

Opinnäytetyö (AMK)

Sairaanhoidajakoulutus

2023

Sini-Maria Karjalainen

# Unen fysiologia

– Verkko-opetusmateriaalia  
unihoidajakoulutukseen



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Sairaanhoitajakoulutus

2023 | 47 sivua

Sini-Maria Karjalainen

## Unen fysiologia

- Verkko-opetusmateriaalia unihoitajakoulutukseen

Unettomuus on yleisin unihäiriö, jonka oireita noin 50 % suomalaisista kuvaa lääkärin vastaanotolla perusterveydenhuollossa. Aikuisten ja nuorten unettomuuden ensisijainen hoito perusterveydenhuollossa perustuu unen lääkkeettömään hoitoon, eikä sitä ole riittävästi tarjolla Suomessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kirjallisuuskatsaus unen fysiologiasta ja tuottaa sen tuloksiin perustuvia laadukkaita verkko-opetusmateriaaleja.

Tavoitteena on tukea perusterveydenhuollon ammattilaisten valmiuksia auttaa työssään unihäiriö- ja unettomuuspotilaita unen normaalin fysiologian ymmärtämisen kautta.

Menetelmänä käytettiin narratiivista kirjallisuuskatsausta (n=18), jonka aineisto valittiin tietokantahaun ja manuaalisen haun tuloksena. Aineiston analyysimenetelmänä käytettiin induktiivista ja aineistolähtöistä sisällönanalyysiä, jonka tuloksista muodostettiin synteesiä.

Opinnäytetyön tuloksena valmistui kaksiosainen Microsoft PowerPoint -esitys, joka sisältää ajankohtaista tietoa unen rakenteesta ja etenemisestä, unen ja vireystilan säätelystä, unen kliinisestä mittaamisesta sekä unen ja valveen eroista. Diaesitys sisältää oppimista tukevia havainnollistavia kuvia käsiteltävistä ilmiöistä ja tietoa yhteen kokoavia taulukoita. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Turun ammattikorkeakoulu.

Asiasanat:

Unen fysiologia, unihoitaja, opetusmateriaali, unen säätely, unitutkimus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Health Care, Nursing

2023 | 47 pages

Sini-Maria Karjalainen

## Physiology of sleep

- Online teaching material for sleep nurse training

Insomnia is the most common sleep disorder, with around 50 % of Finns reporting symptoms to their doctor in primary care. The primary treatment of insomnia in adults and adolescents in primary care is based on non-pharmacological sleep management, which is not sufficiently available in Finland. The goal of the thesis is to conduct a literature review on sleep physiology and to produce high quality online teaching materials based on the results. The aim is to support primary health care professionals in their ability to help patients with their sleep disorders and insomnia by understanding the sleep physiology.

The method selected was a narrative literature review (n=18). Data was selected as a result of both database search and a manual search. Inductive and data-driven content analysis was used as the method of analysis. The result of the thesis is a two part Microsoft PowerPoint presentation with up-to-date information on sleep structure and progression, sleep and arousal regulation, clinical measurement of sleep and differences between sleep and wakefulness. The presentation includes illustrative images of the phenomena covered and tables summarising the information to support learning. The thesis was commissioned by Turku University of Applied Sciences.

Keywords:

Sleep physiology, sleep nurse, teaching material, sleep regulation, sleep study

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>8</b>
<b>2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja ohjaavat kysymykset</b>	<b>10</b>
<b>3 Opinnäytetyön toteutus</b>	<b>11</b>
<b>4 Tulokset ja tuotos</b>	<b>18</b>
4.1 Unen rakenne	18
4.2 Unen ja vireystilan säätely	21
4.3 Elimistö unen aikana	25
4.4 Unen kliininen mittaaminen	28
4.5 Unen ja valveen erot	31
4.6 Opinnäytetyön tuloksena syntynyt oppimateriaali	33
<b>6 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus</b>	<b>38</b>
<b>7 Pohdinta</b>	<b>40</b>
<b>Lähteet</b>	<b>44</b>

## Kuvat

Kuva 1. Tyypillisiä valve- ja univaiheiden EEG muutoksia ja terveen aikuisen yöunen rakenne hypnogrammissa (Carley & Farabi 2016, 7).	19
Kuva 2. Unen säätelyn kahden prosessin malli (Stenberg 2019, 832).	23
Kuva 3. Unta ja vireystilaa säätelevä aivoverkosto (Carley & Farabi 2016, 6).	24
Kuva 4. Tuotoksen dia, jossa havainnollistava kuva ja tietoa kokoava taulukko unen eri vaiheiden tyypillisistä EEG-muutoksista.	34
Kuva 5. Tuotoksen dia, jossa SmartArt-grafiikkaa aihekokonaisuudesta ja muista otsikoista erottuva pääosion otsikko.	35

Kuva 6. Tuotokset dia, jossa rakennettu kuvakkeita yhdistelemällä dian sisältöä kuvaavaa grafiikkaa.	36
Kuva 7. Tuotoksen dia, jossa havainnollistava kuva ja synteesiä unipolygrafiasta.	37

## **Taulukot**

Taulukko 1. Tietokannoissa käytetyt hakulausekkeet ja hakutulokset.	12
Taulukko 2. Opinnäytetyöhön valitut julkaisut tietokantahauista.	14
Taulukko 3. Manuaalisen haun tulokset.	16

## Käytetyt lyhenteet

5-HT	Serotoniini (Carley & Farabi 2016, 6)
Ach	Asetyylikoliini (Carley & Farabi 2016, 6)
DA	Dopamiini (Carley & Farabi 2016, 6)
EEG	Aivosähkökäyrä (Virtanen 2021, 608)
EKG	Elektrokardiogrammi (Gerstenslager & Slowik 2023)
EMG	Elektromyografia (Gerstenslager & Slowik 2023)
EOG	Elektro-okulografia (Gerstenslager & Slowik 2023)
fREM	Faasinen REM-uni (Stenberg 2019, 831)
GABA	Gamma-aminovoihappo (Rozov 2016, 2)
Gal	Galaniini (Carley & Farabi 2016, 6)
HA	Histamiini (Carley & Farabi 2016, 6)
LC	Locus ceruleus (Carley & Farabi, 5)
LDT	Laterodorsal tegmentum (Carley & Farabi 2016, 6)
MSLT	Univiivetestti (Virtanen 2019, 236)
MURT	Multiple Unprepared Reaction Time test (Virtanen 2019, 238)
MWT	Hereilläpysymistesti (Virtanen 2021, 608)
NE	Noradrenaliini (Carley & Farabi 2016, 6)
NREM	Non-Rapid Eye Movement (Carley & Farabi 2016, 6)
ORX	Oreksiini (Carley & Farabi 2016, 6)
OSLER	Oxford Sleep Resistance test (Virtanen 2021, 609)
PeF	Perifornical region (Carley & Farabi 2016, 6)

PPT	Pendunsulopontine tegmentum (Carley & Farabi 2016, 6)
PSG	Unipolygrafia eli polysomnografia (Virtanen 2021, 607)
Raphe	Raphe nuclei (Carley & Farabi, 5)
REM	Rapid Eye Movement (Carley & Farabi 2016, 6)
SCN	Suprakiasmaattinen tumake (Himanen & Toppila 2019, 220)
TMN	Tuberomamillaarinen tumake (Carley & Farabi 2016, 6)
tREM	Tooninen REM-uni (Stenberg 2019, 831)
VLPO	Ventrolateraalinen preoptinen tumake (Himanen & Toppila 2019, 221)
vPAG	Ventral periaqueductal gray matter (Carley & Farabi 2016, 6)

# 1 Johdanto

Fysiologia tieteenä tutkii elintoimintoja ja niiden säätelyä (Lääketieteen sanasto 2016) tavoitteenaan ymmärtää elävien olentojen mekanismeja solutasolta aina ulkoisen ympäristön vaikutukseen asti (The Physiological Society n.d.). Unen fysiologiassa keskitytään uneen liittyviin elinjärjestelmiin ja anatomisten rakenteiden toimintaan (Leppäluoto ym. 2019, 12). Erilaisissa unihäiriöissä unen normaali fysiologia häiriintyy.

Unettomuus on yleisin unihäiriö, jonka oireita noin 50 % suomalaisista kuvaa lääkärin vastaanotolla perusterveydenhuollossa. Tilapäisestä unettomuudesta kärsii jopa 30–35 % aikuisista, ja lyhytkestoista unettomuutta esiintyy vuosittain 15–20 %: lla aikuisista. (Unettomuus: Käypä hoito -suositus 2023.)

Maailmanlaajuisesti unettomuudesta kärsii noin 22 % väestöstä. Unettomuus yhdistetään somaattisiin vaivoihin, psyykkiseen ahdistukseen, mielenterveyteen, fyysiseen väsymykseen ja heikentyneeseen elämänlaatuun. (Alimoradi ym. 2022, 2.)

Unettomuuden ensisijaisena hoitona käytetään unettomuuden kognitiivista käyttäytymisterapiaa (CBT-I, Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia) (Quaseem ym. 2016, 125; Alimoradi ym. 2022, 2; Unettomuus: Käypä hoito -suositus 2023). Nämä kognitiivisbehavioraaliset menetelmät perustuvat lääkkeettömiin hoitokeinoihin, joilla pyritään vaikuttamaan unettomuutta ylläpitäviin tekijöihin (Unettomuus: Käypä hoito -suositus 2023). Vuodesta 2021 lähtien CBT-I menetelmät ovat kuuluneet kansalliseen palveluvalikoimaan aikuisten ja nuorten unettomuuden hoidossa perusterveydenhuollossa, mutta siitä huolimatta unettomuuden lääkkeetöntä hoitoa ei ole riittävästi tarjolla Suomessa (Järnefelt & Partonen 2022).

Hoitajilla on tärkeä ja olennainen rooli unihoitotoimenpiteiden toteuttamisessa. Riittävä tietämys unesta laskee hoitajien kynnystä puuttua potilaan uneen. (Smyth 2020, 42.) Unen fysiologiset ja behavioraaliset näkökulmat sekä niiden mittaamisen strategiat ovat perusta unihäiriöiden ymmärtämiselle ja unihäiriöiden hoitotyölle (Landis 2011). Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä



kirjallisuuskatsaus ja tuottaa sen pohjalta verkko-opetusmateriaalia unen fysiologiasta. Tavoitteena on vahvistaa perusterveydenhuollon ammattilaisten valmiuksia auttaa työssään unihäiriö- ja unettomuuspotilaita. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Turun ammattikorkeakoulu.

## 2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja ohjaavat kysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa tutkimustietoa unen fysiologiasta kirjallisuuskatsauksen avulla ja tuottaa kirjallisuuskatsauksen tuloksiin pohjautuvia laadukkaita verkko-opetusmateriaaleja. Opinnäytetyön tavoitteena on vahvistaa työssään unihäiriöistä tai unettomuudesta kärsiviä asiakkaita kohtaavien perusterveydenhuollon ammattilaisten asiantuntemusta ja valmiuksia auttaa asiakkaitaan unen normaalin fysiologian ymmärtämisen kautta. Opinnäytetyössä vastataan seuraaviin kysymyksiin:

1. Millainen on unen rakenne?
2. Miten unta ja vireystilaa säädellään?
3. Mitä elimistössä tapahtuu unen aikana?
4. Miten unta mitataan kliinisesti?
5. Mikä erottaa unen valveesta?
6. Millainen oppimateriaali rakentui opinnäytetyön tuloksena?

### 3 Opinnäytetyön toteutus

Tämän opinnäytetyön menetelmäksi valittiin narratiivinen eli kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka tuloksista tuotetaan verkko-opetusmateriaalia. Kuvailevan katsauksen vaiheita ovat tutkimuskysymyksen muodostaminen, aineiston valitseminen, kuvailun rakentaminen ja tuotetun tuloksen tarkasteleminen (Kangasniemi ym. 2013, 291). Katsauksen tavoitteena on tuottaa helppolukuinen, ytimekäs ja johdonmukainen yhteenveto aiemmin tehdystä tutkimuksesta kuvailevalla synteisillä (Salminen 2011, 7). Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen ja tutkimuksellisen opinnäytetyön raportoinnin valintaan johti myös kokemus selkeästä ja helposti seurattavasta rakenteesta. Narratiivista kirjallisuuskatsausta voidaankin luonnehtia laaja-alaisesti ilmiöitä kuvaavaksi yleiskatsaukseksi (Salminen 2011, 6), jonka tiedonhaku on muita katsaustyyppejä vapaampi valintakriteerien määrittelyssä (Vilkkä 2023).

Kirjallisuuskatsauksen tietokantahaku suoritettiin Arto, Medic ja Pubmed tietokannoista. Tietokantahaussa haluttiin perehtyä sekä kotimaiseen, että kansainväliseen unen tutkimukseen, joten mukaan valikoitui kotimainen artikkeliviitetietokanta Arto ja terveystietokanta Medic sekä kansainvälinen lääke- ja terveystieteiden sekä lähialojen viitetietokanta Pubmed. Hakusanoina käytettiin: uni (sleep), NREM-uni (NREM sleep), REM-uni (REM sleep), fysiologia (physiology), unen fysiologia (sleep physiology), säätely (regulation), vireys (alert), valve (wake, awake), elintoiminto (function, process), elimistö (body, system), aineenvaihdunta (metabolism), vitaalitoiminto, unitutkimus (sleep study, sleep test), rekisteröinti, aivosähkökäyrä (electoencephalogram), EEG, merkitys (relevance), tärkeys (importance), tehtävä (function), vaikutus (effect, influence, impact) ja unitutkimus (sleep study, sleep test). Hakusanoja yhdisteltiin boolean operaattoreilla (AND, OR ja NOT) ja haussa hyödynnettiin sanojen monikkoja ja eri taivutusmuotoja. Tietokantahaakuun käytetyt hakulausekkeet ja hakutulokset on kerätty taulukkoon (Taulukko 1.).

