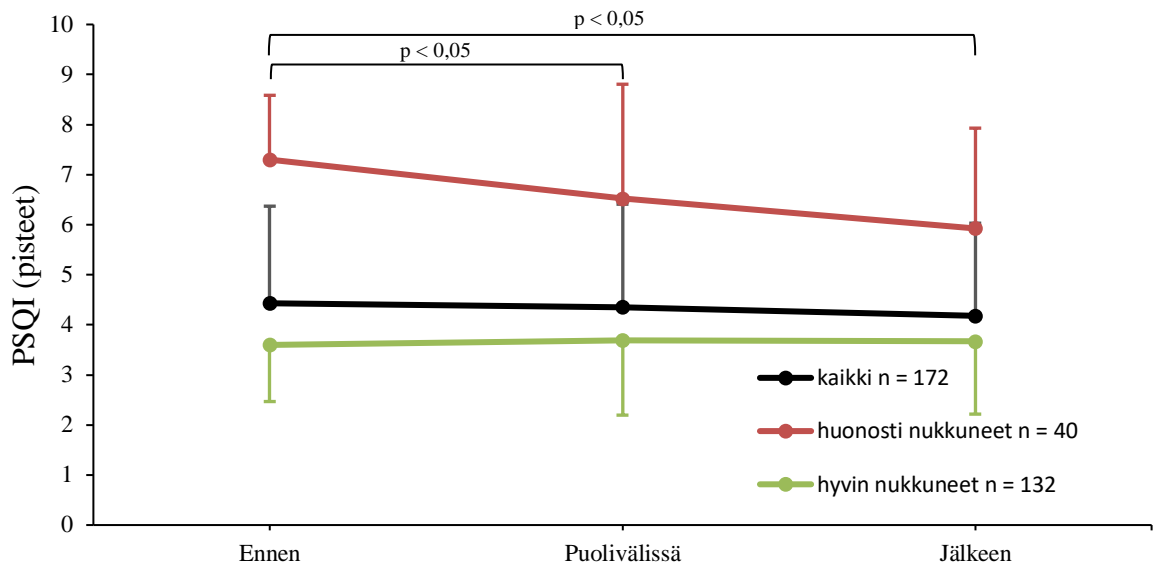
Tutkielman tulokset käsiteltiin tutkimuskysymyksittäin järjestelmällisesti. Ensiksi voimaharjoitteluintervention vaikutusta unen laatuun. Tämän jälkeen unen laadun ja koetun stressin yhteyksiä toisiinsa. Viimeiseksi tuloksissa on käsitelty unen laadun ja koetun stressin yhteyksiä lihasvoiman ja lihaksen poikkipinta-alan muutoksiin.

6.1 Voimaharjoittelun vaikutus unen laatuun

Tutkittavista 172 täytti unikyselyn kaikissa kolmessa mittapisteessä. Unikyselyiden kokonaispisteet olivat alkumittauksissa $4,43 \pm 1,94$, puolivälissä interventiota $4,35 \pm 2,06$ ja lopussa $4,18 \pm 1,85$. Muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,08$) koko tutkittavien joukolla ($n = 172$). Sukupuolten välillä ainut tilastollisesti merkitsevä ero unen osalta oli se, että naiset raportoivat keskimääräisesti enemmän univaikeuksia kuin miehet ($p < 0,05$).

Unikysely koostui yhdeksästä kysymyksestä (liite 1), joiden pohjalta määritettiin unikyselyn kokonaispistemäärä ja jaoteltiin tutkittavat hyvin ja huonosti nukkuviin. Maksimissaan viisi pistettä luokitellaan hyväksi unen laaduksi ja yli viisi pistettä huonoksi (Buysse ym. 1989). Kun pistemääriä tarkasteltiin erikseen hyvin ja huonosti nukkuneilla, havaittiin, että alussa huonosti nukkuneilla ($n = 40$) eli tutkittavilla, jotka raportoivat tutkimuksen alussa unen laatunsa huonoksi, unikyselyiden tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) intervention aikana. Heillä kokonaispistemäärä oli tutkimuksen alussa $7,30 \pm 1,29$, puolivälissä interventiota $6,52 \pm 2,29$ ja lopussa $5,93 \pm 2,00$.

Muutos unessa oli jo tilastollisesti merkitsevä ensimmäisen kuuden viikon aikana, eli intervention alusta puoleen väliin ($p < 0,05$), mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä puolivälisestä loppuun ($p = 0,09$). Huonosti nukkuvien tilastollinen merkitsevyys kuitenkin katosi, kun varianssianalyysiin lisättiin taustamuuttujaksi koetun stressin lähtötaso ($p = 0,922$). Alussa hyvin nukkuvien kohdalla ($n = 132$) eli tutkittavien, jotka raportoivat alkukyselyssä jo unen laatunsa hyväksi, ei ollut tilastollisesti merkitsevää muutosta ($p = 0,811$) unikyselyn kokonaispistemäärässä (kuva 8).



KUVA 8. Unikyselyn (PSQI) kokonaispisteiden muutos ennen voimaharjoitteluinterventiota, intervention puolivälissä (kuudennen harjoitusviikon aikana) ja intervention jälkeen. PSQI kyselyn kokonaispistemäärä on 0–21. Mitä pienempi pistemäärä, sitä parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokitellaan hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi.

Unikysely koostui kymmenestä kysymyksestä (liite 1), joiden pohjalta määritettiin unikyselyn kokonaispistemäärä ja jaoteltiin tutkittavat hyvin ja huonosti nukkuviin. Alla olevassa taulukossa 2 on tarkasteltu yksittäisiä kyselyn unimuuttujia ja niiden muutoksia intervention aikana. Tilastollisesti merkitseviä muutoksia havaittiin koko tutkittavien joukosta ($n = 172$) koetussa unen laadussa, unen pituudessa, sekä päivän toimintakyvyssä (olo päivällä). Muutos oli tilastollisesti merkitsevää vain tutkimuksen alusta puoleen väliin (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Unen laadun muuttajat kaikkien tutkittavien osalta (n = 172). Tilastollinen merkitsevyys laskettiin Friedmanin testin avulla. Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testiä hyödynnettiin tarkastelemaan tilastollista merkitsevyyttä yksittäisten aikapisteiden välillä.

Unen laadun muuttajat	Ennen	Puolivälissä	Jälkeen	p-arvo
Kokonaistulos (pisteinä)	4,43 ± 1,94	4,35 ± 2,06	4,18 ± 1,85	0,08
Unen laatu (pisteinä)	1,05 ± 0,61	*0,90 ± 0,54	0,91 ± 0,55	<0,05
Nukahtamisviive (min)	18,6 ± 13,0	18,1 ± 12,9	17,2 ± 11,0	0,14
Nukahtamisviive (pisteet)	0,99 ± 0,79	0,94 ± 0,79	0,98 ± 0,70	0,58
Unen pituus (tunteina)	8,11 ± 0,77	*8,28 ± 0,88	8,26 ± 0,84	<0,05
Unen pituus (pisteinä)	0,11 ± 0,37	0,12 ± 0,36	0,08 ± 0,29	0,29
Unen tehokkuus (%)	92,2 ± 6,3	91,1 ± 6,9	92,2 ± 6,5	0,52
Unen tehokkuus (pisteinä)	0,14 ± 0,39	0,22 ± 0,47	0,16 ± 0,40	0,13
Univaikeudet (pisteinä)	0,99 ± 0,33	1,07 ± 0,41	1,04 ± 0,33	0,06
Unilääkkeet (pisteinä)	0,19 ± 0,61	0,19 ± 0,58	0,15 ± 0,53	0,20
Olo päivällä (pisteinä)	0,99 ± 0,52	0,92 ± 0,59	0,87 ± 0,57	<0,05

* Muutos oli tilastollisesti merkitsevä jo puolivälissä. Taulukossa oleva p-arvo kuvastaa koko intervention aikaisen muutoksen tilastollista merkitsevyyttä. PSQI kyselyn kokonaispistemäärä on 0–21. Mitä pienempi pistemäärä, sitä parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi. Kaikissa muissa kyselyn unimuuttujissa pisteskaala 0–3 ja mitä pienempi pistemäärä, sitä parempi tulos.

Alussa huonosti nukkuvien ryhmässä (n = 40) havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia unikyselyn kokonaistuloksessa, koetussa unen laadussa, nukahtamisviiveessä (minuutteina), unen pituudessa (pisteinä), unen tehokkuudessa (%) ja toimintakyvyssä päivisin (taulukko 2). Kokonaistuloksessa, unen laadussa ja nukahtamisviiveessä tilastollisesti merkitsevää muutosta havaittiin jo puolivälissä interventiota, kun taas unen pituudessa ja tehokkuudessa muutos oli tilastollisesti merkitsevää vasta intervention jälkeen (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Unen laadun muuttujat huonosti alussa nukkuvien osalta (n = 40). Tilastollinen merkitsevyys laskettiin Friedmanin testin avulla. Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testiä hyödynnettiin tarkastelemaan tilastollista merkitsevyyttä yksittäisten aikapisteiden välillä.

Unen laadun muuttujat	Ennen	Puolivälissä	Jälkeen	p-arvo
Kokonaistulos (pisteinä)	7,30 ± 1,29	*6,52 ± 2,29	5,93 ± 2,00	<0,05
Unen laatu (pisteinä)	1,55 ± 0,55	*1,20 ± 0,56	1,20 ± 0,46	<0,05
Nukahtamisviive (min)	30,5 ± 15,6	*27,4 ± 16,2	25,1 ± 11,5	<0,05
Nukahtamisviive (pisteet)	1,8 ± 0,65	1,55 ± 0,90	1,53 ± 0,72	0,06
Unen pituus (tunteina)	8,10 ± 0,86	8,23 ± 0,81	8,27 ± 0,75	0,46
Unen pituus (pisteinä)	0,35 ± 0,62	0,28 ± 0,51	**0,1 ± 0,38	<0,05
Unen tehokkuus (%)	86,6 ± 7,0	87,3 ± 7,7	**89,8 ± 7,0	<0,05
Unen tehokkuus (pisteinä)	0,43 ± 0,64	0,43 ± 0,68	0,3 ± 0,56	0,44
Univaikeudet (pisteinä)	1,08 ± 0,27	1,22 ± 0,42	1,13 ± 0,33	0,10
Unilääkkeet (pisteinä)	0,75 ± 1,08	0,65 ± 0,95	0,55 ± 0,93	0,15
Olo päivällä (pisteinä)	1,35 ± 0,48	1,20 ± 0,61	1,13 ± 0,61	<0,05

* Muutos oli tilastollisesti merkitsevä jo välikyselyssä. ** Muutos oli tilastollisesti merkitsevä puolivälistä loppuun. Taulukossa oleva p-arvo kuvastaa koko intervention aikaisen muutoksen tilastollista merkitsevyyttä. PSQI kyselyn kokonaispistemäärä on 0–21. Mitä pienempi pistemäärä, sitä parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi. Kaikissa muissa kyselyn unimuuttujissa pisteskaala 0–3 ja mitä pienempi pistemäärä, sitä parempi tulos.

Hyvin alussa nukkuvien ryhmässä (n = 132) havaittiin vähiten tilastollisesti merkitseviä muutoksia unimuuttujien osalta. Unen pituus ja unen tehokkuus (pisteinä) olivat kuitenkin kehittyneet tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) vaikka tutkittavat raportoivatkin hyvää unen laatua jo intervention alussa. Nämä muutokset havaittiin tilastollisesti merkitseväksi jo puolivälissä interventiota. Loppua kohden muutos ei enää ollut tilastollisesti merkitsevää. Ainoastaan unen tehokkuus (pisteinä) heikentyi tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$). (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Unen laadun muuttujat hyvin alussa nukkuvien osalta (n = 132). Tilastollinen merkitsevyys laskettiin Friedmanin testin avulla. Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testiä hyödynnettiin tarkastelemaan tilastollista merkitsevyyttä yksittäisten aikapisteiden välillä.

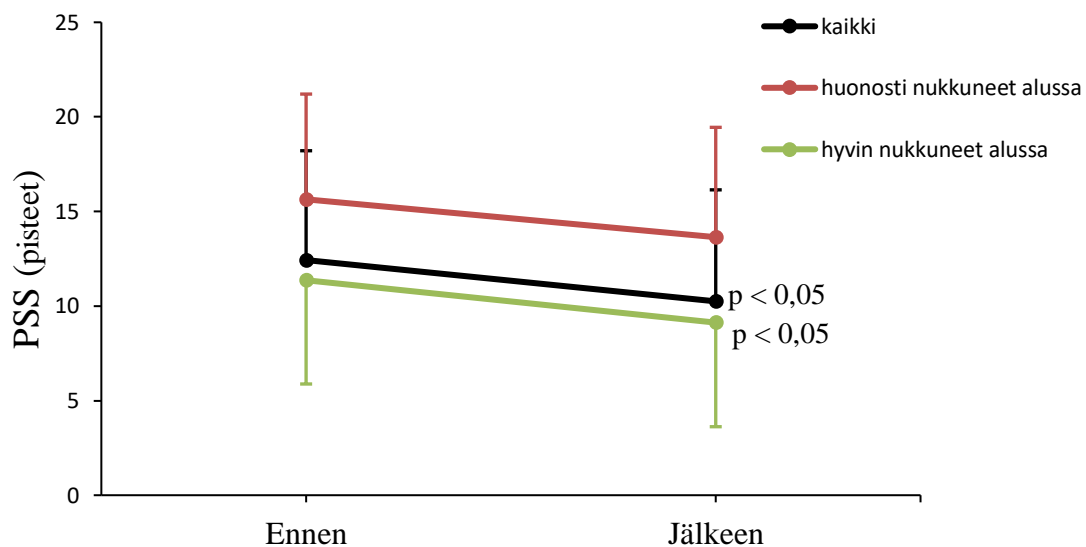
Unen laadun muuttujat	Ennen	Puolivälissä	Jälkeen	p-arvo
Kokonaistulos (pisteinä)	3,60 ± 1,13	3,69 ± 1,49	3,67 ± 1,45	0,81
Unen laatu (pisteinä)	0,89 ± 0,54	0,80 ± 0,50	0,83 ± 0,55	0,25
Nukahtamisviive (min)	15,0 ± 9,6	15,2 ± 10,2	14,8 ± 9,7	0,88
Nukahtamisviive (pisteet)	0,74 ± 0,65	0,76 ± 0,66	0,82 ± 0,62	0,41
Unen pituus (tunteina)	8,10 ± 0,74	*8,29 ± 0,90	8,26 ± 0,86	<0,05
Unen pituus (pisteinä)	0,04 ± 0,19	0,08 ± 0,29	0,08 ± 0,27	0,19
Unen tehokkuus (%)	93,9 ± 5,0	92,2 ± 6,2	93,0 ± 6,2	0,19
Unen tehokkuus (pisteinä)	0,05 ± 0,22	*0,15 ± 0,36	0,12 ± 0,33	<0,05
Univaikeudet (pisteinä)	0,97 ± 0,35	1,02 ± 0,40	1,02 ± 0,33	0,28
Unilääkkeet (pisteinä)	0,02 ± 0,12	0,05 ± 0,3	0,03 ± 0,21	0,10
Olo päivällä (pisteinä)	0,89 ± 0,49	0,83 ± 0,55	0,79 ± 0,54	0,08

* Muutos oli tilastollisesti merkitsevä jo puolivälissä interventiota. Taulukossa oleva p-arvo kuvastaa koko intervention aikaisen muutoksen tilastollista merkitsevyyttä. PSQI kyselyn kokonaispistemäärä on 0–21. Mitä pienempi pistemäärä, sitä parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi. Kaikissa muissa kyselyn unimuuttujissa pisteskaala 0–3 ja mitä pienempi pistemäärä, sitä parempi tulos.

Yhteenveto. Voimaharjoittelulla oli positiivinen vaikutus unen laatuun alussa huonosti nukkuvilla. Unimuuttujista tilastollisesti merkitsevää muutosta havaittiin alussa huonosti nukkuvilla koetussa unen laadussa, nukahtamisviiveessä, unen pituudessa ja toimintakyvyssä päivällä. Alussa hyvin nukkuvilla unen laatu säilyi lähtökohtaisesti samalla tasolla. Tilastollisesti merkitseviä muutoksia havaittiin kuitenkin heidän osaltansa unen pituudessa ja tehokkuudessa. Pääsääntöisesti voimaharjoittelusta aiheutuvat muutokset näkyivät jo kuuden viikon kohdalla ja muutokset säilyivät tutkimuksen loppuun asti. Sukupuolten välillä havaittiin unen osalta eroja ainoastaan univaikeuksien määrässä. Naiset raportoivat enemmän univaikeuksia kuin miehet.

