

Uni, muisti ja oppiminen

Unen, muistin ja oppimisen suhde on monisäikeinen. Uni tukee kognitiivisia toimintoja, joita tarvitaan opittavan aineksen mieleen painamisessa, muistissa säilyttämisessä sekä muistista palauttamisessa. Lisäksi unen aikana aktivoituu ja lujittuu osa valveilla syntyneistä muistijäljistä. Myös moniin unihäiriöihin kuten unettomuuteen, obstruktiviseen uniapneaan ja lasten ja nuorten riittämättömään uneen liittyy heikkenemistä muistissa ja oppimisessa sekä suoriutumisessa työssä ja koulussa. Näihin unihäiriöihin kehitetyt hoidot kuten kognitiivis-behavioraalinen terapia ja ylipainehengityshoito, lievittävät ainakin jossain määrin myös kognitiivisia oireita ja tukevat täten myös muistia ja oppimista.

Univaikeuksista kertova ihminen kuvaa usein myös ongelmia keskittymisessä, muistamisessa ja oppimisessa. Arkikokemuksena unen yhteys muistiin ilmenee myös unien näössä, sillä näkemämme unet sisältävät usein asioita ja tapahtumia, joita olemme muutaman edeltävän päivän aikana havainneet ja kokeneet. Tämä kokemus onkin todennäköisesti kiinteästi yhteydessä oppimista edistäviin prosesseihin aivoissa unen aikana (Wamsely ja Stickgold 2011).

Muisti itsessään voidaan kuvata prosesseina tai järjestelminä (**KUVA**). Prosesseja ovat mieleen painaminen, muistissa säilyttäminen ja muistista palauttaminen. Muistijälki muodostuu silloin, kun aines painetaan mieleen. Aivojen osista otsalohkon etuosa, ja tunne-elämää säätelevään limbiseen järjestelmään kuuluvat hippokampus ja mantelitulmake eli amygdala ovat keskeisiä muistijälkien lujittumisessa eli konsolidoitumisessa. Otsalohkon etuosa on tärkeä muistin ja oppimisen kannalta erityisesti siksi, että se koordinoi eri muistiprosessien

ja -järjestelmien yhteistyötä säätelemällä tarkkaavuutta ja toimintastrategioiden valintaa.

Muistitoimintojen lisäksi kognitiivista toiminnosta oppimisen kannalta keskeisiä ovat esimerkiksi tarkkaavuus ja oman toiminnan ohjaaminen eli eksekutiiviset toiminnot. Kognitiivisten toimintojen lisäksi esimerkiksi viireys, motivaatio, minäkäsitys ja oppimisstrategiat vaikuttavat oppimistulokseen.

Voiko unen aikana oppia?

Unen oppimista edistävä vaikutus todettiin jo 1920-luvulla, kun tutkijat havaitsivat uuden asian opettelun jälkeisen unijakson edistävän asian muistamista (Jenkins ja Dallenbac 1924). Havainto on sittemmin toistettu useissa tutkimuksissa (Conte ja L'Ficca 2013).

Aiemmin unen oppimista edistävän vaikutuksen ajateltiin perustuvan siihen, että unen aikana ei esiinny ulkoisia häiriötekijöitä, jotka haittaisivat oppimista. Tällä oletuksella on edelleen kannatusta (Sheth ym. 2012). Nykyisin valtaosa tutkijoista on kuitenkin sillä kannalla, että unen oppimista edistävä vaikutus perustuu ennen kaikkea valveilla syntyneiden muistijälkien aktivoitumiseen uudelleen unessa ja tätä kautta niiden lujittumiseen (Diekelman ym. 2009). Perustan unenaikaiselle muistijälkien aktivoitumiselle ja lujittumiselle luovat hippokampuksen, mantelitulmakeen sekä isojen aivojen kuorikerroksen aktivoituminen ja niiden välillä tapahtuva tiedonsiirto sekä orto- (NRME) että vilkeunen (REM) aikana (Capellini ym. 2009).