Taulukko 1. Tietokannoissa käytetyt hakulausekkeet ja hakutulokset.

Tietokannat	Hakulausekkeet	Osumat	Valitut (=n)
Arto	(uni OR une*) AND (NREM-un* OR REM-un*)	0	0
	(uni OR une*) AND (säätely* OR virey* OR valve*)	27	0
	(uni OR une*) AND fysiolog*	6	0
	(uni OR une*) AND elintoimin*	0	0
	(uni OR une*) AND elimist*	5	0
	(uni OR une*) AND aineenvaihd*	4	0
	(uni OR une*) AND vitaalitoim*	0	0
	(uni OR une*) AND (aivosähkökäyr* OR EEG*)	9	1
	(uni OR une*) AND (unitutkimu* OR rekisteröint*)	2	0
	(uni OR une*) AND (merkity* OR tärke* OR tehtäv*)	91	0
Medic	(uni une*) AND (NREM-un* REM-un*)	298	3
	(uni une*) AND (säätely* virey* valve*)	72	2 (3)*
	(uni une*) AND fysiolog*	22	0 (3)*
	sleep* AND fysiolog*	21	1 (3)*
	(uni une*) AND elintoimin*	0	0
	(uni une*) AND elimist*	19	0 (2)*
	(uni une*) AND aineenvaihd*	21	0 (1)*
	(uni une*) AND vitaalitoimin*	0	0
	(uni une*) AND (aivosähkökäyr* EEG*)	8	0 (1)*
	(uni une*) AND (unitutkimu* rekisteröint*)	14	0 (1)*
(uni une*) AND (merkity* tärke* tehtäv*)	33	0 (1)*	
Pubmed	sleep* AND ("NREM sleep*" OR "REM sleep*")	1682**	1
	sleep* AND ("sleep regulat*" OR "sleep-wake regulat*")	318**	1
	sleep* AND (alert* OR awak* OR wake*)	7447**	0
	sleep* AND "sleep physiolog*"	1657**	1 (1)*
	sleep* AND (effect* OR influenc* OR impact*) AND (function OR process OR body OR system)	14469**	1
	sleep* AND metabolism*	4129**	0
	sleep* AND (electoencephalogram* OR EEG)	1971**	0
	sleep* AND ("sleep stud*" OR "sleep test*")	711**	2

(taulukko jatkuu)

(taulukko jatkuu)

Tietokannat	Hakulausekkeet	Osumat	Valitut (=n)
	sleep* AND (importan* OR relevanc*)	8519**	0
<b>Yhteensä</b>			N=29 päällekkäisiä osumia 16 n=13

\*Päällekkäiset osumat merkitty sulkeisiin (x).

\*\*Yli 300 osuman jälkeisiä hakutuloksia tarkasteltu, kunnes ne eivät enää vastanneet tutkimuskysymyksiin.

Aineiston valinnassa hyödynnettiin eksplisiittisen valinnan menetelmiä. Kyseisiä menetelmiä ovat manuaalinen haku ja sisäänotto- ja poissulkukriteerit tietokantahaussa (Kangasniemi ym. 2013, 296). Tietokantahaun tavoitteena on löytää mahdollisimman ajantasainen tutkimustieto, joten hakutuloksia rajattiin alkuun julkaisuvuoden perusteella vuosien 2020 ja 2023 välille. Hakuosumat jäivät kuitenkin Arto ja Medic tietokannoissa kovin suppeiksi, joten kyseisistä tietokannoista päädyttiin hyväksymään mukaan myös vanhempia julkaisuja vuodesta 2015 lähtien. Sen sijaan Pubmedin hakuosumien tarkastelua jouduttiin rajaamaan ensimmäiseen 300 osumaan tietokantahakuprosessin sujuvoittamiseksi. Haussa huomioitiin julkaisut, joiden kielenä on suomi tai englantia. Kyseisten julkaisujen täytyi myös olla kokonaisuudessaan saatavilla verkossa.

Edeltävät ehdot täyttävät hakuosumat kävivät ensiksi läpi otsikkotason seulan, jonka perusteella lupaavat julkaisut luettiin tiivistelmätasolla. Otsikoinnin ja tiivistelmän perusteella poissuljettiin spesifisiin potilas- tai ihmisryhmiin kohdistuvaa tutkimusta. Erilaisiin unen ja valveen häiriöihin kohdistuvaa tutkimusta tarkasteltiin kriittisesti, sillä katsauksen intressinä on saada tietoa normaalin unen toiminnasta. Ennen lopullista katsaukseen valitsemista julkaisu selailtiin vielä pintapuolisesti läpi. Unesta ja valveesta löytyi opinnäytetyön tavoitteeseen ja tarkoitukseen verraten huomattavasti yksityiskohtaisempaa tietoa kansainvälisistä lähteistä, mikä aiheutti tutkimusten karsiutumista ja asetti haasteita julkaisujen valitsemiseen. Tietokantahaun tuloksena opinnäytetyöhön valittiin 13 julkaisua (n=13), jotka löytyvät taulukoituna lyhyen kuvauksen

saattelemana (Taulukko 2.). Valituista julkaisuista osa löytyi myös erilaisten hakusanojen ja -lausekkeiden kautta. Näitä päällekkäisiä osumia löytyi yhteensä 16 (Taulukko 1.).

Taulukko 2. Opinnäytetyöhön valitut julkaisut tietokantahauista.

Tekijä(t) ja julkaisuvuosi	Julkaisun nimi	Tiivistelmä
Wigren, H-K. & Stenberg, T. 2015.	Kuinka nukkuminen elvyttää aivojamme?	Kirjallisuuskatsauksessa käsitellään unen keskeisiä merkityksiä erilaisten teorioiden ja unenaikaisten tapahtumien kautta. Katsauksessa tarkastellaan unenaikaista aivosähkötoimintaa ja neurokemialla, oppimisteorioita ja hypnotoksiiniteoriaa sivuten aivojen glymfaattisen järjestelmän perusteita.
Partonen, T.; Tuisku, K.; Nikolakaros, G. & Partinen, M. 2020.	Mistä unettomuushäiriössä on kyse?	Kirjallisuuskatsauksessa kootaan yhteen tietoa unen ja valveen säätelystä, unettomuushäiriöiden syntymekanismeista, diagnosoinnista, vaikutuksista terveyteen, muihin sairauksiin sekä kansanterveyteen.
Stenberg, T. 2019.	Elimistön fysiologiaa unen aikana	Kirjallisuuskatsauksessa käsitellään pinnallisesti unen rakennetta ja säätelyn kahden prosessin mallia. Katsaus syventyy tarkemmin unen aikaisiin muutoksiin elimistön erilaisissa autonomisissa prosesseissa, kuten hengityselimistössä, aistitiedon käsittelyssä, lihasmotoriikassa ja hormonierityksessä.
Rozov, S. 2016.	Circadian and Histaminergic Regulation of the Sleep-Wakefulness Cycle	Väitöskirja pitää sisällään kirjallisuuskatsauksen sekä koe-eläimiin, hiiriin ja rottiin, kohdistuvia tutkimuksia (I-IV). Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida nousevan aktivaation järjestelmän (eng. ascending arousal system) ja sirkadiaanisen järjestelmän välistä vuorovaikutusta uni-valverytmin säätelyssä. Katsaus keskittyi uni- ja valverytmiin käsitellen heräämisen aktiivisia keskuksia sekä sirkadiaanista ja homeostaattista säätelyä.
Virtanen, I. 2021.	Unirekisteröinnit avattuina	Kirjallisuuskatsauksessa esitellään yleisimpiä perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon kliinisen neurofysiologian tutkimuksia, joilla saadaan tietoa erilaisista unen ja vireystilan häiriöistä.
Borbély, A. 2022.	The two-process model of sleep regulation: Beginnings and outlook	Kirjallisuuskatsaus käsittelee unen kahden prosessin mallin alkuperää teorian muodostumiselle merkittävien tutkimusten avulla, mallin ajankohtaisuutta sekä nykyaikaisia sovelluksia.
Jones, B.E. 2019.	Arousal and sleep circuits	Kirjallisuuskatsauksessa perehdytään vireys- ja unijärjestelmään neuron- ja välittäjäainetasolla keskittyen retikulaariseen järjestelmään, uni-valvesäätelyyn neuromodulatorisen järjestelmän ja homeostaattisen säätelyn kautta.

(taulukko jatkuu)

(taulukko jatkuu)

Tekijä(t) ja julkaisuvuosi	Julkaisun nimi	Tiivistelmä
Krahn, L.E.; Arand, D.L.; Avidan, A.Y.; Davila, D.G.; DeBassio, W.A.; Ruoff, C.M. & Harrod, C.G. 2021.	Recommended protocols for the Multiple Sleep Latency Test and Maintenance of Wakefulness Test in adults: guidance from the American Academy of Sleep Medicine	Artikkelissa päivitetään Amerikkalaisen unilääketieteen akatemian (eng. American Academy of Sleep Medicine) protokollia univiivetestin ja hereilläpysymistestin hallinnoimiseksi. Artikkelin pitää sisällään ohjeet tutkimusten asianmukaiseen kliiniseen toteuttamiseen, potilaan valmisteleminen aina tiedonkeruu- ja raportointimenettelyihin.
Gerstenslager, B. & Slowik, J.M. 2023.	Sleep study	Artikkelissa perehdytään polysomnografiaan unitutkimuksena. Käsiteltäviä teemoja ovat tutkimusmenetelmät, tiedonkeruu, indikaatiot tutkimukselle, mahdolliset diagnoosit tutkimuksen perusteella, normaalit ja kriittiset löydökset, häiriötekijät, komplikaatiot, potilasturvallisuus ja kliininen merkitys.
Lohela, T.J.; Kivineimi, V. & Lilius, T. 2020.	Glymfaattinen järjestelmä avaa aivojen padot: aivo-selkäydinneste virtaa puhdistamaan aivoja unen ja anestesian aikana	Kirjallisuuskatsauksessa käsitellään kattavasti glymfaattisen järjestelmän toimintaperiaatteita unen ja anestesian aikana, rakennetta, yhteyksiä neurologisiin sairauksiin sekä pohditaan keinoja vaikuttaa glymfaattisen järjestelmän toimintaan ja suhteellisen tuoreen löydöksen tulevaisuutta.
Himanen, S-L. & Toppila, J. 2018.	Unen neurofysiologinen säätely	Kliinisen neurofysiologian erikoisalan sähköisen oppikirjan artikkeli, jossa käsitellään eri univaiheiden ilmiöihin ja niiden säätelyyn osallistuvia aivon anatomisia rakenteita ja välittäjäaineita. Lisäksi kerrotaan homeostaattisesta unipaineesta ja elimistön sisäisestä kellosta.
Falup-Pecurariu, C.; Diaconu, Ş.; Țiņț, D. & Falup-Pecurariu, O. 2021.	Neurobiology of sleep (Review)	Kirjallisuuskatsaus käsittelee unen neurobiologiaa unen ja valveen säätelyyn osallistuvien anatomisten alueiden, hermovälittäjäaineiden sekä erilaisten mekanismien ja mallien, kuten sirkadiaanisen ja homeostaattisen säätelyn avulla.
Andrillon, T. 2023.	How we sleep: From brain states to processes	Artikkelissa käsitellään unta sen perustana olevien neurologisten prosessien kautta, kiintopisteenään unen aikaiset tapahtumat. Unta tarkastellaan dynaamisena, monimutkaisena ja -ulotteisena ilmiönä, haastaen unen määrittämisen perinteikkäämmät menetelmät.

Manuaalisen haun avulla etsittiin tietokantahaussa valikoituja julkaisuja täydentävää ja ennen kaikkea selkeyttävää informaatiota. Manuaalisen haun tuloksena valittiin viisi artikkelia, jotka koottiin omaan taulukkoon (Taulukko 3.). Manuaalinen haku toteutettiin sähköisten julkaisujen lähdeluetteloista, kirjoista ja journaaleista. Kantavana teoksena manuaalihaussa toimi kliinisen neurofysiologian sähköinen ja nidottu kokoomateos, joka toimii kyseisen erikoisalan oppikirjana.

Taulukko 3. Manuaalisen haun tulokset.