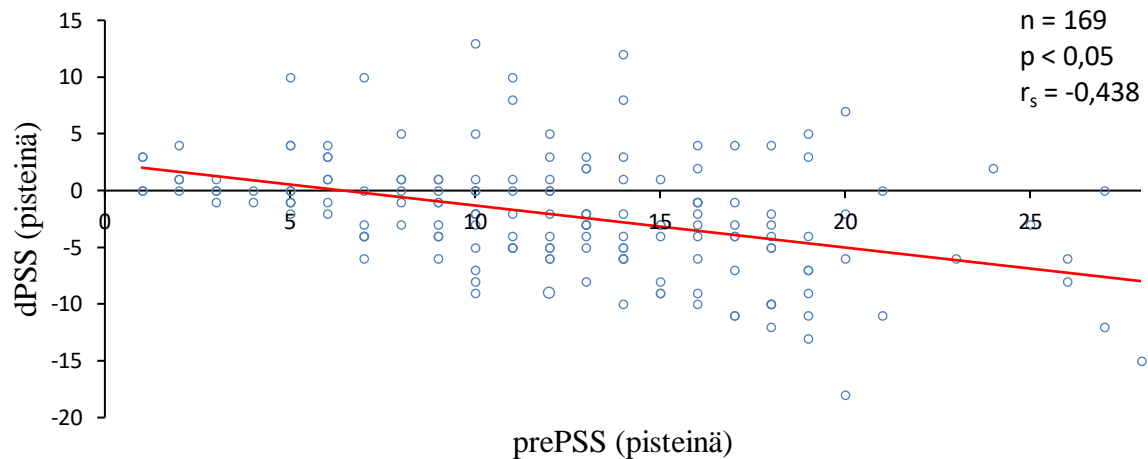
6.2 Voimaharjoittelun vaikutus koettuun stressiin

Tutkittavista 168 täytti stressikyselyt ennen ja jälkeen intervention. Näiden tutkittavien kokonaispisteet olivat tutkimuksen alussa $12,43 \pm 5,78$ ja vastaavasti lopussa $10,25 \pm 5,90$. Muutos oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$). Alussa huonosti nukkuneet ($n = 39$) raportoivat korkeampaa stressiä kuin hyvin nukkuneet. Intervention alussa kokonaispisteet olivat huonosti nukkuvilla $15,64 \pm 5,57$ ja vastaavasti lopussa $13,64 \pm 5,81$. Vaikka kokonaispistemäärä laskikin, muutos ei ollut alussa huonosti nukkuneilla tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,055$). Hyvin nukkuneet alussa ($n = 129$) raportoivat keskimäärin matalampaa stressiä, sillä intervention alussa kokonaispisteet olivat heillä $11,36 \pm 5,49$ pistettä ja vastaavasti lopussa $9,12 \pm 5,50$ ($p < 0,05$) (kuva 9). Tilastollinen merkitsevyys ei myöskään kadonnut hyvin nukkuneilla alussa, kun taustamuuttujaksi lisättiin lähtötason stressi ($p < 0,05$). Naiset raportoivat tilastollisesti merkitsevästi korkeampaa stressiä kuin miehet ($p < 0,05$). Naisten ($n = 116$) keskimääräinen koettu stressi oli $11,9 \pm 5,2$ pistettä, kun taas miehillä ($n = 57$) $9,3 \pm 4,8$ pistettä.



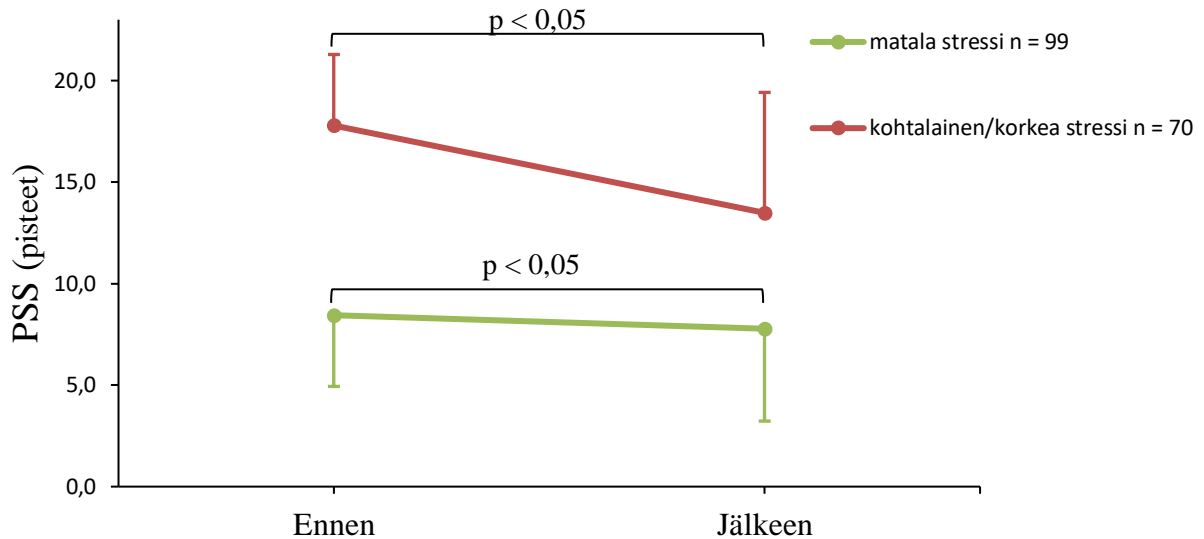
KUVA 9. Stressikyselyn (PSS) kokonaispisteiden muutos ennen ja jälkeen intervention, jaoteltuna kaikkiin tutkittaviin, alussa huonosti ja hyvin nukkuviin. Stressikyselyn (PSS) kokonaispistemäärä oli 0–40 pistettä. Mitä pienempi pistemäärä sitä matalampi koettu stressi. 0–13 pistettä vastasi matalaa stressiä, 14–26 pistettä kohtalaista stressiä ja 27–40 pistettä korkeaa stressiä.

Voimaharjoittelun vaikutuksen suuruus oli riippuvainen tutkittavan koetun stressin lähtötasosta. Koetun stressin muutos intervention aikana oli riippuvainen stressin lähtötasosta tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$, $r_s = -0,438$) koko tutkittavien joukolla (kuva 10).



KUVA 10. Lähtötason koetun stressin (prePSS) yhteys koetun stressin muutokseen (dPSS) intervention aikana. Negatiivinen muutos kuvasti koetun stressin laskua ja positiivinen vastaavasti nousua. Stressikyselyn (PSS) kokonaispistemäärä oli 0–40 pistettä. Mitä pienempi pistemäärä sitä matalampi koettu stressi. 0–13 pistettä vastasi matalaa stressiä, 14–26 pistettä kohtalaista stressiä ja 27–40 pistettä korkeaa stressiä.

Tutkittavat, jotka raportoivat stressinsä kohtalaiseksi tai korkeaksi tutkimuksen alussa ($n = 70$), raportoivat keskimääräisesti suurempaa muutosta intervention aikana. Kohtalaisen ja korkean stressin ryhmällä kokonaispistemäärä laski $17,8 \pm 3,5$ pisteestä $13,5 \pm 5,9$ pisteeseen, mikä oli tilastollisesti merkitsevä muutos ($p < 0,05$). Vastaavasti jo tutkimuksen alussa matalaa stressiä raportoineiden kokonaispistemäärät laskivat myös tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$), mutta lasku oli pienempää, $8,4 \pm 3,5$ pisteestä $7,8 \pm 4,6$ pisteeseen (kuva 11).

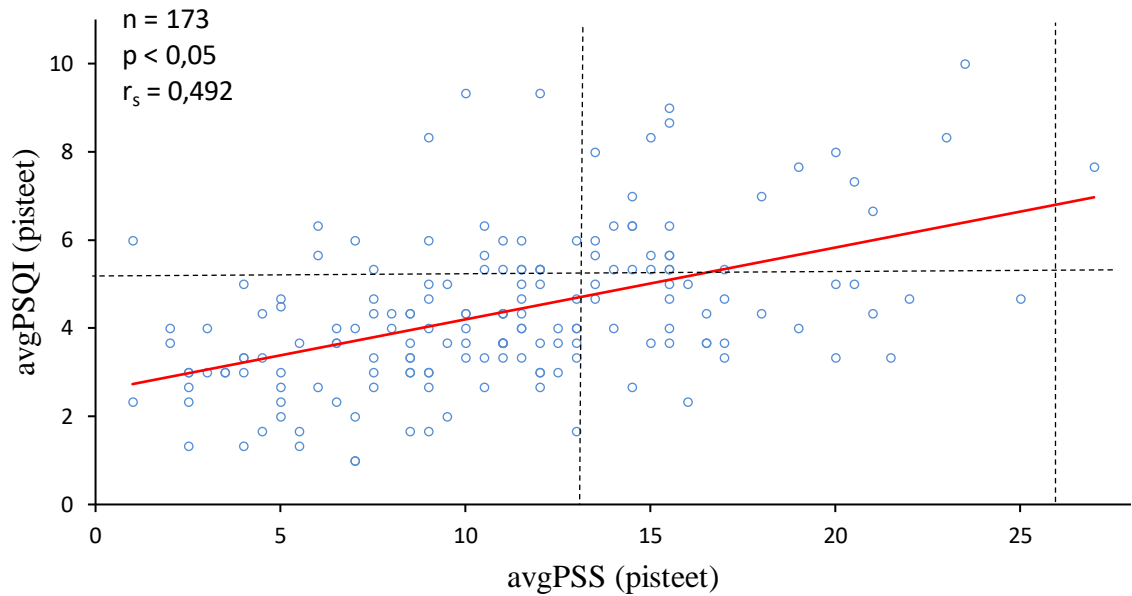


KUVA 11. Stressin lähtötason vaikutus stressin muutokseen matalan stressin ryhmällä ja kohtalaisen tai korkean stressin ryhmällä. Stressikyselyn (PSS) kokonaispistemäärä oli 0–40 pistettä. Mitä pienempi pistemäärä sitä matalampi koettu stressi. 0–13 pistettä vastasi matalaa stressiä, 14–26 pistettä kohtalaista stressiä ja 27–40 pistettä korkeaa stressiä.

Yhteenveto. Voimaharjoittelulla oli positiivinen vaikutus koettuun stressiin. Koettu stressi laski tutkittavilla intervention aikana riippumatta lähtötasosta. Muutos oli merkittävämpää lähtötilanteessa korkeaa tai kohtalaista stressiä raportoineiden keskuudessa, kuin matalan stressin ryhmällä. Naisten havaittiin raportoivan korkeampaa koettua stressiä kuin miehet tutkimuksen aikana.

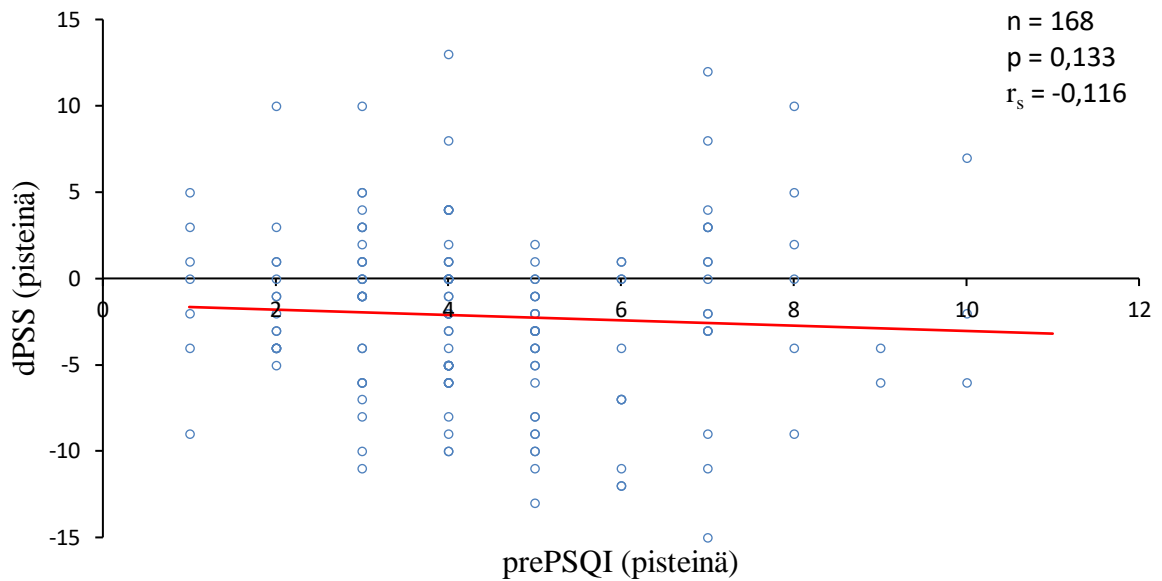
6.3 Unen laadun ja koetun stressin yhteys

Unikyselyn kokonaispistemäärät ($n = 173$) korreloivat tutkittavilla stressikyselyiden kokonaispistemäärään kanssa tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$, $r_s = 0,492$). Mitä heikomman tuloksen tutkittava sai unikyselystä, sitä heikompi tulos oli odotettavissa myös koetusta stressistä (kuva 12).

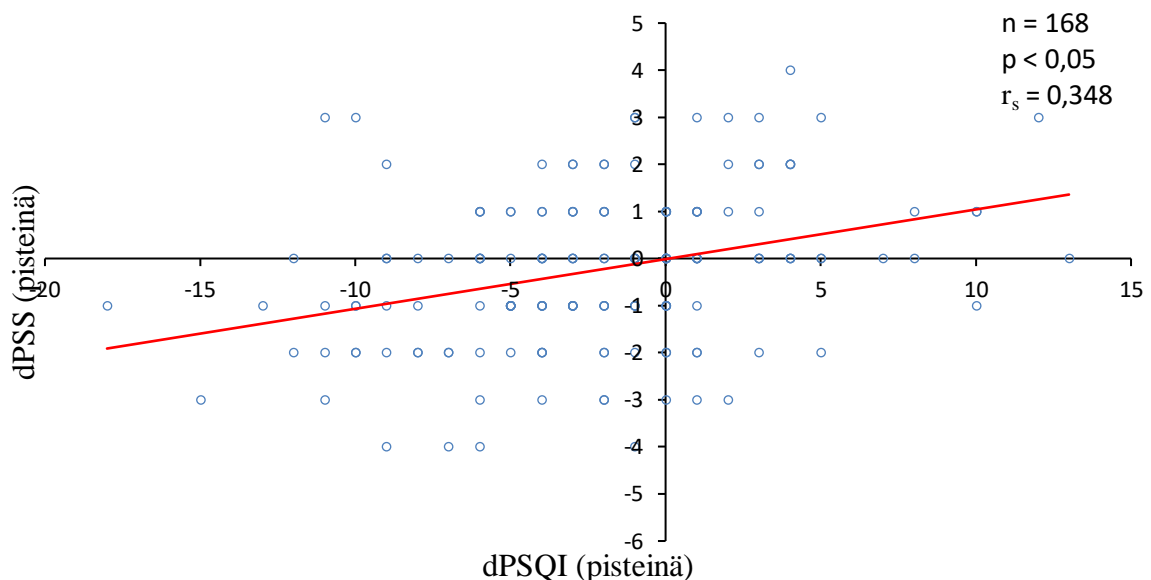


KUVA 12. Keskimääräisen unen laadun yhteys (avgPSQI) keskimääräiseen koettuun stressiin (avgPSS) kaikilla tutkittavilla intervention aikana. Musta vaaka katkoviiva kuvastavaa hyvän ja heikon unen laadun raja-arvoa (5 pistettä) ja pystysuorat katkoviivat matalaa (≤ 13 pistettä), kohtalaista (14–26 pistettä) ja korkeaa stressiä (> 26 pistettä).

Tutkittavien unen laadun lähtötasolla ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ($r_s = -0,116$, $p < 0,05$) intervention aikana tapahtuvaan stressin muutokseen (kuva 13). Koetun stressin muutoksessa (dPSS) oli tilastollisesti merkitsevä yhteys ($p < 0,05$, $r_s = 0,348$, $n = 168$) unen laadun muutokseen (dPSQI) intervention aikana (kuva 14).



KUVA 13. Koetun stressin muutoksen ($dPSS = \text{postPSS} - \text{prePSS}$) yhteys lähtötason unen laatuun (prePSQI). Negatiivinen muutos kuvasti koetun stressin laskua ja positiivinen vastaavasti nousua. Stressikyselyn (PSS) kokonaispistemäärä oli 0–40 pistettä. Mitä pienempi pistemäärä sitä matalampi koettu stressi. 0–13 pistettä vastasi matalaa stressiä, 14–26 pistettä kohtalaista stressiä ja 27–40 pistettä korkeaa stressiä. PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) pistemäärä kuvastaa unen laatua, mitä alhaisempi pistemäärä sen parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi.

