

Please note! This is a self-archived version of the original article.

Huom! Tämä on rinnakkaistalenne.

To cite this Article / Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Tuominen, P. & Sahlsten, J. (2024) Arjen hyvät tavat: liiku, leppää ja syö. Teoksessa Kolonen, M. & Toljamo, K. (toim.) Kestävä aivoterveys - aivohyvinvointia työikäisille. Tampereen ammattikorkeakoulun julkaisuja, Sarja B., Raportteja 148, 125-133.

URL: <https://www.theseus.fi/handle/10024/852017>

Arjen hyvät tavat: liiku, lepää ja syö

Pipsa Tuominen ja Jaana Sahlsten

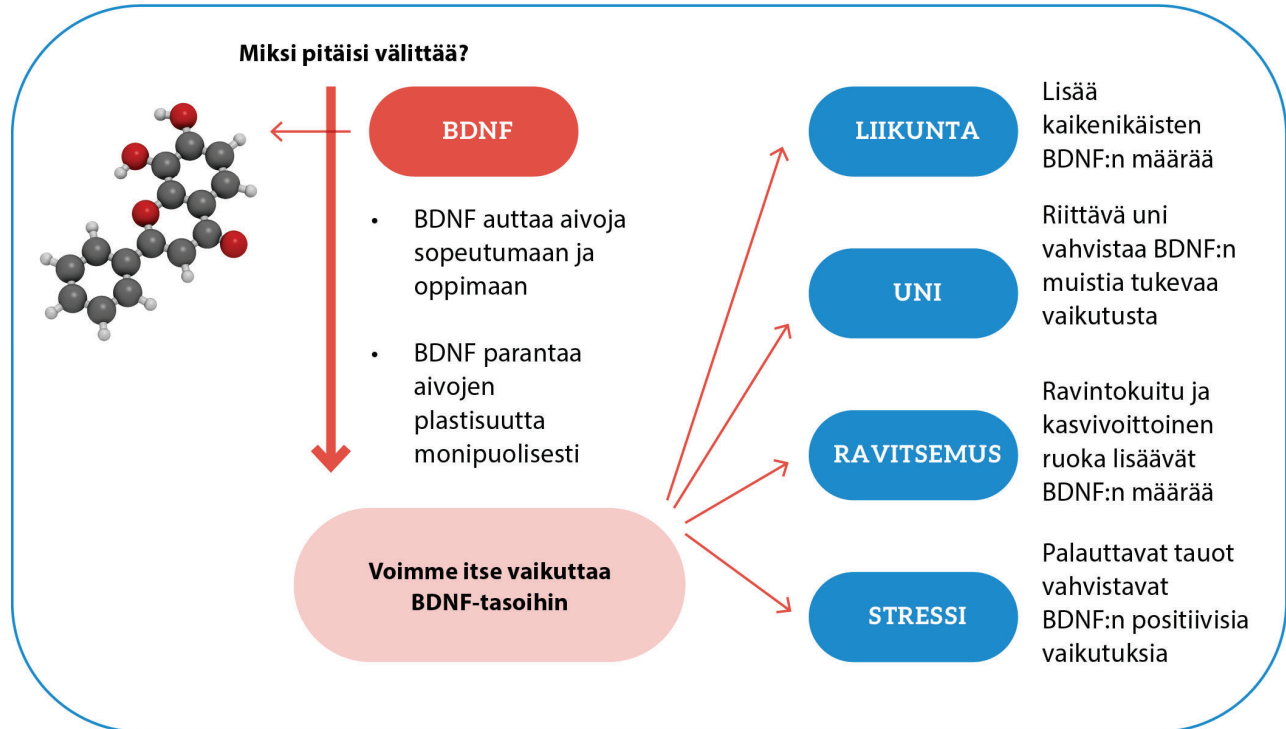
Kun puhutaan hyvinvoinnista ja elintapojen vaikutuksesta aivoterveYTEEN, arkipäiväiset tavat voivat tuottaa yllättäviä hyötyjä. Monet hyvistä vaikutuksista näyttävät selittyvän välittäjäaineena toimivan aivoperäisen hermokasvutekijän, ihmeaine BDNF:n avulla. Viimeaikaisten lehtiotsikoiden mukaan muisti kehittyy, unenlaatu paranee ja oppiminen tehostuu, kun ihminen liikkuu, nukkuu riittävästi ja syö hyvin.

