

LIISA KUULA

FT, unitutkija
Helsingin yliopisto,
lääketieteellinen tiedekunta,
SleepWell Research Program

KIRJALLISUUTTA

- 1 Gradisar M, Gardner G, Dohnt H. Recent worldwide sleep patterns and problems during adolescence: a review and meta-analysis of age, region, and sleep. *Sleep Med* 2011;12:110–8.
- 2 Hagenauer MH, Perryman JJ, Lee TM, Carskadon MA. Adolescent changes in the homeostatic and circadian regulation of sleep. *Dev Neurosci* 2009;31:276–84.
- 3 Becker SP, Sidel CA, Van Dyk TR, Epstein JN, Beebe DW. Intraindividual variability of sleep/wake patterns in relation to child and adolescent functioning: A systematic review. *Sleep Med Rev* 2017;34:94–121.
- 4 Carskadon MA. Sleep in adolescents: the perfect storm. *Pediatr Clin North Am* 2011;58:637–47.
- 5 Tarokh L, Saletin JM, Carskadon MA. Sleep in adolescence: Physiology, cognition and mental health. *Neurosci Biobehav Rev* 2016;70:182–8.

REM-uni on keskeisin univaihe emotionaalisen latauksen purkautumiselle.

- 6 Dutil C, Walsh JJ, Featherstone RBy. Influence of sleep on developing brain functions and structures in children and adolescents: A systematic review. *Sleep Med Rev* 2018;42:184–201.
- 7 Vyazovskiy VV, Delogu A. NREM and REM Sleep: Complementary Roles in Recovery after Wakefulness. *The Neuroscientist* 2014;20:203–19.
- 8 De Gennaro L, Ferrara M. Sleep spindles: an overview. *Sleep Med Rev* 2003;7:423–40.



Nuori nukkuu myrskyn silmässä

- Nuoruus on dramaattinen ajanjakso aivojen kehityksessä. Tämä näkyy myös unessa.
- Unen ajoitus siirtyy, ja kyky vastustaa unipainetta paranee. Nuori etsii autonomiaa nukkumiseen liittyvissä asioissa.
- Riittämätön uni heikentää kognitiivisia toimintoja ja aiheuttaa monia riskejä.
- Unen lyhentymisen ja muutokset aivoissa liittyvät toisiinsa, mutta syy-seuraussuhdetta niiden välille ei ole syytä olettaa.

Nuorten unikäyttäytyminen muuttuu murrosiän alkaessa. Biologiset, sosiaaliset ja psykologiset syyt siirtävät unirytmää myöhemmäksi (1). Melatoniinin erityis käynnistyy myöhemmin illalla, ja lisäksi nuorten kyky vastustaa unipainetta paranee (2). Unen kesto ja ajoitus vaihtelevat päivästä toiseen enemmän kuin lapsuudessa (3).

Näihin muutoksiin liittyy usein univelkaa ja päiväaikaista väsymystä, mistä voi aiheutua kroonistuneita häiriöitä (esim. viivästynyt unijakso). Unilääketieteessä teini-ikäisten nukkumista onkin luonnehdittu sanoilla ”täydellinen myrsky” (4). Nuoren unta kuvaava kaavio on esitetty kuviossa 1 (5).

Tämä katsaus tarkastelee nuorten aivojen rakennetta (MRI) ja toimintaa (fMRI) kartoittaneita tutkimuksia, joihin liittyy unen keston, laadun tai rakenteen mittausta kyselyllä, kiihtyvyyssanturilla, uni-elektroenkefalografialla (EEG)

unen määrä lisääntyy aamua kohti (kuvio 2).

Nuorten aivojen kehitys ja toiminta vaativat kaikkia univaiheita. Niiden riittävästä saannista voidaan varmistua huolehtimalla unen riittävästä kokonaiskestosta. Kasvamista ja fyysistä palautumista palvelee parhaiten hidasaaltouni, kun taas REM-uni on keskeisin univaihe tunteiden säätelylle ja emotionaalisen latauksen purkautumiselle. Muistikonsolidaatio on yleisesti ottaen yhteydessä N2-uneen (erityisesti mikro-rakenteisiin kuten unisukkuloihin) ja hidasaaltouneen (8), mutta opittava aines vaikuttaa tähän jonkin verran (9).

