

Roosa-Maria Vesa

**HENGITYSTOIMINTOJEN MITTAAMINEN JA UNEN MITTAAMI-
NEN JA ANALYSOINTI ELEKTROENKEFALOGRAFIAN AVULLA**

HENGITYSTOIMINTOJEN MITTAAMINEN JA UNEN MITTAA- MINEN JA ANALYSOINTI ELEKTROENKEFALOGRAFIAN AVULLA

Roosa-Maria Vesa
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma,
hyvinvointiteknologia
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma, hyvinvointiteknologia

Tekijä: Roosa-Maria Vesa
Opinnäytetyön nimi: Hengitystoimintojen mittaaminen ja unen mittaaminen ja analysointi elektroencefalografian avulla
Työn ohjaaja: Jukka Jauhiainen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 50

Opinnäytetyö toteutettiin koosteopinnäytetyönä. Ensimmäinen osa tehtiin keväällä 2015 ja toinen osa keväällä 2018. Ensimmäinen 5 opintopisteen osa on tietopaketti hengitystoimintojen mittaamisesta. Toinen osa on 10 opintopisteen laajuinen tutkimus unen mittaamisesta ja analysoinnista elektroencefalografian avulla.

Ensimmäisen osan tehtävänä oli selvittää yleisimpiä hengitystoimintojen mittaustekniikoita. Työssä perehdyttiin hengityselimistöön ja sen toimintaan sekä yleisimpiin hengitystoimintojen mittausmenetelmiin ja selvitettiin, kuinka mittauksia voidaan hyödyntää lääketieteessä. Työ sisältää tietoa spirometriasta ja PEF-mittauksesta, kuinka mittaukset suoritetaan ja millainen laitteisto siihen kuuluu. Opinnäytetyön ensimmäinen osa on tiivis kooste hengitystoiminnoista ja niiden tutkimustavoista.

Toinen opinnäytetyön osa on tutkimus unesta ja sen mittaamisesta käyttäen EEG:tä. Työn tavoitteena oli tehdä kattava selvitys unen, EEG:n ja unen mittaamisen teoriasta. Työssä syvennytään laajasti unen ja EEG-mittauksen teoriaan sekä siihen, kuinka EEG:tä voidaan hyödyntää unen mittaamiseen ja mitä tietoja siitä saadaan irti. Työn on jaoteltu selkeästi näihin aiheisiin. Ensimmäiseksi keskitytään unen teoriaan, sen rakenteeseen ja vaiheisiin. Tämän jälkeen syvennytään EEG-mittaukseen ja esitellään sen keskeiset aihealueet. Viimeisenä käydään läpi unen EEG-rekisteröintiä ja unen aikaisia normaaleja ilmiöitä sekä mahdollisia poikkeavuuksia.

Asiasanat: hengitys, spirometria, PEF-mittaus, uni, EEG, unipolygrafia, koosteopinnäytetyö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 OPINNÄYTETYÖN ESITTELY	6
2.1 Hengitystoimintojen mittaaminen	6
2.2 Unen mittaaminen ja analysointi elektroencefalografian avulla	6
3 YHTEENVETO	8
LIITTEET	9
Liite 1 Hengitystoimintojen mittaaminen	
Liite 2 Unen mittaaminen ja analysointi elektroencefalografian avulla	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutettiin koosteopinnäytetyönä. Koosteopinnäytetyöllä tarkoitetaan opinnäytetyön jakamista osiin. Ensimmäinen osa tehtiin keväällä 2015 ja toinen osa keväällä 2018. Ensimmäisessä osiossa tutkittiin hengitystoimintoja ja niiden mittaamista. Tämä työ on liitteenä 1. Toinen osa on laajempi tutkimus unesta, EEG:stä ja unen mittaamisesta. Toinen osa on liitteenä 2.

Ensimmäisen osion tavoitteena oli tehdä tietopaketti hengitystoiminnoista ja niiden yleisimmistä tutkimustavoista. Opinnäytetyössä perehdyttiin hengityselimistöön ja sen toimintaan. Työssä selvitettiin, missä tilanteissa käytetään keuhko- ja hengitysmittauksia sekä mihin tutkimustuloksia voidaan hyödyntää.

Opinnäytetyön toisessa osassa perehdyttiin uneen, elektroenkefalografiaan (EEG) ja unen aikaiseen EEG-mittaukseen. Toisen osion tutkimustyö oli ensimmäistä osaa laajempi. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kattava selvitys unen, EEG:n ja unen mittauksen teoriasta. Jokainen osa-alue on esitelty mahdollisimman laajasti kokonaiskuvan hahmottamista varten.

2 OPINNÄYTETYÖN ESITTELY

2.1 Hengitystoimintojen mittaaminen

Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa on tutkittu hengitystä. Työssä perehdytään hengityselimistöön ja sen toimintaan sekä yleisimpiin hengitystoimintojen mittaustapoihin.

Työssä perehdytään hengitykseen, hengityselimistöön ja sen toimintaan. Kerrotaan, mitä on hengitys ja mitä sen aikana elimistössä tapahtuu. Työssä tutustutaan hengitystilavuuteen ja sen normaaliarvoihin.

Hengitystoimintoja mitataan ja tutkitaan, kun epäillään jotakin keuhkosairautta tai jos henkilöllä on hengitysvaikeuksia. Tehtäessä hengitystoimintojen mittauksia on tuloksia arvioitaessa otettava huomioon erilaisia asioita. Yleisimpiä hengitystoimintojen mittaustekniikoita ovat spirometria ja PEF-mittaukset. Spirometrialla saadaan nopea vitaalikapasiteetti, jolla selvitetään hengitystilavuuksia. PEF-mittauksessa saadaan uloshengityksen huippuvirtaus-arvot. Työssä käydään läpi nämä molemmat mittaustekniikat, niiden laitteistot sekä käyttökohteet.

2.2 Unen mittaaminen ja analysointi elektroenkefalografian avulla

Opinnäytetyön toinen osa oli teoriakooste unesta ja sen mittaamisesta käyttäen EEG:tä. Työn tavoitteena oli tehdä kattava selvitys unen, EEG:n ja unen mittaamisen teoriasta.

Työssä perehdytään uneen ja nukahtamiseen. Siinä käydään läpi unen eri vaiheet ja unisykli. Työssä tutustutaan uni-valverytmiin, sillä unen ja vireyden vaihtelu liittyy keskeisesti elimistön muuhun vuorokausivaihteluun. Unen tuotto on aktiivinen aivoprosessi. Vireyden ja unen tuotto perustuvat välittäjäaineiden erityksen aiheuttamaan signaalinkulkuun. Näin ollen työssä on paneuduttu unen kemiaan. Työssä käydään läpi myös unen tarve ja merkitys.

EEG:llä eli elektroenkefalografialla tarkoitetaan aivojen sähköpotentiaalimuutosten rekisteröintiä, yleensä pään pinnalle asetettujen elektrodien välisenä jännite-erona. Opinnäytetyössä käydään läpi EEG-mittauksen teoriaa, avataan taajuuskaistojen merkitys ja kerrotaan, kuinka EEG-rekisteröinti tapahtuu. Työssä perehdytään EEG-laitteistoon, sen elektrodeihin ja kytkentöihin. Siinä myös esitellään EEG:n aktivaatiot ja artefaktit.

Viimeisenä työssä käydään läpi unen EEG-rekisteröintiä ja unen aikaisia normaaleja ilmiöitä sekä mahdollisia poikkeavuuksia. Työssä kerrotaan, miten normaali uni näkyy EEG:ssä, ja esitellään laaja unipolygrafia, joka on yhden yön kestävä laboratoriossa nukkuttava unitutkimus.

3 YHTEENVETO

Opinnäytetyön molemmat osat antoivat paljon uutta tietoa. Molemmat osiot ovat puhtaasti teorian pohjautuvia töitä, mutta laajuudeltaan erilaisia. Töiden erilainen laajuus vaikutti niiden teko prosessiin. Aihe täytyi rajata työhön sopivalla tavalla. Myös lähteiden hankinnan kanssa täytyi osata olla kriittinen.

Ensimmäisen osan opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää yleisimpiä hengitystoimintojen mittausmenetelmiä sekä perehtyä hengityselimistöön ja sen toimintaan. Tarkoituksena oli selvittää, kuinka mittauslaitteet toimivat ja kuinka saatuja tuloksia hyödynnetään. Opinnäytetyö vastaa asetettuja tavoitteita. Työssä on perehdytty aiheisiin, jota oli tarkoituskin tutkia. Ymmärtääkseen mittausmenetelmiä ja niiden tuloksia täytyi pohjatietojen hengityselimistöstä ja hengittämisestä olla kunnossa.

Toisen osan opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä unen, elektroenkefalografian ja unen mittaamisen teoriaan kattavasti. Työssä syvennyttiin laajasti unen ja EEG-mittauksen teoriaan sekä siihen, kuinka EEG:tä voidaan hyödyntää unen mittaamiseen ja mitä tietoja siitä saadaan irti. Aihe on mielenkiintoinen, sillä uni on ihmiselle välttämätöntä ja siitä saatava tieto on korvaamatonta. Koska EEG-mittauslaitteet ovat jo vuosia olleet markkinoilla ja tietoa mittausmenetelmästä löytyi laajasti, sitä täytyi rajata selvitystyötä varten. Käytetyt lähteet täytyi osata valita, jotta työ sisältäisi luotettavaa ja ajantasaista tietoa. Opinnäytetyön asetetut tavoitteet on saavutettu, sillä työstä tuli kattava ja laaja kokonaisuus aiheesta.

LIITTEET

LIITE 1 Hengitystoimintojen mittaaminen

LIITE 2 Unen mittaaminen ja analysointi elektroencefalografian avulla

Roosa-Maria Vesa

HENGITYSTOIMINTOJEN MITTAAMINEN

HENGITYSTOIMINTOJEN MITTAAMINEN

Roosa-Maria Vesa
Opinnäytetyö, osa 1
Kevät 2015
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma,
hyvinvointiteknologia
Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
2 HENGITYSELIMISTÖ JA SEN TOIMINTA	5
2.1 Hengitys	5
2.2 Hengityselimistö	5
2.3 Hengittäminen	6
2.4 Hengitystilavuudet	7
3 HENGITYSTOIMINTOJEN MITTAUS	8
3.1 Spirometria	8
3.1.1 Käyttökohteet	8
3.1.2 Mittausvälineet	9
3.1.3 Spirometrian suoritus	9
3.2 PEF-mittaus	10
3.2.1 Käyttökohteet	10
3.2.2 Mittausvälineet	10
3.2.3 PEF-mittauksen suoritus	10
4 YHTEENVETO	12
LÄHTEET	13

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää hengitystoimintojen mittaustekniikoita. Tarkoituksena on perehtyä hengityselimistöön ja sen ominaisuuksiin sekä selvittää, mitä termi hengitystilavuudet pitää sisällään. Tavoitteena on perehtyä yleisimpiin hengitystoimintojen mittaustekniikkoihin ja selvittää niiden käyttökohteet. Opinnäytetyössä kerrotaan, kuinka mittalaitteet toimivat ja kuinka itse mittaus tapahtuu.

Päämääränä on saada kattava kokonaisuus hengitystoiminnoista ja niiden tutkimustavoista. Työssä halutaan selvittää, missä tilanteissa käytetään keuhko- ja hengitysmittauksia sekä mitä kaikkea tutkimuksista voi hyödyntää.