Aivoista peräisin oleva neurotrofinen tekijä (Brain-Derived Neurotrophic Factor, BDNF) on proteiini ja yksi aivojen tärkeimmistä hermokasvutekijöistä. Sen oletetaan vaikuttavan muun muassa uusien aivosolujen tuotantoon ja uusien reittien kehittymiseen olemassa olevien solujen välillä. (De Assis ym. 2018.) BDNF myös säätelee glukoosi- ja energia-aineenvaihduntaa, joten se voi olla hyödyllinen eri sairauksien, esimerkiksi diabeteksen, ehkäisyssä ja hoidossa (Bathina & Das 2015). BDNF:n alentuneet tasot ovat yhteydessä hermosolujen häviämiseen johtaviin rappeuttaviin sairauksiin, kuten Parkinsonin tautiin ja Alzheimerin tautiin (Di Liegro ym. 2019).

Aivojen kasvuun ja toimintaan vaikuttavat tekijät, kuten BDNF, saattavat vaikuttaa aivojen plastisuuteen monissa eri olosuhteissa, kuten nuoruuden kasvupyrähdyksen aikana, fysiologisessa ikääntymisessä, aivoja rappeuttavissa sairauksissa ja toipumisessa akuutin aivovaurion jälkeen (Di Liegro ym. 2019). Näin ollen sillä on keskeinen rooli keskushermoston kehityksessä, ylläpitämisessä sekä synapsien säätelyssä, oppimisessa ja muistissa (Monteiro ym. 2017).

Terveellisten elintapojen, siis riittävän liikkumisen, terveellisen ravinnon, säännöllisen unen ja liiallisen stressin välttämisen on osoitettu lisäävän verenkierrossa olevien kasvutekijöiden (esimerkiksi IGF-1) ja neurotrofinien (kuten BDNF) määrää, jotka vaikuttavat aivoihin sekä kehityksen aikana että aikuisena (kuvio 1).

Aivojen plastisuus



Kuvio 1. Aivojen plastisuus, miksi siitä pitäisi välittää? Mukailtu lähteestä <https://home.hellodriven.com/articles/neuroplasticity-why-you-should-care-about-your-bdnf/>

Liike on lääke

Säännöllinen liikunta ja kaikenlainen fyysinen aktiivisuus vilkastuttavat kehon ja aivojen verenkiertoa, jolloin hermosolujen väliset yhteydet aivoissa uusiutuvat ja tehostuvat. BDNF:n vapautuminen aktivoi joukon geenejä, jotka vaikuttavat uusien solujen ja aivoreittien kehittymiseen. Parhaiten tulokset näkyvät säännöllisesti harjoittelevilla henkilöillä, sillä BDNF:n lisääntyminen on yhteydessä harjoittelun tehoon, keston ja tiheyteen. Vastaavasti yhteydet ovat heikkoja tai niitä ei löydy henkilöillä, joilla liikkuminen on vähäistä ja paikallaanolojaksoja on paljon. (De Assis ym. 2018.)

Kaikki fyysinen aktiivisuus lisää aivojen verenkiertoa, parantaa hapensaantia sekä lisää välittäjäaineiden tasoa, millä on myönteinen vaikutus keskittymiseen, oppimiseen, mielialaan ja stressinsietokykyyn. Säännöllisesti toistuva liikunta lisää BDNF:n pitoisuuksia, mikä tukee hermosolujen toimintaa. (Syväoja 2016.)

Fyysinen aktiivisuus on yhdistetty myös harmaan aineen määrän kasvuun aivojen otsa- ja hippokampusalueella. Nämä fyysisen aktiivisuuden vaikutukset on liitetty kognitiivisen toimintakyvyn paranemiseen. (Naveed, Lakka & Haapala 2020.) Liikunnan on havaittu lisäävän aivosolujen ja rakenteiden välisiä yhteyksiä, tihentävän olemassa olevia hermoverkkoja ja lisäävän aivojen sähköistä aktiivisuutta (Syväoja 2016).

Aerobinen, hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa parantava liikunta lisää aivoterveyttä, mihin viittaavat liikunnan todetut vaikutukset aivokuoren paksuuntumiseen. Magneettikuvauksella on osoitettu, että fyysinen aktiivisuus on yhteydessä suurempiin aivotilavuuksiin erityisesti dementialle alttiilla aivoalueilla. Tutkimusten mukaan liikunnalla voidaan hidastaa ikääntymiseen liittyvää toiminnanohjauksen heikkenemistä. (Stern ym. 2019.)

Lisäksi hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnan kehittäminen tai ylläpitäminen keski-ikässä oli yhteydessä suurempaan aivokudoksen, aivokuoren sekä hippokampuksen kokonaistilavuuteen. Koheneva kunto on erityisen hyödyllistä aivokuoren tilavuudelle niillä ihmisillä, joilla on masennusoireita. (Zotcheva ym. 2019.)

Tutkimuksissa on havaittu, että monipuolista havainnointia ja reagoitua kehittävät lajit (esimerkiksi sulkapallo) lisäävät BDNF-tasoa enemmän kuin sykliset lajit, joissa liike toistuu samankaltaisena (esimerkiksi juoksu). Tähän saattaa liittyä myös ihmisen itse kokema liikunnan nautittavuus. (Hung ym. 2018.)