Univaiheiden dynamiikka rakentuu monesta tekijästä. Esimerkiksi REM-unen ajoitus tahdistuu vuorokausirytmien mukaan, ja hidasaaltouneen määrä riippuu mm. univelasta (10,11). Tämän vuoksi säännöllinen vuorokausirytmien olennainen myös unen rakenteen kannalta.

Aivojen rakenteellinen kehitys

Limbinen järjestelmä ja kortikaaliset alueet kypsyvät voimakkaasti nuoruudessa. Tähän kuuluu esimerkiksi hermoverkkojen uudelleenjärjestymistä, kuten käyttämättömien yhteyksien karsautumista, ja myelinisaatiota sekä valkean aineen muutoksia (12). Myös harmaan aineen väheneminen tai tiivistyminen kuuluu ikävaiheeseen (13).

Nuoruudessa tapahtuu suuria kehitysharppauksia tiedonkäsittelyssä ja -hallinnassa. Synapsien määrä on huipussaan taaperovuosina, minkä jälkeen tapahtuu aktiivista karsautumista keskinuoruuteen asti. Pisimpään karsautumista tapahtuu etuotsalohkoissa, mikä osaltaan selittää ikäkaudelle tyypilliset vaikeudet itsesäätelyssä ja toiminnanohjauksessa. Unenaikainen synapsien karsautuminen on myös oppimisen edellytys.

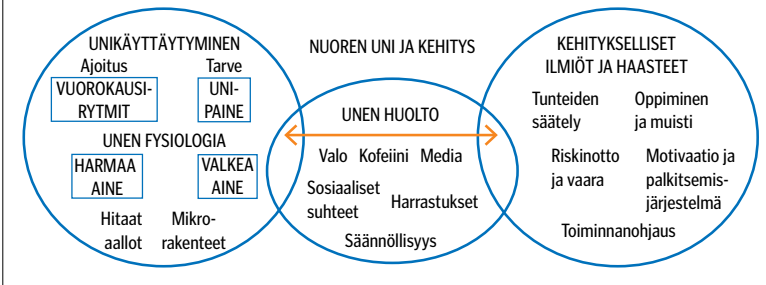
tai polysomnografialla (PSG). Loppuvuonna 2018 ilmestyi samaa aihepiiriä käsittelevä katsaus, joka keskittyi lapsiin ja nuoriin (6).

Unen vaiheet ja niiden roolit

Univaiheiden (vaihe 1, N1; vaihe 2, N2; vaihe 3, N3, syvä uni tai hidasaaltouni; vilkeuni, REM) suotuisa kesto ja ajoitus edistävät terveyttä, hyvinvointia ja kehitystä (7). Normaaliin yöuneen kuuluu univaiheiden vaihtelu siten, että niitä kaikkia on kullekin kehitysvaiheelle riittävästi. Tyypillisesti nukkuvalla nuorella ensimmäisten tuntien aikana esiintyy syvää unta, ja REM-

KUVIO 1.

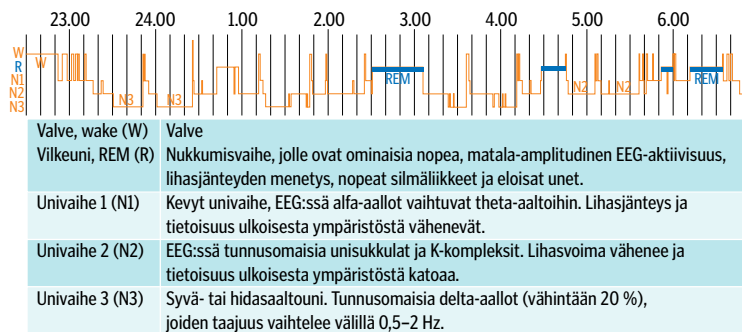
Nuoren kehitys, ulkoiset tekijät ja uni ovat kietoutuneet toisiinsa



KUVIO 2.

12-vuotiaan tytön yönen rakenne

Tyypillisesti nukkuvan nuoren hypnogrammi, josta näkee univaiheiden tavallisen vaihtelun yön aikana.