Kokeellisissa tutkimuksissa on havaittu, että erityisesti muistijäljet, jotka ovat tallentuneet asia- eli deklaratiiviseen tai taito- eli proseduraaliseen muistiin, lujittuvat unen aikana. Osa tutkimuksista puhuu sen puolesta, että syvä uni (SWS) edistäisi erityisesti asiamuistiin perustuvaa oppimista ja vilkeuni taitomuis-

2253



tiin perustuvaa oppimista (Marshall ja Born 2007). Toisaalta on myös havaintoja, että molemmat muistiprosessit hyötyisivät sekä vilkeestä ertounesta (Cipolli ym. 2013).

On myös havaittu, että unenaikainen muistijälkien lujittuminen on voimakasta erityisesti silloin, kun henkilö on tietoisesti oppinut jonkin asian. Tämä havainto on saanut tutkijat olettamaan, että hippokampuksella on tärkeä rooli unenaikaisessa lujittumisessa, koska hippokampus aktivoituu juuri tietoisesti eli ekplisiittisen oppimisen aikana.

Pitkäkestoisen muistin lisäksi työmuisti on oppimisen kannalta oleellinen muistiprosessi. Sen keskeisenä tehtävänä on pitää yllä tietoa aktiivisena mielessä lyhyitä aikoja ja palauttaa tilanteen kannalta oleellista tietoa pitkäkestoisesta muistista. Tutkimukset terveillä aikuisilla ovat osoittaneet, että suoriutuminen työmuistia vaativista tehtävistä heikkenee yllättävän vähän univajeen seurauksena verrattuna yksinkertaisempiin työmuisti- tai valppaustehtäviin (Chee ja Chuah 2007, Pace-Schott ym. 2009). Tulosta selittänee se, että vaativa tehtävä saa univajeisen ponnistelemaan voimakkaasti, mikä kompensoi univajeen vaikutuksia. Toisaalta lapsilla ja nuorilla tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että mieleen painaminen ja työmuistin toiminta heikkenevät voimakkaasti joko osittaisen tai täydellisen yhden yön univajeen seurauksena (Kopasz ym. 2010). Tosin myös lasten ja nuorten on havaittu kykenevän hetkellisesti kompensoimaan voimakkaan ponnistelun avulla univajeen vaikutuksia.

Mitä yhteyksiä unettomuudella on muistiin ja oppimiseen?

Kokeellisten tutkimusten tulokset herättävät kysymyksen myös unihäiriöiden mahdollisista yhteyksistä muistiin ja oppimiseen. Väestötasolla keskeisimpiä unihäiriöitä ovat unettomuus, uniapnea sekä lähinnä puutteellisesta unen huollosta eli unihygieniasta johtuva riittämätön uni.

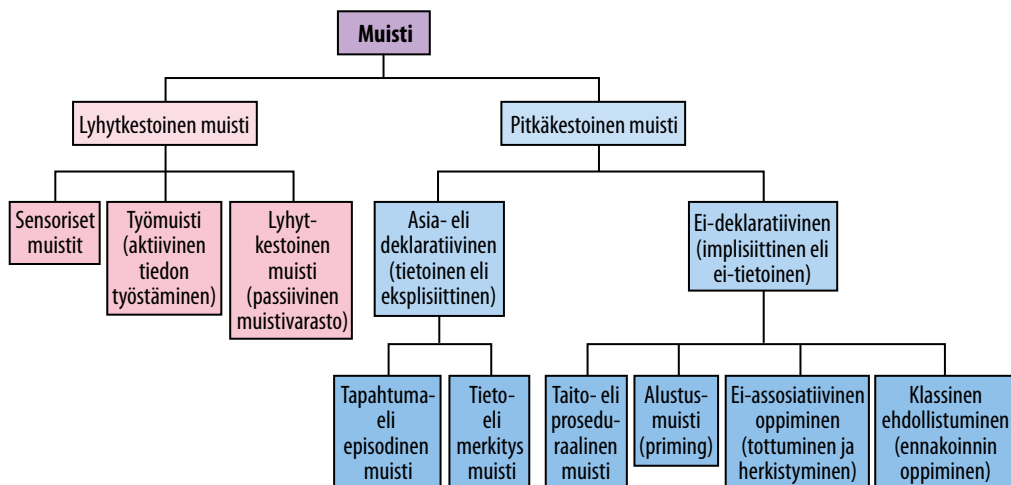
Ensisijainen unettomuus, jossa kokemus nukahtamisen tai unen ylläpitämisen vaikeudesta tai unen virkistämättömyydestä ei johdu