Kirjoittaja(t), vuosi, julkaisun nimi	Tiivistelmä
Carley, D.W. & Farabi, S.S. 2016. Physiology of Sleep	Artikkelissa käsitellään unen fysiologiaa ja anatomiaa, unen ja valveen säätelymekanismeja, unen mittaamista, valveen ja eri univaiheiden määrittämistä sekä unen ja valveen aikaista hormonitoimintaa.
Himanen, S-L. & Toppila, J. 2019. Unen fysiologia, patofysiologia	Kliinisen neurofysiologian erikoisalan painetun oppikirjan artikkeli, jossa käsitellään unen fysiologiaa ja patofysiologiaa sirkadiaanisen ja homeostaattisen säätelyn, valveen ja unen neurobiologian, unen neurofysiologisen säätelyn, normaalin unen, unen merkityksen, unenaikaisen hengityksen säätelyn ja unenaikaisten hengityshäiriöiden fenotyyppien sekä unenaikaisen aivoverenkierron näkökulmasta.
Himanen, S-L.; Alakuijala, A. & Rauhala, E. 2019. Kokoyön unirekisteröinnit.	Kliinisen neurofysiologian erikoisalan painetun oppikirjan artikkeli, jossa kerrotaan unipolygrafian, yöpolygrafian ja laajan video-somnografian perusteita. Artikkelissa käsitellään näiden tutkimusten mitattavia suureita, laitteistovaatimuksia, univaiheluokittelu-sääntöjä ja unipolygrafiatapahtumien luokittelusta aikuisilla sekä lasten unitutkimusten erityispiirteistä.
Virtanen, I. 2019. Vireystilatutkimukset	Kliinisen neurofysiologian erikoisalan painetun oppikirjan artikkeli, jossa esitellään erilaisia vireystilatutkimuksia. Käsiteltyjä tutkimuksia ovat univiivetutkimus (MSLT) ja hereilläpysymistutkimus (MWT) sekä muita vireystilan ylläpitokyvyn arvioinnin testejä, kuten OSLER- ja MURT-tutkimuksia.
Alakuijala, A. 2019. Aktigrafia	Kliinisen neurofysiologian erikoisalan painetun oppikirjan artikkeli, jossa esitellään aktigrafiaa unitutkimusmenetelmänä. Artikkelissa perehdytään aktigrafiaan tarvittavaan laitteistoon, tutkimusdatan käsittelyyn, diagnostisiin käyttökohteisiin ja saadun tiedon luotettavuuteen.

Kirjallisuuskatsaukseen valitusta aineistosta (n=18) tehtiin analyysiä ja synteisiä. Synteesi tarkoittaa ymmärrystä lisäävää kokonaisuutta (Niela-Vilen & Hamari 2016, 30). Aineiston analyysimenetelmänä käytettiin induktiivista ja aineistolähtöistä sisällönanalyysiä, jossa analyysi kohdistui ilmisältyihin ja jonka tuloksista muodostettiin synteisiä. Sisällönanalyysi jaetaan induktiiviseen ja deduktiiviseen analyysiin (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2015, 167). Induktiivisessa analyysissä sisältöä luokitellaan teoreettisen merkityksen perusteella (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2015, 167).

Analyysin kohdistaminen ilmisältyihin tarkoittaa aineiston jakamista analyysiyksiköihin. Analyysiyksiköitä tarkastellaan suhteessa tutkittavaan ilmiöön. (Latvala & Vanhanen-Nuutinen 2003, 24, 26; Kankkunen &



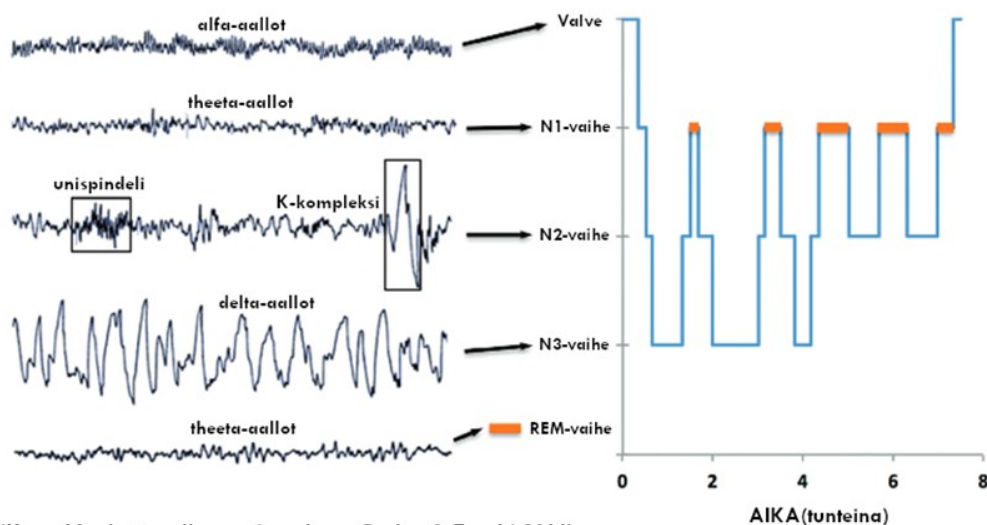
Vehviläinen-Julkunen 2015, 167–8.) Analyysiyksikköinä käytettiin unen fysiologiaan liittyviä ajatuksellisia kokonaisuuksia. Aineistolähtöisessä analyysissä aineisto pelkistetään, ryhmitellään, abstrahoidaan eli muodostetaan yläluokkia (Latvala & Vanhanen-Nuutinen 2003, 28–9). Analyysiyksiköiden tunnistamisessa ja ryhmittelyssä hyödynnettiin Microsoft Exceliä. Aineistosta selkeän kokonaiskuvan ja ymmärryksen välittävä tuloksien analyysiyhteenveto (Niela-Viilen & Hamari 2016, 31) on tässä tapauksessa opinnäytetyön tuotoksena syntynyt verkko-opetusmateriaali.

## 4 Tulokset ja tuotos

### 4.1 Unen rakenne

Uni jaetaan rakenteellisesti NREM- (Non-Rapid Eye Movement) ja REM- (Rapid Eye Movement) uneen (Carley & Farabi 2016, 6; Rozov 2016, 1; Himanen & Toppila 2019, 222; Falup-Pecurariu ym. 2021, 1; Andrillon 2023, 650). NREM-uni voidaan jakaa vielä N1-, N2- ja N3-vaiheisiin (Carley & Farabi 2016, 6; Virtanen 2021, 607; Himanen & Toppila 2019, 222; Gerstenslager & Slowik 2023). Tämä vaihejako perustuu unen syvyyteen (Rozov 2016, 2). REM-uni voidaan jakaa faasiseen (fREM) ja tooniseen (tREM) REM-uneen (Stenberg 2019, 831). Uni koostuu noin 90 minuutin pituisista jaksoista (Carley & Farabi 2016, 7; Himanen & Toppila 2019, 222), joissa NREM- ja REM-uni vuorottelevat (Carley & Farabi 2016, 7; Himanen & Toppila 2019, 222; Falup-Pecurariu ym. 2021, 2). Eri univaiheet eivät ilmene tasaisesti unen aikana. Eniten N3-unta esiintyy unen alkupuoliskon aikana, kun taas REM-unijaksot painottuvat unen loppupuoliskolle. (Carley & Farabi 2016, 7.)

Normaali aikuisen unen määrä on 7–9 h yhdessä unijaksossa (Himanen & Toppila 2019, 222), mikä mahdollistaa unisyklin toistumisen noin 4–5 kertaa yöunen aikana. Unen etenemistä ja ajallista rakennetta voidaan visualisoida hypnogrammin avulla, kuvio kertoo univaiheiden keston ja sijainnin unen aikana (Kuva 1.). Alkuperäinen kuva on suomennettu. Hypnogrammi kokoaa yhteen polysomnografiasta saatua dataa, joka on luokiteltu univaihepisteytyksen avulla kuvaamaan unen eri vaiheita (Carley & Farabi 2016, 7). Aivokuorella on kuitenkin havaittu samanaikaisesti eri univaiheisiin liittyviä paikallisia ilmiöitä, jolloin unen luonnehtiminen pelkiksi erillisiksi fysiologisiksi tiloiksi yksinkertaistaa sen monimutkaista rakennetta (Andrillon 2023, 651).



(Kuva: Muokattu, alkuperäinen kuva Carley & Farabi 2016)

Kuva 1. Tyypillisiä valve- ja univaiheiden EEG muutoksia ja terveen aikuisen yön rakenne hypnogrammissa (Carley & Farabi 2016, 7).

Unen eri vaiheet ja hereillä olo aiheuttavat aivosähkökäyrätutkimuksessa eli elektroenkefalografiassa (EEG) niille tyypillisiä muutoksia (Kuva 1.) (Falup-Pecurariu ym. 2021, 2). Valveen aikana EEG-kuvio on matala-amplitudinen ja sekataajuinen. Uneliaan valveen aikana voi esiintyä alfa-aaltoja, joiden huiput sijaitsevat 8–13 Hz:n taajuudella. (Carley & Farabi 2016, 6–7; Gerstenslager & Slowik 2023.) REM-unen aikainen EEG-kuvio muistuttaa valvetta (Wigren & Stenberg 2015, 152; Carley & Farabi 2016, 7; Rozov 2016, 2; Jones 2020, 6). REM-unen aikana on nähtävissä sahalaitaisia theeta-aaltoja (Carley & Farabi 2016, 7; Gerstenslager & Slowik 2023), sen sijaan delta-aallot häviävät EEG:stä (Wigren & Stenberg 2015, 152).

NREM-unelle tyypillisiä EEG-muutoksia ovat alfarytmin häviäminen (Carley & Farabi 2016, 6), theeta-aallot (Carley & Farabi 2016, 6; Gerstenslager & Slowik 2023), unispindelit (Carley & Farabi 2016, 6; Rozov 2016, 1–2; Himanen & Toppila 2019, 221; Jones 2020, 6; Gerstenslager & Slowik 2023), K-kompleksit (Carley & Farabi 2016, 6; Gerstenslager & Slowik 2023), hitaat delta-aallot (Wigren & Stenberg 2015, 152; Carley & Farabi 2016, 7; Rozov 2016, 1; Jones 2020, 6; Gerstenslager & Slowik 2023) ja hitaat oksillaatiot (Rozov 2016, 1–2;

Himanen & Toppila 2019, 221). NREM-unen kevyimmässä N1-vaiheessa tapahtuu alfarytmin häviäminen (Carley & Farabi 2016, 6) ja theeta-aaltojen esiintyminen (Carley & Farabi 2016, 6; Gerstenslager & Slowik 2023) 4–7 Hz taajuudella (Carley & Farabi 2016, 6).

Unispindelit ovat N2-vaiheen ilmiö (Carley & Farabi 2016, 6; Himanen & Toppila 2019, 221; Gerstenslager & Slowik 2023), jota kuvataan purkausmaiseksi aaltosarjaksi, jonka kesto on  $\geq 0.5$  sekuntia (Carley & Farabi 2016, 6).

Unispindeleistä käytetään myös termiä unisukkula (Himanen & Toppila 2019, 221). Unispindelien taajusalueen arvioinnissa oli hieman hajaumaa, mutta tulokset sijoittuvan 10-16Hz välille (Carley & Farabi 2016, 6; Jones 2020, 6).

N2-unessa on nähtävissä unispindelien lisäksi K-komplekseja (Carley & Farabi 2016, 6; Gerstenslager & Slowik 2023), jotka ovat  $\geq 0.5$  sekuntia kestäviä tarkkarajaisia kaksivaiheisia aaltoja (Carley & Farabi 2016, 6).

Delta-aaltoja esiintyy eritoten syvässä N3-unessa (Carley & Farabi 2016, 7; Himanen & Toppila 2019, 221; Gerstenslager & Slowik 2023), josta käytetään myös termiä hidasaaltoni (Himanen & Toppila 2019, 221). Hidasaaltoni (eng. slow wave sleep, SWS) on NREM-unen alavaihe, jossa EEG:n hitaat aallot ovat hallitsevia (Borbély 2022, 2). NREM-unesta voidaan kuitenkin poistaa hitaat aallot ja hitaita aaltoja voidaan havaita myös NREM-unen ulkopuolella (Andrillon 2023, 652), mikä tekee termien vertailukelpoisuudesta kyseenalaistettua.

Delta-aaltojen taajusalueesta ei löytynyt yksimielistä tietoa, mutta tulokset sijoittuvat välille 0,5–4 Hz (Carley & Farabi 2016, 7; Rozov 2016, 1; Jones 2020, 6; Gerstenslager & Slowik 2023). Hitailta oksillaatioilla on ilmeisesti rooli delta-aktiivisuuden välittymisessä aivokuorelle (Himanen & Toppila 2019, 221). Nämä EEG-oksillaatiot koostuvat 12–15 Hz taajuuden alfa-aalloista (Rozov 2016, 1).

Delta-aaltojen yhteydessä löytyi lisäksi muutamia mainintoja hidasaaltoaktiiviteetista (eng. slow wave activity, SWA) (Rozov 2016,1; Jones 2020, 6), jota käytetään NREM-unen läsnäolon ja syvyyden indeksinä (Andrillon 2023, 652). SWA on myös yhdistetty unen muistitoimintoihin ja valveen aikana kertyvien kuona-aineiden poistoon (Andrillon 2023, 652).

## 4.2 Unen ja vireystilan säätely

Homeostaattinen unipaine säätelee unen ja valveen ajoitusta (Himanen & Toppila 2019, 220). Homeostaattista unipainetta kutsutaan myös S prosessiksi (Himanen & Toppila 2019, 220; Borbély 2022, 1). Unipainetta kertyy valveen aikana (Himanen & Toppila 2019, 220; Stenberg 2019, 832; Partonen ym. 2020, 2471) ja se on normaalisti korkea illalla (Kuva 2.) (Himanen & Toppila 2019, 220). Unipaine perustuu valveen aikana soluvälitilaan kertyviin solujen aineenvaihduntatuotteisiin (Partonen, ym. 2020, 2471). Unen homeostaattiseen säätelyyn osallistuu adenosini (Rozov 2016, 13; Partonen, ym. 2020, 2471; Falup-Pecurariu ym. 2021, 3), prostaglandiini D2, typpioksidi (Rozov 2016, 13; Partonen, ym. 2020, 2471), sekä interleukiinit 1 $\alpha$  ja  $\beta$  (Rozov 2016, 13). Nämä neurokemikaalit myös häviävät unen aikana (Rozov 2016, 13; Stenberg 2019, 832; Falup-Pecurariu ym. 2021, 3) aiheuttaen muutoksia aivokuoren hidasaaltotoiminnassa (Rozov 2016, 13).