- King BR, Hoedlmoser K, Hirschauer F, Dolfen N, Albouy G. Sleeping on the motor engram: The multifaceted nature of sleep-related motor memory consolidation. *Neurosci Biobehav Rev* 2017;80:1–22.
- Brunner DP, Dijk DJ, Borbely AA. Repeated partial sleep deprivation progressively changes in EEG during sleep and wakefulness. *Sleep* 1993;16:100–13.
- Czeisler CA, Zimmerman JC, Ronda JM, Moore-Ede MC, Weitzman ED. Timing of REM sleep is coupled to the circadian rhythm of body temperature in man. *Sleep* 1980;2:329–46.
- Lebel C, Deoni S. The development of brain white matter microstructure. *Neuroimage* 2018;182:207–18.

Hermostollisten yhteyksien kehittyminen ja ympäristön tarjoamien haasteiden kohtaaminen valmistavat nuorta itsenäisyyteen. Taidot karttuvat ja täsmentyvät iän tuoman kehityksen myötä. Merkittävimpiä toiminnan ja käytöksen ohjaajana voidaan pitää otsalohkon kypsymistä: harmaan aineen määrä vähenee, ja aivoalueiden välisistä yhteyksistä vastaavan valkean aineen määrä lisääntyy.

Aivojen rakenteiden kehitys ja muutokset unessa tapahtuvat samanaikaisesti, mutta on epäselvää, onko niiden välillä kausaliteettia. Vähintäänkin uni heijastaa aivojen rakenteellista kehitystä. Harmaan aineen väheneminen on yhteydessä hidasaaltounen (delta-taajuus) vähenemiseen 9–18-vuotiailla (eri otoksia; yht. n = 98) (14). Suurin muutos hidasaaltounen

määrässä tapahtuu 12 ja 17 ikävuoden välillä, minkä voidaan olettaa heijastavan synaptisen tiheyden muutosta. Tutkimuksessa, jossa selvitettiin keskimäärin 13-vuotiaiden nuorten (n = 36) aivorakenteiden (MRI) ja unen (EEG) yhteyttä, syvän eli hidasaaltounen kokonaismäärän todettiin olevan yhteydessä harmaan aineen määrään useissa rakenteissa. Näitä olivat esimerkiksi pihtipoimun takaosa, tunto- ja liikeaivokuori, takaraivolohko sekä ohimolohkon takaosa (15).

Kuten harmaan aineen kypsyminen, myös hidasaaltoaktiiviteetin (nopeataajuinen EEG) ja aivorakenteiden (MRI) kehitys näyttää etenevän posteriorisilta alueilta anteriorisille (17). Lisäksi 16-vuotiailla (n = 132) harmaan aineen volyymin ja aivokuoren paksuuden (MRI) on raportoitu olevan yhteydessä hidasaaltounen määrään (uni-EEG) (18). Nämä löydökset viittaavat siihen, että uni-EEG toimii kehityksen mittarina: samaan tahtiin hidasaaltounen vähenemisen kanssa etenevät harmaan aineen volyymin pieneminen, synaptinen karsiutuminen ja myelinisaation kiihtyminen.

Myös unen säännöllisyydellä on merkitystä aivojen kehitykselle. Nuorten itse raportoitu unen keston vaihtelevuus on yhteydessä valkean aineen eheyteen (diffusiotensorikuvaus, DTI), mutta vain pitkän aikavälin mittauksissa. Eräissä tutkimuksissa raportoitiin unen keston pienemmän vaihtelun olevan yhteydessä eheämpään valkeaan aineeseen 1,5 vuoden mutta ei 3 kkn aikajänteellä (19). Tämä yhteys ei kuitenkaan ollut merkitsevä unen ajoituksen vaihtelun eikä pelkän unen keston osalta, mikä voi osin selittää unen rakenteen ja korvausunen välinen yhteys: univelka maksetaan tyypillisesti hidasaaltounella (10,20), jonka määrä kaiken kaikkiaan vähenee nuoruudessa.

Vuonna 2018 julkaistussa tutkimuksessa (21) löydettiin yhteys etuotsalohkon suuremman neuraalisen tiheyden (DTI: pienemmät mean diffusivity -arvot, eli suurempi kudostiheys) ja unen lyhyemmän keston sekä paremman laadun välillä (itse raportointi). Tutkimuksessa oli mukana 18–27-vuotiaita nuoria aikuisia (n = 1 201). Siinä ei kuitenkaan tarkasteltu univaiheita, eikä esimerkiksi unen keston ja laadun yhteisvaikutusta. Näin ollen on todennäköistä, että suurempi neuraalinen tiheys liittyy suurempaan hidasaaltounen määrään eikä niinkään kokonaisunen lyhyempään kesto.