desta tai ympäristöön liittyvästä tekijästä, on varsin yleistä. Vähintään oiretasoisesta unettomuuden esiintyvyys aikuisväestössä on noin 35 % ja häiriötasoisesta 10–15 %. Tuore meta-analyysi (24 tutkimusta vuoteen 2008 asti) osoitti, että monet tarkkaavuuden, muistin ja eksekutiiviset toiminnot ovat heikentyneet henkilöillä, joilla on todettu ensisijainen unettomuus (Fortier-Brochu ym. 2012). Muistitoiminnoista erityisesti työmuisti ja asiamuistien merkitysmuistiksi kutsuttu osa (tiedän, että...) olivat heikentyneet unettomuuden yhteydessä. Sen sijaan taitomuistin ei havaittu heikentyneen. Myöskään unettomien suoriutuminen useissa oppimisen kannalta tärkeitä kognitiivisia toimintoja mittaavissa tehtävissä (esim. tarkkaavuuden jakaminen ja ylläpitäminen) ei eronnut hyvin nukkuvien suoriutumisesta.

Koska työelämässä edellytetään jatkuvasti uusien asioiden ja taitojen oppimista, voidaan edellä mainitun meta-analyysin perusteella olettaa, että unettomuudella on yhteyksiä työelämässä suoriutumiseen. Viimeaikaisessa katsauksessa (30 tutkimusta vuosilta 1983–2010) havaittiin, että henkilöiden itsensä raportoimat poissaolot, työtapaturmat, työtyytyväisyys, tuottavuus työssä sekä urakehitys olivat jossain määrin heikompia unettomuusoireista kärsivillä kuin hyvin nukkuvilla henkilöillä (Kucharczyk ym. 2012). Näitä tuloksia tuskin selittävät pelkästään unettomuuden yhteydet muistiin tai muihin oppimisen kognitiivisiin edellytyksiin, mutta merkityksensä näilläkin yhteyksillä voidaan olettaa olevan.

Uni-valvetilan häiriöt, unilääkkeet ja muistisairaudet

Alustavat havainnot uni-valvetilan häiriöiden yhteydestä yleiseen kognitiiviseen toimintakyvyn heikkenemiseen ja muistisairauksiin ovat kliiniseltä kannalta kiinnostavia. Vaikka tulokset ovat osin ristiriitaisia, pitkittäistutkimuksissa on havaittu 2–4-kertainen demen-tian (Alzheimerin tauti tai vaskulaarinen demenia) tai lievän kognitiivisen heikentymisen (mild cognitive impairment, MCI) riski niillä iäkkäillä, joilla esiintyy uni-valvetilan häiriöitä



KUVA. Muistisysteemit jaoteltuna keston ja niiden sisältämän informaation perusteella.

kuten unettomuutta, poikkeavan pitkää unta tai päiväväsymystä (Elwood ym. 2011, Osorio ym. 2012). On esitetty, että tämän yhteyden taustalla olisi unen laadun heikentymisestä johtuva beeta-amyloidipeptidin lisääntynyt tuotanto (Osorio ym. 2012). Tulokset jättävät kuitenkin avoimeksi kysymyksen, onko unen häiriintyminen enemmänkin ensimmäisiä dementian oireita kuin itsenäinen dementian riskitekijä. Esimerkiksi tuoreessa poikkileikkaustutkimuksessa havaittiin, että beeta-amyloidipeptidin kerääntyminen Alzheimerin taudin prekliinisessä vaiheessa oli yhteydessä heikentyneeseen unen laatuun (Ju ym. 2013). Lisäksi on havaittu, että myös masennuksen yhteydessä esiintyy muutoksia beeta-amyloidipeptidin tuotannossa, mikä vaikeuttaa tulkintaa univaikeuksien ja dementian välisestä yhteydestä (Namekawa ym. 2013). Näin on siksi, että masennukseen liittyy sekä univaikeuksien että dementian suurentunut riski.