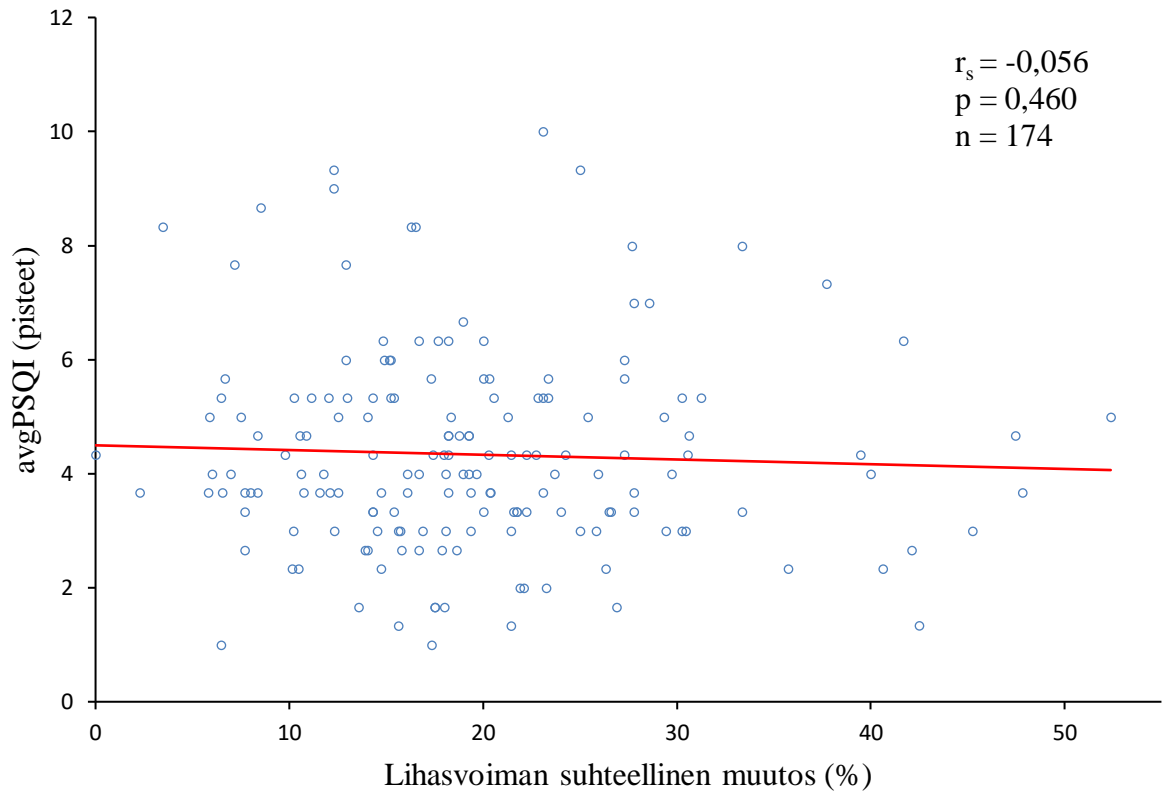


KUVA 14. Koetun stressin muutoksen ($dPSS$) ja unen laadun muutoksen ($dPSQI$) yhteys intervention aikana.

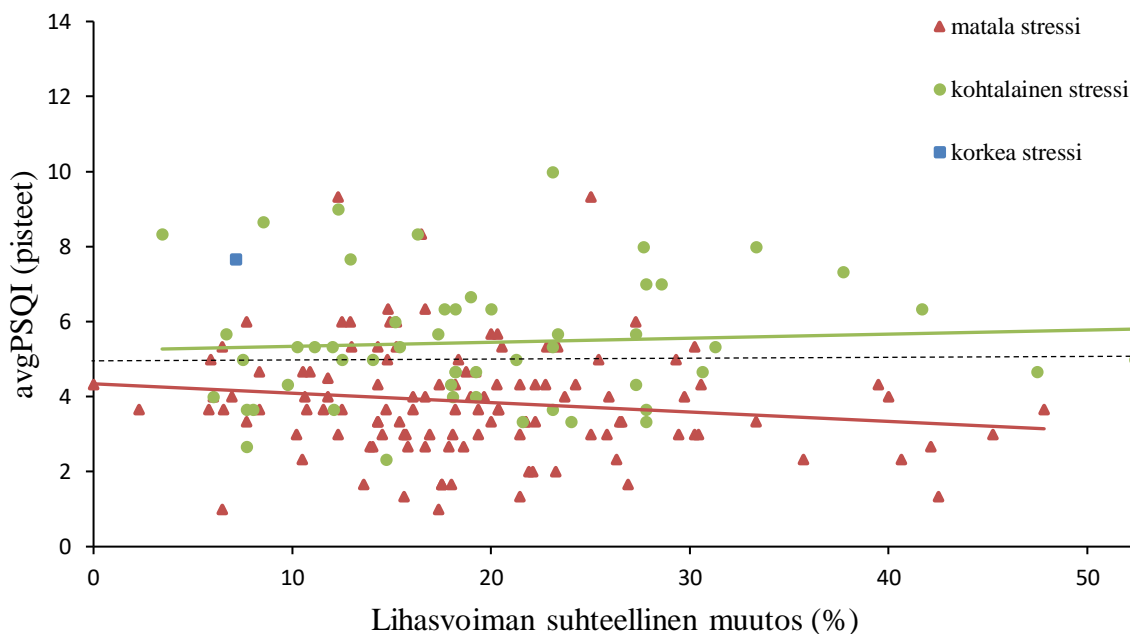
Yhteenveto. Keskimääräinen unen laatu korreloi tutkittavilla koetun stressin kanssa. Mitä heikompaa oli unen laatu, sitä korkeampaa oli keskimäärin koettu stressi. Päinvastoin matalaa koettua stressiä keskimäärin raportoineet myös nukkuivat lähtökohtaisesti paremmin. Tutkittavien unen laadun lähtötasolla ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä koetun stressin muutokseen. Toisin sanoen, vaikka tutkittava nukkuikin intervention alussa huonosti, ei se ollut este koetun stressin muutokselle.

6.4 Unen laadun vaikutus lihasvoiman muutokseen

Unikyselyn kokonaispistemäärä ei korreloinut ($r_s = -0,056$, $p = 0,460$) lihasvoiman muutoksen kanssa (kuva 15), kun tarkasteltiin koko tutkittavien joukkoa ($n = 174$). Unen laadun ja lihasvoiman suhteellisen muutoksen osalta ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, vaikka tutkittavat jaoteltiin intervention aikana koetun keskimääräisen stressin mukaan matalaan, kohtalaiseen ja korkean stressin ryhmiin. Yhteys oli suurinta matalan stressin ryhmällä, vaikkakaan ei tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,089$, $r_s = -0,156$, $n = 119$) (kuva 16). Yhteyttä ei myöskään havaittu kohtalaisen stressin ryhmällä ($p = 0,544$, $r_s = 0,085$, $n = 53$). Korkeaa stressiä havaittiin vain yhdellä tutkittavalla läpi tutkimuksen. Jo alussa matalaa stressiä raportoineidenkaan kohdalla muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,072$, $r_s = -0,179$, $n = 102$).



KUVA 15. Unikyselyn kokonaispisteiden keskiarvon (avgPSQI) ja lihasvoiman suhteellisen muutoksen yhteys kaikkien tutkittavien osalta ($n = 174$). PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) pistemäärä kuvastaa unen laatua, mitä alhaisempi pistemäärä, sen parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi.



KUVA 16. Unikyselyn kokonaispisteiden keskiarvojen (avgPSQI) ja lihasvoiman suhteellisen muutoksen korrelaatio tutkittavilla jaettuna matalan, kohtalaisen ja korkean stressin ryhmiin stressikyselyiden keskiarvojen mukaan. Musta vaaka katkoviiva jakaa unen laadun hyvin ja huonosti nukkuihin. PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) pistemäärä kuvastaa unen laatua, mitä alhaisempi pistemäärä sen parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi.

Tutkittavat jaettiin lihasvoiman suhteellisen muutoksen mukaan kolmeen eri ryhmään lihasvoiman muutoksen perusteella. Ryhmät luokiteltiin matalan ($n = 70$, $+19,5 \pm 9,5$ %), kohtalaisen ($n = 81$, $+22,6 \pm 4,1$ %) ja korkean kehityksen ($n = 14$, $+41,4 \pm 5,5$ %) ryhmiksi. Alla olevassa taulukossa näkyy näiden kolmen eri ryhmän keskimääräiset kokonaispistemäärät unikyselyissä (avgPSQI, stressikyselyissä (avgPSS), lähtötilanne unen laadun (prePSQI) ja koetun stressin (prePSS) osalta, muutos intervention aikana unen laadun (dPSQI) ja koetun stressin (dPSS) osalta sekä suhteellinen ja absoluuttinen lihasvoiman kehitys jalkaprässin yhden toiston maksimissa (taulukko 4). K-keskiarvojen klusterointi jakaa keskiarvojen etäisyyksien iteroinnilla tutkittavat matalan, kohtalaisen ja korkean kehityksen ryhmiin.

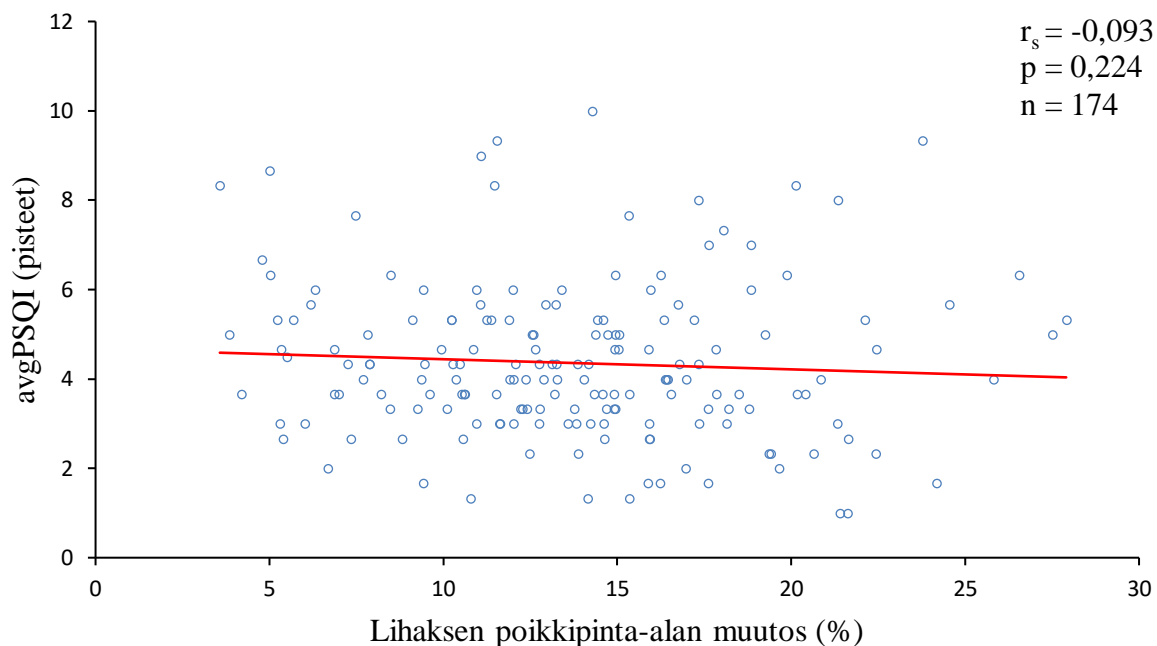
TAULUKKO 4. Lihasvoiman suhteellisen muutoksen perusteella tutkittavien jako matalan, kohtalaisen ja korkean kehityksen ryhmiin (n = 165). 1 RM (%) kuvastaa jalkaprässin yhden toiston maksimin suhteellista kehitystä, 1 RM (kg) absoluuttista kehitystä, avgPSQI keskimääräistä unikyselyn tulosta intervention aikana, avgPSS keskimääräistä koettua stressiä intervention aikana, prePSQI unen laadun tasoa pisteinä ennen intervention alkua, prePSS koetun stressin tasoa ennen intervention alkua, dPSQI unen laadun muutosta intervention aikana, dPSS koetun stressin muutosta intervention aikana. Ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin Kruskal-Wallis -testillä. P-arvo < 0,05 kuvastaa, että ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero.

Muuttujat	kaikki (n = 165)	matala kehitys (n = 70)	kohtalainen kehitys (n = 81)	korkea kehitys (n = 14)	p-arvo
1 RM (%)	19,5 ± 9,5	11,5 ± 3,9	22,6 ± 4,1	41,4 ± 5,5	<0,05
1 RM (kg)	28,4 ± 12,8	18,3 ± 7,2	33,8 ± 8,4	47,7 ± 14,6	<0,05
avgPSQI (pist.)	4,3 ± 1,7	4,2 ± 2,0	4,2 ± 1,7	4,2 ± 2,0	0,746
avgPSS (pist.)	11,2 ± 5,2	10,9 ± 5,3	11,6 ± 5,1	10,6 ± 5,5	0,674
prePSQI (pist.)	4,4 ± 1,9	4,5 ± 2,0	4,4 ± 1,8	4,1 ± 2,1	0,824
prePSS (pist.)	12,3 ± 5,7	11,9 ± 6,2	12,6 ± 5,4	12,2 ± 5,5	0,711
dPSQI (pist.)	-0,22 ± 1,6	-0,17 ± 1,7	-0,30 ± 1,5	0,00 ± 1,7	0,762
dPSS (pist.)	-2,1 ± 5,1	-2,0 ± 5,2	-2,0 ± 5,2	-3,3 ± 3,9	0,612

Yhteenveto. Unen laatu ei selittänyt lihasvoimassa tapahtuvia muutoksia yksinään tai yhdessä koetun stressin kanssa. Matalan, kohtalaisen tai korkean kehityksen ryhmien välillä ei havaittu eroja unen laadun tai koetun stressin muuttujien osalta.

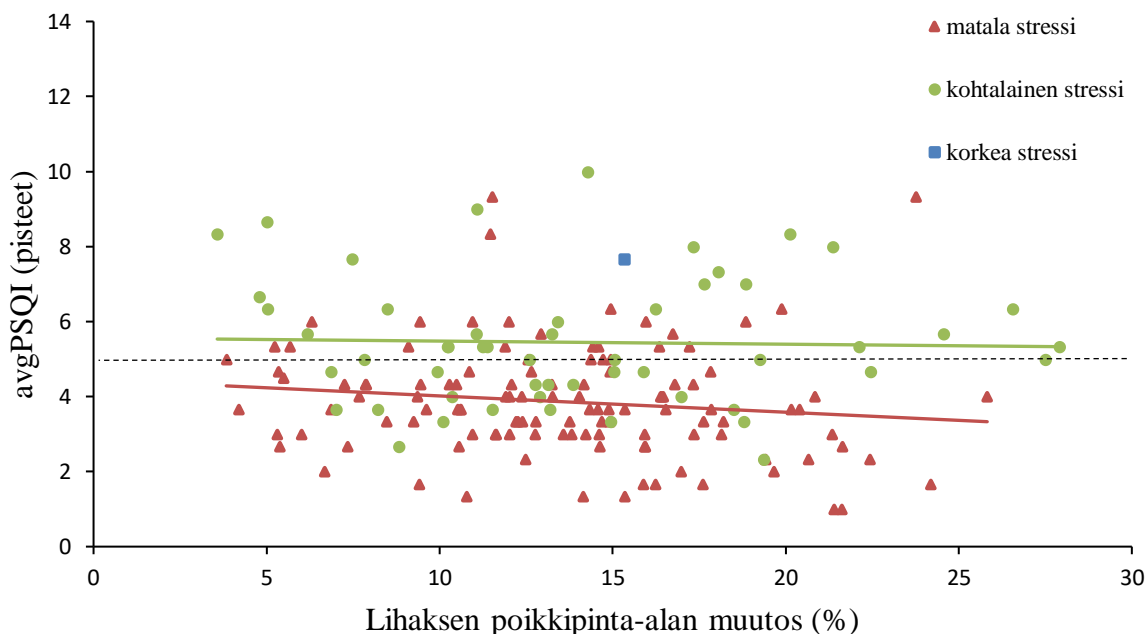
6.5 Unen laadun vaikutus lihaksen poikkipinta-alan muutokseen

Unikyselyn keskimääräinen kokonaispistemäärä ei korreloinut ($r_s = -0,093$, $p = 0,224$) lihaksen poikkipinta-alan muutoksen kanssa (kuva 17), kun tarkasteltiin koko tutkittavien joukkoa (n = 174).



KUVA 17. Unikyselyn kokonaispisteiden keskiarvon ja vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan suhteellisen muutoksen yhteys kaikkien tutkittavien osalta (n = 174). PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) pistemäärä kuvastaa unen laatua, mitä alhaisempi pistemäärä sen parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi.

Unen laadun ja vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan muutoksen osalta havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys keskimääräisesti matalaa stressiä raportoineiden keskuudessa ($p < 0,05$, $r_s = -0,185$, $n = 119$). Kohtalaista stressiä keskimäärin intervention aikana raportoineiden keskuudessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ($p = 0,962$, $r_s = -0,007$, $n = 53$). Korkeaa stressiä havaittiin vain yhdellä tutkittavalla läpi tutkimuksen (kuva 18). Vastaavasti, jos tarkasteltiin tutkittavien joukkoa, jotka raportoivat jo intervention alussa matalaa stressiä, oli korrelaatio vielä hiukan vahvempi ($p < 0,05$, $r_s = -0,210$, $n = 102$). Lopulla tutkittavien joukolla, jotka raportoivat intervention alussa kohtalaista tai korkeaa stressiä, oli korrelaatio ($r_s = -0,039$, $n = 69$) unen laadun ja lihaksen poikkipinta-alan muutoksen suhteen. Toisin sanoen, heikompi unipistemäärä yhdistettynä korkeampaan koettuun stressiin oli yhteydessä heikompaan kehittymiseen lihaksen poikkipinta-alan muutoksen osalta.