- 13 Keshavan MS, Giedd J, Lau JY, Lewis DA, Paus T. Changes in the adolescent brain and the pathophysiology of psychotic disorders. *Lancet Psychiatry* 2014;1:549–58.
- 14 Feinberg I, Campbell IG. Longitudinal sleep EEG trajectories indicate complex patterns of adolescent brain maturation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2013;304:R296–303.
- 15 Buchmann A, Ringli M, Kurth S ym. EEG sleep slow-wave activity as a mirror of cortical maturation. *Cerebral cortex* 2011;21:607–15.

REM-unen ajoitus tahdistuu vuorokausirytmien mukaan, ja hidasaaltouunen määrä on riippuvainen univelasta.

- 16 Tarokh L, Van Reen E, LeBourgeois M, Seifer R, Carskadon MA. Sleep EEG provides evidence that cortical changes persist into late adolescence. *Sleep* 2011;34:1385–93.
- 17 Kurth S, Ringli M, Geiger A, LeBourgeois M, Jenni OG, Huber R. Mapping of cortical activity in the first two decades of life: a high-density sleep electroencephalogram study. *J Neurosci* 2010;30:13211–9.
- 18 Goldstone A, Willoughby AR, de Zambotti M ym. The mediating role of cortical thickness and gray matter volume on sleep slow-wave activity during adolescence. *Brain Struct Funct* 2018;223:669–85.
- 19 Telzer EH, Goldenberg D, Fuligni AJ, Lieberman MD, Galvan A. Sleep variability in adolescence is associated with altered brain development. *Dev Cogn Neurosci* 2015;14:16–22.
- 20 Akerstedt T, Kecklund G, Ingre M, Lekander M, Axelsson J. Sleep homeostasis during repeated sleep restriction and recovery: support from EEG dynamics. *Sleep* 2009;32:217–22.
- 21 Takeuchi H, Taki Y, Nouchi R ym. Shorter sleep duration and better sleep quality are associated with greater tissue density in the brain. *Sci Rep* 2018;8:5833.
- 22 Urrila AS, Artiges E, Massicotte J ym. Sleep habits, academic performance, and the adolescent brain structure. *Sci Rep* 2017;7:41678.
- 23 Roenneberg T, Kuehnel T, Pramstaller PP ym. A marker for the end of adolescence. *Curr Biol* 2004;14:R1038–9.
- 24 Owens JA, Dearth-Wesley T, Lewin D, Gioia G, Whitaker RC. Self-Regulation and Sleep Duration, Sleepiness, and Chronotype in Adolescents. *Pediatrics* 2016;138:e20161406.

Uni-valverytimiä ylläpitävät järjestelmät säätelevät univaiheiden esiintymistä. Siksi unen rakenne voi häiriintyä nuorilla, joiden vuorokausirytmien ajoitus on epäsäännöllinen (10). Eräässä tutkimuksessa selvitettiin 14–15-vuotiaiden nuorten unen ajoitusta (n = 177) ja aivorakenteita (22): harmaan aineen volyymit olivat pienimmät nuorilla, jotka valvoivat viikonloppuiltoina myöhään. Vastaavasti pidempi uni arkena oli yhteydessä suurempaan harmaan aineen määrään frontaaliosissa klusterissa.

Vuorokausirytmien ajoitus on eri kronotyypeillä erilainen. Ihminen voi olla aamuvirkku, iltavirkku tai jotain siltä väliltä. Tähän vaikuttavat niin perinnölliset seikat, ympäristö kuin tottumuksetkin. Kronotyyppi on yhteydessä myös puberteettiin: iltavirkkuus lisääntyy murrosiän edetessä, minkä jälkeen unen ajoitus tyypillisesti taas aikaistuu (23).

Iltavirkkuuteen liittyy monia riskejä kognitiolle ja mielenterveydelle. Iltavirkkuilla 15-vuotiailla esimerkiksi itsesäätelykyvyt ovat heikot kuin muilla (24). Myöhäiseen kronotyyppiin kytkeytyy myös heikompi koulumenestys (25). On syytä huomioda, että lyhyt unen kesto ei näissä tutkimuksissa selittänyt tuloksia, vaan myöhäisellä kronotyyppillä on itsenäisiä haittavaikutuksia.