Havainto bentsodiatsepiinien ja myös muiden unilääkkeiden käytön yhteydestä dementiaan on myös kiinnostava. Takautuvassa kohorttitutkimuksessa (5 693 kroonista unettomuutta sairastavaa, 28 465 verrokkia) todettiin, että pitkäaikaista unettomuutta ja unilääkkeiden käyttöä raportoivilla 50–65-vuotiailla henkilöillä oli noin kaksinkertainen demen-

tian riski verrattuna hyvin nukkuihin (Chen ym. 2012). Lisäksi voitiin havaita, että lääkkeen pitkä puoliintumisaika ja suuri määrätty annos suurensivat riskiä. Tutkimuksessa ei kuitenkaan kyetty kontrolloimaan esimerkiksi lääkeannoksen suuruuden suhdetta unettomuuden vakavuusasteeseen, mikä oleellisesti heikentää edellytyksiä tehdä päätelmiä annoskoon ja dementiariskin välisestä yhteydestä.

Käytännössä unettomuus vaikuttaa muistiin myös siten, että se on riskitekijä monille häiriöille ja sairauksille ja myös pahentaa oireistoa ja mahdollisesti myös sairauden etenemistä. Esimerkki tästä on masennus, jonka yhteydessä ilmenee usein muistivaikeuksia. Epidemiologisiin tutkimuksiin perustuvassa meta-analysissä on havaittu hoitamattoman unettomuuden noin kaksinkertaistavan masennuksen riskin (Baglioni ym. 2011).

Kognitiivis-behavioraalinen terapia näyttäisi olevan yksi keino vähentää paitsi unettomuutta myös unettomuuteen liittyviä kognitiivisia muutoksia (Altena ym. 2008b, Miró ym. 2011). Kognitiivis-behavioraalisen terapian on havaittu korjaavan myös unettomuuden yhteydessä havaittua aivojen etuotsalohkon heikentynyttä aktivoitumista (Altena ym. 2008a).

Mitä yhteyksiä uniapnealla on muistiin ja oppimiseen?

Oireellisen obstruktiivisen uniapnean esiintyvyys keski-ikäisillä ja vanhemmilla naisilla on 2 % ja miehillä 4 % ja oireettoman noin kymmenkertainen. Uniapnea heikentää laaja-alaisesti kognitiivisia toimintoja kuten valppautta, tarkkaavuutta, toiminnanohjausta ja muistia (Jackson ym. 2011). On esitetty, että uniapnean kognitiivisia vaikutuksia selittäisivät hengityskatkosten aiheuttamat unen sirpaloituminen sekä hypoksemia, joka eläintutkimusten perusteella saattaa aiheuttaa solutason vaurioita erityisesti muistin ja toiminnanohjauksen kannalta tärkeillä alueilla aivojen etuotsalohkolla ja hippokampuksessa (Beebe ja Gozal 2002).

Tuoreessa meta-analyysissä (42 tutkimusta vuosilta 1987–2011) todettiin, että obstruktiivinen uniapnea vaikuttaa epäedullisesti joihinkin tapahtuma- eli episodisen muistin toimintoihin (Wallace ja Bucks 2013). Verrattuna terveisiin verrokkeihin uniapneaa sairastavilla esiintyi heikkenemistä verbaalisten ja visuo-spatiaalisen ärsykkeiden välittömässä ja viivästeisessä mieleen palautuksessa. Näin ei tapahtunut esimerkiksi visuaalisten ärsykkeiden välittömässä mieleen palautuksessa. Tutkijoiden mukaan löydökset selittävät osittain uniapneaa sairastavien henkilöiden alentunutta arkipäivän toimintakykyä.

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa, jossa haastateltiin tuhatta vähintään 30 tuntia viikossa työskentelevää aikuista, havaittiin ”uniapnean riskissä” olevien raportoivan työssä keskittymisvaikeuksia, tuottavuuden heikkenemistä sekä myöhästymisiä ja nukahtamisia hyvin nukkuvia huomattavasti todennäköisemmin (kerroinsuhde 2–6-kertainen) (Swanson ym. 2011). Suurentunut riski uniapneaan määriteltiin kuorsausta, korkea verenpainetta, päiväaikaista väsymystä sekä kehon painoindeksiä koskevien kysymysten avulla. Unettomuuteen verrattuna työkyky oli uniapnean riskissä olevilla kokonaisuutena heikentynyt jonkin verran vähemmän.