2 HENGITYSELIMISTÖ JA SEN TOIMINTA

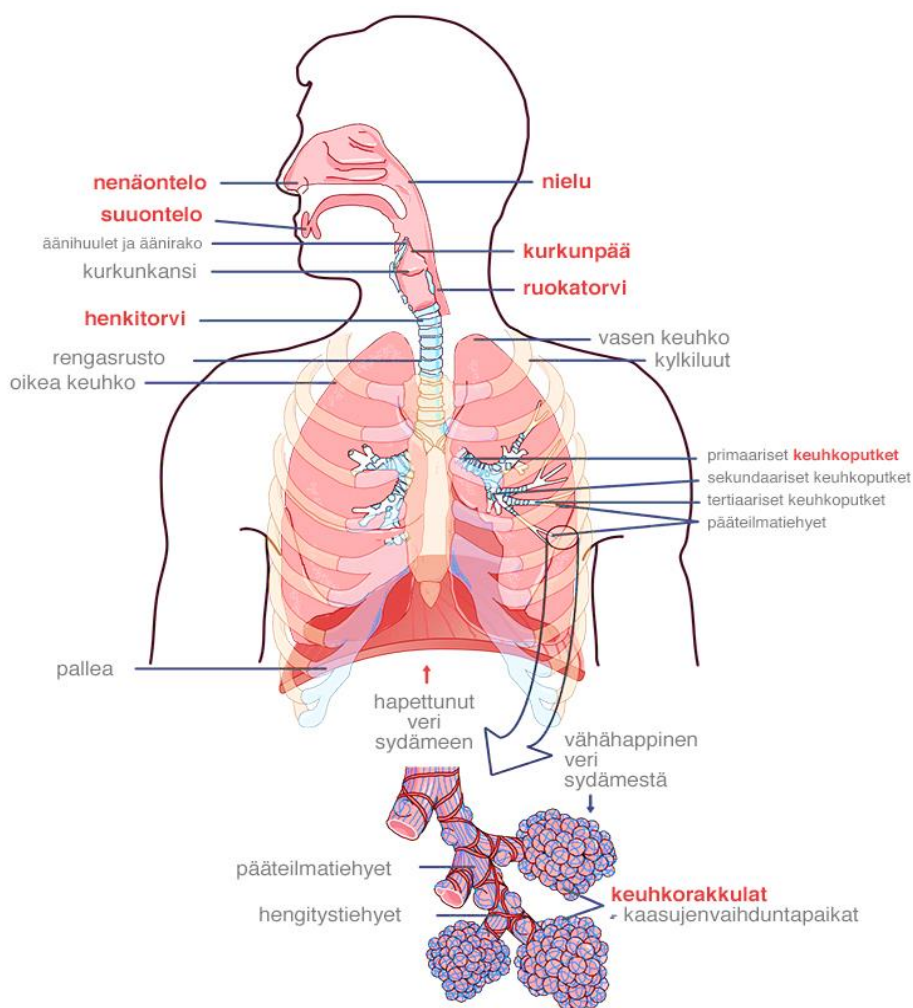
2.1 Hengitys

Ihminen tarvitsee happea elääkseen. Happea tarvitaan soluhengityksessä, jossa tuotetaan energiaa elimistön toimintoihin. Ihmisen hengityselimistön ja sen säätelymekanismien tehtävänä on huolehtia hapen saannista ja myös hiilidioksidin poistamisesta elimistöstä. Verenkiertoelimistö huolehtii molempien kaasujen kuljetuksesta. (1; 8.)

Hengitys koostuu kaikkiaan viidestä vaiheesta, joita ovat keuhkotuuletus, eli ilmaa kuljetetaan edestakaisin ulkoilman ja keuhkorakkuloiden välillä, sekä kaasujen vaihto keuhkorakkuloiden ja veren välillä. Kolmas vaihe on kaasujen kuljetus veressä, neljäs kaasujen vaihto veren ja solujen välillä, ja viides vaihe on soluhengitys. (1; 8.)

2.2 Hengityselimistö

Hengityselimistö koostuu hengitysteistä, keuhkoista ja hengityselimistä. Hengityselimet koostuvat ylähengitysteistä ja alahengitysteistä. Ylähengitysteitä ovat nenä- ja suuontelo, nielu ja kurkunpää. Alahengitystiet muodostuvat henkitorvesta ja keuhkoista, keuhkokuodos puolestaan koostuu keuhkorakkuloista, vatimoista, laskimoista ja imuteistä. Keuhkoissa ovat myös keuhkoputket ja ilmatiehyet. Hengityselimistö on esitetty kuvassa 1. (2)



KUVA 1 Hengityselimistö (2)

Pallea ja uloimmat kylkivälilihakset ovat sisäänhengitysilihaksia. Uloshengitysilihaksia ovat sisemmät kylkivälilihakset sekä vatsalihakset. Apuhengitysilihakset muodostuvat päännöykkääjälihaksesta, kylkiluunkannattajalihaksista ja pienestä rintalihaksesta. Hengityselimistö toimii tiiviissä yhteistyössä verenkiertoelimistön kanssa ja lisäksi säätelee elimistön happo-emäs-, lämpö- ja nestetasapainoa. (2)

2.3 Hengittäminen

Hengityksellä, eli keuhkotuuletuksella tarkoitetaan ilman siirtymistä keuhkoihin ja sieltä takaisin ulkoilmaan. Normaalisessa rauhallisessa hengityksessä tarvitaan pelkästään sisäänhengitysilihaksia, eli palleaa ja uloimpia kylkivälilihaksia. Uloshengitys puolestaan tapahtuu passiivisesti, mikä tarkoittaa sitä, että kimmoisuutensa ansiosta rintakehä palaa

takaisin lepoasentoon. Voimakkaasti hengitettäessä, esimerkiksi urheilusuorituksen aikana, myös uloshengityslihakset, eli sisemmät kylkivälilihakset ja vatsalihakset toimivat aktiivisesti. (8)

Sisään hengitettäessä pallea supistuu ja painuu alaspäin. Myös uloimmat kylkivälilihakset supistuvat, mikä aiheuttaa sen, että kylkiluut nousevat ylöspäin. Rintaontelo laajenee, jolloin keuhkojen ilmanpaine pienenee ja keuhkoissa on alipaine. Ulkoilman paine on tällöin suurempi kuin keuhkojen, joten ilmaa virtaa keuhkoihin. (8)

Uloshengitys tapahtuu automaattisesti sisäänhengityslihasten veltostuttua. Kun pallea veltostuu, se työntyy kohti rintaonteloa ja tästä johtuu, että kylkiluut painuvat alaspäin. Rintaontelo pienenee ja paine kasvaa, joten ilma virtaa ulos. (8)

2.4 Hengitystilavuudet

Normaali hengitystaajuus aikuisella levossa on noin 12–14 kertaa minuutissa, rasiutistilassa hengitystaajuus on suurempi. Hengityksen minuuttitilavuus levossa puolestaan on noin 6–7 litraa, sillä jokaisella hengenvedolla vedetään sisään ilmaa noin puoli litraa, eli kertahengitystilavuus on noin 0,5 litraa. Rasituksessa kertahengitystilavuus voi olla jopa 4 litraa. (3; 10.)

Ihminen ei pysty puhaltamaan keuhkojaan täysin tyhjiksi, koska keuhkoputkiin jää aina noin 0,15 litraa ilmaa. Tämä estää keuhkojen kokoon painumisen, tätä nimitetään kuolleeksi tilaksi. Kun kertahengitystilavuudesta vähennetään kuollut tila, saadaan keuhkorakkuloiden ilmanvaihdon lukumääräksi yhden hengenvedon vaiheena 0,35 litraa. Keuhkorakkuloiden tuuletus on siis 4,2–4,9 litraa minuutissa. (3; 10.)

3 HENGITYSTOIMINTOJEN MITTAUS

Hengitystoimintoja mitataan ja tutkitaan kun epäillään jotakin keuhkosairautta, tai jos henkilöllä on hengitysvaikeuksia. Tutkimuksissa olisi hyvä käyttää useampaa yleisintä mittausten menetelmää, jotta saadaan luotettava tulos. Mittaukset hengitystilavuudesta eivät yksinomaan kerro kuinka tehokasta hengitystoiminta on. Havainnoilla on iso merkitys mitausten ohella. (4)

Tehtäessä hengitystoimintojen mittauksia on tuloksia arvioitaessa otettava huomioon erilaisia asioita. Täytyy huomioida, miten tutkittava jaksoi suorittaa puhallukset, tuliko tuloksista yhtä suuria, tapahtuiko ohivirtausta tai väsymistä, oliko tutkittavalla vartalotukia mittauksen aikana ja oliko mittari tutkittavalla kädessä. Myös esimerkiksi puhallusmittausten viitearvot ovat riippuvaisia tutkittavan henkilön sukupuoleen, ikään ja pituuteen. (4)

Yleisimpiä hengitystoimintojen mittaustekniikoita ovat spirometria ja PEF-mittaukset. Spirometrialla saadaan nopea vitaalikapasiteetti, jolla selvitetään hengitystilavuuksia. PEF-mittauksessa saadaan uloshengityksen huippuvirtaus-arvot. (4)

3.1 Spirometria

Hengitystilavuutta mitataan spirometrialla. Spirometria jaetaan kahteen mittaustapaan staattiseen spirometriaan ja dynaamiseen spirometriaan. Staattisessa spirometriassa tutkitaan vain hengitystilavuutta, mutta dynaamisessa spirometriassa otetaan huomioon myös ilman virtausnopeus hengitystilavuuden lisäksi. Spirometriatutkimuksessa siis mitataan ilman tilavuutta sekä virtausta, joka kulkee keuhkoihin sekä sieltä ulos. (9)

3.1.1 Käyttökohteet

Spirometria on perustutkimus keuhkoihin ja hengitykseen liittyvissä ongelmissa. Spirometrian avulla arvioidaan keuhkotuuletusta. Astman ja keuhkohtauman tutkimiseen käytetään spirometriaa. Spirometria on myös käytössä silloin, kun tutkitaan keuhkosairauksien etenemistä. (9)

3.1.2 Mittausvälineet

Spirometriatutkimuksessa käytetään pääosin virtaus-tilavuustulostuksella toimivia spirometreja. Itse spirometria-laitteisto koostuu spirometriamoduulista, kalibrointikammioista, paineletkusta, virtausanturista, nenänsulkijasta, sekä USB-anturista, joka yhdistää spirometria-laitteen tietokoneeseen, sekä tietysti ohjelmasta, joka tulkitsee saatuja tuloksia. Spirometria-laitteisto mahdollistaa keuhkojen toimintaan liittyvien mittausten ja käyrien nauhoituksen, sekä niiden katselun, tallentamisen ja myös tulostamisen. (5)

Spirometrissä saadaan graafinen tietokonetulostus. Spirometriatutkimuksesta saadaan uloshengityksen sekuntikapasiteetti FEV_1 . Nopea vitaalikapasiteetti FVC kuvaa keuhkojen toiminnallista tilavuutta ja hengityspalkeen liikkuvuutta. FEV_1 eli uloshengityksen sekuntikapasiteetin prosentiosuus nopeasta vitaalikapasiteetista kertoo, kuinka helposti uloshengitysvirtaus kulkee hengitysteissä. Puhalluskäyrästä pystytään myös laskemaan ulospuhalluksen maksimaalinen keskivaiheen virtaus MMEF, joka on siis puhalluksen kahden keskimmäisen tilavuusneljänneksen ja niiden puhaltamiseen käytetyn ajan suhde. MMEF ilmaisee ilman virtauksen helppoutta pienissä, sekä keskikokoisissa hengitysteissä. (11)

3.1.3 Spirometrian suoritus

Ennen tutkimuksen suorittamista tulee varmistaa laitteiston toimivuus ja kalibrointi. Tutkimusta suoritettaessa tutkittavan on hyvä istua tukevalla ja sopivan korkuisella tuolilla. Tutkittavan nenä suljetaan puhallusten ajaksi nenänsulkijalla. Suukappale asetetaan tiivistii suuhun mittauksen ajaksi. Keuhkot täytyy vetää ihan täyteen ilmaa ennen maksimaalista, mahdollisimman nopeaa ja onnistunutta ulospuhallusta. Näin kaikki mahdollinen puhallettavissa oleva ilma saadaan rekisteröityä. (11)