KUVA 18. Intervention aikaisen unen laadun (avgPSQI) ja vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan suhteellisen muutoksen korrelaatio tutkittavilla jaettuna matalan, kohtalaisen ja korkean stressin ryhmiin jaoteltuna. Stressikyselyn (PSS) kokonaispistemäärä oli 0–40 pistettä. Mitä pienempi pistemäärä sitä matalampi koettu stressi. 0–13 pistettä vastasi matalaa stressiä, 14–26 pistettä kohtalaista stressiä ja 27–40 pistettä korkeaa stressiä. PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) pistemäärä kuvastaa unen laatua, mitä alhaisempi pistemäärä sen parempi unen laatu. ≤ 5 pistettä luokiteltiin hyväksi unen laaduksi ja > 5 pistettä huonoksi. Musta katkoviiva havainnollistaa hyvän ja huonon unen laadun rajapintaa.

Tutkittavat jaettiin vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan suhteellisen muutoksen mukaan (dCSA %) kolmeen eri ryhmään, matalan, kohtalaisen ja korkean kehityksen ryhmään k-keskiarvojen klusteroinnin avulla. Alla olevassa taulukossa näkyy näiden kolmen eri ryhmän keskimääräiset pistemäärät unekyselyissä ja stressikyselyissä sekä lihaksen poikkipinta-alan muutos. Ryhmien erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä uneen tai koettuun stressiin liittyvien muuttujien osalta (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan suhteellisen muutoksen perusteella tutkittavien jako matalan, kohtalaisen ja korkean kehityksen (n = 165). dCSA (%) kuvastaa vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan suhteellista muutosta intervention aikana, avgPSQI keskimääräistä unikyselyn tulosta intervention aikana, avgPSS keskimääräistä koettua stressiä intervention aikana, prePSQI unen laadun tasoa ennen intervention alkua, prePSS koetun stressin tasoa ennen intervention alkua, dPSQI unen laadun muutosta intervention aikana, dPSS koetun stressin muutosta intervention aikana. Ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin Kruskal-Wallis -testillä. P-arvo < 0,05 kuvastaa, että ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero.

Muuttujat	kaikki (n = 165)	matala kehitys (n = 51)	kohtalainen kehitys (n = 82)	korkea kehitys (n = 32)	p-arvo
dCSA (%)	13,9 ± 5,0	8,4 ± 2,1	14,5 ± 1,9	21,4 ± 2,8	<0,05
avgPSQI (pist.)	4,3 ± 1,7	4,5 ± 1,7	4,2 ± 1,6	4,3 ± 2,2	0,548
avgPSS (pist.)	11,4 ± 5,4	11,5 ± 5,3	10,9 ± 5,1	11,4 ± 5,4	0,672
prePSQI (pist.)	4,4 ± 1,9	4,5 ± 1,9	4,5 ± 1,8	4,3 ± 2,0	0,787
prePSS (pist.)	12,3 ± 5,7	12,7 ± 5,7	12,0 ± 5,7	12,3 ± 6,0	0,903
dPSQI (pist.)	-0,22 ± 1,6	-0,07 ± 1,7	-0,45 ± 1,5	0,13 ± 1,5	0,161
dPSS (pist.)	-2,1 ± 5,1	-2,4 ± 3,9	-2,2 ± 5,5	-1,7 ± 5,9	0,930

Yhteenveto. Unen laatu ei selittänyt yksinään lihaksen poikkipinta-alassa tapahtuvia muutoksia. Yhdessä koetun stressin kanssa unen laadulla havaittiin yhteys lihaksen poikkipinta-alan muutokseen. Toisin sanoen, matalaa stressiä ja hyvää unen laatua raportoineet kehittyivät lihaksen poikkipinta-alan osalta enemmän, kuin hyvin nukkuvat, mutta kohtalaista tai korkeaa stressiä kokeneet. Matalan, kohtalaisen tai korkean kehityksen ryhmät eivät kuitenkaan eronneet unen tai koetun stressin muuttujien osalta toisistaan.

7 POHDINTA

Tämän tutkielman tarkoituksena oli tutkia unen laadun ja voimaharjoittelun vastavuoroisia vaikutuksia. Unen laatua tarkasteltiin PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) unikyselyn avulla (liite 1) ennen interventiota, puolessa välissä interventiota ja intervention jälkeen. Voimaharjoittelun adaptaatioita tarkasteltiin lihasvoiman ja vastus lateralis -lihaksen poikkipinta-alan muutoksen kautta. Lihasvoimaa mitattiin horisontaalisuunnan jalkaprässissä yhden toiston maksimilla (1 RM) ja lihaksen poikkipinta-alan muutosta ultraäänellä ennen ja jälkeen intervention. Näiden lisäksi koettua stressiä arvioitiin ennen ja jälkeen intervention PSS-10 (Perceived Stress Scale) stressikyselyllä (liite 2).

Tutkielman hypoteeseina oli, että voimaharjoittelujaksolla on positiivinen vaikutus unen laatuun tutkittavilla, joilla unen laatu on lähtötilanteessa huonolla tasolla. Jo valmiiksi hyvin nukkuvilla liikunnan lisäämisen ei oletettu heikentävän unen laatua intervention aikana. Toisena hypoteesina oli, että koetun stressin määrä vähentyisi voimaharjoittelujakson aikana, koska sopivalla määrällä liikuntaa on havaittu olevan myönteisiä vaikutuksia niin stressin hallinnassa kuin kyvyssä sietää sitä. Voimaharjoittelun adaptaatioiden osalta oletuksena oli, että unen laadulla ja koetulla stressillä olisi vaikutusta lihasvoiman ja lihaksen poikkipinta-alan muutokseen. Unen laadun ja koetun stressin oletettiin olevan mahdollisesti yksi yksilöllisiä eroja selittävistä tekijöistä voimaharjoittelun adaptaatioiden osalta.

Tuloksien osalta havaittiin, että 12 viikon voimaharjoittelujakso vaikutti positiivisesti tutkittavien unen laatuun niiden osalta, jotka raportoivat unen laatunsa huonoksi ennen intervention alkua (kuva 8). Mielenkiintoista oli se, että positiivinen muutos unen laadussa havaittiin alussa heikosti nukkuvilla ($n = 40$) jo intervention puolivälissä toteutetussa välikyselyssä. Unen laatu parani tällä ryhmällä entisestään kohti intervention loppua, mutta muutos ei ollut enää tilastollisesti merkitsevää puolivälistä loppuun. Alussa hyvin nukkuvilla ($n = 132$) unen laatu säilyi hyvällä tasolla koko intervention ajan, mutta yksittäisissä unimuuttujissa havaittiin muutoksia.

Yksittäisten unimuuttujien osalta alussa huonosti nukkuvien ryhmässä ($n = 40$) havaittiin positiivisia muutoksia koetussa unen laadussa, nukahtamisviiveessä, unen pituudessa ja tehokkuudessa sekä toimintakyvyssä päivän aikana. Koettu unen laatu parani $1,55 \pm 0,55$ pisteestä $1,20 \pm 0,56$ pisteeseen intervention puoliväliin ja säilyi siellä intervention loppuun

asti. Nukahtamisviive oli keskimäärin huonosti nukkuvilla ennen intervention alkua $30,5 \pm 15,6$ minuuttia, laskien intervention puoliväliin mennessä $27,4 \pm 16,2$ minuuttiin ja intervention loputtua $25,1 \pm 11,5$ minuuttiin. Unen pituus kasvoi kyseisellä ryhmällä $8,10 \pm 0,86$ tunnista intervention puoleen väliin $8,23 \pm 0,81$ tuntiin ja intervention loputtua se oli vastaavasti pidentynyt $8,27 \pm 0,75$ tuntiin. Eli huonosti nukkuvatkin nukkuivat lähtökohtaisesti yli kahdeksan tuntia jo ennen interventiota, mikä kuvastaa tämän tutkielman tutkittavien unen laadun homogeenisuutta.

Koko tutkittavien joukossa ($n = 172$) positiivisia muutoksia näkyi koetussa unen laadussa, unen pituudessa ja toimintakyvyssä päivällä. Alussa hyvin nukkuvilla unen tehokkuus heikentyi intervention aikana $0,05 \pm 0,22$ pisteestä $0,12 \pm 0,33$ pisteeseen. Vastaavasti unen pituuden havaittiin kasvavan keskimäärin 9 minuuttia. Unen tehokkuuden osalta huomion arvoista on se, että lähtötilanne hyvin nukkuvilla oli lähes erinomaisella tasolla ja kyseisen muuttujan osalta toistettavuudesta löytyy omat rajoitteensa unen tehokkuuden laskukaavan takia. Unen tehokkuus lasketaan kysymyksien 1, 3 ja 4 pohjalta (liite 1). Unen tehokkuuden laskukaava kyselyssä siis vertaa tutkittavan arvioiman viime kuukauden keskimääräisen unen pituutta hänen raportoimaansa heräämis- ja nukkumaanmenoajan erotukseen. Unen pituuden muutos alussa hyvin nukkuvilla näkyi jo puolessa välissä interventiota ja säilyi intervention loppuun asti.

Koetun stressin osalta muutokset olivat positiivisia niin kokonaispistemäärän osalta kuin matalan, kohtalaisen ja korkean stressin ryhmiä kategorisestikin tarkasteltuna. Muutokset koetussa stressissä olivat sitä suurempia, mitä paremmaksi tutkittavat raportoivat unen laatuun tutkimuksen alussa (kuva 9). Koko tutkittavien joukolla lähtötason unen laatu ei kuitenkaan korreloinut koetun stressin muutoksen kanssa. Tätä ristiriitaa voi osittain selittää se, että huonosti nukkuvien joukko ($n = 39$) oli huomattavasti pienempi kuin koko tutkittavien joukko ($n = 169$) tai hyvin nukkuvien joukko ($n = 129$). Koettu stressi laski kaikkien tutkittavien joukossa ja alussa hyvin nukkuvien joukossa, mutta alussa huonosti nukkuvien joukko ei parantanut koettua stressiään tilastollisesti merkitsevästi intervention aikana, mikä on mielenkiintoinen tulos, vaikka sitä voikin selittää otoskoon pienuus alussa heikosti nukkuvilla. Intervention aikaisen unen laadun ja koetun stressin kokonaispistemäärien välillä sen sijaan havaittiin vahva yhteys ($r_s = 0,492$).

Myös unen laadun muutoksen ja koetun stressin muutoksen välillä havaittiin yhteys ($r_s = 0,348$, $n = 168$). Toisin sanoen, mikäli tutkittavan unen laatu parani intervention aikana, oli todennäköistä, että koetussa stressissä havaittiin myös positiivinen muutos. Vastaavasti jos voimaharjoittelulla ei havaittu positiivista vaikutusta unen laatuun, oli todennäköisempää, että koettu stressikään ei laskenut. Tämä tukee teoriaa siitä, että liikunnan harrastaminen edistää stressin hallintaa ja sietoa, joka niin ikään voi vaikuttaa unen laatuun. Vastaavasti mikäli unen laatu paranee, niin sillä voi olla vaikutus yksilön kokemaan stressiin tai motivaatioon harrastaa liikuntaa. Tässä interventiossa ei päästy käsiksi yksilön motivaatioon harrastaa liikuntaa, koska harjoitukset olivat valvottuja ja ennalta määritettyjä. Toisaalta motivaatio voi osaltaan näkyä intervention keskenjättämisen todennäköisyydessä, sillä intervention keskenjättäneiden osalta unen laatu oli keskimäärin myös heikolla tasolla.

Sukupuolten välillä havaittiin unen osalta naisten raportoivan enemmän univaikeuksia, mutta muissa unimuuttujissa tai kokonaispistemäärässä ei havaittu eroja. Nämä tulokset ovat osittain linjassa aikaisemman tutkimusnäytön kanssa, sillä naisten on havaittu raportoivan enemmän univaikeuksia, mutta nukkuvan pidempään kyselyillä mitattuna (Koponen ym. 2018), mutta unen pituudessa ei havaittu eroja sukupuolten välillä. Vastaavasti keskimääräisesti koetussa stressissä naiset raportoivat korkeampia lukemia kuin miehet, mikä voi osittain selittyä otoskoon eroilla. Stressikyselyihin vastanneita miehiä ($n = 57$) oli tutkimuksessa puolet vähemmän kuin naisia ($n = 116$). Toisaalta korkeampi koettu stressi voi selittää myös univaikeuksien suurempaa määrää naisilla. Huomion arvoista kuitenkin on, että valtaosa univaikeuksia raportoineista mainitsivat niiden johtuvan pääosin omista lapsista, joten liikaa johtopäätöksiä tämän unimuuttujan osalta on vaikea tehdä.

Lihassoiman muutoksen osalta yhteyttä yksinään unen laadun tai koetun stressin osalta ei löytynyt. Suurin yhteys keskimääräisen unen laadun ja lihasvoiman muutoksen osalta havaittiin keskimääräisesti matalaa stressiä intervention aikana raportoineiden osalta, mutta sekään ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Huomion arvoista kuitenkin on se, että tutkittavat, jotka toteuttivat intervention loppuun asti, nukuivat keskimääräisesti tutkimuksen alussa jo suhteellisen hyvin. Keskimääräinen unen laadun tulos lähtötilanteessa oli kaikkien tutkittavien joukossa $4,43 \pm 1,94$, hyvän unen laadun raja-arvon ollessa ≤ 5 pistettä. Näin ollen tämän tutkielman tulokset heijastavat enemmänkin jo keskimääräisesti hyvin nukkuvien unen laadun yhteyttä lihasvoiman muutokseen, mikä voi osaltaan selittää lihasvoiman ja unen laadun tai koetun stressin yhteyden poissaoloa.

Lisätutkimusta tarvittaisiin heterogeenisemmällä tutkittavien joukolla, joilla unen laatu tai koettu stressi olisi lähtötilanteessa vielä huonompi, tai vastaavasti harjoittelun määrä interventiossa olisi vastaavasti suurempi. Toisaalta haasteensa luo se, että huonoa unen laatua ja korkeampaa stressiä alussa raportoineiden keskuudessa intervention keskenjättäminen oli todennäköisempää. On myös epätodennäköistä, että heikosti nukkuva ja korkeaa stressiä kokeva tutkittava ylipäätään hakee mukaan 12 viikon mittaiseen interventioon, saati suorittaa sitä loppuun asti.

Unen laadun ja koetun stressin yhteisvaikutuksesta lihaksen poikkipinta-alan muutokseen löytyi kuitenkin joitain viitteitä. Koko tutkittavien joukolla keskimääräinen unen laatu ei yksinään korreloinut lihaksen poikkipinta-alan muutoksen kanssa. Vastaavasti kun kyseinen joukko jaettiin keskimääräisesti matalaa koettua stressiä raportoineiden ryhmään ($n = 119$) ja kohtalaista tai korkea stressiä raportoineisiin ($n = 53$) niin havaittiin, että intervention keskimääräinen unen laatu korreloi lihaksen poikkipinta-alan muutoksen kanssa ($r_s = -0,185$) keskimääräisesti matalaa stressiä raportoineiden keskuudessa. Toisin kuin kohtalaista ja korkeaa stressiä keskimäärin raportoineiden kesken intervention aikaisella unen laadulla ei ollut yhteyttä lihaksen poikkipinta-alan muutokseen. Toisin sanoen, vaikka tämä matalaa stressiä kokeneiden tutkittavien joukko nukkui keskimääräisesti hyvin intervention aikana ($4,0 \pm 1,5$ pistettä), oli siltäkin merkitystä, kuinka matalat pisteet unen laadun osalta sai (kuva 18). Tämä antaisi viitteitä siihen suuntaan, että jo hyvin nukkuvillakin unen laadun parantamisella voi olla vaikutusta lihasmassan kasvun kannalta. Päinvastoin, jos koettu stressi on korkealla ja unen laatuakin vähän kärsii, on lihasvoimaa ja -massaa silti mahdollista kasvattaa suhteellisen hyvin ainakin aloittelijoilla. Tällä tutkittavien joukolla olisi kuitenkin mielenkiintoista tarkastella, muuttuuko unen laadun tai koetun stressin merkitys, kun harjoittelun määrää kasvatettaisiin nykyisestä vielä suuremmaksi.