2256 Uniapnean ja kognitiivisten toimintojen yhteydestä on myös melko tuore suomalainen

väitöstutkimus (Saunamäki 2010). Siinä havaittiin, että uniapneaan liittyvät kognitiiviset muutokset ovat useimmiten lievähköjä. Sama ilmiö havaittiin edellä mainitussa meta-analyysissä uniapnean ja tapahtumamuistin suhteesta: kun suoriutumista muistitehtävissä verrattiin normatiivisiin arvoihin, voitiin vain sanallisen muistin todeta heikentyneen. Voidaankin sanoa, että uniapnean yhteydessä havaitut tilastollisesti merkitsevät muutokset oppimisen kannalta tärkeissä kognitiivisissa toiminnissa ovat harvoin itsessään kliinisesti poikkeavia. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei uniapnean yhteydessä havaituilla laaja-alaisilla kognitiivisilla muutoksilla (yhdessä väsymyksen kanssa) olisi vaikutuksia toimintakykyyn muistia ja oppimista edellyttävissä jokapäiväisissä tilanteissa.

Koska ylipainehengityshoito (CPAP) parantaa uniapneaa sairastavan henkilön unta ja päivävireyttä, sen voisi olettaa korjaavan myös kognitiivisia muutoksia. Näin näyttääkin olevan mutta vain osittain. Tuoreen 13 tutkimuksen meta-analyysin mukaan CPAP-hoito parantaa tarkkaavuutta mutta ei esimerkiksi työmuistia, pitkäkestoista muistia tai eksekutiivisia toimintoja (Sánchez ym. 2009, Kylstra ym. 2012). Hoidosta havaittiin olevan eniten apua väsymyksen lisäksi uniapneaa sairastavien usein kokemaan mielialan laskuun. Tulokset viittaavat siihen, että uniapneaan liittyisi palautuvien kognitiivisten muutosten lisäksi palautumattomia muutoksia. Tämä havainto saattaa olla yllättävä suhteessa henkilön selvästi kohenevaan vireyteen ja mielialaan CPAP-hoidon yhteydessä.

Lasten ja nuorten oppiminen ja uni

Vaikka oppimisen merkitys on suuri työelämässä, lapsille ja nuorille se on vielä tärkeämpi. Yksi kiinnostava kysymys on, onko lasten ja nuorten nukkumisella yhteyttä heidän koulu-suoriutumiseensa.

Seitsemääntoista tutkimukseen perustuvassa meta-analyysissä todettiin, että voimakas väsymys, heikentynyt unen laatu ja vähäinen unen määrä olivat yhteydessä heikentyneeseen koulu-suoriutumiseen (Dewald ym.

2010). Näistä päiväväsyyksien yhteys oli voimakkain. Unen laatu oli puolestaan voimakkaammin yhteydessä suoriutumiseen kuin unen määrä. Tätä mitattiin tutkimuksissa opettajien, vanhempien tai oppilaiden itsensä arvioimana, kouluarvosanoin tai erillisin testein. Unta ja väsymystä arvioitiin pääasiassa oppilailla tai heidän vanhemmillaan teetetyillä kyselyillä. Tutkijoiden mukaan ainakin kaksi tekijää voi selittää unen määrän vähäistä merkitystä. Unen määrän kysyminen tietämättä unen tarvetta ei välttämättä paljasta, nukkuuko henkilö riittävästi. Yleensä vähemmällä unella pärjäävät myös nukkuvat vähemmän. Tulosta saattavat selittää myös yksilölliset erot univaheen vaikutuksissa kognitiivisiin toimintoihin.

Samassa meta-analyysissä havaittiin myös, että yhteydet olivat voimakkaampia nuoremmilla oppilailla. Tekijät tulkitsevat tämän johtuvan siitä, että aivojen etuotsalohko kehittyi erittäin voimakkaasti juuri varhaisnuoruudessa. Sen vuoksi heikentynyt unen laatu, lyhyt uni ja väsymys vaikuttavat kognitiiviseen toimintakykyyn ja koulusuoriutumiseen juuri tässä kehitysvaiheessa.