Että tuloksista saadaan mahdollisimman luotettavia, pitää saada vähintään kolme yhdenmukaista tilavuus-aikakäyrää oikealla tekniikalla puhallettuna. Kun on saatu onnistunut rekisteröinti, mitataan käyrästä suurimmat FEV_1 eli uloshengityksen sekuntikapasiteetti ja FVC, nopea vitaalikapasiteetti arvot. Mittaustulosten suurin ja toiseksi suurin arvo ei saa erota toisistaan yli neljällä prosentilla, jotta saadaan luotettava tulos. Tulos ilmoitetaan BTPS-yksikköinä eli kehon lämpötilan mukaisesti korjattuina. (11)

3.2 PEF-mittaus

Spirometriaa yksinkertaisempi mittaustekniikka on PEF-mittaus. PEF-mittauksessa mitataan uloshengityksen huippuvirtausta. PEF-arvot vaihtelevat henkilöstä riippuen aikuisilla arvot ovat 360–840 l/min, lapsilla ja nuorilla arvot liikkuvat välillä 150–840 l/min. PEF-arvoon vaikuttavat henkilön sukupuoli, ikä ja pituus. Arvoon vaikuttaa myös rintakehän rakenteelliset ominaisuudet, kuten rintakehän elastisuus. PEF-arvoa pienentää myös lihaheikkous, sekä huono lihasvoiman käyttö. (4)

3.2.1 Käyttökohteet

PEF-mittausta käytetään erityisesti tutkittaessa astmaa, sekä kun tutkitaan astmahoidon tehokkuutta. Astma aiheuttaa ajoittaista keuhkoputkien pienentymistä, joka näkyy alhaisena PEF-arvona. Kun diagnosoidaan astmaa, seurataan PEF-arvon vaihtelua päivän aikana, eikä niinkään keskimääräistä PEF-arvoa. Terveellä henkilöllä PEF-arvot heilhtelevat 5–8 % päivän aikana. Mikäli arvot vaihtelevat vähintään kolmessa mittauksessa 20 %, viittaavat mittaustulokset astmaan. (6)

PEF-mittarilla voidaan myös seurata lääkityksen tehokkuutta. Tuloksia ennen lääkkeen ottamista ja hetki sen jälkeen verrataan. Lääke tehoaa, mikäli PEF-arvo paranee ainakin 20 %. (6)

3.2.2 Mittausvälineet

PEF-mittaukseen käytetään PEF-mittaria, joka on hyvin yksinkertainen mittalaite. PEF-mittari ei sisällä sähkötekniikkaa. PEF-mittari mittaa suurimman, vähintään 10 ms kestävästä virtauspiikistä, kun siihen puhalletaan. PEF-mittariin puhalletaan nopeasti ja voimakkaasti, puhallus liikuttaa siivekettä tai väliseinää mittarin sisällä, joka on kiinni jousessa. Siiveke jää puhalluksen maksimitason pisteeseen ja uloshengityksen huippuvirtaus arvo voidaan lukea mittarista. (7)

3.2.3 PEF-mittauksen suoritus

Maksimaalisessa uloshengityksessä huippuvirtaus saavutetaan alkuvaiheessa puhallusta. PEF-mittaukseen riittää siis lyhyt maksimaalisella voimalla tehty puhallus, kun ensin on vedetty keuhkot täyteen ilmaa. (11)

PEF-mittaus aloitetaan nollaamalla mittari, eli palautetaan se 0-asentoon. Keuhkot vedetään ihan täyteen ilmaa, ei kuitenkaan mittarista. Mittari asetetaan suuhun siten että suukappale laitetaan hampaiden väliin ja huulet ympäröivät suukappaleen tiiviisti. Ulospuhallus tehdään maksimivoimalla ja nopeasti, että keuhkot tyhjenevät ilmasta ja tämä kestää noin yhden sekunnin. Tulos katsotaan PEF-mittarista ja se kirjataan ylös. Puhallus täytyy toistaa vähintään kolme kertaa, jotta saadaan luotettava tulos. PEF- arvojen suurin ja toiseksi suurin arvo eivät saa poiketa toisistaan yli 20 l/min. Suurin arvo kertoo PEF-mittauksen tuloksen. (11)

4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää yleisimpiä hengitystoimintojen mittausmenetelmiä sekä perehtyä hengityselimistöön ja sen toimintaan. Tarkoituksena oli selvittää kuinka mittauslaitteet toimivat ja kuinka saatuja tuloksia hyödynnetään.

Opinnäytetyö vastaa asetettuja tavoitteita, työssä on perehdytty aiheisiin mitä oli tarkoituskin tutkia. Ymmärtääkseen mittausmenetelmiä ja niiden tuloksia, täytyvät pohjatiedot hengityselimistöstä ja hengittämisestä olla kunnossa. Käsite hengitystilavuudet täytyy ymmärtää, sillä hengitystoimintojen mittaus menetelmät liittyvät siihen.

LÄHTEET

1. Hengitys.Otavan Opisto. Saatavissa: http://opinnot.internetix.fi/fi/materiaalit/bi/bi4/3_ihmisen_fysiologia_ja_anatomia/12_hengitys?C:D=1531168&m:selles=1531168. Hakupäivä: 10.4.2015.
2. Hengityselinten anatomia.2014. Teva Finland. Saatavissa: <http://www.teva-respiratory.fi/asthma-and-copd/test-respiratory-system>. Hakupäivä: 10.4.2015.
3. Hengitys.2015. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Hengitys>. Hakupäivä: 10.4.2015.
4. Hengitystoimintojen mittaus- ja arviointimenetelmistä. 2009. Lihastautiliitto. Saatavissa: <http://www.lihastautiliitto.fi/cgi-bin/wafnet3.pl?id=320&kid=1>. Hakupäivä: 24.4.2015.
5. CardioPerfect Workstation SpiroPerfect–moduuli –käyttöopas. 2012. Welch Allyn. Saatavissa: http://intl.welchallyn.com/documents/Cardiopulmonary/Spirometry/WACP%20Spiro_Finnish.pdf. Hakupäivä: 17.4.2015.
6. PEF (uloshengityksen huippuvirtaus). 2008. Kustannus Oy Duodecim. Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03203. Hakupäivä: 17.4.2015.
7. Hakala, Harri 2012. PEF-SEURANTAMITTAUKSEN OHJAAMINEN: OHJEHOITOTYÖN OPISKELIJOILLE JA HOITOHENKILÖKUNNALLE. Vaasa: VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU, hoitotyön koulutusohjelma. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/46425/Hakala_Harri.pdf?sequence=1. Hakupäivä: 17.4.2015.
8. Happonen, Päivi – Holopainen, Mervi – Sariola, Hannu – Sotkas, Panu – Tenhunen, Antero – Tihtarinen-Ulmanen, Marja – Venäläinen, Juha 2011. BIOS 4. Helsinki. WSOYpro Oy.
9. Brander, Pirko – Halme, Maija – Kaarteenaho, Riitta – Kinnula, Vuokko 2013. Keuhkosairaudet, Diagnostiikka ja hoito. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim.

10. Artsila, Antti – Björkqvist, Stig-Eyrik – Hänninen, Osmo – Nienstedt, Walter 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki. WSOY.

11. Ahonen, Aapo – Hartiala, Jaakko – Länsimies, Esko – Savolainen, Sauli – Sovijärvi, Anssi – Vanninen, Esko 2012. Kliinisen fysiologian perusteet. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim.

Roosa-Maria Vesa

**UNEN MITTAAMINEN JA ANALYSOINTI ELEKTROENKEFALO-
GRAFIAN AVULLA**

**UNEN MITTAAMINEN JA ANALYSOINTI ELEKTROENKEFALO-
GRAFIAN AVULLA**

Roosa-Maria Vesa
Opinnäytetyö, osa 2
Kevät 2018
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma,
hyvinvointiteknologia
Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
2 UNI JA NUKAHTAMINEN	5
2.1 Unen vaiheet ja unisykli	5
2.2 Uni-valverytmi	8
2.3 Unen kemia	9
2.4 Unen tarve ja merkitys	11
3 EEG-TUTKIMUS	13
3.1 EEG:n taajuuskaistat	13
3.2 EEG:n rekisteröinti	14
3.3 EEG:n elektrodit ja niiden kytkennät	16
3.4 EEG:n aktivaatiot	18
3.5 EEG:n artefaktit	19
4 UNEN MITTAAMINEN	20
4.1 Unenaikainen EEG	20
4.2 Unipolygrafia	21
4.3 Univaiheluokitus	22
5 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdyttiin uneen, elektroenkefalografiaan (EEG) ja unen aikaiseen EEG-mittaukseen. Aihe on valittu sen tärkeyden vuoksi. Uni on ihmiselle välttämätöntä, ja sen puutteella tai häiriintymisellä voi olla kohtalokkaat seuraukset. Unen aikana elimistö lepää, mutta aivojen toiminta on varsin aktiivista ja EEG-mittaus mahdollistaa unen tutkimisen. EEG:n ja erityisesti unen aikaisen EEG-mittauksen avulla voidaan diagnosoida useita sairauksia ja poikkeamia aivoissa.

Työ on tyyliltään tutkimustyö. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kattava selvitys unen, EEG:n ja unen mittaamisen teoriasta. Jokainen osa-alue on esitelty mahdollisimman laajasti kokonaiskuvan hahmottamista varten.

2 UNI JA NUKAHTAMINEN

Uni on ihmisen aivotoiminnan tila. Unessa tietoinen yhteys olemassaoloon on poikki ja keho lepää. Kuitenkaan aivot eivät lepää, vaan niiden toiminta on varsin aktiivista. Unen aikana esimerkiksi päivän aikaiset voimakkaat kokemukset sekä tunnetilat kertautuvat ja järjestäytyvät uudelleen mielessämme. (1, s. 18.)

Uni on ihmiselle välttämätöntä. Aivot tarvitsevat unta ja säännöllinen yöuni on välttämätöntä aivojen normaalille toiminnalle. Unen tarve on kuitenkin yksilöllinen, eikä unen määrä korvaa sen laatua. Terveysten kannalta unen laatua pidetään siis merkityksellisempänä kuin unen pituutta. (1, s. 18.)

Unen aikana aivot elpyvät sekä niiden energiavarastot täyttyvät ja uusi tieto järjestyy. Erityisen tärkeä tehtävä unella on muistijälkien kiinnittymiselle. Unen aikana muistijäljet aktivoituvat uudelleen sekä niitä analysoidaan ja ne siirtyvät pitkäkestoiseen muistiin. Uni myös edistää tarkkaavaisuutta ja oppimista. (1, s. 19.)

2.1 Unen vaiheet ja unisykli

Unen eri vaiheissa tapahtuu muutoksia aivosähkötoiminnassa, lihastoiminnoissa, silmän liikkeissä, sydämen sykkeessä, ruumiinlämmössä ja hormonierityksessä. Yhdysvaltalaiset tutkijat Allan Rechtschaffen ja Anthony Kales ovat kehittäneet järjestelmän, jonka avulla uni voidaan luokitella eri vaiheisiin. Normaali yöuni voidaan jakaa kahteen toisistaan poikkeavaan univaiheeseen: perusuni eli Non-Rapid Eye Movement, NREM ja vilkeuni eli Rapid Eye Movement, REM. Perusuni jaetaan vielä kolmeen eri vaiheeseen unen syvyyden mukaan torkkeeksi (S1), kevyeksi uneksi (S2) ja syväksi uneksi (S3 ja S4). (2, s. 26.)

Koska aivojen aktiivisuus vaihtelee unen aikana melkein sekunnista toiseen, on Rechtschaffenin ja Kalesin järjestelmän rinnalle kehitelty uusia unen luokitusjärjestelmiä. Yksi niistä on adaptiivinen unen luokittelujärjestelmä, joka on kehitetty Suomessa. Siinä jo muutaman sekunnin jakso voidaan luokitella tiettyyn vireystilaan kuuluvaksi. Adaptiivinen luokittelu täydentää perinteisellä luokittelutavalla saatavaa kuvaa unen rakenteesta. Adaptiivisen luokittelun ansiosta päästään lähemmäs unen todellista, jatkuvaa luonnetta. (2, s. 26.)