Voimaharjoittelujakson positiivinen vaikutus unen laatuun oli tutkielman hypoteesien mukainen, sillä alussa heikosti nukkuvien ryhmä paransi unen laatuaan ja jo alussa hyvin nukkuneet keskimäärin ylläpitivät hyvää tasoaan. Tämä vastaa aikaisempaa tutkimusnäyttöä aika tarkasti, sillä Kovacecic ym. (2018) mukaan voimaharjoittelujakson vaikutus unen laatuun näkyi unimuuttujien osalta nukahtamisviiveen lyhentymisenä, unen tehokkuuden parantumisenä, heräilyjen vähenemisenä yön aikana ja koetun unen laadun paranemisenä (Kovacecic ym. 2018). Näistä unimuuttujista kaikissa paitsi heräilyjen väheneminen yön aikana

havaittiin muuttuvan parempaan suuntaan tutkittavilla, jotka raportoivat alussa heikompaa unen laatua. Heräilyjen vähenemisen puuttuminen yön aikana selittyy tutkittavien elämäntilanteen kautta ainakin osittain. Tutkittavien (n = 172) joukosta 30 raportoi yöllisten heräämisten johtuvan lapsista, vierellä nukkuvasta puolisoista tai lemmikin vaikutuksesta, mihin ei yllättäen liikuntainterventiolla voida vaikuttaa.

Nykyinen näyttö liikunnan vaikutuksesta unen laatuun riippumatta liikuntamuodosta näyttäisi olevan positiivinen tai vähintäänkin neutraali (Frimpong ym. 2021; Kovacecic ym. 2018), vaikkakin voimaharjoittelujakson vaikutusta on tutkittu vielä suhteellisen vähän. Vain kuusi interventiotutkimusta on tarkastellut 6–21 viikon kestoisen voimaharjoittelujakson kroonista vaikutusta uneen (Chen ym. 2015; Chen ym. 2016; Herring ym. 2015; Häkkinen ym. 2001; Singh ym. 1997; Singh ym. 2005). Tämän tutkielman tuloksien myötä voimaharjoittelujakson vaikutus näyttäisi olevan samankaltainen, kuin mitä aikaisempi tutkimusnäyttö antoi olettaa. Huomion arvoista kuitenkin on yksilön kyky palautua lisääntyneestä liikunnan määrästä muu elämäntilanne huomioiden. Tätä teoriaa tukee myös tulos siitä, että unen laadun muutoksen tilastollinen merkitsevyys katosi, kun taustamuuttujaksi lisättiin alussa heikosti nukkuvilla lähtötason koettu stressi. Toisin sanoen, yksinään liikunnan lisääminen osaksi rutiineja ei välttämättä näy unen laadun parantumisena, mikäli yksilön kokema stressi on jo ilman liikuntaakin liian kuormittavaa. Tällöin liikunnan lisäys kuormittaa entisestään ja palautuminen on riittämätöntä, jättäen liikunnan mahdolliset positiiviset hyödyt unen laadussa piiloon.

Samaa ajatusta tukee Bartholomewin ym. (2008) löytö siitä, että korkeaksi koettu stressi lienee vaikuttavan lihasvoiman kehittymiseen negatiivisesti ja se, että korkeaksi koettu stressi lienee pidentävän tarvittavaa palautumisaikaa kovasta voimaharjoituksesta (Stults-Kolehmainen & Bartholomew 2012; Stults-Kolehmainen ym. 2014). Tässä tutkimuksessa koettu stressi ei kuitenkaan yksinään vaikuttanut lihasvoiman kehitykseen, jota voi osaltaan selittää matala harjoittelun määrä. Vaikka palautumisaika olisikin pidentynyt tutkittavilla, jotka kokivat korkeaa stressiä, ei sillä ollut vielä lihasvoiman kehityksen kannalta vaikutusta, koska harjoittelun määrä oli suhteellisen matalalla tasolla.

Voimaharjoittelujakson positiivinen vaikutus koettuun stressiin käyttäytyi myös yhtä myönteisesti kuin mitä aikaisempi kirjallisuus antaa osoittaa yleisesti liikunnan lisäämisen osalta (Tonello ym. 2014). Huomiota herättävää oli kuitenkin se, että alussa huonosti nukkuneiden osalta ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta liikunnan vaikutuksesta

koettuun stressiin. Tulosta voi osittain selittää pienempi ryhmäkoko ($n = 39$) suhteessa muihin tarkasteltaviin ryhmiin. Toisaalta heikkoa unen laatua raportoitavien osalta on havaittu, että heidän kykynsä sietää stressiä on myös matalammalla tasolla (Du ym. 2021). Näin ollen, mikäli liikuntaintervention vaikutus ylittää henkilön elämäntilanteen kannalta kokonaiskuormituskapasiteetin, eli määrän, josta yksilö kykenee vielä palautumaan, ei liikunnan positiivisia vaikutuksia välttämättä havaita myöskään koetun stressin osalta. Koko tutkittavien joukossa ja alussa hyvin nukkuvien osalta koetun stressin positiivinen muutos oli tutkielman hypoteesin kaltainen. Jatkotutkimuksissa olisi tärkeää tarkastella myös sitä, miten nopea vaikutus liikuntainterventiolla on koettuun stressiin, eli olisiko havaittu positiivisia muutoksia esimerkiksi unen laadun tavoin jo kuuden viikon kohdalla tai aikaisemmin.

Lähtökohtia ajatellen, tutkittavien stressitaso oli suhteellisen matala koko tutkittavien joukossa. Alussa matalaa stressiä koki yli puolet ($n = 99$) kaikista stressikyselyyn vastanneista ($n = 169$). Vastaavasti kohtalaista tai korkeaa stressiä raportoi 70 tutkittavaa, joista vain kolme kuului tutkimuksen alussa korkean stressin ryhmään. Vaikka valtaosalla tutkittavista olikin koetun stressin osalta hyvä lähtötilanne, havaittiin positiivisia muutoksia silti suhteellisen paljon. Keskimäärin matala koettu stressi voi myös osittain selittää sitä, miksi tutkittavilla havaittiin suhteellisen paljon positiivisia muutoksia myös unen laadun suhteen. Hyvää lähtötasoa sekä unen laadussa ja koetussa stressissä voi selittää tutkimuksen ajankohta, sillä interventio toteutettiin kesäkuukausina, jotka ovat tyypillisimpiä ajankohtia viettää lomaa normaalista arjesta, jolloin kokonaiskuormitus saattaa olla normaalia arkea matalampaa ja nukkumiselle jää enemmän aikaa.

Tutkielman tuloksien perusteella lähtökohta unen laadun paranemiselle on parempi yksilöillä, joilla koettu stressi on myös matalampi ennen liikuntaintervention aloittamista. Myös koetun stressin muutos oli riippuvainen tutkittavien lähtötason raportoimasta stressitasosta, jonka tulos lienee ilmeinen. Mitä korkeammalla tasolla tutkittavalla oli koettu stressi, sitä enemmän hän pystyi absoluuttisesti myös sitä parantamaan. Koetun stressin muutos ei kuitenkaan ollut ryhmätasolla tilastollisesti merkitsevä, kun verrattiin keskimääräisesti matalan stressin raportoineiden ryhmää kohtalaisen ja korkean stressin ryhmään.

Keskimääräisen unen laadun ja koetun stressin osalta havaittiin vahva yhteys intervention aikana ($r_s = 0,492$). Toisin sanoen tutkittavat, jotka keskimääräisesti nukkuivat paremmin myös raportoivat matalampaa koettua stressiä ja päinvastoin. Tutkittavien unen laadun lähtötasolla ei

kuitenkaan havaittu yhteyttä intervention aikana tapahtuvaan stressin muutokseen. Eli tutkittavat, jotka raportoivat alussa huonoa unen laatua, kykenivät huonosta unen laadusta huolimatta parantamaan koettu stressiä intervention aikana. Toisaalta tässäkin tuloksessa on hyvä ottaa huomioon, että unikyselyn mukaan huonoa unen laatua raportoineilla tutkittavillakin keskimääräinen kokonaispistemäärä oli suhteellisen matala ($6,55 \pm 1,44$), sillä heikoimmillaan kyselyssä voi saada 21 pistettä. Esimerkiksi tämänkin ryhmän keskimääräinen unen pituus oli intervention alussa $8,10 \pm 0,86$ tuntia.

Unen laadun ja lihasvoiman muutoksen yhteyden poissaoloa voinee selittää rajoitteet kyselytutkimuksien tuloksissa, vaikka tutkittavien määrä olikin suuri. Toisaalta unen laadun yhteyttä lihasvoiman muutokseen on tutkittu myös hyvin vähän ja voi ollakin, että eroja ilmenee vasta kun unen laadussa on vielä enemmän hajontaa tai harjoitusten määrä kasvaa. Tutkittavien määrä, jotka nukkuivat intervention alussa huonosti ($n = 40$) oli yllättävän pieni, mikä voi vaikuttaa siihen, että yhteyttä ei löytynyt unen laadun ja lihasvoiman puolelta. Ainut yhteys unen laadun ja voimaharjoittelun adaptaatioiden osalta havaittiin, kun tarkasteltiin sekä koettua stressiä että unen laatua lähtötilanteessa suhteessa lihaksen poikkipinta-alan muutokseen. Tästä voineen todeta, että unen laadusta ja koetusta stressistä ei tarvitse liikaa huolestua lihasvoiman ja lihasmassan kasvun kannalta, ainakaan voimaharjoittelua aloittelevilla. Jatkotutkimusta tarvittaisiin enemmän voimaharjoittelusta omaavilla tutkittavilla, joilla harjoittelun määräkkin on todennäköisesti korkeampi. Tutkittavien jako lihasvoiman ja lihaksen poikkipinta-alan puolesta matalan, kohtalaisen ja korkean kehityksen ryhmiinkään ei auttanut löytämään eroja ryhmien välillä (taulukko 4 ja 5). Tämäkin tukee ajatusta siitä, että lihasvoiman ja lihasmassan kasvun kannalta voimaharjoittelua aloittelevien ei tarvitse liikaa huolestua unen laadun ja koetun stressin ”optimoimisesta”.

Lihaksen poikkipinta-alan muutoksen yhteyttä unen laatuun tai koettu stressiin ei yksinään löytynyt koko tutkittavien joukolla. Tämä oli tutkielman hypoteesin vastainen tulos, jota selittänee rajallinen tutkimusnäyttö aiheen tiimoilta, voi hyvinkin olla, että aloittelijoilla koetun stressin ja unen laadun merkitys on vähäisempi, kunhan ne ovat edes kohtalaisella tasolla – samoin kuin lihasvoiman osalta. Kuitenkin unen laadun ja koetun stressin yhteisvaikutuksella havaittiin mahdollisia viitteitä lihaksen poikkipinta-alan muutokseen, kun tarkasteltiin tutkittavien keskimääräistä unen laatua, jotka raportoivat joko tutkimuksen alussa matalaa stressiä ($n = 102$) tai keskimääräisesti intervention aikana matalaa stressiä ($n = 119$). Päinvastoin, jos tutkittava nukkuu hyvin, mutta keskimääräinen koettu stressi intervention

aikana oli kohtalaista tai korkeaa, ei yhteyttä ollut havaittavissa ($n = 69$). Hyvä unen laatu yhdistettynä matalaan koettuun stressiin voi edesauttaa lihasmassan kasvattamista aloittelijoilla, mutta ei näiden tuloksien perusteella selitä yksilöllistä vaihtelua voimaharjoittelun adaptaatioissa.

Tutkielman rajoitteina olivat toisaalta se, että suurella tutkittavien määrällä unen laatuun tai koettuun stressiin ei käytännön tasolla pääse käsiksi kuin kyselyiden avulla, mikä luo omat rajoitteensa unen laadun ja stressin arvioinnissa. Samoin tutkittavien muuta vapaa-ajan liikuntaa ei pystytty valvomaan intervention aikana muuten kuin ohjeistamalla mitä saa ja mitä ei välttämättä intervention aikana ole suotavaa tehdä. Samoin tutkittavien todellinen liikunnallinen aktiivisuus saattoi olla toista, kuin mitä he raportoivat alussa taustakyselyihin, jotta pääsisivät osallistumaan tutkimukseen. Myöskään voimaharjoittelun positiivisista hyödyistä ei välttämättä ole niin paljoa hyötyä tutkittavalla, jolla muu liikunta oli jo osa arkirutiineja, mutta voimaharjoittelusta ei vain ollut aikaisempaa taustaa. Verrattaessa tutkittaviin, joilla liikunta oli täysin olematonta ennen intervention alkua. Tällöin vaikutus myös unen laatuun on todennäköisesti hyvin erilainen, koska nykytietämyksen mukaan liikuntamuodosta riippumatta, sen on havaittu edesauttavan unen laatua heikosti nukkuvilla tai vaikutuksen on vähintäänkin havaittu olevan neutraali yksilöillä, joilla unen laatu on jo ollut hyvää (Frimpong ym. 2021; Kovacecic ym. 2018).

Kyselyissä oli tämän tutkimuksen kannalta sekä hyviä että huonoja puolia. Isolla otoskoolla unikyselyt ovat ainut tapa arvioida unen laatua käytännön resurssien takia. Suuri otoskoko antaa kuitenkin tuloksien osalta tilastollista voimakkuutta, mutta samalla subjektiivisilla mittareilla on aina heikkoutensa. Tutkimuksessa käytetty PSQI on kansainvälisesti validoitu unikysely arvioimaan unen laatua (Fabbri ym. 2021), mutta se pohjautuu yksilön kykyyn muistaa aikaisemman kuukauden tapahtumia unen osalta. Tämä voi aiheuttaa vinoumaa tuloksien osalta muistiharhan vuoksi. Kolmen eri aikapisteen hyödyntäminen tutkimuksessa mahdollistaa unen muutosten seurannan intervention aikana, mutta ilman kontrolliryhmää on haastavaa poissulkea muita uneen ja koettuun stressiin vaikuttavia muuttujia pois, kuten tutkimuksen ajankohdan vaikutusta tai elämäntilanteesta tapahtuvia muutoksia kyseisellä aikavälillä. Tutkimuksen ajankohta sattui kesälle, mikä on perinteisesti aikaa, jolloin ihmiset pitävät enemmän lomiaan. Tämä saattaa vaikuttaa esimerkiksi koettuun stressiin tai poikkeamiseen normaaleista ruokailutottumuksista, ja näkyä tuloksissa ikään kuin ne olisivat peräisin yksinään voimaharjoittelun aloittamisesta.

Koetun stressin ja unen laadun yhteyttä olisi hyvä tarkastella myös erilaisilla voimaharjoitteluinterventioilla. Kaksi kertaa viikossa ei ole harjoittelumäärän kannalta vielä valtava, mutta aloittelijoille todennäköisesti sopiva määrä kehityksen kannalta. Koetun stressin ja unen laadun merkitys voikin olla erilainen, kun harjoitellaan suuremmalla harjoitusmäärällä kuin tässä interventiossa. Kirjallisuuden puolesta unen laatu on yhdistetty loukkaantumisriskiin (Charest & Grandner 2020), paljon harjoitelleilla alipalautumiseen (Booth ym. 2006; Winsley & Matos 2011) ja lisääntyneeseen riskiin ylähengitystieinfektioille (Hauswirth ym. 2014). Jatkotutkimuksien kannalta olisikin mielenkiintoista tarkastella unen laadun yhteyttä loukkaantumisiin, ylipäätään poissaoloihin tai keskenjättäneisiin tutkittaviin intervention aikana.

Lisätutkimusta tarvitaan sen suhteen, miten nopeasti voimaharjoittelun aloittamisen jälkeen unen laadussa havaitaan muutoksia, kun lähin mittapiste tässä interventiossa oli kuudennen viikon kohdalla ja jo silloin havaittiin tilastollisesti merkitsevää muutosta. Toisaalta omat rajoitteensa luo kyselytutkimuksissa se, että tutkielmassakin käytetty unikysely arvioi unen laatua viimeisen kuukauden ajalta, jolloin aikaisin vaihe tarkastella muutosta olisi neljä viikkoa intervention alusta, jos vastaavalla kyselyllä halutaan unen laatua arvioida.

Tärkeää olisi myös tarkastella voimaharjoittelun vaikutusta erityisesti huonosti nukkuvilla, sillä tämän tutkielman tutkittavien joukko nukkui lähtökohtaisesti jo suhteellisen hyvin. Olisiko muutos tällöin voimakkaampaa vai heikompa liikuntaintervention myötä. Lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia samoilla tutkittavilla eri liikuntamuotojen kuten kestävyys- ja voimaharjoitteluintervention eroja unen laadun muutoksen osalta, sillä valtaosa aikaisemmista liikuntainterventiosta uneen liittyen on tehty kestävyysharjoitteluna, kun taas voimaharjoittelun osalta tutkimusta on vielä todella vähän.

Johtopäätökset. Tutkielman pohjalta voidaan todeta, että voimaharjoitteluinterventio voi parantaa unen laatua ja vähentää koettua stressiä aloittelijoilla, heikentävää vaikutusta ei havaittu lähtötasosta riippumatta. Muutos koetussa stressissä oli sitä suurempi, mitä heikompi oli lähtötaso. Valmiiksi jo hyvää unen laatua ja matalaa koettua stressiä omaavien yksilöiden ei tarvitse huolehtia voimaharjoittelun heikentävän heidän unen laatuaan, vaan päinvastoin se saattaa edesauttaa unen pituutta entisestään. Hyvä unen laatu ennustaa parempaa kykyä sietää ja hallita stressiä, mutta niin ikään matala koettu stressi ennustaa parempaa unen laatua.