Suomessa on tutkittu ansiokkaasti unen yhteyttä lasten ja nuorten käyttäytymiseen (Paavonen ym. 2009, Pesonen ym. 2010). On esimerkiksi havaittu, että kahdeksanvuotiailla lapsilla objektiivisesti, aktigrafin avulla arvioitu lyhyt uni (alle 7 t 40 min) on yhteydessä vanhempien arvioimiin käyttäytymisongelmiin (esim. affektiiviset oireet, ahdistuneisuus, somaattiset oireet, tarkkaavuus tai hyperaktiivisuusoireet) (Pesonen ym. 2010). Erityisesti tarkkaavuuden kontrollointiin ja eksternalisaatioon liittyvät ilmiöt nousivat esille. Vähän nukkuvilla riski tämäntyyppisiin ongelmiin oli 3-4-kertainen verrattuna enemmän nukkuviin lapsiin. On oletettavaa, että vähäiseen uneen liittyvät käyttäytymisongelmat haittaavat oppimista koulussa.

Millä keinoilla lasten ja nuorten nukkumista ja vireyttä ja näin myös heidän oppimisen edellytyksiään voitaisiin sitten tukea? Tutkimustiedon perusteella sekä kodilla että koululla on vaikutusta – aivan kuten monissa muissakin lapsia ja nuoria koskevissa kysymyksissä. Esimerkiksi runsas television ja

YDINASIA

- ▶ Unen määrä ja laatu vaikuttavat muistiin ja oppimiseen useiden eri mekanismien kautta.
- ▶ Väestötasolla keskeisimpiä muistiin ja oppimiseen epäedullisesti vaikuttavia inihäiriöitä ovat unettomuus, uniapnea sekä lähinnä inihygieniasta johtuva riittämätön uni.
- ▶ Erityisasemassa ovat lapset ja nuoret, joille oppimien on päätyö, ja työntekijät, joiden työ asettaa erityisiä vaatimuksia muistille ja oppimiselle.
- ▶ Muistia ja oppimista haittaaviin inihäiriöihin on olemassa tehokkaita hoitoja, ja niitä käyttämällä voidaan merkittävästi edistää myös muistitoimintoja ja oppimista.
- ▶ Erityisesti kognitiivis-behavioraalisen terapiaa käyttöä unettomuuden hoidossa tulisi voimakkaasti lisätä kouluttamalla perusterveydenhuoltoon tämän hoitomuodon osaajia.

erityisesti aikuisille tarkoitettujen ohjelmien katsominen noin kolminkertaistaa lähellä kouluikää olevien lasten riskin unen häiriintymiselle (Paavonen ym. 2006). Myös mahdollisuus käyttää informaatio- ja kommunikaatioteknologiaa kuten tietokonetta ja älypuhelimia yöllä on yhteydessä vähäiseen unen määrään lapsilla (Chahal ym. 2013). Toisaalta vanhempien asettama nukkumaanmeno-aika näyttää tehoavan. Sen on havaittu korreloivan aikaisempaan nukkumaanmeno-aikaan, pidempään uneen ja parempaan päivävireyteen 13–18-vuotiailla nuorilla (Short ym. 2011).

Toinen ratkaisu voisi olla varhaisten koulun alkamisaikojen (klo 8.00) viivästyminen noin puolella tunnilla. Tällaisen muutoksen on todettu lisäävän unen määrää sekä parantavan yläkoulu- ja lukioikäisten oppilaiden päivävireyttä ja mielialaa (Owens ym. 2010). Toisaalta on otettava huomioon, että ainakin vanhemmilla oppilailla myöhäisemmällä opiskelupäivän alkamisajalla saattaa olla myös epäedullisia vaikutuksia. Yliopisto-opiskelijoilla tehdyn tutkimuksen mukaan ne, joilla ei ollut

aikaisia aamuluentoja, nukkuivat kyllä pidempään mutta käyttivät myös alkoholia enemmän ja suoriutuivat jonkin verran heikommin opinnoissaan kuin aikaisille luennoille osallistujat (Onyper ym. 2012).

Lopuksi

Voidaan sanoa, että laboratoriotutkimuksissa havaitut unen ja vireyden yhteydet muistiin ja oppimiseen ovat osoittautuneet merkityksellisiksi myös käytännössä. Yksi päätelmä tutkimustuloksista on se, että muisti- ja oppimisvaikeuksista kertovan ihmisen uni ja vireys kannattaa arvioida. Käyttökelpoisia menetelmiä ovat esimerkiksi Terveyskirjastosta löytyvät Pohjoismainen unikysely ja Epworth Sleepiness Scale sekä Työterveyslaitoksen www-sivuilta löytyvä unikysely ja unipäiväkirja.