Valvetta ei jaeta vireyden eri tasoihin, kuten unta. Valvetilassa aivosähkökäyrässä toiminta on nopeaa ja lihasjännitys yleensä korkealla. Uneliaisuuden lisääntyminen näkyy aivosähkökäyrässä mikrounena. Mikrounen aikana EEG hidastuu noin viideksi sekunniksi ja silmät tekevät hitaita muljahduksia suljettujen luomien alla. Ulospäin mikrouni näyttää ”pilkkimiseltä”, jolloin silmät menevät välillä kiinni ja pää saattaa retkahtaa. Mikrouni koetaan hetkellisenä tietoisuuden häviämisenä, ja jos mikrounesta ei havahdu heille, voi siitä vaipua hetkeksi torkkeen kautta kevyeen uneen. (2, s. 26–27.)

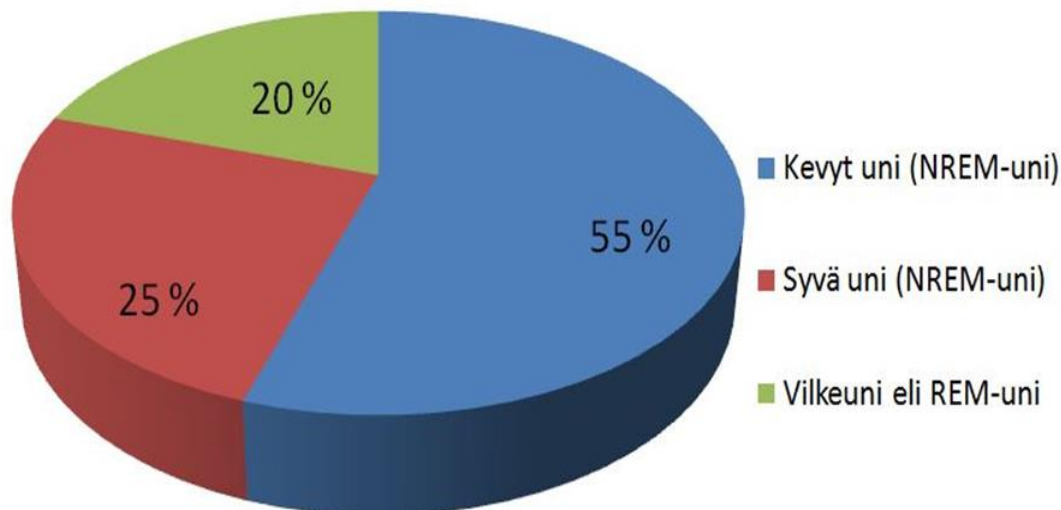
Unen ensimmäistä vaihetta eli torketta (S1) ei yleensä koeta vielä uneksi. Se on enemmänkin rentouden tila, jossa yhteys ulkoiseen ympäristöön heikkenee. Silmät ovat kiinni ja ajatus lähtee harhailemaan eri tavalla, kuin valveilla ollessa. Aivojen suorituskyky heikkenee voimakkaasti. Torkkeen aikana jonkinlainen tajua ympäristöstä kuitenkin säilyy edelleen. Normaalisti yöunesta torketta on noin viisi prosenttia. (2, s. 27–28.)

Torkkeesta siirrytään kevyeen uneen (S2). Yhteys ulkoiseen ympäristöön heikkenee huomattavasti ja esimerkiksi ulkoisiin ääniin reagoidaan enää vain satunnaisesti. Kun ihminen on ollut noin kymmenen minuuttia kevyessä unessa ja hänet herätetään, kokee hän nukkuneensa. Aikuisen ihmisen normaalista yöunesta noin puolet on kevyttä unta. (2, s. 28.)

Kevyttä unta seuraa syvä uni (S3 ja S4). Syvän unen aikana ollaan eniten eristyksissä ulkoisesta ympäristöstä. Hengitys on syvää ja syke matalalla, rentoutuminen on täydellistä. Syvästä unesta herätessä olo on uninen, koska aivot ovat vielä neurokemiallisesti unetilassa. Syvää unta pidetään usein unen elvyttävien tehtävien kannalta tärkeimpänä unen vaiheena. Aivojen energiavarastot täyttyvät ja elimistöön erittyy kasvuhormonia. Syvä unta nukutaan pääasiassa ensimmäisten 4–5 tunnin aikana, ja noin neljäsosa aikuisen normaalista yöunesta on syvää unta. (2, s. 28–29.)

Aamuyön ja aamun uni koostuu pitkälti vilke- eli REM-unesta, jota on noin viidesosa aikuisen unesta. REM-unessa aivojen toiminta muistuttaa paljon ensimmäisen vaiheen torkkumista, mutta muita yhtäläisyyksiä ei ole. Sydämen syke kiihtyy, hengitys on nopeaa ja epäsäännöllistä sekä silmät liikkuvat luomien alla nykivästi noin 30 sekunnin välein. REM-uni eli Rapid Eye Movement on nimetty silmien liikehdinnän mukaan. Iso osa yöstä koostuu erilaisista unista, joihin lasketaan hallusinaatiot ennen nukahtamista tai herää-

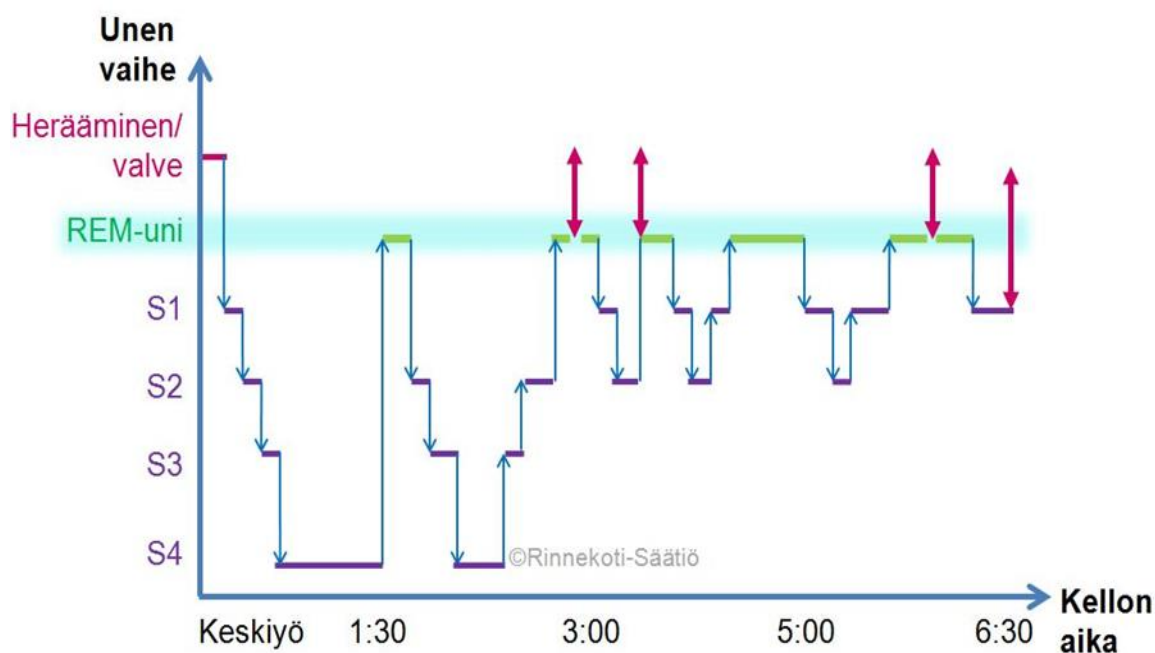
mistä. REM-uni ja uneksiminen eivät ole sama asia, ja ihminen voi olla REM-unessa näkemättä unia. Herätessä REM-unen aikana unien muistaminen on tavallista. Unen rakenne vaiheineen kokonaisuudessaan on esitetty kuvassa 1. (2, s. 29; 3, s. 87–88.)



KUVA 1. Unen rakenne (4)

Yöuneen kuuluu myös valveilla oloa. Normaalisissa unessa valveilla oloa on kuitenkin vain alle viisi prosenttia. Yön aikana muutaman kerran herääminen on täysin normaalia, kun nukahtaminen uudelleen tapahtuu noin kymmenessä minuutissa. Yleensä heräämiset tapahtuvat aamuyöllä. Aamuyöllä herääminen selittyy sillä, että suurin osa syvästä unesta on nukuttu ja pahin unentarve selätetty. Herääminen on herkempää myös siksi, että REM-unen välissä ollaan torkkeessa, ja liikkumista tapahtuu enemmän. (2, s. 30.)

Unella on siis rytmi. Unen vaiheiden vaihtelut muodostavat 90–110 minuuttia kestävästä syklin, joka on esitetty kuvassa 2. Unen vaiheet toistuvat yön aikana noin viisi kertaa peräkkäin. Syvää unta on eniten ensimmäisten tuntien aikana, ja sen vaiheet jäävät pois aamuyöstä, jolloin REM-uni tapahtuu. Ensimmäinen unisykli kestää noin 70–100 minuuttia. Sykli alkaa muutaman minuutin torkevaiheella ja jatkuu 10–25 minuuttia kestäväällä kevyellä unella. Kevyen unen jälkeen vaivutaan syvään uneen, jonka kesto on ensimmäisessä syklistä noin 25–45 minuuttia. Syvästä unesta siirrytään REM-uneen. REM-uni kestää ensimmäisessä syklistä vain muutaman minuutin. Seuraavissa sykleissä syvän unen määrä vähenee, ja REM-unen osuus puolestaan kasvaa. (1, s. 41; 2, s. 31–32.)



KUVA 2. Unisykli (5)

2.2 Uni-valverytmi

Unen ja vireyden vaihtelu liittyy keskeisesti elimistön muuhun vuorokausivaihteluun. Vuorokausirytmien tärkein säätelijä on luonnon oma valo-pimeärytmi. Sisäinen kellomme ohjaa vuorokausirytmia, ja muutokset sisäisen kellon rytmissä näkyvät nukahtamisessa ja unen ylläpidossa. Myös päiväaikaisessa vireydessä näkyvät sisäisen kellon muutokset. Sisäinen kello vie ympäristön valo-pimeärytmistä saadun signaalin luonnollisista nukkumaanmenoajoista keskushermostoon. Vireyteen vaikuttaa olennaisesti myös unen määrä ja laatu sekä valveilla vietetty aika. 24 tunnin uni-valverytmi on tunnetuin vuorokausirytmien. Suurin osa elintoiminnoista on aktiivisempia päivällä. Elimistön lämpötila, useimmat hormonit sekä myös fyysinen ja psyykinen suorituskyky vaihtelevat tasaisesti riippuen vuorokauden ajasta. (2, s. 33–34.)

Nukahtamisaipumus on luonnollisesti yöllä suurimmillaan ja aamupäivällä pienimmillään. Myös iltapäivällä kello 15–17 välillä on elimistön luontainen väsymyshetki. Iltapäivän väsymys ei johdu vain työn aiheuttamasta kuormituksesta, vaan vireydessä on olemassa myös 12 tunnin rytmisyys 24 tunnin rytmin lisäksi. (2, s. 34.)