Aivojen toiminnallinen kehitys

Aivojen rakenteen lisäksi monet viimeaikaiset tutkimukset ovat käsitelleet fMRI:llä kerättyä tietoa aivojen toiminnasta sekä siihen liittyvästä unen kestosta ja laadusta. Näissä tutkimuksissa on pyritty tavoittamaan myös arkielämän kannalta merkityksellistä tietoa aivojen toiminnan ja unen välisestä suhteesta.

Tuoreessa tutkimuksessa kartoitettiin 17-vuotiaiden nuorten (n = 22) unen kestoa ja sen yhteyttä insulan etuosan ja dorsolateraalisen etuosan (dlPFC) toimintaan (26). Tutkijat huomasivat unen pidemmän keston kytkeytyvän kyseisten alueiden väliseen suurempaan toiminnalliseen yhteyteen (funktionaalinen konnektiivisuus) kuormittavissa päätöksentekotehtävissä. Normaalioloissa sen sijaan yhteys

uneeen ei ollut merkitsevä.

Toisessa tutkimuksessa mitattiin fMRI:llä 19-vuotiaiden nuorena vasteita negatiivisia tunteita esittäviin kasvoihin. Pidempi itse raportoitu unen kesto edelliseltä kolmelta yöltä oli yhteydessä pienempiin vasteisiin hippokampuksessa ja dorsaaliosassa (dACC) (27). Nämä löydökset viittaavat siihen, että nuoruudessa unen kestolla on aivojen toimintaa suojaavia vaikutuksia haitallisissa oloissa.

Myös unen laadun on havaittu kytkeytyvän aivojen toiminnallisiin yhteyksiin, mutta on tärkeää muistaa tulkita kriittisesti yksittäisten tutkimusten tuloksia aivoaktiivisuuden voimakkuudesta. Lisääntynyt aktivaatio voi merkitä yhtäältä laajempia assosiaatioverkkoja, toisaalta suurempaa kuormitusta.

Unen laadun yhteyttä etuosan ja valvlepotilan hermoverkon (default mode network, DMN) väliseen konnektiivisuuteen 16-vuotiailla nuorilla (n = 55) tarkasteltiin vuonna 2019 julkaistussa tutkimuksessa. Mitä enemmän yöllisiä heräilyjä, sitä voimakkaammin DMN ja etuosan olivat yhteydessä toisiinsa (28).

15-vuotiailla nuorilla (n = 46) heikon unen laadun on havaittu olevan yhteydessä dorsolateraalisen etuosan vähentyneeseen aktivaatioon tilanteessa, jossa tutkittavalla on hyvä kognitiivinen hallinta (29). Heikko unen laatu on yhteydessä myös vähentyneeseen yhteistoimintaan (synkroniaan) dorsolateraalisen etuosan ja tunnealueiden välillä. Nämä löydökset viittaavat siihen, että huono unen laatu on yhteydessä toiminnanohjauksen ja itsesäätelyn hermoverkkojen heikompaan toimintaan. Tämä on osoitettu myös lukuisissa epidemiologisissa tutkimuksissa ja monessa ikäryhmässä (30).

Eräässä tutkimuksessa käytettiin kokeellista asetelmaa, jossa 13–15-vuotiaiden nuorten (n = 18) yöni rajoitettiin neljään tuntiin (31). Normaalin yön (8 h) jälkeen mantelitulmake ja pihtipoimun takaosa toimivat tarkoituksenmukaisemmin (fMRI) kuin rajoitetun yön jälkeen. Myös tämä havainto tukee kirjallisuudessa esitettyä riittämättömän unen saannin yhteyttä tunteiden säätelyn vaikeuksiin (5).