Unen laadun ja koetun stressin ei havaittu yksin tai yhdessä selittävän tämän tutkielman osalta lihasvoiman muutoksessa olevia eroja, mutta viitteitä lihaksen poikkipinta-alan muutokseen oli vähän. Toisin sanoen, voimaharjoittelua aloittavien yksilöiden lihasvoiman ja lihaksen poikkipinta-alan muutoksissa havaittavat erot yksilöiden välillä ei ainakaan tällä tutkittavien joukolla selity koetun stressin ja unen laadun kautta.

LÄHTEET

- Abdelmalek, S., Souissi, N., Chtourou, H., Denguezli, M., Aouichaoui, C., Ajina, M., Aloui, A., Dogui, M., Haddouk, S., & Tabka, Z. (2013). Effects of Partial Sleep Deprivation on Proinflammatory Cytokines, Growth Hormone, and Steroid Hormone Concentrations During Repeated Brief Sprint Interval Exercise. *Chronobiology International*, 30(4), 502–509. <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.742102>
- Ahima, R. S. (2008). Revisiting leptin's role in obesity and weight loss. *The Journal of Clinical Investigation*, 118(7), 2380–2383. <https://doi.org/10.1172/JCI36284>
- Ahtiainen, J. P., Hoffren, M., Hulmi, J. J., Pietikäinen, M., Mero, A. A., Avela, J., & Häkkinen, K. (2010). Panoramic ultrasonography is a valid method to measure changes in skeletal muscle cross-sectional area. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 273–279. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1211-6>
- Aisbett, B., Condo, D., Zacharewicz, E., & Lamon, S. (2017). The Impact of Shiftwork on Skeletal Muscle Health. *Nutrients*, 9(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/nu9030248>
- Andersen, M., Tf, A., R, M.-C., Hc, H., & S, T. (2011). The association of testosterone, sleep, and sexual function in men and women. *Brain Research*, 1416. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.07.060>
- Axelsson, J., Ingre, M., Akerstedt, T., & Holmbäck, U. (2005). Effects of acutely displaced sleep on testosterone. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 90(8), 4530–4535. <https://doi.org/10.1210/jc.2005-0520>
- Azboy, O., & Kaygisiz, Z. (2009). Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, 96(1), 29–36. Scopus. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.96.2009.1.3>
- Baker, F. C., & Driver, H. S. (2007). Circadian rhythms, sleep, and the menstrual cycle. *Sleep Medicine*, 8(6), 613–622. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2006.09.011>
- Bartholomew, J. B., Stults-Kolehmainen, M. A., Elrod, C. C., & Todd, J. S. (2008). Strength Gains after Resistance Training: The Effect of Stressful, Negative Life Events. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1215. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318173d0bf>
- Benington, J. H., & Heller, H. C. (1994). REM-sleep timing is controlled homeostatically by accumulation of REM- sleep propensity in non-REM sleep. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 266(6 35-6), R1992–R2000. Scopus. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1994.266.6.r1992>

- Besedovsky, L., Lange, T., & Born, J. (2012). Sleep and immune function. *Pflügers Archiv: European Journal of Physiology*, 463(1), 121–137. <https://doi.org/10.1007/s00424-011-1044-0>
- Beyer, I., Mets, T., & Bautmans, I. (2012). Chronic low-grade inflammation and age-related sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 15(1), 12–22. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32834dd297>
- Bixler, E. O., Papaliaga, M. N., Vgontzas, A. N., Lin, H.-M., Pejovic, S., Karataraki, M., Vela-Bueno, A., & Chrousos, G. P. (2009). Women sleep objectively better than men and the sleep of young women is more resilient to external stressors: Effects of age and menopause. *Journal of Sleep Research*, 18(2), 221–228. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00713.x>
- Blumberg, M. S., & Seelke, A. M. H. (2010). The form and function of infant sleep: From muscle to neocortex. *The Oxford Handbook of Developmental Behavioral Neuroscience*, 391–423. Scopus.
- Booth, C. K., Probert, B., Forbes-Ewan, C., & Coad, R. A. (2006). Australian Army Recruits in Training Display Symptoms of Overtraining. *Military Medicine*, 171(11), 1059–1064. <https://doi.org/10.7205/MILMED.171.11.1059>
- Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology*, 1(3), 195–204.
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: A reappraisal. *Journal of Sleep Research*, 25(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>
- Boyar, R. M., Rosenfeld, R. S., Kapen, S., Finkelstein, J. W., Roffwarg, H. P., Weitzman, E. D., & Hellman, L. (1974). Human puberty. Simultaneous augmented secretion of luteinizing hormone and testosterone during sleep. *The Journal of Clinical Investigation*, 54(3), 609–618. <https://doi.org/10.1172/JCI107798>
- Brand, S., Kalak, N., Gerber, M., Kirov, R., Pühse, U., & Holsboer-Trachsler, E. (2014). High self-perceived exercise exertion before bedtime is associated with greater objectively assessed sleep efficiency. *Sleep Medicine*, 15(9), 1031–1036. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2014.05.016>
- Brandenberger, G., & Weibel, L. (2004). The 24-h growth hormone rhythm in men: Sleep and circadian influences questioned. *Journal of Sleep Research*, 13(3), 251–255. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2004.00415.x>

- Buckley, T. M., & Schatzberg, A. F. (2005). On the interactions of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and sleep: Normal HPA axis activity and circadian rhythm, exemplary sleep disorders. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 90(5), 3106–3114. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-1056>
- Bunnell, D. E., Agnew, J. A., Horvath, S. M., Jopson, L., & Wills, M. (1988). Passive body heating and sleep: Influence of proximity to sleep. *Sleep*, 11(2), 210–219. <https://doi.org/10.1093/sleep/11.2.210>
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Carskadon, M. A., Brown, E. D., & Dement, W. C. (1982). Sleep fragmentation in the elderly: Relationship to daytime sleep tendency. *Neurobiology of Aging*, 3(4), 321–327. [https://doi.org/10.1016/0197-4580\(82\)90020-3](https://doi.org/10.1016/0197-4580(82)90020-3)
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2011). Chapter 2 – Normal Human Sleep: An Overview.
- Carvalho, L., Junior, R. M., Barreira, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Barroso, R. (2022). Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched loads: A systematic review and meta-analysis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 47(4), 357–368. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0515>
- Castro-Diehl, C., Diez Roux, A. V., Redline, S., Seeman, T., Shrager, S. E., & Shea, S. (2015). Association of Sleep Duration and Quality With Alterations in the Hypothalamic-Pituitary Adrenocortical Axis: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(8), 3149–3158. <https://doi.org/10.1210/jc.2015-1198>
- Cauter, E. van, Holmbäck, U., Knutson, K., Leproult, R., Miller, A., Nedeltcheva, A., Pannain, S., Penev, P., Tasali, E., & Spiegel, K. (2007). Impact of Sleep and Sleep Loss on Neuroendocrine and Metabolic Function. *Hormone Research in Paediatrics*, 67(Suppl. 1), 2–9. <https://doi.org/10.1159/000097543>
- Chang, A. Y., & Auchus, R. J. (2019). Endocrine Disturbances Affecting Reproduction. *Teoksessa Yen and Jaffe's Reproductive Endocrinology* (ss. 594-608.e5). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-47912-7.00024-X>
- Charest, J., & Grandner, M. A. (2020). Sleep and Athletic Performance: Impacts on Physical Performance, Mental Performance, Injury Risk and Recovery, and Mental Health. *Sleep Medicine Clinics*, 15(1), 41–57. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.11.005>

- Charles, L. E., Slaven, J. E., Mnatsakanova, A., Ma, C., Violanti, J. M., Fekedulegn, D., Andrew, M. E., Vila, B. J., & Burchfiel, C. M. (2011). Association of Perceived Stress with Sleep Duration and Sleep Quality in Police Officers. *International journal of emergency mental health*, 13(4), 229–241.
- Chen, K.-M., Huang, H.-T., Cheng, Y.-Y., Li, C.-H., & Chang, Y.-H. (2015). Sleep quality and depression of nursing home older adults in wheelchairs after exercises. *Nursing Outlook*, 63(3), 357–365. <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2014.08.010>
- Chen, K.-M., Li, C.-H., Huang, H.-T., & Cheng, Y.-Y. (2016). Feasible modalities and long-term effects of elastic band exercises in nursing home older adults in wheelchairs: A cluster randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 55, 4–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.11.004>
- Chennaoui, M., Sauvet, F., Drogou, C., Van Beers, P., Langrume, C., Guillard, M., Gourby, B., Bourrilhon, C., Florence, G., & Gomez-Merino, D. (2011). Effect of one night of sleep loss on changes in tumor necrosis factor alpha (TNF- α) levels in healthy men. *Cytokine*, 56(2), 318–324. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2011.06.002>
- Craven, J., McCartney, D., Desbrow, B., Sabapathy, S., Bellinger, P., Roberts, L., & Irwin, C. (2022). Effects of Acute Sleep Loss on Physical Performance: A Systematic and Meta-Analytical Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(11), 2669–2690. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01706-y>
- Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A Global Measure of Perceived Stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4), 385–396. <https://doi.org/10.2307/2136404>
- Covassin, N., Bukartyk, J., Singh, P., Calvin, A. D., St Louis, E. K., & Somers, V. K. (2021). Effects of Experimental Sleep Restriction on Ambulatory and Sleep Blood Pressure in Healthy Young Adults: A Randomized Crossover Study. *Hypertension*, 78(3), 859–870. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.121.17622>
- Dattilo, M., Antunes, H. K. M., Medeiros, A., Mônico Neto, M., Souza, H. S., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical Hypotheses*, 77(2), 220–222. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.04.017>
- Deboer, T. (2018). Sleep homeostasis and the circadian clock: Do the circadian pacemaker and the sleep homeostat influence each other's functioning? *Neurobiology of Sleep and Circadian Rhythms*, 5, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.nbscr.2018.02.003>

- Della Monica, C., Johnsen, S., Atzori, G., Groeger, J. A., & Dijk, D.-J. (2018). Rapid Eye Movement Sleep, Sleep Continuity and Slow Wave Sleep as Predictors of Cognition, Mood, and Subjective Sleep Quality in Healthy Men and Women, Aged 20-84 Years. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 255. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00255>
- Dewasmes, G., Bothorel, B., Hoeft, A., & Candas, V. (1993). Regulation of local sweating in sleep-deprived exercising humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 66(6), 542–546. Scopus. <https://doi.org/10.1007/BF00634307>
- Diekelmann, S., & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.1038/nrn2762>
- Dijk, D. J., Visscher, C. A., Bloem, G. M., Beersma, D. G., & Daan, S. (1987). Reduction of human sleep duration after bright light exposure in the morning. *Neuroscience Letters*, 73(2), 181–186. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(87\)90014-0](https://doi.org/10.1016/0304-3940(87)90014-0)
- Donga, E., van Dijk, M., van Dijk, J. G., Biermasz, N. R., Lammers, G.-J., van Kralingen, K. W., Corssmit, E. P. M., & Romijn, J. A. (2010). A Single Night of Partial Sleep Deprivation Induces Insulin Resistance in Multiple Metabolic Pathways in Healthy Subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 95(6), 2963–2968. <https://doi.org/10.1210/jc.2009-2430>
- Dorffner, G., Vitr, M., & Anderer, P. (2015). The Effects of Aging on Sleep Architecture in Healthy Subjects. Teoksessa P. Vlamos & A. Alexiou (Toim.), *GeNeDis 2014* (ss. 93–100). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08939-3_13
- Du, C., Zhan, M. C. H., Cho, M. J., Fenton, J. I., Hsiao, P. Y., Hsiao, R., Keaver, L., Lai, C.-C., Lee, H., Ludy, M.-J., Shen, W., Swee, W. C. S., Thirivikraman, J., Tseng, K.-W., Tseng, W.-C., Doak, S., Folk, S. Y. L., & Tucker, R. M. (2021). The Effects of Sleep Quality and Resilience on Perceived Stress, Dietary Behaviors, and Alcohol Misuse: A Mediation-Moderation Analysis of Higher Education Students from Asia, Europe, and North America during the COVID-19 Pandemic. *Nutrients*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/nu13020442>
- Dumoulin Bridi, M. C., Aton, S. J., Seibt, J., Renouard, L., Coleman, T., & Frank, M. G. (2015). Rapid eye movement sleep promotes cortical plasticity in the developing brain. *Science Advances*, 1(6), e1500105. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500105>
- Eugene, A. R., & Masiak, J. (2015). The Neuroprotective Aspects of Sleep. *MEDtube Science*, 3(1), 35–40.

- Enoka, R. M. (1988). Muscle Strength and Its Development. *Sports Medicine*, 6(3), 146–168. <https://doi.org/10.2165/00007256-198806030-00003>
- Fabbri M, Beracci A, Martoni M, Meneo D, Tonetti L, Natale V. Measuring Subjective Sleep Quality: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(3):1082. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031082>
- Feinberg, I., & Floyd, T. C. (1979). Systematic Trends Across the Night in Human Sleep Cycles. *Psychophysiology*, 16(3), 283–291. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1979.tb02991.x>
- Frank, M. G. (2017). Sleep and plasticity in the visual cortex: More than meets the eye. *Current Opinion in Neurobiology*, 44, 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2017.01.001>
- Frank, M. G., & Cantero, R. (2014). Sleep, clocks, and synaptic plasticity. *Trends in Neurosciences*, 37(9), 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2014.06.005>
- Freiberg, A. S. (2020). Why We Sleep: A Hypothesis for an Ultimate or Evolutionary Origin for Sleep and Other Physiological Rhythms. *Journal of Circadian Rhythms*, 18, 2. <https://doi.org/10.5334/jcr.189>
- Frimpong, E., Mograss, M., Zvionow, T., & Dang-Vu, T. T. (2021). The effects of evening high-intensity exercise on sleep in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 60, 101535. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101535>
- Fu J. F., Zhou, F., Zou, C. C., Wang, C. L., Huang, K., Liang, L. (2013). *Hong Kong Journal of Paediatrics* 2013;18:152-158. <https://www.hkjpaed.org/details.asp?id=917&show=1234>
- Fullagar, H. H. K., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and Athletic Performance: The Effects of Sleep Loss on Exercise Performance, and Physiological and Cognitive Responses to Exercise. *Sports Medicine*, 45(2), 161–186. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0260-0>
- Gale, S. M., Castracane, V. D., & Mantzoros, C. S. (2004). Energy Homeostasis, Obesity and Eating Disorders: Recent Advances in Endocrinology. *The Journal of Nutrition*, 134(2), 295–298. <https://doi.org/10.1093/jn/134.2.295>
- Giampá, S. Q. de C., Mônico-Neto, M., Mello, M. T. de, Souza, H. de S., Tufik, S., Lee, K. S., Koike, M. K., Santos, A. A. dos, Antonio, E. L., Serra, A. J., Tucci, P. J. F., & Antunes, H. K. M. (2016). Paradoxical Sleep Deprivation Causes Cardiac Dysfunction and the Impairment Is Attenuated by Resistance Training. *PLOS ONE*, 11(11), e0167029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167029>

- Gooley, J. J., Chamberlain, K., Smith, K. A., Khalsa, S. B. S., Rajaratnam, S. M. W., Van Reen, E., Zeitzer, J. M., Czeisler, C. A., & Lockley, S. W. (2011). Exposure to room light before bedtime suppresses melatonin onset and shortens melatonin duration in humans. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 96(3), E463-472. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-2098>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(2), 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>
- Gronfier, C., Luthringer, R., Follenius, M., Schaltenbrand, N., Macher, J. P., Muzet, A., & Brandenberger, G. (1997). Temporal relationships between pulsatile cortisol secretion and electroencephalographic activity during sleep in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103(3), 405–408. [https://doi.org/10.1016/s0013-4694\(97\)00013-1](https://doi.org/10.1016/s0013-4694(97)00013-1)
- Guilleminault, C., Powell, N. B., Martinez, S., Kushida, C., Raffray, T., Palombini, L., & Philip, P. (2003). Preliminary observations on the effects of sleep time in a sleep restriction paradigm. *Sleep Medicine*, 4(3), 177–184. [https://doi.org/10.1016/s1389-9457\(03\)00061-3](https://doi.org/10.1016/s1389-9457(03)00061-3)
- Haack, M., Lee, E., Cohen, D. A., & Mullington, J. M. (2009). Activation of the prostaglandin system in response to sleep loss in healthy humans: Potential mediator of increased spontaneous pain. *Pain*, 145(1–2), 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2009.05.029>
- Haack, M., Sanchez, E., & Mullington, J. M. (2007). Elevated Inflammatory Markers in Response to Prolonged Sleep Restriction Are Associated With Increased Pain Experience in Healthy Volunteers. *Sleep*, 30(9), 1145–1152. <https://doi.org/10.1093/sleep/30.9.1145>
- Hannibal, K. E., & Bishop, M. D. (2014). Chronic Stress, Cortisol Dysfunction, and Pain: A Psychoneuroendocrine Rationale for Stress Management in Pain Rehabilitation. *Physical Therapy*, 94(12), 1816–1825. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130597>
- Hauswirth, C., Louis, J., Aubry, A., Bonnet, G., Duffield, R., & Le Meur, Y. (2014). Evidence of disturbed sleep and increased illness in overreached endurance athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(5), 1036–1045. Scopus. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000177>
- Heissel, A., Heinen, D., Brokmeier, L. L., Skarabis, N., Kangas, M., Vancampfort, D., Stubbs, B., Firth, J., Ward, P. B., Rosenbaum, S., Hallgren, M., & Schuch, F. (2023). Exercise