Ihmisten välillä sisäisen kellon tahdistuminen ja uni-valverytmin sisäinen jakso vaihtelee huomattavasti. Yksilölliset erot vuorokausirytmieissä ovat pääasiassa geneettisiä, ja vuorokausirytmia säätelevät geenit on löydetty. Yksi perinnöllinen ominaisuus on aamu- ja iltatyypisyys. Aamuihmiset väsyvät aikaisin illalla ja vastaavasti heräävät aikaisin aamulla. Iltaihmiset taas ovat iltavirkkuja, mieluiten valvovat myöhään illalla ja nukkuvat aamulla pitkään. Normaalisissa päivätyössä iltaihmisille kertyy helposti univelkaa, kun aamulla on herättävä aikaisin. Vaikka aamu- ja iltatyypisyys on periytyvää, iän myötä aamutyypinen käyttäytyminen lisääntyy. (1, s. 51; 2, s. 37.)

Uni-valverytmin rytmitys tapahtuu aivoissa. Hypotalamus säätelee useiden eri elintoimintojen lisäksi myös uni-valverytimiä. Näköhermo, jota pidetään elimistön keskuskellona, tuo näköaisteista tietoa hypotalamuksen suprakiasmaattiseen tumakkeeseen. Käpylisäke puolestaan erittää melatoniinihormonia, jonka tehtävänä on edistää nukahtamista pimeään aikaan. Aivosilta säätelee uni-valverytimiä hypotalamuksen ja käpylisäkkeen alueilta saapuvien välittäjäaineiden mukaisesti. Heräämiseen liittyvä tiedonsiirto tapahtuu myös eri aivoalueiden välillä. Tietoisuus aivokuorella herää, kun aivosillan, talamuksen ja hypotalamuksen viestit vastaanotetaan. (5)

2.3 Unen kemia

Aivokuoren reagoivuus ympäristön aiheuttamiin ja elimistön sisäisiin ärsykkeisiin on ihmisen toiminnan perusta. Korkea vireystila takaa nopean ja tarkan tilanneanalyysin sekä toimintaohjeiden valmistelun. Vireystilan säätelyä turvaavat useat rinnakkaiset ja osittain päällekkäiset mekanismit. Unen tuotto on aktiivinen aivoprosessi. Vireyden ja unen tuotto perustuvat välittäjäaineiden erityksen aiheuttamaan signaalinkulkuun. Vireystilan välittäjäaineet jaetaan kolmeen eri ryhmään: vireyttä lisääviin, unta tuottaviin ja vireystilan hienosäädön välittäjäaineisiin. (6)

Vireyttä lisäävät välittäjäaineet ovat hermovälittäjäaineita, kuten noradrenaliini, serotoniini, asetyylikoliini, histamiini ja peptidirakenteinen oreksiini. Anatominen rakenne vireyttä ylläpitävässä järjestelmässä on yhdenmukainen riippumatta välittäjäaineen kemiallisesta luonteesta. Vireyttä ylläpitävät solut ovat pienissä tumakkeissa aivosillassa, ydinjatkeessa tai hypotalamuksessa. Soluista lähtee pitkät projektiot mm. aivokuoreen, missä välittäjäaineen erityksellä säätelee reaktiivisuutta. Jos vireyttä ylläpitäviä välittäjäaineita erittyy

paljon, on aivokuoren ärtyvyys voimakasta. Nukahtamista edellyttää se, että näiden välittäjäaineiden erityis aivokuoreen vähenee. Solujen sähköinen aktiivisuus on runsasta valveessa, kuten kuvassa 3 on esitetty. Aktiivisuus taas on vähäistä unessa, jonka voi nähdä kuvasta 4. Poikkeuksena kuitenkin REM-uni, jolloin serotoniini-, oreksiini- ja noradrenaliinisolujen toiminta käytännössä lakkaa, kun taas kolinergiset solut lisäävät aktiivisuuttaan yhtä suureksi kuin valveessa. REM-unta onkin vaikea erottaa valveesta pelkän EEG:n perusteella. Histamiinisolut ovat aktiivisia vain valvetilassa ja erityisesti tarkkaavaisen valveen aikana. Solujen sähköinen aktiivisuus peilautuu välittäjäaineiden erityiseen, kun niitä vapautuu runsaasti kohdealueilla voimakkaan sähköisen aktiivisuuden aikana. (6)



KUVA 3. Solujen aktiivisuus valveessa (7)



KUVA 4. Solujen aktiivisuus unessa (7)

Unta tuottavat gamma-aminohappo solut eli GABA-neuronit sijaitsevat etuaivojen pohjaosassa preoptisella alueella, talamuksessa ja aivorungossa. Etuaivojen pohjaosassa on GABA-soluja, joista menee projektioita aivokuoreen ja ne sijaitsevat samalla alueella kolinergisten projektioneuroneiden kanssa. Unikeskuksena pidetään etuaivojen pohjaosan preoptista tumaketta. Sen solut ovat GABA-soluja ja syntetisoivat galaniinia. Näiden solujen aktiivisuus kasvaa unen ja erityisesti korvausunen aikana. Etuaivojen unikeskuksesta on yhteys aivokuoreen ja hypothalamuksen oreksiini- ja histamiinitumakkeisiin sekä

myös ydinjatkeen tumakkeisiin. GABA-solut sisältävät paljon alfa₂-adrenoreseptoreja ja adenosini₂-reseptoreja. Alfa₂-reseptorit ovat inhibitorisia, joten aivorungon runsas aktiivisuus valvetilan aikana vaimentaa näiden solujen toiminnan. Adenosini₂-reseptorit ovat taas stimulatorisia, eli valvetilan ansiosta lisääntyvä adenosiinipitoisuus aktivoi niitä. Talamuksen GABA-solut vähentävät aivokuoren aktiivisuutta. (6; 7.)

2.4 Unen tarve ja merkitys

Keskimäärin ihminen nukkuu noin kahdeksan tuntia vuorokaudessa eli noin kolmanneksen elämästään. Riittävän pitkä ja laadukas uni on välttämätöntä elimistön toimintakyvylle ja hyvinvoinnille valvetilan aikana. Unen tarve on kuitenkin yksilöllistä. Suomalaisista aikuisista yli kymmenen prosenttia tulee toimeen alle kuuden tunnin yönillä ja toisaalta taas 10–15 prosenttia tarvitsee unta yli yhdeksän tuntia. Unen tarve kamppailee usein nukutun yön kanssa. Syystä tai toisesta nukutaan liian vähän. Hyvinvoinnin takaamiseksi ihmisen on saatava riittävästi syvää S3- ja S4-unta. Myös REM-uni on tärkeää mm. muistin, oppimisen ja mielialan säätelyn kannalta. (1, s. 23–24.)

Unen tarve on yksilöllistä, mutta myös iällä on merkitystä sen määrään. Lasten unen tarve ja sen rakenne eroaa aikuisten unesta, ja myös vanhusten uni eroaa molemmista. Taulukossa 1 on esitetty nämä eroavaisuudet. (1, s. 167.)

TAULUKKO 1. Unen tarve ja ikä. (5)

Ikä	Unen tarve	Lisätietoa
Vastasyntyneet (0–12 vk)	12–18 h	Ei säännöllistä unirytmää. Uni koostuu pääasiassa REM-unesta.
Vauvat (3–11 kk)	14–15 h	Ei säännöllistä unirytmää. Uni koostuu pääasiassa REM-unesta.
1–3-vuotiaat	12–14 h	Noin nelivuotiaaksi asti lapsi nukkuu päiväunia ja yöunet kestävät 10–12 h. Syvän unen määrä kasvaa.
3–5-vuotiaat	11–13 h	
5–10-vuotiaat	10–11 h	
10–17-vuotiaat	8.5–9.5 h	Murrosiässä unen määrä kasvaa.
Aikuiset	7–8 h	
> 65-vuotiaat	6–7 h	Unen määrä vähenee. Keski-ään ylittäneet nukkuvat usein päiväunet.

3 EEG-TUTKIMUS

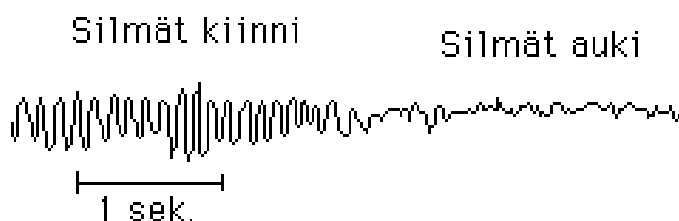
EEG:llä eli elektroenkefalografialla tarkoitetaan aivojen sähköpotentiaalimuutosten rekisteröintiä, yleensä pään pinnalle asetettujen elektrodien välisenä jännite-erona, mutta myös ihon sisäisiä elektrodeja voidaan käyttää. Aivosähkökäyrät näyttävät hermosolujen aktivoitumisen aiheuttamaa sähköistä toimintaa. EEG:ssä spontaanitoiminta syntyy suurimmalta osin aivokuorella. EEG:ssä aivokuoren sähköistä toimintaa mitataan ajan funktiona ja rekisteröitävä jännitekenttä syntyy aivokuoren hermosolujoukkojen synkronisten postsynaptisten potentiaalien summana. EEG:ssä saadaan tietoa aivojen toiminnasta vain osittain, sillä aktiopotentiaalien lyhyt kesto (noin 1 ms) vaikeuttaa niiden synkronista ilmaantumista. (8, s. 12; 9, s. 50–51.)

EEG:tä käytetään pääasiassa kohtauksellisten tajunnanhäiriöiden selvittämiseen ja epilepsian diagnosointiin ja tutkimiseen. Sen avulla saadaan ilmi aivojen erilaiset toiminnalliset, aineenvaihdunnalliset ja verenkierrölliset häiriöt sekä aivojen tulehdussairaudet. EEG:n avulla voidaan paikallistaa aivoinfarktit, päähän kohdistuneet iskut tai kasvaimen aiheuttamat vauriot. Aivojen rappeumasairaudet näkyvät poikkeamina EEG-mittauksessa. EEG:tä hyödynnetään myös kooman havainnoinnissa ja arvioinnissa. Lasten kehityshäiriöiden tutkimiseen käytetään EEG:tä. EEG on apuväline myös aivokuoleman diagnosoinnissa. (9, s.144–147; 10.)

3.1 EEG:n taajuuskaistat

Spontaani aivosähkötoiminta koostuu eri taajuisista jänniteheilahteluista. Jänniteheilahtelut on jaettu taajuuskaistoihin, jotka ovat nimeltään delta (alle 4 Hz), theeta (4–8 Hz), alfa (8–13 Hz) ja beeta (yli 13 Hz). Todella nopeaa, yli 40 Hz:n taajuisista heilahtelua kutsutaan gammatoiminnaksi. Taajuuksien jänniteheilahtelut ovat ikä- ja vireystila sidonnaisia. Terveellä aikuisella deltatoimintaa esiintyy vain unessa. Theetatoiminta on hyvin yleinen EEG-ilmiö. Erityisesti lasten nukahtamisvaiheessa sitä esiintyy laajalla alueella. Lapsilla aivojen taka-alueiden rytmisen theetatoiminta on eri ilmiö, ja se nopeutuu lapsen kehittyessä normaaliksi alfatoiminnaksi. Myös terveillä aikuisilla esiintyy 6–7 Hz:n rytmistä theetatoimintaa erityisesti aivojen keskiviivassa frontaalisesti. (9, s. 50–57; 10.)

Alfatoiminnalla tarkoitetaan noin 10 Hz:n taajuista värähtelyä tutkittavan henkilön ollessa rentoutuneessa valvetilassa silmät kiinni. Kuvasta 5 näkee, että kun silmät avataan, alfarytmi vaimenee. Alfarytmillä on monia erillisiä lähdealueita näköaivokuorialueilla. Myös muut aivokuorialueet värähtelevät lähellä 10 Hz:n taajuutta, mutta vain näköaivokuoren värähtelyä voidaan nimittää alfarytmiksi tai alfatoiminnaksi, muuten puhutaan alfajaksoisesta toiminnasta. EEG:ssä alfatoimintaa voidaan todeta laajasti jokaisen aivolohkon alueelta. Alfajaksoiset rytmit vaimenevat aisti-informaation virratessa aivokuorelle. Ne voivat vaimentua myös muulla tavoin vireystilan kohotessa. Alfarytmi vaimenee myös näköaistimuksia kuviteltaessa. Beetatoiminta on erityisen runsasta lepotilassa olevalla liikeaivokuorella ja sitä esiintyy myös primaarilla tuntoaivokuorella. Beetatoiminta vaimenee kontralateraalisen käden liikkeen tai tuntoärsyksen seurauksena. Beetatoiminnan synnyssä GABA-neuronit aivokuoren sisäisissä hermoverkostoissa ovat merkittävässä osassa. Gammatoimintaa ilmenee erityisesti tarkkaavaisuutta vaativissa tilanteissa. Tavallisessa EEG:ssä gammatoiminta ei edes näy, mutta se voidaan saada esille tehospektrejä keskiarvoistamalla. (9, s. 50–57; 10.)