Toiseksi voidaan päätellä, että hoitamalla uni-valvetilanhäiriöitä voidaan korjata monia oppimista haittaavia kognitiivisia muutoksia. Hoitamalla näitä häiriöitä voidaan myös todennäköisesti vähentää niihin liittyvien sairauksien riskiä ja tätä kautta tukea muistia ja oppimista. Erityisesti unettomuuden hoidossa on tällä hetkellä paljon kehitettävää Suomessa. Kognitiivis-behavioraalisen terapian tiedetään olevan tehokas unettomuuden hoitomuoto, ja sen on osoitettu vähentävän myös kognitiivisia oireita ja unilääkkeiden käyttöä. Sen hyödyntämistä tulisi lisätä. Yksi keino olisi kouluttaa perusterveydenhuollossa toimivia terveydenhuollon ammattihenkilöitä antamaan ryhmämuotoista kognitiivis-behavioraalista terapiaa. ■

MIKAEL SALLINEN, PsT, tiimipäällikkö, tutkimusprofessori
Työterveyslaitos
Topeliuksenkatu 41 a A
00250 Helsinki
ja Agora Center, PL 35
40014 Jyväskylän yliopisto

SIDONNAISUUDET

Ei sidonnaisuuksia

Summary

Sleep, memory, and learning

The relationship between sleep and memory and learning has proved multifilament. Besides supporting cognitive functions needed to encode, storage and retrieve materials while awake, sleep is a state during which some of the memory traces are reactivated and consolidated. Also, sleep disorders such as insomnia, obstructive sleep apnea and insufficient sleep in children and adolescents are accompanied with impairments of memory and learning as well as work and school performance. There are treatments for these disorders such as cognitive-behavioural therapy and continuous positive airway pressure, which, at least to some extent, mitigate cognitive impairments and consequently support memory and learning.