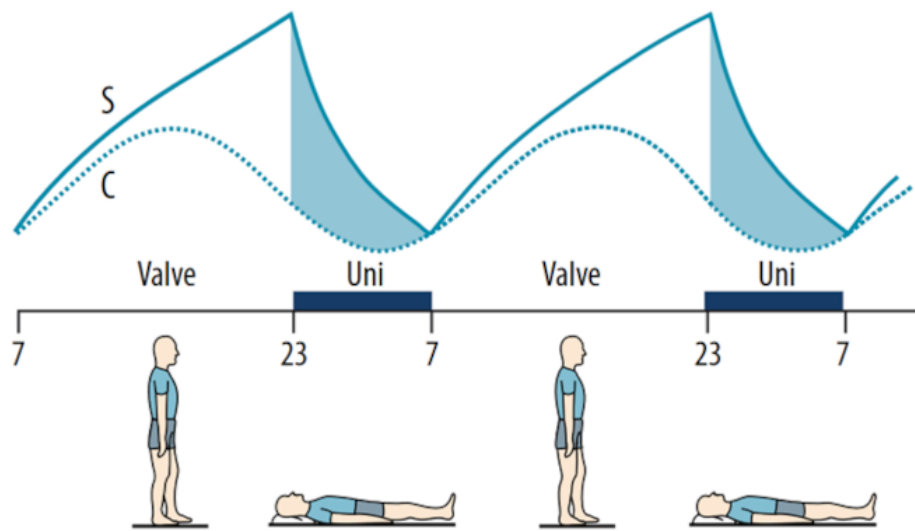
Unipaine aiheuttaa aivokuorelle hitaita aaltoja, jotka lisääntyvät ja leviävät koko aivokuorelle valveen jatkuessa. Tämä käytännössä pakottaa riittävän pitkään valvoneen uneen. (Himanen & Toppila 2018.) Vastaavasti unipaineen määrän ollessa riittävän pieni, nukkuja herää (Kuva 2.) (Stenberg 2019, 832; Falup-Pecurariu ym. 2021, 3). Hidasaltotoimintaa esiintyy enemmän alueilla, joita stimuloitu edellisenä päivänä (Wigren & Stenberg 2015, 151; Himanen & Toppila 2018), sillä unipaineen määrä voi vaihdella paikallisesti aivokuorella (Himanen & Toppila 2018).

Sirkadiaaninen järjestelmä tuottaa sisäsyntyisen vuorokausirytmien (Stenberg 2019, 832), joka tahdistaa elimistöä myös ulkoisten ärsykkeiden puuttuessa sekä integroituu ulkosyntyisiin rytmeihin (Rozov 2016, 14), kuten päivä-yö-sykleihin (Kuva 2.). Uni-valverytmiä tahdistaa valo (Partonen, ym. 2020, 2471; Himanen & Toppila 2019, 220), liikunta ja sosiaalinen kanssakäyminen (Himanen & Toppila 2019, 220). Sirkadiaanien vuorokausirytmii säätelyä uni-valverytmiä, REM-unta, (Himanen & Toppila 2019; Partonen, ym. 2020, 2471), kehon lämpötilaa, kortisolieritystä ja ruokahalua (Himanen & Toppila 2019,

220). Elimistön keskuskello sijaitsee suprakiasmaattisessa tumakkeessa (SCN) (Rozov 2016, 14; Himanen & Toppila 2019, 220; Falup-Pecurariu ym. 2021, 1), hypotalamuksessa (Himanen & Toppila 2019, 220). Tahdistinsoluilla on noin 24 tunnin rytmi, joka asetetaan päivittäin 24 tuntiin ulkoisten säätelijöiden avulla (Himanen & Toppila 2019, 220).

Sisäisen sirkadiaanisen rytmin voi tuottaa lähes jokainen solu, jolla on geneettisesti ohjattu molekyylikello tai oskillaattori. Kuitenkin SCN on ainoa oskillaattori, joka vastaanottaa tietoa valoärsykkeestä, joten se synkronoi ja organisoii kaikki muut perifeeriset kellot yhteen ympäristön kanssa. (Falup-Pecurariu ym. 2021, 3.) SCN saa tiedon valoisuudesta suoraan silmien verkkokalvolta ja säätelee käpyrauhan melatoniinituotantoa (Rozov 2016, 14,17; Himanen & Toppila 2019, 220). Eritoten sininen valo aktivoi SCN:ta käskemään käpyrauhasta lopettamaan melatoniinin syntetisoinnin. Unihormoni melatoniini vähentää SCN:n vireysvaikutuksia ja helpottaa unensaantia sekä auttaa pysymään unessa. (Himanen & Toppila 2019, 220–221.)

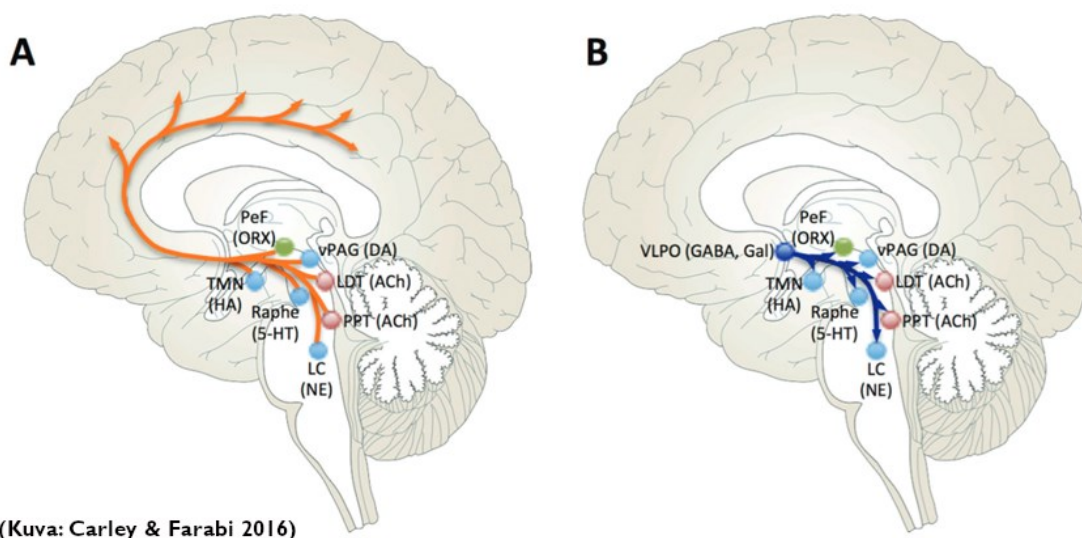
Unen säätelyn kahden prosessin malli koostuu sirkadiaanisesta vuorokausirytmistä ja homeostaattisesta säätelystä (Kuva 2.) (Borbély 2022, 1; Stenberg 2019, 832). Sirkadiaanista vuorokausirytmistä kutsutaan C prosessiksi (Borbély 2022, 1) ja homeostaattista unipainetta kutsutaan prosessiksi S (Himanen & Toppila 2019, 222; Borbély 2022, 1; Falup-Pecurariu ym. 2021, 3). Terveellä henkilöllä nämä prosessit toimivat yhdessä ja näiden yhteisvaikutuksena nähdään erot unen ja valveen välillä (Kuva 2.) (Stenberg 2019, 832).



(Kuva: Stenberg 2019)

Kuva 2. Unen säätelyn kahden prosessin malli (Stenberg 2019, 832).

Unta- ja vireystilaa säätelevä aivoverkosto koostuu valvetta aikaansaavasta hermojärjestelmästä, joka välittää aivokuorelle aktiivisia heijasteita sekä hypothalamuksesta nousevista radoista, jotka inaktivoivat valvetta aikaansaavan järjestelmän unen aikana (Kuva 3.) (Carley & Farabi 2016, 6). Kuvassa 3 valvetta aikaansaava järjestelmä on esitetty pääpiirteittäin kohdassa A ja unta aikaansaava järjestelmä kohdassa B. Kuvan lyhenteet löytyvät lyhenneluettelosta. Unta ja valvetta tuottavat kesukset pyrkivät dominoimaan ja vaimentamaan toistensa toimintaa (Carley & Farabi 2016, 6; Rozov 2016, 17). Käyttäytyminen, eli joko uni tai valve, määräytyy sen mukaan, kumpi järjestelmä on aktiivisempi (Carley & Farabi 2016, 6). Tämä mekanismi tunnetaan flip flop -kytkimenä (Carley & Farabi 2016, 6; Rozov 2016, 17). Unijärjestelmä käynnistyy ja sammuttaa valvejärjestelmän, kun unipainetta on kertynyt tarpeeksi, vuorokausirytmit ovat nukahtamiselle otolliset ja vireystilaa ylläpitävät tekijät väistyvät (Partonen, ym. 2020, 2471).



(Kuva: Carley & Farabi 2016)

Kuva 3. Unta ja vireystilaa säätelevä aivoverkosto (Carley & Farabi 2016, 6).

Aivojen unikeskuksena pidetään etuaivojen pohjaosan alueen ventrolateraalista preoptista tumaketta (VLPO) (Himanen & Toppila 2019, 221). VLPO aktivoituu uneen siirryttäessä (Carley & Farabi 2016, 5; Himanen & Toppila 2019, 221; Partonen ym. 2020, 2471) ja tuottaa syvää hidasaaltounta (Partonen ym. 2020, 2471). VLPO:ta aktivoi adenosini ja prostaglandiini D2 (Rozov 2016, 2). VLPO:n hermosolut sisältävät galaniinia ja gamma-aminovoihappoa (GABA) (Rozov 2016, 2; Falup-Pecurariu ym. 2021, 2). Galaniini ja GABA ovat unta tuottavia välittäjäaineita (Himanen & Toppila 2019, 221; Partonen ym. 2020, 2471; Falup-Pecurariu ym. 2021, 2), jotka estävät aivojen aktivaattorikeskuksen toimintaa (Rozov 2016, 2; Himanen & Toppila 2019, 221; Falup-Pecurariu ym. 2021, 2). Lisäksi GABA- ja glutamaattineuronit säätelevät yhdessä aivokuoren aktiivisuutta ja käyttäytymistä uni- ja valvetilojen välillä (Jones 2020, 6). Unen aikana myös mediaaninen preoptinen tumake (MnPO) on aktiivinen (Rozov 2016, 17; Partonen ym. 2020, 2471) edistäen ja ylläpitäen unta (Partonen ym. 2020, 2471).

Vireystilaa ylläpitää nouseva hermoverkosto, joka alkaa aivorungosta ja kulkeutuu talamuksen kautta aivokuorelle (Partonen ym. 2020, 2470). Tämä valvetta aikaansaava hermojärjestelmä koostuu useista anatomisesti



merkittävistä alueista (Himanen & Toppila 2019, 221; Partonen ym. 2020, 2470) ja aktivoituu herkästi kipuärsykkeistä ja aivokuorelle tulevista ulkoisista aistiärsykkeistä (Partonen ym. 2020, 2470). Valveelle ominaisia välittäjäaineita ovat asetyylikoliini, noradenaliini, dopamiini, histamiini (Wigren & Stenberg 2015, 152; Rozov 2016, 17; Himanen & Toppila 2019, 221; Falup-Pecurariu ym. 2021, 2), oreksiini (Wigren & Stenberg 2015, 152; Himanen & Toppila 2019, 221; Falup-Pecurariu ym. 2021, 2) ja serotoniini (Wigren & Stenberg 2015, 152; Falup-Pecurariu ym. 2021, 2).

Lähes kaikki valveillaolokeskuksesta vapautuvat välittäjäaineet estävät tehokkaasti VLPO:n hermosolujen toimintaa (Rozov 2016, 17). Valveetta ylläpitää erityisesti asetyylikoliini- ja histamiinineuronit (Himanen & Toppila 2019, 221). Serotoniinineuronit toiminnallaan sen sijaan estävät unta (Himanen & Toppila 2019, 221). Oreksiinijärjestelmä koordinoi aktivaattorijärjestelmien toimintaa, lisää aktivaattorijärjestelmän ja aivokuoren aktiivisuutta (Himanen & Toppila 2019, 221) ja siten lisää myös vireyttä (Himanen & Toppila 2019, 221; Partonen ym. 2020, 2470).

#### 4.3 Elimistö unen aikana

Haun tuloksena löytyi unelle tyypillisiä elimistön toiminnan muutoksia hermostossa, hengityselimistössä, umpieritysjärjestelmässä, elimistön lämmönsäätelyssä, verenkiertoelimistössä, tuki- ja liikuntaelimistössä, aistinelimissä, ruoansulatuselimistössä, energia-aineenvaihdunnassa ja immuunijärjestelmässä. Unen aikana hermostossa aistitiedon käsittely aivokuorella vähenee (Stenberg 2019, 831), autonominen hermosto muuttuu sympaattisesta parasympaattiseksi (Stenberg 2019, 832), glymfaattinen järjestelmä aktivoituu (Lohela ym. 2020), kipuvasteet alentuvat (Carley & Farabi 2016, 6; Stenberg 2019, 831) sekä visuaaliset-, haju-, kuulo-, ja somatosensoriset aistivasteet vähenevät (Carley & Farabi 2016, 6).