- as medicine for depressive symptoms? A systematic review and meta-analysis with meta-regression. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106282>
- Herring, M. P., Kline, C. E., & O'Connor, P. J. (2015). Effects of Exercise on Sleep Among Young Women With Generalized Anxiety Disorder. *Mental health and physical activity*, 9, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2015.09.002>
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Adams Hillard, P. J., Katz, E. S., Kheirandish-Gozal, L., Neubauer, D. N., O'Donnell, A. E., Ohayon, M., Peever, J., Rawding, R., Sachdeva, R. C., Setters, B., Vitiello, M. V., & Ware, J. C. (2015). National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations: Final report. *Sleep Health*, 1(4), 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.10.004>
- Hong, S. B., Tae, W. S., & Joo, E. Y. (2006). Cerebral perfusion changes during cataplexy in narcolepsy patients. *Neurology*, 66(11), 1747–1749. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000218205.72668.ab>
- Horne, J. (2013). Why REM sleep? Clues beyond the laboratory in a more challenging world. *Biological Psychology*, 92(2), 152–168. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.10.010>
- Horne, J. A., & Staff, L. H. (1983). Exercise and sleep: Body-heating effects. *Sleep*, 6(1), 36–46. <https://doi.org/10.1093/sleep/6.1.36>
- Huedo-Medina, T. B., Kirsch, I., Middlemass, J., Klonizakis, M., & Siriwardena, A. N. (2012). Effectiveness of non-benzodiazepine hypnotics in treatment of adult insomnia: Meta-analysis of data submitted to the Food and Drug Administration. *BMJ*, 345, e8343. <https://doi.org/10.1136/bmj.e8343>
- Hur, S., Oh, B., Kim, H., & Kwon, O. (2021). Associations of Diet Quality and Sleep Quality with Obesity. *Nutrients*, 13(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/nu13093181>
- Häkkinen, A., Häkkinen, K., Hannonen, P., & Alen, M. (2001). Strength training induced adaptations in neuromuscular function of premenopausal women with fibromyalgia: Comparison with healthy women. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 60(1), 21–26. <https://doi.org/10.1136/ard.60.1.21>
- Johnson, J. M., & Dean L. Kellogg, J. (2010). Thermoregulatory and thermal control in the human cutaneous circulation. *Frontiers in Bioscience-Scholar*, 2(3), Article 3. <https://doi.org/10.2741/S105>

- Jones, D. A., Rutherford, O. M., & Parker, D. F. (1989). Physiological Changes in Skeletal Muscle as a Result of Strength Training. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 74(3), 233–256. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1989.sp003268>
- Kidson, C. (1967). Cortisol in the Regulation of RNA and Protein Synthesis. *Nature*, 213(5078), Article 5078. <https://doi.org/10.1038/213779a0>
- Kim, W., Park, H.-H., Park, C.-S., Cho, E.-K., Kang, W.-Y., Lee, E.-S., & Kim, W. (2011). Impaired endothelial function in medical personnel working sequential night shifts. *International Journal of Cardiology*, 151(3), 377–378. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2011.06.109>
- King, A. C., Oman, R. F., Brassington, G. S., Bliwise, D. L., & Haskell, W. L. (1997). Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults. A randomized controlled trial. *JAMA*, 277(1), 32–37.
- Kleitman, N. (1987). *Sleep and Wakefulness*. University of Chicago Press.
- Klok, M. D., Jakobsdottir, S., & Drent, M. L. (2007). The role of leptin and ghrelin in the regulation of food intake and body weight in humans: A review. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 8(1), 21–34. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00270.x>
- Knowles, O. E., Drinkwater, E. J., Urwin, C. S., Lamon, S., & Aisbett, B. (2018). Inadequate sleep and muscle strength: Implications for resistance training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(9), 959–968. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.012>
- Koponen, P., Borodulin, K., Lundqvist, A., Sääksjärvi, K., Koskinen, S. (2018). Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa. FinTerveys 2017 -tutkimus, Terveysten ja hyvinvoinnin laitos.
- Kovacevic, A., Mavros, Y., Heisz, J. J., & Fiatarone Singh, M. A. (2018). The effect of resistance exercise on sleep: A systematic review of randomized controlled trials. *Sleep Medicine Reviews*, 39, 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.07.002>
- Krystal, A. D., & Edinger, J. D. (2008). Measuring sleep quality. *Sleep Medicine*, 9, S10–S17. [https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(08\)70011-X](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(08)70011-X)
- Lee, E.-H. (2012). Review of the Psychometric Evidence of the Perceived Stress Scale. *Asian Nursing Research*, 6(4), 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2012.08.004>
- Leproult, R., & Van Cauter, E. (2010). Role of sleep and sleep loss in hormonal release and metabolism. *Endocrine Development*, 17, 11–21. <https://doi.org/10.1159/000262524>

- Leproult, R., & Van Cauter, E. (2011). Effect of 1 Week of Sleep Restriction on Testosterone Levels in Young Healthy Men. *JAMA*, 305(21), 2173–2174. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.710>
- Lericollais, R., Gauthier, A., Bessot, N., Zouabi, A., & Davenne, D. (2013). Morning Anaerobic Performance Is Not Altered by Vigilance Impairment. *PLOS ONE*, 8(3), e58638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058638>
- Lerner, A. B., Case, J. D., & Takahashi, Y. (1960). Isolation of melatonin and 5-methoxyindole-3-acetic acid from bovine pineal glands. *The Journal of Biological Chemistry*, 235, 1992–1997.
- Li, J., Vitiello, M. V., & Gooneratne, N. S. (2018). Sleep in Normal Aging. *Sleep Medicine Clinics*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2017.09.001>
- Lok, R., van Koningsveld, M. J., Gordijn, M. C. M., Beersma, D. G. M., & Hut, R. A. (2019). Daytime melatonin and light independently affect human alertness and body temperature. *Journal of Pineal Research*, 67(1), e12583. <https://doi.org/10.1111/jpi.12583>
- Luboshitzky, R., Zabari, Z., Shen-Orr, Z., Herer, P., & Lavie, P. (2001). Disruption of the nocturnal testosterone rhythm by sleep fragmentation in normal men. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86(3), 1134–1139. <https://doi.org/10.1210/jcem.86.3.7296>
- Luo, Y., Fei, S., Gong, B., Sun, T., & Meng, R. (2021). Understanding the Mediating Role of Anxiety and Depression on the Relationship Between Perceived Stress and Sleep Quality Among Health Care Workers in the COVID-19 Response. *Nature and Science of Sleep*, 13, 1747–1758. <https://doi.org/10.2147/NSS.S313258>
- Mander, B. A., Winer, J. R., & Walker, M. P. (2017). Sleep and Human Aging. *Neuron*, 94(1), 19–36. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.02.004>
- Marks, G. A., Shaffery, J. P., Oksenberg, A., Speciale, S. G., & Roffwarg, H. P. (1995). A functional role for REM sleep in brain maturation. *Behavioural Brain Research*, 69(1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/0166-4328\(95\)00018-O](https://doi.org/10.1016/0166-4328(95)00018-O)
- Marrin, K., Drust, B., Gregson, W., & Atkinson, G. (2013). A meta-analytic approach to quantify the dose-response relationship between melatonin and core temperature. *European Journal of Applied Physiology*, 113(9), 2323–2329. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2668-x>

- Martin, B. J. (1981). Effect of sleep deprivation on tolerance of prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 47(4), 345–354. <https://doi.org/10.1007/BF02332962>
- McNeil, J., Cadieux, S., Finlayson, G., Blundell, J. E., & Doucet, É. (2015). Associations between sleep parameters and food reward. *Journal of Sleep Research*, 24(3), 346–350. <https://doi.org/10.1111/jsr.12275>
- Mônico-Neto, M., Antunes, H. K. M., Dattilo, M., Medeiros, A., Souza, H. S., Lee, K. S., de Melo, C. M., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2013). Resistance exercise: A non-pharmacological strategy to minimize or reverse sleep deprivation-induced muscle atrophy. *Medical Hypotheses*, 80(6), 701–705. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2013.02.013>
- Mônico-Neto, M., Antunes, H. K. M., Lee, K. S., Phillips, S. M., Giampá, S. Q. de C., Souza, H. de S., Dáttilo, M., Medeiros, A., de Moraes, W. M., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2015). Resistance training minimizes catabolic effects induced by sleep deprivation in rats. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1143–1150. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0061>
- Morton, R. W., Sonne, M. W., Farias Zuniga, A., Mohammad, I. Y. Z., Jones, A., McGlory, C., Keir, P. J., Potvin, J. R., & Phillips, S. M. (2019). Muscle fibre activation is unaffected by load and repetition duration when resistance exercise is performed to task failure. *The Journal of Physiology*, 597(17), 4601–4613. <https://doi.org/10.1113/JP278056>
- Mullington, J. M., Chan, J. L., Van Dongen, H. P. A., Szuba, M. P., Samaras, J., Price, N. J., Meier-Ewert, H. K., Dinges, D. F., & Mantzoros, C. S. (2003). Sleep loss reduces diurnal rhythm amplitude of leptin in healthy men. *Journal of Neuroendocrinology*, 15(9), 851–854. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2826.2003.01069.x>
- Mullington, J. M., Simpson, N. S., Meier-Ewert, H. K., & Haack, M. (2010). Sleep loss and inflammation. *Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism*, 24(5), 775–784. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2010.08.014>
- Myllymäki, T., Kyröläinen, H., Savolainen, K., Hokka, L., Jakonen, R., Juuti, T., Martinmäki, K., Kaartinen, J., Kinnunen, M.-L., & Rusko, H. (2011). Effects of vigorous late-night exercise on sleep quality and cardiac autonomic activity. *Journal of Sleep Research*, 20(1 Pt 2), 146–153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2010.00874.x>
- Obal, F., & Krueger, J. M. (2004). GHRH and sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 8(5), 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2004.03.005>

- Oda, S., & Shirakawa, K. (2014). Sleep onset is disrupted following pre-sleep exercise that causes large physiological excitement at bedtime. *European Journal of Applied Physiology*, 114(9), 1789–1799. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2873-2>
- Olarescu, N. C., Gunawardane, K., Hansen, T. K., Møller, N., & Jørgensen, J. O. L. (2000). Normal Physiology of Growth Hormone in Adults. Teoksessa K. R. Feingold, B. Anawalt, M. R. Blackman, A. Boyce, G. Chrousos, E. Corpas, W. W. de Herder, K. Dhatariya, K. Dungan, J. Hofland, S. Kalra, G. Kaltsas, N. Kapoor, C. Koch, P. Kopp, M. Korbonits, C. S. Kovacs, W. Kuohung, B. Laferrère, ... D. P. Wilson (Toim.), Endotext. MDText.com, Inc. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279056/>
- Onen, S. H., Alloui, A., Gross, A., Eschallier, A., & Dubray, C. (2001). The effects of total sleep deprivation, selective sleep interruption and sleep recovery on pain tolerance thresholds in healthy subjects. *Journal of Sleep Research*, 10(1), 35–42. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.2001.00240.x>
- Passos, G. S., Poyares, D., Santana, M. G., Garbuio, S. A., Tufik, S., & Mello, M. T. (2010). Effect of acute physical exercise on patients with chronic primary insomnia. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 6(3), 270–275.
- Peever, J., & Fuller, P. M. (2017). The Biology of REM Sleep. *Current Biology*, 27(22), R1237–R1248. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.10.026>
- Peterfi, Z., McGinty, D., Sarai, E., & Szymusiak, R. (2010). Growth hormone-releasing hormone activates sleep regulatory neurons of the rat preoptic hypothalamus. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 298(1), R147–R156. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00494.2009>
- Poe, G. R., Walsh, C. M., & Bjorness, T. E. (2010). Cognitive neuroscience of sleep. Teoksessa G. A. Kerkhof & H. P. A. van Dongen (Toim.), *Progress in Brain Research* (Vsk. 185, ss. 1–19). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00001-4>
- Puentes-Mestrl, C., Roach, J., Niethard, N., Zochowski, M., & Aton, S. J. (2019). How rhythms of the sleeping brain tune memory and synaptic plasticity. *Sleep*, 42(7), zsz095. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsz095>
- Rariy, C. M., Ratcliffe, S. J., Weinstein, R., Bhasin, S., Blackman, M. R., Cauley, J. A., Robbins, J., Zmuda, J. M., Harris, T. B., & Cappola, A. R. (2011). Higher serum free testosterone concentration in older women is associated with greater bone mineral density, lean body mass, and total fat mass: The cardiovascular health study. *The Journal*

- of *Clinical Endocrinology and Metabolism*, 96(4), 989–996.
<https://doi.org/10.1210/jc.2010-0926>
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological Reviews*, 93(2), 681–766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Rasch, B., Pommer, J., Diekelmann, S., & Born, J. (2009). Pharmacological REM sleep suppression paradoxically improves rather than impairs skill memory. *Nature Neuroscience*, 12(4), Article 4. <https://doi.org/10.1038/nn.2206>
- Rediehs, M. H., Reis, J. S., & Creason, N. S. (1990). Sleep in old age: Focus on gender differences. *Sleep*, 13(5), 410–424. Scopus.
- Reid, K. J., Baron, K. G., Lu, B., Naylor, E., Wolfe, L., & Zee, P. C. (2010). Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep Medicine*, 11(9), 934–940. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.04.014>
- Rudman, D. (1985). Growth hormone, body composition, and aging. *Journal of the American Geriatrics Society*, 33(11), 800–807. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1985.tb04195.x>
- Rudman, D., Kutner, M. H., Rogers, C. M., Lubin, M. F., Fleming, G. A., & Bain, R. P. (1981). Impaired growth hormone secretion in the adult population: Relation to age and adiposity. *The Journal of Clinical Investigation*, 67(5), 1361–1369. <https://doi.org/10.1172/jci110164>
- Rundo, J. V., & Downey, R. (2019). Chapter 25—Polysomnography. Teoksessa K. H. Levin & P. Chauvel (Toim.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vsk. 160, ss. 381–392). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64032-1.00025-4>
- Sassin, J. F., Parker, D. C., Mace, J. W., Gotlin, R. W., Johnson, L. C., & Rossman, L. G. (1969). Human growth hormone release: Relation to slow-wave sleep and sleep-walking cycles. *Science (New York, N.Y.)*, 165(3892), 513–515. <https://doi.org/10.1126/science.165.3892.513>
- Schmid, S. M., Hallschmid, M., Jauch-Chara, K., Born, J., & Schultes, B. (2008). A single night of sleep deprivation increases ghrelin levels and feelings of hunger in normal-weight healthy men. *Journal of Sleep Research*, 17(3), 331–334. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00662.x>
- Schoenfeld, B. J. (2010). The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>

- Scott, A. J., Webb, T. L., Martyn-St James, M., Rowse, G., & Weich, S. (2021). Improving sleep quality leads to better mental health: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Sleep Medicine Reviews*, 60, 101556. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101556>
- Sharif, F., Seddigh, M., Jahanbin, I., & Keshavarzi, S. (2015). The Effect of Aerobic Exercise on Quantity and Quality of Sleep Among Elderly People Referring to Health Centers of Lar City, Southern of Iran; A Randomized Controlled Clinical Trial. *Current Aging Science*, 8(3), 248–255. <https://doi.org/10.2174/1874609808666150727113127>
- Shea, S. A., Hilton, M. F., Orlova, C., Ayers, R. T., & Mantzoros, C. S. (2005). Independent Circadian and Sleep/Wake Regulation of Adipokines and Glucose in Humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(5), 2537–2544. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-2232>
- Siegel, J. M. (2001). The REM sleep-memory consolidation hypothesis. *Science*, 294(5544), 1058–1063. Scopus. <https://doi.org/10.1126/science.1063049>
- Siegel, J. M., & Rogawski, M. A. (1988). A function for REM sleep: Regulation of noradrenergic receptor sensitivity. *Brain Research Reviews*, 13(3), 213–233. [https://doi.org/10.1016/0165-0173\(88\)90007-0](https://doi.org/10.1016/0165-0173(88)90007-0)
- Silber, M. H. (2009). Staging Sleep. *Sleep Medicine Clinics*, 4(3), 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2009.04.003>
- Simon, C., Gronfier, C., Schlienger, J. L., & Brandenberger, G. (1998). Circadian and ultradian variations of leptin in normal man under continuous enteral nutrition: Relationship to sleep and body temperature. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 83(6), 1893–1899. <https://doi.org/10.1210/jcem.83.6.4864>
- Singareddy, R., Vgontzas, A. N., Fernandez-Mendoza, J., Liao, D., Calhoun, S., Shaffer, M. L., & Bixler, E. O. (2012). Risk factors for incident chronic insomnia: A general population prospective study. *Sleep Medicine*, 13(4), 346–353. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2011.10.033>
- Singh, B., Olds, T., Curtis, R., Dumuid, D., Virgara, R., Watson, A., Szeto, K., O'Connor, E., Ferguson, T., Eglitis, E., Miatke, A., Simpson, C. E., & Maher, C. (2023). Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: An overview of systematic reviews. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106195>
- Singh, N. A., Clements, K. M., & Fiatarone, M. A. (1997). A randomized controlled trial of the effect of exercise on sleep. *Sleep*, 20(2), 95–101. <https://doi.org/10.1093/sleep/20.2.95>