KIRJALLISUUTTA

- Altena E, Van Der Werf YD, Sanz-Arigita EJ, ym. Prefrontal hypoactivation and recovery in insomnia. *Sleep* 2008(a);31:1271–6.
- Altena E, Van Der Werf YD, Strijers RL, Van Someren EJ. Sleep loss affects vigilance: effects of chronic insomnia and sleep therapy. *J Sleep Res.* 2008(b);17:335–43.
- Baglioni C, Battagliese G, Feige B, ym. Insomnia as a predictor of depression: a meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies. *J Affect Disord.* 2011;135:10–9.
- Beebe DW, Gozal D. Obstructive sleep apnea and the prefrontal cortex: towards a comprehensive model linking nocturnal upper airway obstruction to daytime cognitive and behavioral deficits. *J Sleep Res.* 2002;11:1–16.
- Capellini I, McNamara P, Preston BT, Nunn CL, Barton RA. Does sleep play a role in memory consolidation? A comparative test. *PLoS One* 2009;4:e4609.
- Chahal H, Fung C, Kuhle S, Veugelers PJ. Availability and night-time use of electronic entertainment and communication devices are associated with short sleep duration and obesity among Canadian children. *Pediatr Obes* 2013;8:42–51.
- Chee MWL, Chuah YM. Functional neuroimaging and behavioral correlates of capacity decline in visual short-term memory after sleep deprivation. *PNAS* 2007;104:9487–92.
- Chen PL, Lee WJ, Sun WZ, Oyang YJ, Fuh JL. Risk of dementia in patients with insomnia and long-term use of hypnotics: a population-based retrospective cohort study. *PLoS One* 2012;7:e49113.
- Cipolli C, Mazzetti M, Plazzi G. Sleep-dependent memory consolidation in patients with sleep disorders. *Sleep Med Rev* 2013;17:91–103.
- Conte F, Ficca G. Caveats on psychological models of sleep and memory: a compass in an overgrown scenario. *Sleep Med Rev.* 2013;17:105–21.
- Dewald JF, Meijer AM, Oort FJ, Kerkhof GA, Bögels SM. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: a meta-analytic review. *Sleep Med Rev* 2010;14:179–89.
- Diekelmann S, Wilhelm I, Born J. The whats and whens of sleep-dependent memory consolidation. *Sleep Med Rev* 2009;13:309–21.
- Elwood PC, Bayer AJ, Fish M, Pickering J, Mitchell C, Gallacher JE. Sleep disturbance and daytime sleepiness predict vascular dementia. *J Epidemiol Community Health* 2011;65:820–4.
- Fortier-Brochu E, Beaulieu-Bonneau S, Ivers H, Morin CM. Insomnia and daytime cognitive performance: a meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2012;16:83–94.
- Jackson ML, Howard ME, Barnes M. Cognition and daytime functioning in sleep-related breathing disorders. *Prog Brain Res* 2011;190:53–68.
- Jenkins JG, Dallenbach KM. Obliviscence during sleep and waking. *Am J Psychol* 1924;35:605–12.
- Ju Y-ES, McLeland JS, Toedebusch CD, ym. Sleep quality and preclinical Alzheimer disease. *JAMA Neurol* 2013;70:587–93.
- Kopasz M, Loessl B, Hornyak M, ym. Sleep and memory in healthy children and adolescents – a critical review. *Sleep Med Rev* 2010;14:167–77.
- Kucharczyk ER, Morgan K, Hall AP. The occupational impact of sleep quality and insomnia symptoms. *Sleep Med Rev* 2012;16:547–59.
- Klystra WA, Aaronson JA, Hofman WF, Schmand BA. Neuropsychological functioning after CPAP treatment in obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2013;17:341–7.
- Marshall L, Born J. The contribution of sleep to hippocampus-dependent memory consolidation. *Trends Cogn Sci* 2007;11:442–50.
- Miró E, Lupiáñez J, Martínez MP, ym. Cognitive-behavioral therapy for insomnia improves attentional function in fibromyalgia syndrome: a pilot, randomized controlled trial. *J Health Psychol* 2011;16:770–82.
- Osorio RS, Pirraglia E, Agüera-Ortiz LF, ym. Greater risk of Alzheimer’s disease in older adults with insomnia. *J Am Geriatr Soc* 2011;59:559–62.
- Owens JA, Belon K, Moss P. Impact of delaying school start time on adolescent sleep, mood, and behavior. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010;164:608–14.
- Paavonen EJ, Pennonen M, Roine M, Valkonen S, Lahikainen AR. TV exposure associated with sleep disturbances in 5- to 6-year-old children. *J Sleep Res* 2006;15:154–61.
- Paavonen EJ, Porkka-Heiskanen T, Lahikainen AR. Sleep quality, duration and behavioral symptoms among 5-6-year-old children. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2009;18:747–54.
- Pace-Schott EF, Hutcherson CA, Bemporad B, ym. Failure to find executive function deficits following one night’s total sleep deprivation in university students under naturalistic conditions. *Behav Sleep Med* 2009;7:136–63.
- Pesonen AK, Räikkönen K, Paavonen EJ, ym. Sleep duration and regularity are associated with behavioral problems in 8-year-old children. *Int J Behav Med* 2010;17:298–305.
- Sánchez AI, Martínez P, Miró E, Bardwell WA, Buéla-Casal G. CPAP and behavioral therapies in patients with obstructive sleep apnea: effects on daytime sleepiness, mood, and cognitive function. *Sleep Med Rev.* 2009;13:223–33.
- Saunamäki T. Executive dysfunction in patients with obstructive sleep apnea syndrome. academic dissertation. Väitöskirja. Tampereen yliopiston psykologian laitos, 2010.
- Sheth BR, Varghese R, Truong T. Sleep shelters verbal memory from different kinds of interference. *Sleep* 2012;35:985–96.
- Short MA, Gradisar M, Wright H, Lack LC, Dohnt H, Carskadon MA. Time for bed: parent-set bedtimes associated with improved sleep and daytime functioning in adolescents. *Sleep* 2011;34:797–800.
- Swanson LM, Arnedt JT, Rosekind MR, Belenky G, Balkin TJ, Drake C. Sleep disorders and work performance: findings from the 2008 National Sleep Foundation Sleep in America poll. *J Sleep Res* 2011;20:487–94.
- Wallace A, Bucks RS. Memory and obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Sleep* 2013;36:203–20.
- Wamsley EJ, Stickgold R. Memory, sleep and dreaming: experiencing consolidation. *Sleep Med Clin* 2011;6:97–108.