Hengityselimistön toiminta poikkeaa monilta osin valveen aikaisesta. Läpi unen hengitys on vaimentunutta ja hengityskeskuksen vaste vähentyneeseen

hapensaantiin, ja veren korkeaan hiilidioksidipitoisuuteen on vähentynyt (Stenberg 2019, 833). NREM-unen aikana ylempien ilmäteiden vastus lisääntyy voimakkaasti sekä hiilidioksidiosapaine ja happiosapaine laskee valtimoveressä, kuten myös keuhkorakkuloissa. (Stenberg 2019, 833.) Myös itse hengittäminen muuttuu unen aikana. Kevyen NREM-unen aikana hengitys on epäsäännöllistä, kun taas syvässä NREM-unessa hengitys hidastuu ja on säännöllisempää kuin valveessa, joka johtaa kertahengitystilavuuden ja keuhkotuuletuksen pienenemiseen (Stenberg 2019, 833). REM-unen aikana keuhkotuuletuksen ja kertahengitystilavuuden muutokset ovat pieniä, mutta on kuitenkin huomattu, että REM-unen aikana hengitys on pinnallisempaa ja epäsäännöllisempää (Stenberg 2019, 833).

Umpijärjestelmässä unen aikainen toiminta näkyy hormonien tyypillisenä erityksenä tai erityksen estona. Kasvuhormonin erityshuippu saavutetaan unen alussa, syvän unen jaksossa (Carley & Farabi 2016, 8; Stenberg 2019, 835). Prolaktiinin erityks lisääntyy yön aikana (Carley & Farabi 2016, 7; Stenberg 2019, 835) ja on matala päivällä (Carley & Farabi 2016, 7). Dopamiinin erityks vähenee yöaikaan (Stenberg 2019, 835). Kortisolin erityks on pientä aamuyöstä ja lisääntyy kohti aamua (Carley & Farabi 2016, 8; Stenberg 2019, 835). Tyreotropiinin erityks lisääntyy unen eston aikana (Stenberg 2019, 835) eli erityks on matalaa päivän aikana ja huipussaan unen alkamisen aikoihin (Carley & Farabi 2016, 8). Kylläisyyden tunnetta tuovan leptiinin pitoisuus on suurempi yöllä, kun taas ruokahalua kiihdyttävien greliinin ja oreksiinin pitoisuudet ovat pienempiä verrattuna valveeseen (Stenberg 2019, 835).

Univaiheella on merkitystä elimistön lämmönsäätelyssä. Lämmönsäätelykyky toimii normaalisti NREM-unessa, mutta REM-unen aikana se lakkaa toimimasta, minkä seurauksena esimerkiksi olosuhteisiin sopiva hikoilu ja kylmänväreet puuttuvat (Stenberg 2019, 836). Verenkiertoelimistössä NREM-unen aikana on havaittavissa sykkeen hidastumista, matalaa verenpainetta, verenkierron vähenemistä aivoissa ja sepelvaltimoissa ja ääreisverenkierron lisääntymistä. REM-unessa on useimmiten kohonnut verenpaine ja tihentynyt syke, muutoksia lihasten ja sepelvaltimoiden verenkierrossa ja lisääntynyt

aivojen verenkierto. (Stenberg 2019, 834.) TREM- ja fREM-unen välillä on suuria eroja unen aikana. TREM-unessa nähdään sydämen harvalyöntisyyttä ja verisuonten verenkierrolle aiheuttamat vastuksen vähenemistä, jolloin verenpaine on matala (Stenberg 2019, 834). Päinvastoin fREM-unen aikana on suuria verenpaineen nousuja ja sykkeen tihentymistä (Stenberg 2019, 834).

Tuki- ja liikuntaelimistössä tapahtuu muutoksia lihasjänteudessa. Lihasjänteys alentuu NREM-unessa (Carley & Farabi 2016, 7; Rozov 2016, 1; Stenberg 2019, 832–833; Falup-Pecurariu ym. 2021, 3) ja on alimmillaan REM-unessa (Carley & Farabi 2016, 7; Rozov 2016, 2; Stenberg 2019, 832–833; Jones 2020, 6; Partonen ym. 2020, 2471), kunnes fREM-unessa ilmenee raajojen lihasnykäyksiä (Stenberg 2019, 832–833). Aistinelimistä silmissä toiminta vaihtelee univaiheittain. N1-unessa on hitaita pyöriviä silmänliikkeitä (Carley & Farabi 2016, 6; Gerstenslager & Slowik 2023), N2- ja N3-univaiheessa ei ole ollenkaan silmänliikkeitä (Gerstenslager & Slowik 2023) ja REM-unessa nähdään nopeita silmänliikkeitä (Rozov 2016, 2; Himanen & Toppila 2019, 222; Jones 2020, 6; Stenberg 2019, 832–833; Gerstenslager & Slowik 2023), joita esiintyy eritoten fREM-unessa (Stenberg 2019, 832–833).

Ruoansulatuselimistön toiminta hidastuu unen aikana. Mahalaukun tyhjeneminen sekä ruoan kulku ja imeytyminen ohutsuolessa on valvetta hitaampaa (Stenberg 2019, 836). Myös paksusuolen ja peräsuolen toiminta vähenee unen aikana. Energia-aineenvaihdunnan suhteen unenaikainen verensokeripitoisuuden säätely eroaa valveenaikaisesta, sillä elimistön paastotilasta huolimatta verensokeritaso on vakaa. (Stenberg 2019, 834,836.) Immuunijärjestelmässä lähinnä unen puute ja esto vaikuttaa sen toimintaan. On huomattu, että unen esto häiritsee normaalia immuunipuolustusta, krooninen unenpuute aktivoi immuunijärjestelmää aiheuttaen lievän tulehduksen ja useiden infektioiden yhteydessä unen määrä lisääntyy (Stenberg 2019, 836).

#### 4.4 Unen kliininen mittaaminen

Haun tuloksena löytyi seitsemän erilaista unitutkimusta, joilla unta ja valvetta voidaan mitata kliinisesti: unipolygrafia, yöpolygrafia, univiivetestti, hereilläpysymistesti, OSLER, MURT ja aktigrafia. Unipolygrafian eli polysomnografian (PSG) avulla voidaan tarkastella unen rakennetta (Carley & Farabi 2016, 6; Himanen ym. 2019, 225; Virtanen 2021, 607) ja etenemistä (Carley & Farabi 2016, 6; Virtanen 2021, 607). Tämä tapahtuu tekemällä univaiheluokitus (Carley & Farabi 2016, 6; Himanen ym. 2019, 225; Virtanen 2021, 607) REM-uneen ja NREM-unen eri vaiheisiin jakamalla uni 30 sekunnin jaksoihin (Carley & Farabi 2016, 7; Virtanen 2021, 607) eli epokkeihin (Gerstenslager & Slowik 2023). Unijaksot tunnistetaan ja pisteytetään niille tyypillisten aaltomuotojen ja tapahtumien perusteella (Carley & Farabi 2016, 6). Unipolygrafiassa potilaasta mitataan EEG, EKG, silmien liikkeet, leuanaluslihasten jännitys, jalkojen liikkeet, veren happikyllästyneisyys, rintakehän ja vatsan hengitysliikkeet sekä suun ja nenän hengitysvirtaukset (Carley & Farabi 2016, 6; Virtanen 2021, 606; Gerstenslager & Slowik 2023), kuorsaus, kehon liikkeet, nukkumisasento (Virtanen 2021, 606; Gerstenslager & Slowik 2023), sekä tarvittaessa uloshengityksen tai kudosten hiilidioksidiosapaine (Virtanen 2021, 606). Tutkimus toteutetaan yleensä sairaalassa, jolloin lisäksi potilas videoidaan (Virtanen 2021, 607). Unipolygrafia voidaan toteuttaa myös liittämällä koko pään kattavaan EEG-rekisteröintiin unipolygrafian lisäkanavat, jolloin pitkäaikaisrekisteröinti mahdollistuu (Virtanen 2021, 607). Tällöin puhutaan laajasta video-polysomnografiasta (Himanen ym. 2019, 225).

Yöpolygrafiassa (eng. cardiorespiratory polygraphy, home sleep apnea testing) (Himanen ym. 2019, 225) saadaan tietoa potilaan unenaikaisesta hengittämisestä ja sen mahdollisista häiriöistä sekä asennosta ja liikehdinnästä. Yöpolygrafia on suppeampi kuin unipolygrafia ja se toteutetaankin yleensä kotona (Virtanen 2021, 607). Yöpolygrafiassa potilaasta mitataan hengitysilman virtausta nenästä ja suusta termistorilla, nenähengityksen paineprofiilia ja virtausta, hengitysliikkeitä vatsan päältä ja rintakehältä, veren

happikyllästyneisyyttä, kuorsausta, nukkumisasentoa ja liikehdintää sekä lisäkytkennän avulla myös jalkojen liikehdintää (Virtanen 2021, 606–7).

Tutkimuksesta saatava tieto unen rakenteesta on tosin viitteellistä, sillä siinä ei rekisteröidä EEG:tä (Himanen ym. 2019, 225).

Univiivetesti, MSLT (Multiple sleep latency test) (Virtanen 2019, 236; Virtanen 2021, 608), mittaa potilaan fysiologista nukahtamisalttiutta ilman ulkoisia häiriötekijöitä (Krahn ym. 2021, 2489) eli sitä kuinka pitkään potilas pysyy hereillä ennen nukahtamista (Virtanen 2021, 608). Testi suoritetaan unipolygrafian jälkeen (Virtanen 2019, 236; Krahn ym. 2021, 2490; Virtanen 2021, 608), jossa arvioidaan unen rakenne ja varmistetaan riittävä yöuni (Krahn ym. 2021, 2492). Univiivetesti koostuu 4–5 kokeesta, jotka toteutetaan kahden tunnin välein toisistaan (Virtanen 2019, 236; Krahn ym. 2021, 2490; Virtanen 2021, 608) päivän aikana (Virtanen 2019, 236; Virtanen 2021, 608).

Ensimmäinen rekisteröinti aloitetaan 1,5–3 tuntia heräämisestä (Virtanen 2019, 236; Krahn ym. 2021, 2490; Virtanen 2021, 608). Rekisteröinnin aikana potilas makaa vuoteessa pimeässä huoneessa silmät suljettuina ja yrittää nukahtaa (Krahn ym. 2021, 2490; Virtanen 2021, 608). Yksittäinen koe lopetetaan, jos potilas ei nukahda 20 minuutissa. Jos potilas nukahtaa, koetta jatketaan vielä 15 minuuttia. (Virtanen 2019, 237; Krahn ym. 2021, 2490; Virtanen 2021, 608.)

Hereilläpysymistesti, MWT (maintenance of wakefulness test) (Virtanen 2019, 237; Virtanen 2021, 608), mittaa potilaan kykyä pysyä hereillä (Virtanen 2019, 237; Krahn ym. 2021, 2489) virikevapaissa olosuhteissa (Krahn ym. 2021, 2489). Hereilläpysymistestissä potilas pyrkii pysymään hereillä (Virtanen 2021, 608). Edeltävän yön unipolygrafia ei ole edellytys tutkimukselle (Virtanen 2019, 237; Krahn ym. 2021, 2493; Virtanen 2021, 608), mutta testi tulisi suorittaa potilaan tärkeimmän unijakson jälkeen (Krahn ym. 2021, 2493), mikä tarkoittaa vähintään kuuden tunnin yöunia (Virtanen 2021, 608). Hereilläpysymistesti koostuu neljästä 40 minuutin kokeesta, jotka toteutetaan kahden tunnin välein toisistaan (Krahn ym. 2021, 2493; Virtanen 2021, 608) päivän aikana (Virtanen 2021, 608). Ensimmäinen rekisteröinti aloitetaan 1,5–3 tuntia heräämisestä (Krahn ym. 2021, 2493; Virtanen 2021, 608). Tutkimus tapahtuu silmät auki

hämärässä ja ärsykeettömässä huoneessa (Krahn ym. 2021, 2493; Virtanen 2021, 608), jossa potilas istuu joko tuolilla (Virtanen 2021, 608) tai sängyssä (Krahn ym. 2021, 2493). Yksittäinen koe lopetetaan viimeistään 40 minuutin kuluttua tai aikaisemmin, jos potilaalla todetaan kolme peräkkäistä N1-unijaksoa tai yksi unijakso mitä tahansa muuta univaihetta (Virtanen 2019, 237; Krahn ym. 2021, 2494; Virtanen 2021, 608).

OSLER (Oxford Sleep Resistance test) on behavioraalinen testi, jossa potilas painaa merkinantonappia nähdessään himmeän, sekunnin kestoisen valonvälähdyksen (Virtanen 2019, 238; Virtanen 2021, 609), joka toistuu kolmen sekunnin välein (Virtanen 2019, 238). OSLER mittaa potilaan vireystilan ylläpitokykyä (Virtanen 2019, 238) painallusvirheiden määristä (Virtanen 2021, 609), laskemalla valovälähdysten ja merkinantopainallusten vastaavuutta (Virtanen 2019, 238). 4–6 perättäistä painallusvirhettä kertoo jo reagoitokyvyn alentumisesta (Virtanen 2019, 238). Tutkimusasetelmaan kuuluu hämärä huone, jossa potilas istuu edessään näyttö. Tutkimus toistetaan kolmesti ja kahden tunnin välein, yhden tutkimuskerran kestäen 40 minuuttia. (Virtanen 2021, 609.) MURT (Multiple Unprepared Reaction Time test) on OSLER-testin sovellus, jossa vireystilaa arvioidaan reaktionopeuden avulla. Potilaan tulee reagoida 1–10 sekunnin välein toistuviin näkö- ja kuuloärsykkeisiin 100 kertaa kymmenen minuutin sisällä. (Virtanen 2019, 238.)