Unideprivaation vaikutuksia aivojen konnektiivisuuteen nuorilla aikuisilla (n = 60) kartoitettiin vastaavanlaisessa univajeasetelmassa (32). Tutkimuksessa havaittiin, että univajeesta kärsivien nuorten aikuisten aivojen toiminta muis-

- 25 Zerbini G, van der Vinne V, Otto LKM ym. Lower school performance in late chronotypes: underlying factors and mechanisms. *Sci Rep* 2017;7:4385.
- 26 Uy JP, Galvan A. Sleep duration moderates the association between insula activation and risky decisions under stress in adolescents and adults. *Neuropsychologia* 2017;95:119–29.
- 27 Carlisi CO, Hilbert K, Guyer AE, Ernst M. Sleep-amount differentially affects fear-processing neural circuitry in pediatric anxiety: A preliminary fMRI investigation. *Cogn Affect Behav Neurosci* 2017;17:1098–113.
- 28 Tashjian SM, Mullins JL, Galvan A. Bedtime Autonomy and Cellphone Use Influence Sleep Duration in Adolescents. *J Adolesc Health* 2019;64:124–30.
- 29 Telzer EH, Fuligni AJ, Lieberman MD, Galvan A. The effects of poor quality sleep on brain function and risk taking in adolescence. *Neuroimage* 2013;71:275–83.

Nuoria motivoivat interventiot unen ajoituksen säännöllistämiseksi olisivat tärkeitä.

- 30 Owens J. Insufficient sleep in adolescents and young adults: an update on causes and consequences. *Pediatrics* 2014;134:e921–32.
- 31 Robinson JL, Erath SA, Kana RK, El-Sheikh M. Neurophysiological differences in the adolescent brain following a single night of restricted sleep – A 7T fMRI study. *Dev Cogn Neurosci* 2018;31:1–10.
- 32 Zhou X, Wu T, Yu J, Lei X. Sleep Deprivation Makes the Young Brain Resemble the Elderly Brain: A Large-Scale Brain Networks Study. *Brain Connect* 2017;7:58–68.
- 33 Muto V, Jaspas M, Meyer C ym. Local modulation of human brain responses by circadian rhythmicity and sleep debt. *Science* 2016;353:687–90.
- 34 Lowe CJ, Safati A, Hall PA. The neurocognitive consequences of sleep restriction: A meta-analytic review. *Neurosci Biobehav Rev* 2017;80:586–604.
- 35 de Bruin EJ, van Run C, Staaks J, Meijer AM. Effects of sleep manipulation on cognitive functioning of adolescents: A systematic review. *Sleep Med Rev* 2017;32:45–57.

tuttaa yli 60-vuotiaiden aivojen toimintaa. Todennäköisesti tämä johtuu siitä, että unen puutteen vaikutuksia kompensoidaan hyödyntämällä vaihtoehtoisia, robustimpia mekanismeja.

Univajeen aiheuttamat toiminnalliset ja kognitiiviset muutokset eivät kuitenkaan ole suoraviivaisia. Nuorilla aikuisilla (n = 33) on havaittu alueellisia eroja unipaineen ja vuorokausirytmien vaiheen vaikutuksissa aivoihin: monet subkortikaaliset vasteet näyttävät olevan riippuvaisia vuorokausirytmien vaiheesta, kun taas unipaineella vaikuttaa olevan merkittävämpi vaikutus aivokuoren vasteisiin (33). Kyseisen tutkimuksen perusteella aivoalueet kärsivät eri tavoin uneen liittyvistä ongelmista: vuorokausirytmien heittelehtiminen voi olla haitallisempaa aivojen syville osille (ja näin ollen mm. tunteille ja nautinnolle), kun taas riittämätön uni näkyy aivokuoren toiminnossa (kuten tiedonkäsittelyssä).

Uni, kognitio ja aivot

Terveiden nuorten kuvantamistutkimusten kliininen merkitys havainnollistuu parhaiten kognitiivisten toimintojen ja unen yhteydessä. Eräässä MRI-tutkimuksessa tarkasteltiin 14–15-vuotiaiden nuorten aivojen morfologisia eroja suhteessa kullekin tyypilliseen uneen ja koulumenestykseen (22). Tutkimuksessa havaittiin harmaan aineen pienen volyymin kytkeytyvän sekä myöhäisempiin nukkumaanmenoaikoihin viikonloppuisin että heikompaan koulumenestykseen. Myös katsaus vuodelta 2016 raportoi aivojen, unen ja kognition keskeisestä suhteesta: riittävä ja oikein ajoitettu uni tukee oppimista, muistia, keskittymistä ja tunteiden hallintaa (5). Kirjoittajat huomioivat myös unen ja psyyken ongelmien vahvan yhteisesiintyvyyden: lähes kaikkiin psykiatrisiin häiriöihin liittyy uniongelmiä, jotka puolestaan voivat aiheuttaa muutoksia kognitiivisissa toiminnoissa.