KUVA 5. Alfarytmin muuttuminen silmien avautuessa (10)

3.2 EEG:n rekisteröinti

EEG:n rekisteröinti tapahtuu yleensä kallonpinnalta noninvasiivisesti. Useimmiten käytetään kumiverkolla kiinnitettäviä pintaelektrodeja tai erityistä elektrodimyssyä, kuten kuvassa 6, johon elektrodit saadaan kiinnitettyä. Elektrodit sijoitetaan kansainvälisen 10–20-järjestelmön mukaan. Erikoistapauksissa käytetään tarvittaessa muita elektrodeja ja kiinnitystapoja. EEG rekisteröidään mahdollisuuksien mukaan esitietojen ja löydösten perusteella sekä yksilöllisten vaatimusten perusteella. (9, s. 65.)



KUVA 6. EEG-mittauksessa käytettävä elektrodimyssy (11)

EEG-laitteisto koostuu EEG-elektrodeista ja johtimista, kytkentäpaneelistä, vahvistimista, suodattimista ja mikrotietokoneesta. Pitkäaikaisrekisteröinneissä EEG voidaan tallentaa joko nauhurin tai mikrotietokoneen avulla myöhempää analysointia varten. Kuvassa 7 on esitettyä nykyaikainen langattomasti toimiva EEG-vahvistin ja elektrodipanta. (9, s. 77; 12.)



KUVA 7. Langaton EEG-vahvistin ja elektrodipanta (12)

3.3 EEG:n elektrodit ja niiden kytkennät

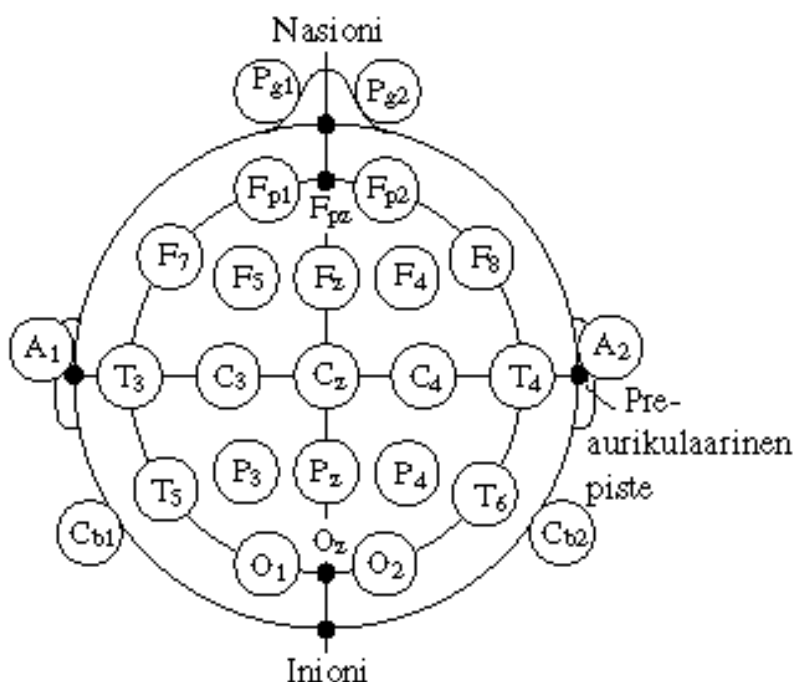
Pintaelektrodit ovat sähköä johtavia levyjä, jotka välittävät iholla vallitsevan potentiaalin mittauspiiriin. Elektrodien tehtävänä on muuntaa kudoksen ionivirta johtimissa kulkevaksi elektronivirraksi. Kudoselektrolyyttiin ja elektrodimetallin rajapintaan syntyy varausjakauma, joka ominaisuuksiltaan muistuttaa tasajännitelähdettä ja siihen sarjaan kytkettyjä kondensaattoreita ja vastuksia. Rajapinta vaimentaa pienet, alle 1 Hz:n signaalit. Jännitelähteen suuruus riippuu sen elektrodimetallista, ja sitä kutsutaan puolikennopotentiaaliksi. Hyvän elektrodin ominaisuuksiin kuuluu puolikennopotentiaalinen muuttumattomuus ajan suhteen ja elektrodiliitynnän epäherkkyys elektrodin liikkeelle. Puolikennopotentiaali ei häiritse EEG-rekisteröintiä, koska tasajännite on suunnilleen sama kaikissa elektrodeissa ja rekisteröinneissä mitataan elektrodien välisiä potentiaalieroja. (9, s. 65–66; 10.)

Iho täytyy käsitellä ennen elektrodien kiinnittämistä. EEG-elektrodin ja aivokuoren välillä on monta kerrosta kudosta, kuten ihoa, luuta, aivokalvoja ja aivo-selkäydinnestettä. Jokaisella kudosterroksella on omat sähköiset ominaisuudet eli erilaiset impedanssit, kuten kapasitanssi ja resistanssi. Pintarekisteröinnissä voidaan vaikuttaa vain ihon ja elektrodien väliseen rajapintaan. Ihoimpedanssia saadaan vähennettyä poistamalla kuollut ihosolukko ja vaurioittamalla vähän orvaskeden pintaa. Lisäksi ihon ja elektrodin välille

levitetään elektrodipastaa, jotta saadaan useita etuja mittausta varten. Elektrodipasta pienentää ihoimpedanssia ja edistää ionien kulkua kudoksesta elektrodiin sekä sen tahmainen koostumus pitää ihoelektrodiliitoksen vakaampana, mikäli elektrodi hieman liikahtaa. Alue, jolta pintaelektrodit rekisteröivät toimintaa on halkaisijaltaan noin 2,5 cm ja ulottuu muutaman millimetrin syvyyteen aivokuoren pinnasta. Iholla oleva elektrodi on lukemattomien neuronien ja muiden sähköisesti aktiivisten rakenteiden summakentässä. Hyviä pintaelektrodimateriaaleja ovat jalometallit (kulta, platina ja hopea) sekä suolakerroksella varustetut elektrodit. (9, s. 65–66; 10.)

Neulaelektrodit sijoitetaan ihon alle. Ne on yleensä valmistettu ruostumattomasta teräksestä tai platinasta. Neulaelektrodit pistetään aivan ihon alle pintamyötäisesti. Neulaelektrodit saa kiinnitettyä nopeammin ja vaivattomammin kuin pintaelektrodit, mutta kudoksen ja elektrodin välinen impedanssi on kuitenkin paljon suurempi. Myös häiriöherkyys on suurempi entä pintaelektrodissa. Neulaelektrodeja käytetään harvemmin, yleensä vain silloin, jos elektrodimyssy ei sovellu. (9, s. 66.)

Elektrodien minimimääränä pidetään pariakymmentä. Elektrodien kytkennässä käytetään yleensä kansainvälistä 10–20-järjestelmää (kuva 7). 10–20-järjestelmässä on mitattu välimatka alaotsalta kallon takareunaan, eli nasionista inioniin ja korvakäytävän reunasta toiseen. Nasionilla tarkoitetaan otsaluun ja kahden nenäluun kohtauspaikkaa ja inionilla takaraivoluu korkeinta kohtaa. Näiden välimatkojen prosentuaaliset 10 ja 20 %:n välimatkat määrittelevät elektrodien paikat. Tämän kytkentätavan ansiosta eri henkilöiden rekisteröinnit ovat keskenään vertailukelpoisia. Elektrodien nimeämisessä käytetään aivolohkojen nimestä ja elektrodien muista sijaintipaikoista tulevia kirjaintunnuksia, esimerkiksi Fp = frontopolaarinen, F = frontaalinen, FC = frontosentriaalinen, T = temporaalinen, P = perietaalinen, O = oksipitaalinen ja A = korvanlehtielektrodi, auriculum. Oikealle aivopuoliskolle sijoitettuja elektrodeja merkitään kirjaimen lisäksi parillisella numerolla, vasemmanpuoleisia parittomalla. Keskiviivassa sijaitsevia elektrodeja varten on tunnus z. (9, s. 71–72; 10.)



KUVA 8. Elektrodiensijoittelu kansainvälisen 10–20-järjestelmän mukaan (10)

Mittauskytkennöissä mitataan eri elektrodien välisiä jännite-eroja eli potentiaalieroja. EEG:ssä on käytössä referentiaalisia eli vertailu ja bipolaarisia mittauskytkentöjä. Referentiaalisissa kytkennöissä jokaisen aktiivisen elektrodin jännitettä verrataan vertailuelektrodin jännitetasoon. Bipolaarisissa kytkennöissä puolestaan mitataan elektrodiparien keskinäisiä jännite-eroja. (9, s. 72–75.)

3.4 EEG:n aktivaatiot

Aktivaatiot ovat EEG-mittauksen yhteydessä käytettäviä keinoja, joilla tutkitaan aivojen sähköisen toiminnan reaktioita erilaisiin ärsykkeisiin. Aktivaatioiden avulla voidaan saada hyödyllistä lisätietoa hermoverkoston toiminnasta ja häiriöistä. Yleisimpänä aktivaationa käytetään silmät auki – silmät kiinni -reaktiota. Muita usein käytettyjä aktivaatioita ovat vilkkuvalo, hyperventilaatio, uniaktivaatio ja -deprivaatio. (9, s.81–82; 13.)

Vilkkuvaloa käytetään epilepsiapotilaan tutkimuksessa. Himmeässä valaistuksessa käytetään riittävän tehokasta stimulaattoria ja laajasti eri taajuuksia potilaan pitäen silmiä välillä auki ja välillä kiinni. Vilkkuvalon päätarkoituksena on löytää epileptinen herkkyys vilkkuvalolle. Usein ihmisillä nähdään vilkkuvaloärsytyksen seurauksena oksipitaalialueilla normaali-ilmiönä ns. ohjautumisreaktio eli takaosien rytmisen toiminnan tahdittuminen vilkkuvalon taajuuteen. (9, s. 81; 13; 14.)

Hyperventilaatiotestin (HV) tarkoitus on tuoda esille primaaristi yleistyneet purkaukset, varsinkin lapsilla. Epileptiset ilmiöt ja hidasaaltohäiriöt voivat myös aktivoitua hyperventilaatiotestissä. Testin aikana tutkittava hengittää syvään noin 3 minuutin ajan, mikä aiheuttaa veren hiilidioksidipitoisuuden laskun ja happipitoisuuden sekä veren pH:n nousun. Hiilidioksidipitoisuus on keskeinen aivoverenkierron säätelijä. Alhainen hiilidioksidipitoisuus voi aivoverisuonia supistamalla johtaa jopa anoksiaan eli happikatoon. Tehokas hyperventilaatio näkyy EEG:ssä toiminnan hidastumisena. Erityisesti lapset voi reagoida voimakkaasti. Normaalisti EEG:n hidastuminen palautuu kahden minuutin sisällä hyperventilaatiosta. Jos hidastuminen jatkuu kuitenkin pidempään tai alkaa hyvin pian, se voi olla merkki aivotoininnan häiriön ilmentymästä tai hyperventilaatio-oireyhtymästä. (9, s. 81–82; 14.)