Aktigrafiassa ei-hallitsevaan ranteeseen puettava anturi arvioi uni- ja valvejaksoja liikedatan avulla (Carley & Farabi 2016, 7; Virtanen 2021, 609). Aktigrafian avulla saadaan tietoa vuoteessaoloajasta, kokonaisunijasta, unen tehokkuudesta, viiveistä vuoteeseenmenosta nukahtamiseen sekä unen rikkonaisuutta ja vuorokausirytmisiä kuvaavista muuttujista (Virtanen 2021, 609). Tyypillinen aktigrafian käyttöjakso on 1–2 viikkoa (Alakuijala 2019, 235; Virtanen 2021, 609). Mittauslaite sisältää valoisuusanturin ja useita kiihtyvyyssantureita (Carley & Farabi 2016, 7), jotka rekisteröivät hetkellisen kiihtyvyyksien summan ja tallentaa sen 1–60 sekunnin jaksoissa (Virtanen 2021, 609). Useimmissa mittauslaiteissa on myös merkinantonappi (Alakuijala 2019, 235), jota potilas painaa nukkumaan mennessään ja herätessään (Carley & Farabi 2016, 7;

Alakuijala 2019, 235; Virtanen 2021, 609). Täten vuoteessaoloajan tarpeeksi pitkät rauhalliset jaksot tulkitaan uneksi ja liikehdintäjaksot valveeksi (Virtanen 2021, 609). Aktigrafiarekisteröinnit visualisoidaan aktogrammina (Alakuijala 2019, 235).

#### 4.5 Unen ja valveen erot

Elimistön toiminnassa on lukuisia erilaisuuksia unen ja valveen välillä. Unelle ominainen käyttäytyminen, tajunnan menetys, liikkumattomuus (Carley & Farabi 2016, 6; Rozov 2016, 1; Andrillon 2023, 649), ohimenevä reagoitakyvyn menetys ulkoisiin ärsykkeisiin (Andrillon 2023, 649), tyypillinen kehonasento ja silmien kiinnipito (Carley & Farabi 2016, 6), on fundamentaalinen eroavaisuus valveeseen. Aivokuoren aktivaatio on välttämätöntä valveelle (Carley & Farabi 2016, 5), sen sijaan unessa tämä aktivaatio vähenee (Himanen & Toppila 2019, 221) ja nähdään hidasaaltotoimintaa (Partonen ym. 2020, 2471). Myöskään tiettyjä EEG-muutoksia, kuten delta-aaltoja ja unispindeleitä, ei valveessa esiinny terveillä henkilöillä (Wigren & Stenberg 2015, 151). Aivojen välittäjäainetoiminnassa on huomattavia eroja, kun valvetta ylläpitävistä kuudesta eri välittäjäaineista vain asetyylikoliini aktivoi aivokuorta REM-unen aikana (Wigren & Stenberg 2015, 152). Muita elimistön unenaikaisia fysiologisia muutoksia, esimerkiksi hengityselimistössä, on jo esitelty yksityiskohtaisesti Elimistö unen aikana -osiossa.

Unen perimmäisiin tehtäviin kuuluu hermoston toiminnan ylläpito ja aineenvaihduntatuotteiden poisto aivoista. Valveen aikana aivot vastaanottavat uutta tietoa, hermosolujen välille syntyy uusia synapseja ja olemassa olevat synapsit vahvistuvat oppimisen myötä. Tämä vaatii energiaa ja tilaa sekä vähentää aivojen muovautumiskykyä ja siten oppimista. Resursseja ei kuitenkaan ole alituiselle kasvulle, minkä takia synapsien määrää täytyy voida rajoittaa. Unen aikana uusi tieto integroituu vanhaan, turhat hermoyhteydet ja synapsit karsitaan sekä merkittävät hermoyhteydet vahvistuvat. (Wigren & Stenberg 2015, 151–153.)

Synaptisen homeostaasin teoria ja aktiivisten synapsien konsolidaatioteoria ehdottavat, että unella on merkittävä rooli aivojen hermoyhteyksien tehostamisessa. Synaptisen homeostaasin teorian mukaan synapsien määrää rajoitetaan unenaikaisella aivojen hermosolujen heikkojen synapsien karsimisella (Wigren & Stenberg 2015, 152). Karsimisen jälkeen jäljelle jäävät vahvat synapsit ovat voimakkaita päivän aikaisia ärsykeitä, joiden synapsit ovat jo valmiiksi vahvoja ennen yön alkua tai synapseja, joita aktivoi ja vahvistaa aikaisempien muistien aktivoituminen. Lopputuloksena aivojen kokonaissynaptinen nettovoimakkuus säilyy. (Wigren & Stenberg 2015, 152.)

Aktiivisten synapsien konsolidaatioteorian mukaan synapsit vahvistuvat unen aikana kertaamisesta ja muodostavat pysyvän muistijäljen. Päivän aikana syntyneet uudet synapsit, jotka uudelleen aktivoituvat unessa, vahvistuvat ja jäävät pysyviksi, kun sen sijaan unenaikaisesta aktivoitumisesta paitsi jääneet synapsit häviävät. Unen aikana aivot kertaavat päivän tapahtumia ja valitsevat ne, jotka painetaan mieleen. (Wigren & Stenberg 2015, 151,153.)

Valveen aikana aivokudokseen kertyy aineenvaihduntatuotteita, eikä aivokudoksessa ei ole imusuonia, jotka kuljettaisivat kuona-aineita isoon verenkiertoon (Lohela ym. 2020). Aivojen kuona-aineiden poistosta huolehtii glymfaattinen järjestelmä (Wigren & Stenberg 2015, 154; Lohela ym. 2020), joka perustuu aivoverisuonia ympäröivien perivaskulaaritulojen ja astrozyttien akvapotiini 4 (AQP4) -vesikanavien toimintaan (Lohela ym. 2020). Näitä reittejä myöten lukinkalvonalainen aivo-selkäydinneste pääsee virtaamaan aivokudokseen ja sieltä pois, vieden mukanaan aineenvaihduntatuotteet (Lohela ym. 2020). Unen rooli glymfaattisen järjestelmän toiminnassa on merkittävä. Unen aikana soluvälitila laajenee (Wigren & Stenberg 2015, 154–155; Lohela ym. 2020) huomattavasti verrattuna valveeseen (Wigren & Stenberg 2015, 154–155), mikä tehostaa glymfaattista virtausta aivoissa (Wigren & Stenberg 2015, 154–155; Lohela ym. 2020). Täten suuri osa aivojen kuona-aineista poistuu nimenomaan unen aikana.



#### 4.6 Opinnäytetyön tuloksena syntynyt oppimateriaali


Opinnäytetyön tuotoksena valmistui kaksiosainen Microsoft PowerPoint -esitys unen fysiologiasta sekä tämän esityksen oppisisältöön perustuva tietotesti. Ensimmäisessä diaesityksessä on 18 diaa ja toisessa diaesityksessä 25 diaa, joihin sisältyy oppimateriaalin lisäksi kansidia, esityksen sisältöä esittelevä dia ja kolmen dian pituinen lähdeluettelo. Jako kahteen diaesitykseen johtuu verkkoalustan teknisistä rajoitteista, minkä aiheutti yksittäisen diaesityksen suuri tiedostokoko. Oppimateriaali jaetaan esityksissä viiteen eri pääosioon mukaillen kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymyksiä: unen rakenne ja eteneminen, unen ja vireystilan säätely, elimistö unen aikana, unen kliininen mittaaminen sekä unen ja valveen erot. Pääosioista kaksi ensimmäistä muodostavat ensimmäisen diaesityksen ja loput kolme muodostavat toisen diaesityksen. Tietotesti sisältää 31 monivalintatehtävää, jossa kerrotaan väittämiä unen fysiologiasta. Testin suorittajan tulee valita diaesityksistä oppimaansa perustuen, onko väittämä oikein vai väärin. Kaikki tuotettu materiaali unen fysiologiasta kootaan verkkooppiympäristöön unihoitajakurssin yhdeksi aihekokonaisuudeksi.

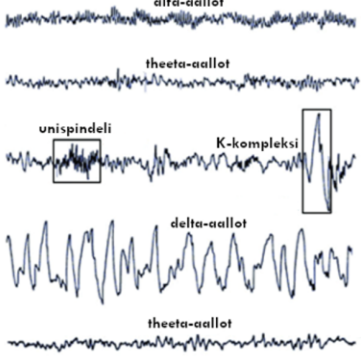
Diaesityksissä käytetään Turun Ammattikorkeakoulun omaa PowerPoint -diapohjaa ja sen ulkoasu on oppimaan innostava, yhtenäinen, siisti ja selkeä. Dioissa hyödynnetään Microsoft PowerPointin omaa SmartArt-grafiikkaa (Kuva 5.), kuvapankin kuvia sekä kuvakkeita, joita yhdistelemällä on luotu dian sisältöä kuvaavaa grafiikkaa (Kuva 6.). SmartArt-grafiikka havainnoi tietoja visuaalisesti ja pitää sisällään erilaiset graafiset luettelot, prosessikaaviot, Venn-kaaviot ja organisaatiokaaviot. Diaesitykset sisältävät lisäksi yhteensä kahdeksan relevanttia ja havainnollistavaa kuvaa käsiteltävistä ilmiöistä oppimisen tueksi (Kuva 4.). Oppisisällön visuaalisessa presentaatiossa sekä tiedon keskittämisessä vahvasti hyödynnetään Microsoft PowerPointin taulukko-ominaisuutta (Kuva 4.). Esitykset sisältävät yhteensä kahdeksan taulukkoa oppisisällöstä.

## Unen eri vaiheet aivosähkökäyrässä (EEG)

Taulukko 1. Unen eri vaiheet ja hereillä olo aiheuttavat EEG:ssä niille tyypillisiä muutoksia.

Univaihe	Tyypilliset muutokset EEG:ssä
Valve	Matala-amplitudinen ja sekataajuinen EEG-käyrä [1,15], kun potilaan silmät ovat auki [15]. Alfa-aaltoja [1,15] uneliaassa valveessa [1] kun silmät ovat kiinni [15].
N1-uni	Alfa-rytmi häviää [1] ja tilalle theeta-aaltoja [1,15].
N2-uni	Unispindeleitä [1,5,3,2,15] eli unisukkuloita [3], jotka ovat purkausmaisia aaltosarjoja [1]. K-komplekseja, jotka ovat tarkkarajaisia kaksivaiheisia aaltoja [1,15].
N3-uni	Delta-aallot, jotka ovat hitaita [1,2,4,5,15] ja korkea-amplitudisia [15].
REM-uni	Valvetta muistuttava EEG-käyrä [1,4]. Sahalaitaisia theeta-aaltoja [1,15]. Delta-aallot häviävät [4].





(Kuva: Muokattu, alkuperäinen kuva Carley & Farabi 2016)

Kuva 2. Tyypillisiä valve- ja univaiheiden EEG muutoksia.

Kuva 4. Tuotoksen dia, jossa havainnollistava kuva ja tietoa kokoava taulukko unen eri vaiheiden tyypillisistä EEG-muutoksista.

Oppimateriaalissa huomioidaan tiedon saavutettavuus. Tekstiviitteet toteutetaan diaesityksissä numeroviitejärjestelmän avulla merkitsemällä viitteet tekstiin hakasulkujen ympäröimällä numerolla, jota vastaavat lähdetiedot löytyvät numeroidusta lähdeluettelosta. Numeroviitejärjestelmän hyödyntäminen tukee tekstin helppolukuisuutta, koheesiota ja minimoi pirstaleisuutta samalla mahdollistaen huolellisen lähteisiin viittaamisen ja materiaalin eettisyyden (Kuva 6.). Dioiden sisältämä informaatio jäsennellään luettelomerkkien avulla siten, että oppimateriaalin pääsisältö on diassa fonttikooltaan ja luettelotasoltaan suurempi, kuin sitä täydentävä sisältö (Kuva 7.).

Diaesityksien oppisisällön välttämättömille havainnollistaville kuville on luotu vaihtoehtoiset tekstit, joissa kerrotaan napakasti kuvan sisältämä tieto. Näin mahdollistetaan dian kokonaisuuden ymmärtäminen myös niille henkilöille, jotka eivät näe kuvaa. Diaesitykset voi myös kokonaisuudessaan kuunnella luennon kaltaisesti Microsoft PowerPointissa lukuun ottamatta kahta viimeistä lähdeluettelon diaa. Esityksien äänitallenteet löytyvät joko dian oikeasta yläreunasta tai dian otsikon vierestä kaiutinsymbolia klikkaamalla (Kuva 4.).

Diaesityksien navigoinnin helpottamiseksi pääosioden otsikot erotellaan muista otsikoista numeroinnin ja fontin punaisen värin avulla (Kuva 5.).




Kuva 5. Tuotoksen dia, jossa SmartArt-grafiikkaa aihekokonaisuudesta ja muista otsikoista erottuva pääosion otsikko.

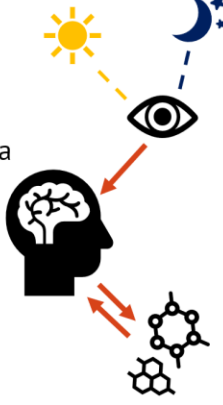
Diaesityksien ensimmäinen osio käsittelee sisällöllisesti unen rakennetta ja etenemistä univaihejaon, hypnogrammin sekä valve- ja univaiheiden tyypillisten EEG-muutoksien avulla. Dioja havainnollistaa kuvat hypnogrammista ja erilaisista EEG-muutoksista sekä taulukon näistä aivosähkökäyrän valve- ja univaihespesifeistä muutoksista (Kuva 4.). Toinen osio käsittelee unen ja vireystilan säätelyä seuraavien teemojen kautta: unen homeostaattinen säätely, unen sirkadiaaninen säätely, unen säätelyn kahden prosessin malli, unen ja valveen vuorottelu, unta ja vireystilaa säätelevä aivoverkosto, unta ylläpitävät ja aikaansaavat mekanismit sekä valvetta ylläpitävät ja aikaansaavat mekanismit. Koska toisen osion sisältö on laaja, hyödynnetään sen ensimmäisessä diassa SmartArt-kuviota kokonaisuuden hahmottamisen tukemiseksi (Kuva 5.). Osion dioista löytyy kuvat unen säätelyn kahden prosessin mallista sekä unta ja vireystila säätelevästä aivoverkostosta sekä taulukot jälkimmäisessä kuvassa

käytetyistä lyhenteistä ja valveelle tyypillisistä välittäjäaineista. Muissa osion dioissa hyödynnetään kuvakkeita ja niiden yhdistelmiä (Kuva 6.).