Eräiden toisten tuoreiden katsausten mukaan unen määrän riittämättömyys tai rajoittaminen vaikuttaa nuorilla kognitioon kumulatiivisesti. Mitä pidempään nuori joutuu kestämään unen riittämättömyyttä, sitä heikommin hän pystyy

ylläpitämään tarkkaavaisuuttaan, ohjaamaan toimintaansa ja käyttämään pitkäkestoista muistiaan. Johdonmukaisimmat löydökset on saatu tarkkaavaisuutta mittaavista testeistä: nuoret, joiden unta rajoitetaan, suoriutuvat niistä merkittävästi heikommin kuin nuoret, jotka saavat nukkua rajoituksetta (34,35). On myös havaittu, että univajeryhmässä, jonka unta on rajoitettu viikon ajan viiteen tuntiin yössä (normaali uni 9 h), työmuisti, toiminnanohjaus ja tarkkaavaisuus ovat tavallista heikompia vielä kahden normaalisti nukutun yön jälkeen (36).

Näiden tutkimusten perusteella unen voidaan olettaa edistävän synaptista plastisiteettia, joka on optimaalisen kognitiivisen suoriutumisen edellytys (37). Kyse on todennäköisesti molekyytilason muutoksista: proteiinien synteesi valikoiduissa synapseissa muuntaa hermoston rakenteita sen mukaan, mitä informaatiota on tarkoitus tallentaa pitkäkestoiseen muistiin. Muistojen koodaus unohtettaviksi tai muistettaviksi tapahtuu valveilla ollessa. Unen N2- ja N3-vaiheiden hitaat oskillaatiot sekä REM-univaiheen theta-taajuudet puolestaan säätelevät tallennukseen liittyvää hermoston aktiivisuutta (38).

Aivot säätelevät unta

On selvää, että unen riittävä määrä ja laatu ylläpitävät aivojen optimaalista, esimerkiksi muistiin ja toiminnanohjaukseen liittyvää toimintaa. Hyvinä konkreettisenä esimerkkinä tästä on niin sanottu glymfattinen järjestelmä, joka puhdistaa aivoja unen aikana metabolisista jäännöksistä.

Aivot puolestaan säätelevät unta. Nukahtamisen jälkeen talamokortikaaliset unisukkulat pitävät yllä unta, kunnes unipaine kevenee ja adenosini vähenee aivoista. Samalla kun aivot ylläpitävät unta, ne suodattavat ympäristön ärsykeitä – tai sitten päästävät ärsykkeet tietoisuuteen, jolloin nukkuja herää. Myös tässä unisukkuloiden rooli on merkittävä.

Mikäli kyseiset prosessit ovat epätyypillisiä, unen ajoitus, määrä tai laatu voi kärsiä. Niinpä aivojen, unen, hyvinvoinnin ja ympäristön vuorovaikutus on nähtävä kokonaisuutena, jonka yhteen osaan vaikuttamalla voidaan myös korjata toisen osan toimintaa.

Uni ja mielenterveys

Päiväaikainen väsymys, unettomuus ja vuorokausirytmien ongelmat ovat nuorilla yleisiä. Ne

- 36 Lo JC, Ong JL, Leong RL, Gooley JJ, Chee MW. Cognitive Performance, Sleepiness, and Mood in Partially Sleep Deprived Adolescents: The Need for Sleep Study. *Sleep*. 2016;39:687–98.
- 37 Raven F, Van der Zee EA, Meerlo P, Havekes R. The role of sleep in regulating structural plasticity and synaptic strength: Implications for memory and cognitive function. *Sleep Med Rev* 2018;39:3–11.
- 38 Navarro-Lobato I, Genzel L. The up and down of sleep: From molecules to electrophysiology. *Neurobiol Learn Mem* 2019;160:3–10.
- 39 Harvey AG. A Transdiagnostic Intervention for Youth Sleep and Circadian Problems. *Cogn Behav Pract* 2016;23:341–55.
- 40 de Bruin EJ, Oort FJ, Bogels SM, Meijer AM. Efficacy of internet and group-administered cognitive behavioral therapy for insomnia in adolescents: a pilot study. *Behav Sleep Med* 2014;12:235–54.

ovat yhteydessä monenlaisiin mielenterveyden häiriöihin, erityisesti masennukseen ja ahdistuneisuushäiriöihin. Univaikeudet voivat sekä aiheuttaa mielenterveysoireita että seurata niistä. Uniongelma voi alkaa myös jostain muusta terveysongelmasta. Suurimmalla osalla masentuneista on unettomuusoireita, mutta toisaalta myös liikaunisuutta, erityisesti nuorilla.