Rutiininomainen osittainen unideprivaatio kannattaa varsinkin lasten EEG-mittauksissa. Pienet lapset nukahtavat usein helposti ilmankin sitä, mutta vanhempia lapsia valvotetaan erillisen ohjeen mukaan ja aikuiset valvovat tutkimusta edeltävän yön kokonaan. Unideprivaation avulla EEG:stä nähdään erityisesti epileptiformiset poikkeavuudet. (9, s. 82; 14.)

3.5 EEG:n artefaktit

EEG:n artefakteilla tarkoitetaan jännitevaihteluita, jotka syntyvät muualla kuin potilaan aivoissa. Yleisimpiä artefakteja ovat fysiologiset signaalit kuten elektro-okulografia (EOG), elektromyografia (EMG) ja elektrokardiogrammi (EKG) sekä potilaan liikkumisesta, pulssista, vapinasta ja hengityksestä johtuvat elektrodikontaktien ja johtimien kautta välittyvät liikeartefaktit. Myös EEG-laitteisto, elektrodit ja ympäristössä sijaitsevat muut sähkölaitteet tuottavat teknisiä artefakteja. Sairaalaympäristössä on paljon suuriakin rakenteita ja laitteita, jotka aiheuttavat ulkopuolisia häiriökenttiä. Häiriöitä yritetään poistaa joko poistamalla häiriölähde, suojautumalla häiriöltä tai ainakin tunnistamalla häiriö, jotta sitä ei virheellisesti tulkita aivoperäiseksi. Laboratoriotilaa suunniteltaessa tulisi osata ottaa huomioon laboratorion sijainti. Laboratorion tulee olla mahdollisimman häiriöttömässä tilassa ja sähkörakenteissa täytyy huomioida sen erityistarpeet. EEG-mittauksia tehdään kuitenkin paljon laboratorion ulkopuolella kuten vuodeosastoilla, teho-osastoilla ja leikkaussaleissa. Näissä tapauksissa täytyy tyytyä häiriöltä suojautumiseen tai vain artefaktin tunnistamiseen tai vaimentamiseen. (9, s. 98–99; 14.)

4 UNEN MITTAAMINEN

Unen säätely on monimutkainen järjestelmä. Uni-valverytmin vaihtelua säätelevät kaksi eri prosessia. Homeostaattinen prosessi, joka kuvaa unipainetta lisääntyä eksponentiaalisesti valveen aikana, ja näin ollen laskee eksponentiaalisesti unen aikana. Sirkadiaaninen eli vuorokausirytmistä johtuva prosessi on sisäsyntyinen. Siihen ei vaikuta nukkuminen ja valvominen. Prosessit yhdessä vaikuttavat nukahtamisalttiuteen ja nukahtamisen ajankohtaan sekä heräämiseen. (7; 9, s. 630.)

4.1 Unenaikainen EEG

Vireystilan laskiessa valve-EEG:ssä nopea taka-alueille painottuva alfarytmi muuttuu ensin hitaammaksi ja laaja-alaisemmaksi. Tämän jälkeen alfatoiminta vaimenee ja keskijaksainen theetatoiminta lisääntyy. Vertex-aaltoja, unisukkuloita ja K-komplekseja alkaa esiintyä vireyden edelleen laskiessa. Nämä kolme ovat normaaleja uni-ilmiöitä EEG:ssä. Vertex-aaltoja pidetään havahtumisreaktiota kuvastavina sekundaarisina herätevasteina, joita voi havaita syvässä torkkeessa. Kun syvästä torkkeesta siirrytään kevyeen uneen, nähdään EEG:ssä unisukkuloita ja K-komplekseja. Unisukkulat ovat EEG-signaalin värähtelyä, joka tapahtuu 10–15 Hz:n taajuuskaistalla, ja siitä erotellaan alle 12 Hz:n taajuudella aivojen etuosassa havaittavat hitaat unisukkulat sekä yli 12 Hz:n päälaen alueella havaittavat nopeat unisukkulat. K-kompleksit ovat muodoltaan samanlaisia kuin hidasaalot ja niitä esiintyy spontaanisti yksittäisinä tapahtumina. K-kompleksit näkyvät suurina jänniteheilauksina. Noin 30 minuuttia nukahtamisen jälkeen unisukkulat ja K-kompleksit häviävät ja EEG muuttuu vaimeaksi ja keskijaksoiseksi toiminnaksi. Syvässä unessa esiintyy deltatoimintaa, jolla on suuri amplitudi. Unenaikaisia EEG-mittauksia tehdään unipolygrafiatutkimuksessa ja tarpeen mukaan lasten EEG-mittauksissa sekä mahdollisissa pitkäaikaisissa EEG-tutkimuksissa. (9, s. 630–632; 10; 15; 16; 17.)

Terveen aikuisen unessa ensimmäisenä uni-ilmiönä nähdään vertex-aaltoja. Vertex-aallot näkyvät parhaiten sentraalielektrodeissa. Tällöin aivokuoren synkronisaatioaste kuten myös hitaan oskillaation taso on matala. Kun nämä tasot nousevat, vertex-aallot suurenevat ja alkavat muistuttaa toista uni-ilmiötä K-komplekseja. K-kompleksien lisääntyminen kuvaa aivokuoren etenevää synkronisaatiota. K-komplekseilla on EEG:ssä frontaali-

sesti suurin amplitudi. Kun hyperpolarisaatio laskee, syntyy talamuksen soluissa unisukkuloita. K-kompleksit kulkeutuvat talamukseen ja liipaisevat unisukkulasarjoja, jotka kulkeutuvat aivokuorelle talamokortikaalisten solujen kautta. EEG:ssä nähdään K-komplekseja ja unisukkuloita. Unisukkulat painottuvat frontosentraalisesti. (9, s. 630–631.)

4.2 Unipolygrafia

Laaja unipolygrafia on yhden yön kestävä laboratoriossa nukuttava unitutkimus. Tutkimuksen avulla voidaan selvittää unen laatua, sen rakennetta ja myös mahdollisia unenaikaisia häiriöitä. Unipolygrafiaa käytetään myös narkolepsian ja hypersomnian diagnosoinnissa. Tutkimuksessa rekisteröidään aivosähkötoimintaa, silmänliikkeitä (EOG) ja puentalihasten aktiviteettia leuan alta (EMG). Unipolygrafiassa otetaan huomioon myös pulssi, hengitys, veren happikylläisyys ja raajojen, vartalon ja pään liikkeet. EEG rekisteröidään hopeakloridielektrodeilla, jotka kiinnitetään kovaksi kuivuvalla elektrodipastalla. Silmänliikkeet sekä EMG mitataan myös kertakäyttöisillä antureilla. EKG:n avulla voidaan seurata pulssia ja mahdollisia rytmihäiriöitä. Hengityksen paineprofiilia mitataan sieraimista paineanturilla ja hengitysliikkeet mitataan useimmiten venymäantureilla rintakehän sekä vatsan päältä. Kuorsaus mitataan kaulalle kiinnitettävällä värinäanturilla. Tällöin kuorsaus näkyy myös hengityksen paineprofiilissa. Kuorsausääni voidaan mitata mikrofoniilla. Sormessa olevalla pulssioksimetrilla saadaan mitattua veren happikylläisyys. Uniapneasta johtuvat veren happikylläisyyden laskut näkyvät vain muutaman sekunnin viiveellä. Vartalon liikkeiden mittaamiseen käytetään pinta-EMG-elektrodeja, mekaanisia kiihtyvyyssantureja tai pietsosähköisillä antureilla. Unipolygrafiututkimuksessa tallennetaan myös kuva ja ääni, sekä hoitaja täyttää tutkimusyöltä seurantalomaketta. (9, s. 632–633; 15.)

Unipolygrafiututkimukset tehdään yleensä unilaboratoriossa, mutta myös kotirekisteröinti on mahdollista. Laboratoriotutkimuksen etuja on, että laboratoriossa saadaan pidettyä sama lämpötila, ilmankosteus sekä matala melutaso. Myös on mahdollista seurata signaalin laatua ja tutkittavaa samanaikaisesti. Kotirekisteröinnissä tutkittava saa nukkua kotona, joten unen laatu on usein parempi. (9, s. 633–634.)

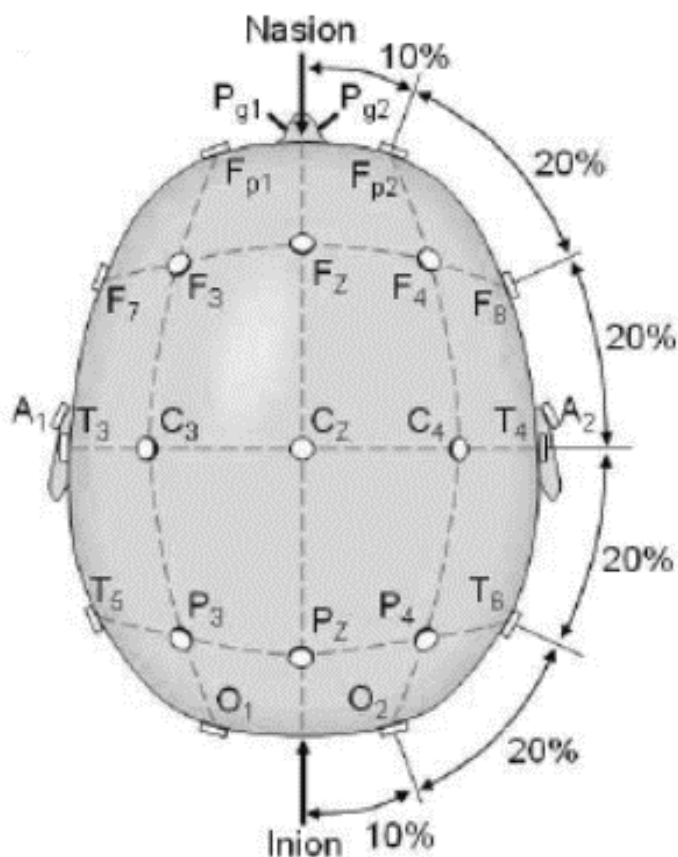
Unitutkimuksessa signaalit vahvistetaan ja tallennetaan tietokoneen levymuistiin. Vahvistimet ovat usein erillisessä yksikössä, joka on yhdistetty tietokoneeseen. Vahvistimien

täytyy sijaita mahdollisimman lähellä tutkittavaa, jolloin kaapelit ovat lyhyitä. Näin saadaan minimoitua häiriöitä. Tallennusta varten analogiset mittaussignaalit tulee muuttaa digitaalisiksi. Korkealla näytteenottotaajuudella saadaan paremman laatuista signaaleja. (9, s. 633.)