## Unen sirkadiaaninen säätely



- Elimistön keskuskello sijaitsee suprakiasmaattisessa tumakkeessa (SCN) [2,3,22], hypothalamuksessa [3].
  - Tahdistinsoluja, joilla noin 24 tunnin rytmi, joka asetetaan päivittäin 24 tuntiin ulkoisten säätelijöiden avulla [3].
- SCN saa tiedon valoisuudesta suoraan silmien verkkokalvulta ja säätelee käpyrauhasten melatoniini tuotantoa [2,3].
  - Valo aktivoi SCN:ta käskemään käpyrauhasta lopettamaan melatoniinin syntetisoimista [3].
  - Unihormoni melatoniini vähentää SCN:n vireysvaikutuksia ja helpottaa unensaantia sekä auttaa pysymään unessa [3].




Kuva 6. Tuotokset dia, jossa rakennettu kuvakkeita yhdistelemällä dian sisältöä kuvaavaa grafiikkaa.

Kolmannessa osiossa syvennytään elimistöön unen aikana ja se koostuu yhdestä isosta taulukosta, joka jakaantuu kolmelle peräkkäiselle dialle. Taulukossa esitellään unenaikaisia fysiologisia muutoksia elimistössä, joita nähdään hermostossa, tuki- ja liikuntaelimistössä, silmissä, elimistön lämmönsäätelyssä, hengityselimistössä, verenkiertoelimistössä, umpieritysjärjestelmässä, ruoansulatuselimistössä, immuunijärjestelmässä ja energia-aineenvaihdunnassa.

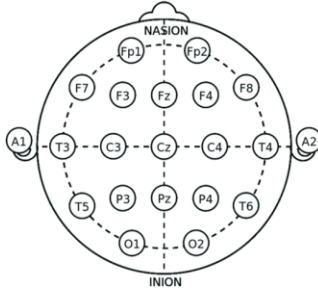
Neljännän osion aiheena on unen kliininen mittaaminen. Osiossa käsiteltäviä unitutkimuksen työkaluja ovat unipolygrafia (PSG), laaja video-polysomnografia, yöpolygrafia, univiivetestti (MSLT), hereilläpysymistesti (MWT), OSLER (Oxford sleep resistance test), MURT (Multiple unprepared reaction time test) ja aktigrafia. Osion ensimmäisessä diassa aiheeseen johdattelee edellä mainituista unitutkimuksista koostettu kuvio sekä taulukko unitutkimuksista ja niiden diagnostisista käyttötarkoituksista. Dioja havainnollistaa kuvakkeet ja

kuvat kansainvälisestä 10–20 EEG-järjestelmän elektrodien sijoituspaikoista, unipolygrafian eri univaiheiden epokeista sekä unipäiväkirjasta yhdessä aktogrammin kanssa (Kuva 7.). Sen sijaan unipolygrafiassa mitattavat suureet ja anturit, univiive- ja hereilläpysymistestin rekisteröinnin vähimmäisvaatimukset ja aktigrafiasta saatava data unesta löytyy taulukoituna.

## Unipolygrafia (PSG, polysomnografia)



- Saadaan tietoa unen rakenteesta [1,9,10] ja etenemisestä [1,10] lukuisten anturien avulla [1,9].
- Tehdään univaiheluokitus [1,9,10,15] REM-uneen ja NREM-unen eri vaiheisiin [1,10].
  - Uni jaetaan 30 sekunnin jaksoihin [1,15], eli epokkeihin [15], jotka tunnistetaan ja pisteytetään niille tyypillisten aaltomuotojen ja tapahtumien perusteella [1].
  - Univaiheiden pisteytys perustuu EEG:n, EOG:n (elektro-okulografia) ja submentaalisen EMG:n (elektromyografia) kriteereihin [15].
    - EEG-elektrodit asetetaan kansainvälisen 10-20-järjestelmän mukaisesti [15].
- Tutkimus toteutetaan yleensä sairaalassa [10].
- Voidaan toteuttaa liittämällä koko pään kattavaan EEG-rekisteröintiin unipolygrafian lisäkanavat [10].
  - Pitkäaikaisrekisteröinti mahdollistuu [10].
  - Puhutaan laajasta video-polysomnografiasta [9].



(Kuva: Rojas ym. 2018)  
Kuva 5. Kansainvälisen EEG 10-20 järjestelmän elektrodien paikat.

Kuva 7. Tuotoksen dia, jossa havainnollistava kuva ja synteesiä unipolygrafiasta.

Viidennessä ja viimeisessä osiossa käsitellään unen ja valveen eroja, mikä sellaisenaan on hyvin laaja aihealue. Osion ensimmäisessä diassa luonnehditaan lyhyesti unta ja valveen eroja käyttäytymisen, aivokuoren aktivaation ja välittäjäainetoiminnan näkökulmasta. Seuraavaksi esitellään unen neurologisesti merkittäviä tehtäviä ja elvyttävää vaikutusta oppimisteorioiden, eli synaptisen homeostaasiteorian ja aktiivisten synapsien konsolidaatioteorian, ja glymfaattisen järjestelmän näkökulmasta. Dioista löytyy kuva glymfaattisen järjestelmän anatomisista rakenteista ja aivo-selkäydinnesteen virtauksesta aivokudoksessa, muuten osiossa hyödynnetään kuvakkeita.

## 6 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön tutkimuseettisenä lähtökohtana käytetään Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) vuonna 2023 julkaisemia uudistuneita ohjeita hyvästä tieteellisestä käytännöstä (HTK). Opinnäytetyön jokaisessa vaiheessa ja tuotetussa verkko-oppimateriaalissa noudatetaan HTK-ohjeissa kuvailtuja hyviä toimintatapoja. Hyvä tieteellinen käytäntö pitää sisällään seuraavat kohdat: rehellisyys, vastuunkanto, tutkijoiden ja aikaisemman työn kunnioittaminen, asianmukaiset lähdeviittaukset, luotettavuus ja laadun varmistaminen yleisen huolellisuuden ja tarkkuuden avulla (TENK 2023; Vilkka 2023). Katsauksessa ei käytetä vilppiä. Vilpiksi luokitellaan sepittäminen, vääristely ja plagiointi (TENK 2023). Kirjallisuuskatsaus on tutkimus olemassa olevista tutkimuksista (Niela-Vilen & Hamari 2016, 23; Vilkka 2023) ja siinä käytetään julkisia tutkimuksia, täten ei käsitellä henkilötietoja, eikä tarvita tutkimuslupia.

Kirjallisuuskatsaus ja koko opinnäytetyöprosessi on kuvattu huolellisesti ja yksityiskohtaisesti, jotta tulokset olisivat mahdollista toistaa lukijan toimesta. Kotimaisissa tietokannoissa hakuosumien määrä oli mahdollista tarkastella kokonaisuudessaan läpi. Kansainvälisessä Pubmed-tietokannassa vain ensimmäiset 300 hakulausekkeen osumaa sai osansa katsauksen tekijän huomiosta, mikä mahdollistaa pientä variaatiota sieltä valituissa julkaisuissa. Aineiston valinnassa pyrittiin jäljittelemään systemaattista tietokantahakua toistaen samat hakulausekkeet Artossa ja Fintossa, sekä niiden käännetyt versiot Pubmedissä.

Kirjallisuuskatsauksen aiheisältö on hyvin erikoistunutta ja laajaa, mikä asetti haasteita verraten sairaanhoitajakoulutuksen vaatimus- ja osaamistasoon. Tämän takia katsaukseen valittujen julkaisujen arvoa on mitattu paljolti ymmärrettävyydellä ja perusteellisuudella. Eläinkokeet muodostavat perustan eksploraatiivisessa unitutkimuksessa. Siitä huolimatta katsauksessa on pitäydytty ihmisuneen perustuvissa julkaisuissa, ainoana harmaana alueena glymfaattinen järjestelmä, joka tarvitsee vielä tutkimusta ihmisissä. Katsauksessa oli huomattava määrä ohjaavia kysymyksiä, mitä olisi voinut vielä hioa.

Ensimmäinen, toinen ja neljäs ohjaava kysymys on hyvin rajattu, ja niistä tuotetussa synteesissä on paljon yhtymäkohtia useiden eri tutkijoiden välillä. Kolmas ja viides tutkimuskysymys on liian laaja, jotta aiheista olisi saanut hyvää synteesiä aikaiseksi, minkä takia niistä tuotettu tieto jää vain muutaman tutkijan varaan.

Kirjallisuuskatsauksen julkaisuista vähän vajaa puolet on englanninkielisiä. Luotettavuuden tukemiseksi englanninkielisten julkaisujen kääntämiseen sen sijaan käytettiin DeepL nimistä kääntösivustoa ja MOT Sanakirjoja, sillä opinnäytetyön tekijä ei ole kielen natiivipuhuja. Lisäksi katsauksen aihealueen termistö on hyvin monimutkaista, joten opinnäytetyön työstön aikana on useaan otteeseen tukeuduttu Finton asiasanasto- ja ontologiapalveluun.

Opinnäytetyön tuotoksena muodostunutta verkko-oppimateriaalia ei ole testattu opiskelijoilla opinnäytetyöprosessin aikana, mutta sen sisällöstä on keskusteltu sähköpostin välityksellä opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa. Verkko-opetusmateriaalin suunnitellulle käyttöalustalle on järjestetty anonyymi palautekanava, jota kautta tulevat opiskelijat pääsevät kertomaan kokemuksistaan oppisisällöstä ja -materiaalista. Toimeksiantajalle annetaan täydet käyttö- ja muokkausoikeudet opinnäytetyön tuloksena syntyneisiin materiaaleihin.

## 7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa tutkimustietoa unen fysiologiasta kirjallisuuskatsauksen avulla ja tuottaa kirjallisuuskatsauksen tuloksiin pohjautuvia laadukkaita verkko-opetusmateriaaleja. Opinnäytetyön sisältö ja tutkimuskysymykset pohjautuvat opinnäytetyöprosessin alussa luotuun määritelmään unen fysiologiasta sekä toimeksiantajan sisältötoiveisiin tuotoksessa. Unen fysiologian kokonaisuutta jouduttiin myös rajaamaan opinnäytetyöhön sopivaksi, mikä sinänsä sotii fysiologian määritelmää vastaan, jossa korostuu mahdollisimman tarkka kuvaus eri toiminnoista ja niihin liittyvistä anatomisista rakenteista. Kirjallisuuskatsauksen avulla onnistuttiin löytämään monialaisesta tutkimustiedosta sairaanhoitajalle keskeisimpiä unen fysiologiaan liittyviä aiheita, joita kuvattiin asianmukaisella tarkkuudella. Valitun tutkimustiedon pohjalta selkeän ja johdonmukaisen oppimateriaalin tuottamisessa onnistuttiin.

Opinnäytetyöprosessin aikana ei perehdytty erikseen laadukkaiden opetusmateriaalien kriteereihin. Materiaalia tuottaessa sen laadunarviointi perustui tekijän omiin kokemuksiin oppimista tukevista, mielenkiintoisista ja selkeistä opetusmateriaaleista, joista oli helppoa päästä alkuperäisen tiedon lähteille huolellisen lähde- ja tekstiviittauksen ansiosta. Tuotoksessa on pyritty huomioimaan erilaiset oppijat kuvien, taulukoiden, äänityksen ja selkeän rakenteen avulla. Jos käytössä olisi ollut enemmän resursseja, opinnäytetyöprosessiin olisi voinut sisällyttää myös verkko-opetusmateriaalien tuottamisen ohjeistuksiin ja suosituksiin perehtyminen tuotoksen laadun takaamiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli vahvistaa työssään unihäiriöistä tai unettomuudesta kärsiviä asiakkaita kohtaavien perusterveydenhuollon ammattilaisten asiantuntemusta ja valmiuksia auttaa asiakkaitaan unen normaalin fysiologian ymmärtämisen kautta. Opinnäytetyön tavoitteen onnistumisen arviointi on haasteellista ja edellyttäisi verkko-opetusmateriaalin ja siitä saadun osaamisen testaamista kohdeyleisössä eli perusterveydenhuollon



ammattilaisilla, mikä ei ole tarkoituksen mukaista, sillä opetusmateriaali menee yksin toimeksiantajan käyttöön unihoitajakoulutukseen, eikä päädy julkiseen valtakunnalliseen käyttöön. Täten olisi voinut laatia unihoitajakoulutukseen yhtenevät tavoitteet, joilla tavoitellaan verkkomateriaalia käyttäneiden terveydenhuollon ammattilaisten osaamisen kehittymistä ja siitä seuraavaa hyötyä unettomuus- ja unihäiriöpotilaille.