Nukkumiseen liittyvät oireet ovat nuorilla monenlaisissa ongelmissa ensisijainen syy haikutua vastaanotolle. Uni voikin olla vastaanotolla neutraali lähestymisväylä muihin mahdollisiin terveysongelmiin. Uniongelmia hoitamalla voidaan myös hoitaa psyykkisten ja muiden sairauksien oireita suhteellisen tehokkaasti. Unen huoltoon ja unettomuuteen on erilaisia interventioita. Niistä käytetyimpiä ovat kognitiivis-behavioraaliset hoito-ohjelmat, joita on mahdollista toteuttaa myös internet-pohjaisina (39,40).

Lopuksi

Uni ei ole passiivinen tila, vaan sen dynaamiset prosessit ovat keskeinen osa keskushermoston optimaalista toimintaa. Nuoren normatiiviseen kypsymiseen liittyvien dramaattisten neuroaalisten muutosten merkitys on selvä: lapsen on kasvettava aikuiseksi ja valmistauduttava itse-

näistymiseen. Osa tätä prosessia on myös uni-autonomia, mihin voi liittyä myös haittoja, kun unen ajoitus ja rakenne muuttuvat.

Tutkimustiedon valossa unen riittämätön kesto, epäsäännöllinen ajoitus tai unettomuuden oireet eivät yleensä suoraan häiritse aivojen kehitystä. Aivojen harmaan ja valkean aineen määrät muuttuvat tyypillisen kehityksen yhteydessä, ja näihin muutoksiin liittyy myös normatiivisessa kehityksessä muutoksia unikäyttäytymisessä. Unen ajoitus ja määrä kuitenkin vaikuttavat unen rakenteeseen – joka puolestaan vaikuttaa aivojen toimintaan ja välittömään kognitiiviseen suoriutumiseen.

Nuoruuteen liittyvät uniongelmat eivät yleensä ole täysin itsenäisiä ongelmia, vaan nivoutuvat esimerkiksi mielenterveyteen. Nuorten nukkumiseen liittyvien riskitekijöiden tunnistaminen voikin suojata aivojen kehitystä ja siten myös oppimista, muistamista ja mielialaa. Tulevaisuudessa olisi tarpeen tutkia uneen vaikuttavien interventioiden vaikutusta nuorten aivojen kehitykseen, esimerkiksi sitä, kuinka unen keston pidentyminen vaikuttaa valkean aineen määrään. Myös nuoria kiinnostavat ja motivoivat interventiot unen ajoituksen säännöllistämiseksi olisivat tärkeitä. ●

SIDONNAISUUDET

Liisa Kuula: Ei sidonnaisuuksia.

[ENGLISH SUMMARY](#) | www.laakarilehti.fi | in english

Sleeping in the eye of the storm: adolescent sleep and development of the brain

LIISA KUULA

Ph.D., sleep researcher
University of Helsinki, Faculty of
Medicine, SleepWell Research
Program

Sleeping in the eye of the storm: adolescent sleep and development of the brain

Adolescent sleep goes through several changes: the total duration shortens, the amount of deep sleep decreases, and sleep timing shifts towards an overall later schedule. The shift in circadian rhythm is perhaps sleep's most notable marker of pubertal development. When combined with external demands, such as early school schedules, the changes in sleep behaviour may also cause problems. These problems may relate to academic performance, cognitive functioning, emotional and mental well-being, risk-taking behaviour and also physical health. This review gathers recent studies of the relationship between sleep measures (mostly from polysomnography studies) and the maturation of the adolescent brain. Based on current research it can be concluded that the majority of the changes in sleep represent typical development of the brain. However, if sleep behaviour during adolescence requires adjusting, it is possible to intervene, or to support a more beneficial sleep pattern through improving sleep hygiene. It is also important to remember that sufficient sleep and mental health are intertwined, and often the first symptoms of depression or anxiety emerge as sleep symptoms.