Laajan unipolygrafian avulla voidaan tutkia pitkäaikaisen unettomuuden syitä sekä unen keston kokemisen häiriöitä. Tutkimuksen avulla voidaan selvittää mahdollisia erilaisia unihäiriöitä eli parasomnioita, joita on mm. havahtumishäiriöt eli sekavuushavahtuminen, unissakävely, yölliset kauhukohtaukset, mahdolliset unen ja valveen välisiin muutoksiin liittyvät häiriöt, kuten pään ja vartalon rytmiset liikkeet ja REM-unen parasomniat, joita on unihalvaus ja REM-unen käyttäytymishäiriö sekä bruksismi eli hampaiden narskuttelu. Unitutkimuksella voidaan tutkia myös unenaikaista levottomat jalat -oireyhtymää ja raajojen jaksottaista liikehdintää. (15)

4.3 Univaiheluokitus

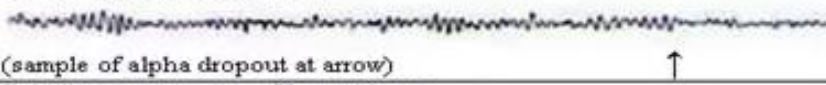
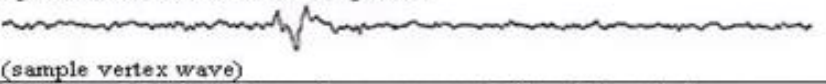
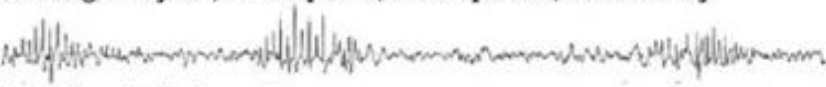
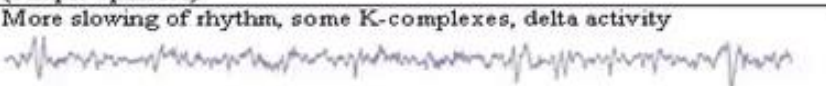
Univaiheille on olemassa standardoitu univaiheluokitus. Univaiheluokituksessa on asetettu minimikriteerit terveen aikuisen unen rekisteröimiseksi. Univaiheluokitus tehdään rekisteröimällä aivosähkötoimintaa, silmänliikkeitä ja leuan alapuolelta lihasjännitystä. Kaikki unen vaiheet määritellään mittauksessa saatujen sähköisten ilmiöiden ja signaalien perusteella. Univaiheluokituksessa uni- ja valvetila luokitellaan 20 tai 30 sekunnin jaksoissa eli epokeissa. Uni taas jaetaan univaiheluokituksen mukaan neljään NREM-vaiheeseen ja REM-uneen. Univaiheeksi valitaan se, joka on eniten epokin sisällä. EEG rekisteröidään joko C3–A2- tai C4–A1-derivaatiosta. Univaiheluokituksen kytkennät on esitetty kuvassa 9. (9, s. 634.)



KUVA 9. Univaiheluokituksessa käytettävät EEG-kytkennät. (18)

NREM-unen S1-vaiheen merkinä on valvetilan aikaisen alfatoiminnan vaimeneminen, keskijakoisen aivosähkötoiminnan lisääntyminen ja hitaiden silmänliikkeiden ilmeneminen. Hieman myöhemmin ilmaantuu myös vertex-aaltoja. S2-vaihe alkaa, kun ensimmäinen unisukkula tai K-kompleksi ilmaantuu. EEG:n taustatoiminnassa on tällöin melko matala amplitudi. Unisukkulat näkyvät yleensä paremmin keskiviivaelektrodeissa kuin suositelluissa C3- tai C4-elektrodeissa. Uniluokituksen mukaan K-kompleksit muodostuvat terävästä negatiivisesta aallosta, jota seuraa positiivinen komponentti. K-kompleksin tulee kestää yli 0,5 sekuntia, mutta sen minimi amplitudia ei ole määritelty. K-komplekseissa esiintyy siis suurta koon sekä muodon vaihtelua. K-komplekseilla on myös suuri amplitudi keskiviivaelektrodeissa. S2-, S3-, S4-univaiheet erotetaan toisistaan epokin hitaan toiminnan määrän perusteella. Univaiheluokituksen mukaan delta-aaltojen on ylitettävä tietty amplitudi. Kun EEG:ssä delta-aaltoja on 20–50 % ajasta, on kyseessä S3-vaihe. Jos delta-aaltoja on yli 50 % on siirrytty S4-vaiheeseen. REM-univaiheen toiminta on vai-

meaa seka-aktiiviteettia. REM-uni koostuu pääasiassa keskijaksoisesta toiminnasta. Vä-
lillä siinä voi esiintyä runsasta alfaaajuista toimintaa sekä nopeajaksoista beeta- ja gam-
matoimintaa. REM-unen aikana lihastonus on matala ja ajoittain esiintyy lyhyitä lihasny-
käyksiä sekä silmänliikkeet ovat nopeita. Univaiheet ja uni-ilmiöt on esitetty kuvassa 10.
(9, s. 634–638.)

Sleep Stages:	EEG features
Sleep stage 1: Drowsiness	Alpha dropout, vertex waves  (sample of alpha dropout at arrow) ↑
Sleep stage 2: Light sleep	Spindles, vertex waves, K-complexes  (sample vertex wave)
Sleep stage 3: Deep sleep	Slowing of rhythm, K-complexes, some spindles, delta activity  (sample spindles)
Sleep stage 4: Very deep sleep	More slowing of rhythm, some K-complexes, delta activity  (sample K-complexes) ↑
REM sleep:	Low- amplitude EEG, EMG flatness, with intermittent EOG activity

KUVA10. Univaiheet ja uni-ilmiöt EEG:ssä (19)

Univaiheluokitusta voidaan pitää suhteellisen luotettavana, kun luokitellaan nuoren, hyvin
nukkuvan henkilön rekisteröintiä. Parhaissa unilaboratorioissa yhteneväisyys luokittelijoi-
den välillä on jopa yli 90 %. Erot laboratorioden välillä ovat suuremmat. Häiriintyneen
unen luokittelu on huomattavasti haastavampaa entä normaalin unen, sillä siinä on enem-
män vaihteluita univaiheesta toiseen ja sellaisia jaksoja, joita ei voi luokitella mihinkään
univaiheeseen. (9, s. 638.)

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä unen, elektroenkefalografian ja unen mittaamisen teoriaa laajasti. Työn tavoitteena oli syventyä laajasti unen ja EEG-mittauksen teoriaan sekä siihen, kuinka EEG:tä voidaan hyödyntää unen mittaamiseen ja mitä tietoja siitä saadaan irti. Työn on jaoteltu selkeästi näihin aiheisiin. Ensimmäiseksi keskitytään unen teoriaan, sen rakenteeseen ja vaiheisiin. Tämän jälkeen syvennytään EEG-mittaukseen ja esitellään sen keskeiset aihealueet. Viimeisenä käydään läpi unen EEG-rekisteröintiä ja unen aikaisia normaaleja ilmiöitä sekä mahdollisia poikkeavuuksia.

Aihe on mielenkiintoinen, sillä uni on ihmiselle välttämätöntä ja siitä saatava tieto on korvaamatonta. Unen aikana ihmisen elimistö lepää ja kerää voimia, mutta samanaikaisesti aivojen sähköinen toiminta on todella aktiivista. EEG-mittaukset ovat mahdollistaneet tiedonkeruun aivoista, joka puolestaan edesauttaa useiden eri sairauksien diagnosoinnissa ja voidaan huomata mahdollisia poikkeavuuksia aivoissa. Unenaikainen EEG-rekisteröinti on tuonut tietoa unen rakenteesta ja vaiheista. EEG-mittaus ei ole mikään uusi keksintö, mutta sillä on edelleen merkittävä rooli nykypäivän lääketieteessä. Tämän vuoksi laitteita kehitellään, ja se mahdollistaa entistä tarkempaa tietoa aivojen toiminnasta. Kehityksen myötä saadaan varmasti uusia soveltuvuuskohteita.

Koska kyseessä oli jo vuosia markkinoilla ollut laite ja tietoa mittausmenetelmästä löytyi laajasti, sitä täytyi rajata selvitystyötä varten. Käytetyt lähteet täytyi osata valita, jotta työ sisältäisi luotettavaa ja ajantasaista tietoa.

LÄHTEET

1. Huovinen, Maarit – Partinen, Markku. 2007. Terve uni. Helsinki: Werner Söderström Oy.
2. Härmä, Mikko – Sallinen, Mikael. 2004. Hyvä uni – hyvä työ. Helsinki: Työterveyslaitos.
3. Hedensjö, Björn. 2014. Hyvä yö. Helsinki: Art House.
4. Rintahaka, Johanna 2016. Uni ja unen merkitys. Rinnekotisaatiö KV-tietopankki. Saatavissa: <http://www.kvtietopankki.fi/terveyden-edistaminen/uni-ja-unihairiot/uni-ja-unen-merkitys>. Hakupäivä 12.2.2018.
5. Rintahaka Johanna 2016. Unentarve ja unirytm. Rinnekotisaatiö KV-tietopankki. Saatavissa: <http://www.kvtietopankki.fi/terveyden-edistaminen/uni-ja-unihairiot/uni-ja-unen-merkitys/unentarve-ja-unirytm>. Hakupäivä: 12.2.2018.
6. Porkka-Heiskanen, Tarja – Stenberg, Dag 2018. Unen kemia. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim vol. 124, nro 3. S. 246. Saatavissa: <http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2008/3/duo97022>. Hakupäivä: 20.2.2018.
7. Kronholm Erkki 2016. Mistä aivot tietävät milloin ja kuinka paljon on nukuttava. Uni ja tiede. Saatavissa: <https://unijatiede.net/2016/05/15/mista-aivot-tietavat-milloin-ja-kuinka-paljon-on-nukuttava>. Hakupäivä: 20.2.2018.
8. Carter, Rita. 2009. Aivot. Hung Hinh, Kiina: Dorling Kindersley Limited.
9. Falck, Björn – Hasan, Joel – Jäntti, Ville – Partanen, Juhani – Salmi, Tapani – Tolonen, Uolevi. 2006. Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Duodecim.
10. Elektrofysiologiaa. Biomag. Saatavissa: <https://www.biomag.hus.fi/brain-course/L3.html>. Hakupäivä: 5.3.2018.
11. Ohjeita kognitiivisen aivotutkimuksen yksikön CBRU:n koehenkilöksi tuleville. CBRU. Saatavissa: <https://www.mv.helsinki.fi/ejpartan/kh-ohje/kh-ohje.html>. Hakupäivä: 5.3.2018.

12. Bittiumin EEG-tuotteet Neuroscience 2017 -tapahtumaan. 2017. Uusi teknologia. Saatavissa: <https://www.uusiteknologia.fi/2017/11/02/bittiumin-eeeg-tuotteet-neuroscience-2017-tapahtumaan/>. Hakupäivä: 6.3.2018.
13. Aktivaatiot. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Saatavissa: <http://www.hus.fi/sairaanhoito/lasten-sairaanhoito/lastenneurologia/lastenepilepsia/VEEG/Sivut/Aktivaatiot.aspx>. Hakupäivä: 22.4.2018.
14. Hirvonen Kari 2009. EEG:n perusteet. KNF-hoitajat. Saatavissa: <http://www.knf-hoitajat.org/wp-content/uploads/2014/09/EEGn-perusteet-KH-2009.pdf>. Hakupäivä: 22.4.2018.
15. Laaja unitutkimus. 2017. Tampereen yliopistollinen sairaala. Saatavissa: https://www.tays.fi/fi-FI/Palvelut/Kuvantamispalvelut/Kliininen_neurofysiologia/Laaja_unitutkimus. Hakupäivä: 20.5.2018.
16. Sompa Urho 2011. Propofolianestesia ja fysiologinen uni – eroja ja yhtäläisyyksiä. Syventävien opintojen kirjallinen työ. Tampere: Tampereen yliopisto, lääketieteen laitos. Saatavissa: <http://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/77842/gradu04782.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Hakupäivä: 28.5.2018.
17. Yli-Kyyny Ilkka 2016. Hidasaaltainen vahvistaminen unenaikaisilla äänillä ja sen vaikutus muistisuorituksen. Pro gradu –tutkielma. Helsinki: Helsingin yliopisto, käyttäytymistieteiden laitos. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/174381/Pro%20Gradu_ilikka_Yli-Kyyny.pdf?sequence=2. Hakupäivä 28.5.2018.
18. Electroencephalography. GMed Saatavissa: <https://gmed.ir/blog/post/155>. Hakupäivä: 26.5.2018.
19. Vijay, Raj 2016. Can we sleep with our eyes open? Can we train ourselves to do so? Or is there a way to manipulate the body to sleep with open eyes? Quora. Saatavissa: <https://www.quora.com/Can-we-sleep-with-our-eyes-open-Can-we-train-ourselves-to-do-so-Or-is-there-a-way-to-manipulate-the-body-to-sleep-with-open-eyes>. Hakupäivä: 28.5.2018.