- Singh, N. A., Stavrinou, T. M., Scarbek, Y., Galambos, G., Liber, C., & Fiatarone Singh, M. A. (2005). A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 768–776. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.6.768>
- Skein, M., Duffield, R., Minett, G. M., Snape, A., & Murphy, A. (2013). The Effect of Overnight Sleep Deprivation After Competitive Rugby League Matches on Postmatch Physiological and Perceptual Recovery. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(5), 556–564. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.5.556>
- Snow, M. B., Fraigne, J. J., Thibault-Messier, G., Chuen, V. L., Thomasian, A., Horner, R. L., & Peever, J. (2017). GABA cells in the central nucleus of the amygdala promote cataplexy. *Journal of Neuroscience*, 37(15), 4007–4022. Scopus. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4070-15.2017>
- Spiegel, K., Leproult, R., L'hermite-Balériaux, M., Copinschi, G., Penev, P. D., & Van Cauter, E. (2004). Leptin levels are dependent on sleep duration: Relationships with sympathovagal balance, carbohydrate regulation, cortisol, and thyrotropin. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(11), 5762–5771. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-1003>
- Spiegel, K., Tasali, E., Penev, P., & Cauter, E. V. (2004). Brief Communication: Sleep Curtailment in Healthy Young Men Is Associated with Decreased Leptin Levels, Elevated Ghrelin Levels, and Increased Hunger and Appetite. *Annals of Internal Medicine*, 141(11), 846–850. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-141-11-200412070-00008>
- Steiger, A., Guldner, J., Hemmeter, U., Rothe, B., Wiedemann, K., & Holsboer, F. (1992). Effects of Growth Hormone-Releasing Hormone and Somatostatin on Sleep EEG and Nocturnal Hormone Secretion in Male Controls. *Neuroendocrinology*, 56(4), 566–573. <https://doi.org/10.1159/000126275>
- Stich, F. M., Huwiler, S., D'Hulst, G., & Lustenberger, C. (2022). The Potential Role of Sleep in Promoting a Healthy Body Composition: Underlying Mechanisms Determining Muscle, Fat, and Bone Mass and Their Association with Sleep. *Neuroendocrinology*, 112(7), 673–701. <https://doi.org/10.1159/000518691>
- Stokes, T., Hector, A. J., Morton, R. W., McGlory, C., & Phillips, S. M. (2018). Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle

- Hypertrophy with Resistance Exercise Training. *Nutrients*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/nu10020180>
- St-Onge, M.-P., Bormes, A., & Salazar, I. (2016). The Role of Sleep Duration on Energy Balance: An Update. *Current Nutrition Reports*, 5. <https://doi.org/10.1007/s13668-016-0178-2>
- Stults-Kolehmainen, M. A., & Bartholomew, J. B. (2012). Psychological Stress Impairs Short-Term Muscular Recovery from Resistance Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(11), 2220. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31825f67a0>
- Stults-Kolehmainen, M. A., Bartholomew, J. B., & Sinha, R. (2014). Chronic Psychological Stress Impairs Recovery of Muscular Function and Somatic Sensations Over a 96-Hour Period. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2007. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000335>
- Stults-Kolehmainen, M. A., & Sinha, R. (2014). The Effects of Stress on Physical Activity and Exercise. *Sports Medicine*, 44(1), 81–121. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0090-5>
- Symons, J. D., Bell, D. G., Pope, J., VanHelder, T., & Myles, W. S. (1988a). Electro-mechanical response times and muscle strength after sleep deprivation. *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport*, 13(4), 225–230. Scopus.
- Symons, J. D., Vanhelder, T., & Myles, W. S. (1988b). Physical performance and physiological responses following 60 hours of sleep deprivation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20(4), 374.
- Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T., & Mignot, E. (2004). Short Sleep Duration Is Associated with Reduced Leptin, Elevated Ghrelin, and Increased Body Mass Index. *PLOS Medicine*, 1(3), e62. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0010062>
- Takahashi, Y., Kipnis, D. M., & Daughaday, W. H. (1968). Growth hormone secretion during sleep. *The Journal of Clinical Investigation*, 47(9), 2079–2090. <https://doi.org/10.1172/JCI105893>
- Temesi, J., Arnal, P. J., Davranche, K., Bonnefoy, R., Levy, P., Verges, S., & Millet, G. Y. (2013). Does central fatigue explain reduced cycling after complete sleep deprivation? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(12), 2243–2253. Scopus. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829ce379>
- Tonello, L., Rodrigues, F., Souza, J., Campbell, C., Leicht, A., & Boulosa, D. (2014). The role of physical activity and heart rate variability for the control of work related stress.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2014.00067>

- Turek, F. W., & Gillette, M. U. (2004). Melatonin, sleep, and circadian rhythms: Rationale for development of specific melatonin agonists. *Sleep Medicine*, 5(6), 523–532. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2004.07.009>
- Underwood, E. (2013). Neuroscience. Sleep: The brain's housekeeper? *Science (New York, N.Y.)*, 342(6156), 301. <https://doi.org/10.1126/science.342.6156.301>
- Van Cauter, E., Latta, F., Nedeltcheva, A., Spiegel, K., Leproult, R., Vandenbril, C., Weiss, R., Mockel, J., Legros, J.-J., & Copinschi, G. (2004). Reciprocal interactions between the GH axis and sleep. *Growth Hormone & IGF Research*, 14, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.ghir.2004.03.006>
- Van Cauter, E., Leproult, R., & Plat, L. (2000). Age-related changes in slow wave sleep and REM sleep and relationship with growth hormone and cortisol levels in healthy men. *JAMA*, 284(7), 861–868. <https://doi.org/10.1001/jama.284.7.861>
- Van Cauter, E., Spiegel, K., Tasali, E., & Leproult, R. (2008). Metabolic consequences of sleep and sleep loss. *Sleep Medicine*, 9 Suppl 1(0 1), S23-28. [https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(08\)70013-3](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(08)70013-3)
- van der Lely, A. J., Tschöp, M., Heiman, M. L., & Ghigo, E. (2004). Biological, physiological, pathophysiological, and pharmacological aspects of ghrelin. *Endocrine Reviews*, 25(3), 426–457. <https://doi.org/10.1210/er.2002-0029>
- van Leeuwen, W. M. A., Hublin, C., Sallinen, M., Härmä, M., Hirvonen, A., & Porkka-Heiskanen, T. (2010). Prolonged Sleep Restriction Affects Glucose Metabolism in Healthy Young Men. *International Journal of Endocrinology*, 2010, e108641. <https://doi.org/10.1155/2010/108641>
- Velloso, C. P. (2008). Regulation of muscle mass by growth hormone and IGF-I. *British Journal of Pharmacology*, 154(3), 557–568. <https://doi.org/10.1038/bjp.2008.153>
- Viana, V. A. R., Esteves, A. M., Boscolo, R. A., Grassmann, V., Santana, M. G., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2012). The effects of a session of resistance training on sleep patterns in the elderly. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2403–2408. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2219-2>
- Vitiello, M. V. (2006). Sleep in normal aging. *Sleep Medicine Clinics*, 1, 171–176. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2006.04.007>
- Wackerhage, H., Schoenfeld, B. J., Hamilton, D. L., Lehti, M., & Hulmi, J. J. (2019). Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise.

- Journal of Applied Physiology, 126(1), 30–43.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00685.2018>
- Walker, M. P., & Stickgold, R. (2004). Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron*, 44(1), 121–133. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.08.031>
- Wan, Y., Gao, W., Zhou, K., Liu, X., Jiang, W., Xue, R., & Wu, W. (2022). Role of IGF-1 in neuroinflammation and cognition deficits induced by sleep deprivation. *Neuroscience Letters*, 776, 136575. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2022.136575>
- Wang, F., & Boros, S. (2021). The effect of physical activity on sleep quality: A systematic review. *European Journal of Physiotherapy*, 23(1), 11–18. <https://doi.org/10.1080/21679169.2019.1623314>
- Weitzman, E. D., Zimmerman, J. C., Czeisler, C. A., & Ronda, J. (1983). Cortisol secretion is inhibited during sleep in normal man. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 56(2), 352–358. <https://doi.org/10.1210/jcem-56-2-352>
- Werth, E., Dijk, D.-J., Achermann, P., & Borbély, A. A. (1996). Dynamics of the sleep EEG after an early evening nap: Experimental data and simulations. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 271(3 40-3), R501–R510. Scopus. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1996.271.3.r501>
- Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A., Gulanick, M., Laing, S. T., Stewart, K. J., American Heart Association Council on Clinical Cardiology, & American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, 116(5), 572–584. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185214>
- Winkler, A., Auer, C., Doering, B. K., & Rief, W. (2014). Drug treatment of primary insomnia: A meta-analysis of polysomnographic randomized controlled trials. *CNS Drugs*, 28(9), 799–816. <https://doi.org/10.1007/s40263-014-0198-7>
- Winsley, R., & Matos, N. (2011). Overtraining and Elite Young Athletes. *The Elite Young Athlete*, 56, 97–105. <https://doi.org/10.1159/000320636>
- Yildiz, B. O., Suchard, M. A., Wong, M.-L., McCann, S. M., & Licinio, J. (2004). Alterations in the dynamics of circulating ghrelin, adiponectin, and leptin in human obesity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(28), 10434–10439. <https://doi.org/10.1073/pnas.0403465101>

- Zhang, B., & Wing, Y.-K. (2006). Sex Differences in Insomnia: A Meta-Analysis. *Sleep*, 29(1), 85–93. <https://doi.org/10.1093/sleep/29.1.85>
- Zhao, X., Lan, M., Li, H., & Yang, J. (2021). Perceived stress and sleep quality among the non-diseased general public in China during the 2019 coronavirus disease: A moderated mediation model. *Sleep Medicine*, 77, 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.05.021>
- Åkerstedt, T., Knutsson, A., Westerholm, P., Theorell, T., Alfredsson, L., & Kecklund, G. (2002). Sleep disturbances, work stress and work hours: A cross-sectional study. *Journal of Psychosomatic Research*, 53(3), 741–748. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(02\)00333-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00333-1)

LIITE 1. Unikysely tutkittaville (Buysse ym. 1989)

PITTSBURGH SLEEP QUALITY INDEX

OHJEET:

Seuraavat kysymykset liittyvät ainoastaan viime kuukauden aikana tapahtuneisiin nukkumistapoihisi. Vastauksesi tulisi osoittaa tarkka vastaus suurimpaan osaan viime kuukauden osalta. Vastaathan kaikkiin kysymyksiin.

1. Mihin aikaan menit yleensä nukkumaan viime kuukauden aikana? (esimerkiksi 23.00)
Nukkumaanmeno-aika: _____

2. Kuinka kauan (minuutteina) sinulla yleensä kesti nukahtaa joka ilta viime kuukauden aikana? (esimerkiksi: 30)
nukahtamisviive: _____

3. Mihin aikaan heräsit yleensä viime kuukauden aikana? (esimerkiksi: 7.00)
heräämisaika: _____

4. Kuinka monta tuntia nukuit yleensä yöllä viime kuukauden aikana? (Tämä voi poiketa siitä ajasta, jonka vietit sängyssä) (esimerkiksi: 7.5)
Nukuttu aika yöllä (tunteina): _____

5. Kuinka usein olet viime kuukauden aikana nukkunut huonosti, koska
 - a. et saanut unta 30 minuutin sisällä
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa
 - iii. kerran tai kaksi viikossa
 - iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

 - b. heräsit keskellä yötä tai aamuyöstä
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa
 - iii. kerran tai kaksi viikossa
 - iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

- c. sinun täytyi käydä vessassa
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa
 - iii. kerran tai kaksi viikossa
 - iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

- d. et voinut hengittää normaalisti
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa
 - iii. kerran tai kaksi viikossa
 - iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

- e. yskit tai kuorsasit voimakkaasti
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa
 - iii. kerran tai kaksi viikossa
 - iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

- f. palelit
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa
 - iii. kerran tai kaksi viikossa
 - iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

- g. oli liian kuuma
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa
 - iii. kerran tai kaksi viikossa
 - iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

- h. näit painajaista
 - i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
 - ii. vähemmän kuin kerran viikossa

- iii. kerran tai kaksi viikossa
- iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

- i. oli kipuja
- i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
- ii. vähemmän kuin kerran viikossa
- iii. kerran tai kaksi viikossa
- iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

j. Muu syy, kuvaile lyhyesti

Lyhyt avoin vastaus: _____

- i. ei kertaakaan viime kuukauden aikana
- ii. vähemmän kuin kerran viikossa
- iii. kerran tai kaksi viikossa
- iv. kolme tai useampia kertoja viikossa

6. Kuinka hyväksi arvioisit unen laatusi viime kuukauden aikana kaiken kaikkiaan?

- a. Erittäin hyväksi
- b. melko hyväksi
- c. melko huonoksi
- d. Erittäin huonoksi

7. Kuinka usein olet käyttänyt unilääkkeitä (reseptillä tai ilman) saadaksesi nukuttua viimeisen kuukauden aikana?

- a. Ei kertaakaan viime kuukauden aikana
- b. Vähemmän kuin kerran viikossa
- c. kerran tai kaksi viikossa
- d. kolme tai useampia kertoja viikossa

8. Kuinka usein on ollut vaikeuksia pysyä hereillä autoja ajaessa, syödessä tai sosiaalisessa kanssakäymisessä viimeisen kuukauden aikana?

- a. ei kertaakaan viime kuukauden aikana

- b. vähemmän kuin kerran viikossa
- c. kerran tai kaksi viikossa
- d. kolme tai useampi kerta viikossa

9. Onko sinulla ollut ongelmia motivoida itseäsi saadaksesi asioita tehdyksi viimeisen kuukauden aikana?

- a. Ei lainkaan ongelmia
- b. Hyvin vähän ongelmia
- c. Jonkin verran ongelmia
- d. Hyvin paljon ongelmia

LIITE 2. Stressikysely, Perceived Stress Scale (PSS-10) (Cohen ym. 1983)

Tämän kyselyn kysymykset koskevat tunteitasi ja ajatuksiasi viimeisen kuukauden aikana. Jokaisessa kysymyksessä sinua pyydetään ilmoittamaan, kuinka usein tunsit tai ajattelit tietyllä tavalla. Vaikka osa kysymyksistä on samankaltaisia, niissä on eroja ja sinun tulisi käsitellä jokaista kysymystä erillisenä kysymyksenä. Paras lähestymistapa on vastata suhteellisen nopeasti. Eli älä yritä laskea kuinka monta kertaa tunsit tietyllä tavalla, vaan valitse vaihtoehto, joka vaikuttaa kohtuulliselta arviolta.

1. Kuinka usein viimeisen kuukauden aikana olet ollut alakuloinen jostain asiasta, joka tapahtui arvaamattomasti?

tosi usein

melko usein

joskus

harvoin

en kertaakaan

2. Kuinka usein viimeisen kuukauden aikana olet tuntenut, ettet pystynyt hallitsemaan tärkeitä asioita elämässäsi?

tosi usein

melko usein

joskus

harvoin

en kertaakaan

3. Kuinka usein viimeisen kuukauden aikana olet tuntenut itsesi hermostuneeksi tai stressaantuneeksi?

tosi usein

melko usein

joskus

harvoin

en kertaakaan

4. Kuinka usein viime kuukauden aikana olet tuntenut luottavasi kykyysi käsitellä henkilökohtaisia ongelmiasi?

tosi usein

melko usein

joskus

harvoin

en kertaakaan

5. Kuinka usein viime kuukauden aikana olet tuntenut, että asiat menivät haluamallasi tavalla?

tosi usein

melko usein

joskus

harvoin

en kertaakaan

6. Kuinka usein viime kuukauden aikana olet huomannut, ettet pystynyt selviytymään kaikista niistä asioista, joita sinun piti tehdä?

tosi usein

melko usein

joskus

harvoin

en kertaakaan

7. Kuinka usein viime kuukauden aikana olet pystynyt hallitsemaan ärsytyksiä elämässäsi?

tosi usein

melko usein

joskus

harvoin

en kertaakaan

8. Kuinka usein viime kuukauden aikana olet tuntenut, että asiasi ovat elämässäsi hallinnassa?

tosi usein

melko usein
joskus
harvoin
en kertaakaan

9. Kuinka usein viime kuukauden aikana olet suuttunut tapahtumien takia, joita et voinut hallita?

tosi usein
melko usein
joskus
harvoin
en kertaakaan

10. Kuinka usein viime kuukauden aikana olet tuntenut, että vaikeudet ovat kasautuneet niin haastaviksi, että et pysty selättämään niitä?

tosi usein
melko usein
joskus
harvoin
en kertaakaan