Unen rakenteen ja etenemisen kuvaaminen oli melko vaivatonta. Aiheesta löytyi paljon kansainvälisiä lähteitä, löytynyttä tietoa oli helppo eritellä ja muodostaa yhteenvetoa, jonka seurauksena saatu tieto oli laadukasta. Jo ensimmäisen tutkimuskysymyksen kohdalla joutui pitämään vahvasti mielessä materiaalin kohdeyleisön ja pohtimaan mikä tieto on opinnäytetyölle relevanttia. Ensisilmäyksellä univaiheille spesifien EEG-muutosten kuvaaminen voidaan kokea sairaanhoitajalle irrelevantiksi, mutta se saa tuloksia pidemmälle tarkastellessa merkityksensä unen luonteesta aivosähkötoimintana ja unipolygrafian pohjatietona.

Kokonaiskuvan hahmottamisen tueksi unen ja vireystilan säätelyn kohdalla joutui käsittelemään haastavaa tieteellistä tekstiä neurobiologiasta, -kemiasta ja -fysiologiasta, jota sai yksinkertaistaa opinnäytetyön tavoitetta ja tarkoitusta vastaavaksi. Tämä varmasti heijastuu myös oppimateriaalin lukijalle aihealueen haastavuutena, mitä on pyritty kompensoimaan diaesityksessä tiedon pilkkomisella helposti sisäistettäväksi dioiksi. Osion runko rakentui pitkälti unen ja valveen säätelymekanismien kuvauksesta, jota täydensi ja asetti kontekstiin pintapuolinen kuvaus unelle ja valveelle tyypillisten rakenteiden anatomiasta ja toiminnasta.

Elimistön unenaikainen toiminta olisi hyvin voinut olla oma opinnäytetyönsä laajuutensa puolesta. Aihealue ei myöskään suoranaisesti sovi määritelmään unen fysiologiasta, sillä tarkastelu kohdistuu unen vaikutuksiin muihin elinjärjestelmiin ja toimintoihin, joista vain osalla on merkitys itse unen muodostumisessa ja säätelyssä. Kuitenkin aihealue koettiin merkittäväksi sairaanhoitajan työn näkökulmasta ja sisällytettiin opinnäytetyöhön. Täten tuloksissa tyydyttiin esittelemään pääpiirteittäin elimistön toiminnan

unenaikaisista muutoksia, eikä esimerkiksi tiedonhaussa muodostettu erillisiä hakulausekkeita eri elinjärjestelmille.

Unen kliinisen mittaamisen menetelmät yhdistävät oppimateriaalista aikaisemmin opitun, luonteeltaan abstraktin tiedon, käytännön työhön ja auttaa oppimateriaalin lukijaa tarkastelemaan unta elimistön kokonaisvaltaisena tilana, josta saadaan tietoa erilaisilla ei-invasiivisilla antureilla. Samalla tutustutaan erikoisalan yleisiin unen ja valveen tutkimuskeinoihin ja niistä saatavaan dataan. Aiheesta löytyi hyvin kotimaista tietoa, mikä kohdistaa tiedon kuvaamaan nimenomaan kotimaisen unitutkimuksen tilannetta.

Unen ja valveen erojen käsittely opinnäytetyössä perustui pitkälti katsauksen aikana löytyneisiin unen merkitystä ja tehtäviä pohtiviin materiaaleihin. Aiheen tutkimus vaikuttaa olevan vielä alkukuopissaan ja teorioihin turvautuvaa tutkimusten kohdistuessa lähinnä eläimiin. Toisaalta on myös mahdollista, että osa unen merkityksiä käsittelevistä tutkimuksista ovat niin yksityiskohtaisia tieteellisessä kuvauksessaan, että ne ovat karsiutuneet tiedonhakuvaiheessa pois tekijän puutteellisen tietopohjan vuoksi. Käsitys ajankohtaisesta tutkimustiedosta voi myös vääristyä tutkimustiedon maksullisuuden vuoksi.

Valtakunnallinen, perusterveydenhuollon työntekijöille suunnattu unen fysiologian koulutussisältö voi olla yksi mahdollinen keino parantaa suomalaisten elämänlaatua. Univelka altistaa ylipainon kertymiselle sekä nostaa syketasoa ja verenpainetta (Partonen 2023). Hoitajien varhaisella puuttumisella unen poikkeukselliseen fysiologiaan heti terveydenhuoltojärjestelmän porraskaskeleilla ja unettomuuden käyttäytymisen kognitiivisella terapialla voitaisiin jopa kitkeä kansantauteja. Unettomuuden kognitiivisen käyttäytymisterapian menetelmien osajille on tarvetta (Järnefelt & Partonen 2022). Opinnäytetyön tuloksia tullaan hyödyntämään unettomuuden kognitiivisen käyttäytymisterapeutin pätevyyteen tähtäävässä koulutuksessa. Unettomuushoitajan erityispätevyyden saamisen yhtenä vaatimuksena on riittävä tietämys unen fysiologiasta, mikä pitää sisällään fysiologiset erot unen ja valveen aikana, fysiologiset ja biokemialliset muutokset unen aikana, unen

rakenteen ja säätelyn, aivosähkötoiminnan valveen ja unen aikana, univaiheluokituksen ja vireystilan säätelyn (Suomen unihoitajaseura ry 2021).

Erilaiset aivojen kuvantamismenetelmät sekä elimistön muutoksia seuraavat mittarit ja anturit tuovat uutta tietoa unesta, mutta edelleen unitutkimuksen pohja perustuu pitkälti kohdehenkilön kokemuseräiseen tietoon erilaisten unikyselyiden ja unipäiväkirjojen avulla. Uni ymmärretään erilaisten monimutkaisten neurokemiallisten, -biologisten ja -fysiologisten ilmiöiden summana tietyissä olosuhteissa. Pystymme vastaamaan nykyisten tutkimusmenetelmien avulla kysymyksiin, miten uni toimii sekä mistä paloista ja ilmiöistä se koostuu, mutta edelleen tarvitaan tutkimusta vastaamaan kysymykseen miksi. Mitkä ovat unen perimmäiset tehtävät, prosessit ja merkitykset, ja miksi näitä tehtäviä ei voida suorittaa valveilla? Unen paremman ymmärtämisen ja hoidon kehittymisen myötä voisimme terveydenhuollon ammattilaisina suojella ja auttaa entistä paremmin näiden tärkeiden toimintojen toteutumista.

## Lähteet

Alakuijala, A. 2019. Aktigrafia. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S-L.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) Kliininen neurofysiologia. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 235–236.

Alimoradi, Z.; Jafari, E.; Broström, A.; Ohayon, M.M.; Lin, C-Y.; Griffiths, M.D.; Blom, K.; Jernelöv, S.; Kaldo, V. & Pakpour, A.H. 2022. Effects of cognitive behavioral therapy for insomnia (CBT-I) on quality of life: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*. Vol. 64, 2.

American physiological society. N.d. What is Physiology? Viitattu 20.10.2023. <https://www.physiology.org/career/teaching-learning-resources/student-resources/what-is-physiology?SSO=Y>

Andrillon, T. 2023. How we sleep: From brain states to processes. *Revue Neurologique*. Vol. 179, No 7, 649–652.

Borbély, A. 2022. The two-process model of sleep regulation: Beginnings and outlook. *Journal of Sleep Research*. Vol. 31, No 4, 1–2. Viitattu 20.10.2023. <https://doi.org/10.1111/jsr.13598>

Carley, D.W. & Farabi, S.S. 2016. Physiology of Sleep. *Diabetes Spectrum*. Vol. 29, No 1, 5–9.

Falup-Pecurariu, C., Diaconu, Ș., Țînt, D., & Falup-Pecurariu, O. 2021. Neurobiology of sleep (Review). *Experimental and therapeutic medicine*. Vol. 21, No 3, 1–3.

Gerstenslager, B. & Slowik, J.M. 2023. Sleep Study. Viitattu 20.10.2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563147/>

Himanen, S-L. & Toppila, J. 2018. Unen neurofysiologinen säätely. Verkkoartikkeli 21.12.2018. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S-L.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) Kliininen neurofysiologia. Duodecim Oppiportti. Viitattu 19.9.2023. <https://www.oppoportti.fi/op/knf01803/do>

Himanen, S-L. & Toppila, J. 2019. Unen fysiologia, patofysiologia. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S-L.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. &

Vanhatalo, S. (toim.) Kliininen neurofysiologia. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 220–222.

Himanen, S-L.; Alakuijala, A. & Rauhala, E. 2019. Kokoyön unirekisteröinnit. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S-L.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) Kliininen neurofysiologia. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 225–227.

Järnefelt, H. & Partonen, T. 2022. CBT-I-menetelmät käyttöön unettomuuden hoidossa terveydenhuollossa. Kolumni 14.2.2022. Palveluvalikoima. Viitattu 3.5.2023. <https://palveluvalikoima.fi/-/cbt-i-menetelmat-kayttoon-unettomuuden-hoidossa-terveydenhuollossa>

Kangasniemi, M.; Utriainen, K.; Ahonen, S.; Pietilä, A.; Jääskeläinen, P. & Liikanen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. Hoitotiede Vol. 25, No 4, 291–301.

Kankkunen, P. & Vehviläinen-Julkunen, K. 2015. Tutkimus hoitotieteessä. 3.–4., painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Krahn, L.E.; Arand, D.L.; Avidan, A.Y.; Davila, D.G.; DeBassio, W.A.; Ruoff, C.M. & Harrod, C.G. 2021. Recommended protocols for the Multiple Sleep Latency Test and Maintenance of Wakefulness Test in adults: guidance from the American Academy of Sleep Medicine. Journal of Clinical Sleep Medicine. Vol. 17, No 12, 2489–2494.

Landis, C.A. 2011. Physiological and Behavioral Aspects of Sleep. Teoksessa Redeker, N.S. & McEnany, G.F. (toim.) Sleep Disorders and Sleep Promotion in Nursing Practice. New York: Springer Publishing Company.

Latvala, E. & Vanhanen-Nuutinen, L. 2003. Laadullisen hoitotieteellisen tutkimuksen perusprosessi: Sisällönanalyysi. Teoksessa Janhonen, S. & Nikkonen, M. (toim.) Laadulliset tutkimusmenetelmät hoitotieteessä. 2., uudistettu painos. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Leppäluoto, J.; Rintamäki, H.; Vakkuri, O.; Vierimaa, H. & Lauri, T. 2019. Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan. E-kirja Ellibs-kirjapalvelussa. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Lohela, T.J.; Kiviniemi, V. & Lilius, T. 2020. Glymfaattinen järjestelmä avaa aivojen padot: Aivo-selkäydinneste virtaa puhdistamaan aivoja unen ja

anestesian aikana. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Vol. 136, No 12, 1401–1409.

Lääketieteen sanasto. 2016. Viitattu 20.10.2023.

<https://www.terveyskirjasto.fi/sisalto/laaketieteen-sanasto>

Niela-Vilén, H. & Hamari, L. 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt, M.; Axelin, A. & Suhonen, R. (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Turun yliopisto.

Partonen, T. 2023. Unettomuus. Lääkärikirja Duodecim. Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 20.10.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00534>

Partonen, T.; Tuisku, K.; Nikolakaros, G. & Partinen, M. 2020. Mistä unettomuushäiriössä on kyse? Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Vol. 137, No 6, 605–610.

Patel, A.K.; Reddy, V.; Shumway, K.R. & Arajuo, J.F. 2022. Physiology, Sleep Stages. StatPearls. StatPearls Publishing. Viitattu 3.8.2023 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526132/>

Quaseem, A.; Kansagara, D.; Forcica, M.A.; Cooke, M.; Denberg, T.D. & Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians. 2016. Management of Chronic Insomnia Disorder in Adults: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. Annals of internal medicine. Vol. 165, No 2, 125–133.

Rozov, S.V. 2016. Circadian and Histaminergic Regulation of the Sleep-Wakefulness Cycle. Väitöskirja. Lääketieteellinen tiedekunta. Neurotieteiden ja anatomian osasto. Helsinki: Helsingin yliopisto. Viitattu 20.9.2023. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/5e4e8dd4-48c8-4e1f-a05a-3001e6481fa8/content>

Salminen, A. 2011. Mikä on kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Viitattu 4.5.2023. [https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)

Smyth, A. 2020. Gap in nurses knowledge of sleep health. Australian Nursing & Midwifery Journal. Vol. 27, No 1, 42.

Stenberg, T. 2019. Elimistön fysiologiaa unen aikana. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Vol. 135, No 9, 831–837.

Suomen unihoitajaseura ry. 2021.

2021\_UNIHOITAJA\_UNETTOMUUSHOITAJA\_hakukaavake. MS Word-tiedosto. Viitattu 20.10.2023. [http://unihoitajat.fi/wordpress/wp-content/uploads/UNIHOITAJA\\_UNETTOMUUSHOITAJA\\_hakukaavake26022021.docx](http://unihoitajat.fi/wordpress/wp-content/uploads/UNIHOITAJA_UNETTOMUUSHOITAJA_hakukaavake26022021.docx)

The Physiological Society. N.d. What is physiology? Viitattu 20.10.2023. <https://www.physoc.org/explore-physiology/what-is-physiology/>

Unettomuus. Käypä hoito -suositus 2023. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Unitutkimusseura ry: n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 2.5.2023. [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Vilka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. E-kirja Ellibs-kirjapalvelussa. Helsinki: Art House Oy. Vaatii kirjautumisen palveluun. Viitattu 4.5.2023. <https://www.ellibslibrary.com/fi/book/9789518849448>

Virtanen, I. 2019. Vireystilatutkimukset. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S-L.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) Kliininen neurofysiologia. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 236–238.

Virtanen, I. 2021. Unirekisteröinnit avattuina. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Vol. 136, No 22, 2470–2477.

Wigren, H-K. & Stenberg, K. 2015. Kuinka unielvyttää aivojamme? Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Vol. 131, No 2, 151–156.