Miten näitä tietoja voisi hyödyntää käytännössä? Yksi mahdollisuus on liikkumalla eri tavoin lukemisen tai uuden asian opetteluun aikana. Tutkimusten mukaan nuoret aikuiset suoriutuvat paremmin kielellistä oppimista vaativista tehtävistä kävellessään kuin ollessaan paikallaan (Schmidt-Kassow ym. 2014). Tämä olisi hyvä muistaa myös muissa oppimista vaativissa tilanteissa.

Liikkumisen suositukset (kuviot 2, UKK-instituutti 2019) kokoaa yhteen terveyden näkökulmasta riittävän viikoittaisen liikkumisen määrän, huomioi paikallaanolon tauottamisen ja riittävän unen merkityksen. Suositus rakentuu pyramidin muotoon ja antaa myös käytännön esimerkkejä liikkeen lisäämiseen arjessa. Pohjan rakentaa riittävä määrä palauttavaa unta ja ohjeistus paikallaanolon tauottamisesta aina kun voi. Lisäksi

viikkoon olisi hyvä sisällyttää kevyttä liikuskelua, kuten kotiaskareet, portaiden käyttö hissien sijaan tai työpaikan kävelypalaveri mahdollisimman usein. (UKK-instituutti 2019.)

LIKKUMALLA TERVEYTTÄ – askel kerrallaan



Viikoittainen liikkumisen suositus 18–64-vuotiaille 

Kuvio 2. Liikkumisen suositus 18–64-vuotiaille

Reipasta liikkumista, esimerkiksi uintia, sauvakävelyä tai tanssia, suositellaan kerrytettäväksi 2 tuntia 30 min viikossa tai rasittavaa liikkumista, kuten juoksua, hiihtoa tai pallopelejä 1 tunti 15 min viikossa. Lisäksi lihas-kuntoa ja liikehallintaa kehittävää harjoittelua, esimerkiksi tasapaino- tai kuntosaliharjoittelua tai ryhmäliikuntaa tulisi tehdä ainakin kaksi kertaa viikossa. (UKK-instituutti 2019.)

Pienikin fyysinen aktiivisuus on paikallaanoloa parempi vaihtoehto, ja se edistää myös aivoterveyttä.

Aivopesuri – uni puhdistaa aivoja

Määrällisesti ja laadullisesti riittävän unen vaikutus jaksamiseen, stressin ja palautumisen tasapainoon on merkittävä. Erilaiset ympäristöstä, sosiaalisista suhteista ja omista käsityksistä kumpuavat vaatimukset kuormittavat aivoja. Unen määrällinen tarve on yksilöllinen ja vahvasti perintötekijöiden säätelemä. Aikuisille suositellaan 7–9 tuntia unta. (Partonen 2023.)

Unen aikana aivojen hermosoluissa ja niiden välisissä yhteyksissä tapahtuu muutoksia. Osa yhteyksistä heikkenee ja osa vahvistuu. Yhteydet, joita ei tarvita, siivotaan pois. BDNF välittää aivojen plastisuuteen liittyviä muutoksia, jotka liittyvät muistin käsittelyyn unen aikana (Rahmani, Rahmani & Rezaei 2020). Yöllä aivot järjestelivät valveilla ollessa kertynyttä tietoa ja siirtävät sitä paikoilleen muistin säiliöihin. Aivosolujen uusiutuminen näyttäisi yöaikaan olevan vilkkainta niissä aivojen osissa, jotka liittyvät oppimiseen ja muistamiseen. (Aivoliitto 2018b.)

Uni huoltaa aivoja huuhtelemalla. Tällöin aivojen soluvälitila kasvaa ja nestekierto tehostuu. Unen aikana metaboliittien (aineenvaihduntatuotteiden) ja jätteiden kuljetus pois aivoista lisääntyy. Jos ihminen ei nuku, aivoihin kertyy muun muassa haitallisia aineenvaihduntatuotteita ja liukoisia proteiineja, joista osalla on todettu olevan yhteys esimerkiksi Alzheimerin tautiin. (Yi ym. 2014.)

Fyysinen tai psyykinen stressi, unirytmien epäsäännöllisyys, liiallinen alkoholin tai piristeiden, kuten kofeiinin käyttö saattavat vähitellen johtaa univajeeseen. Univaje ja krooninen stressi vähentävät BDNF:n määrää ja ovat yhteydessä masennukseen, ahdistuneisuuteen ja unettomuuteen (Rahmani, Rahmani & Rezaei 2020). Lisäksi nukahtamista vaikeuttavat ärsykkeet, esimerkiksi valo, melu tai epäsopeva lämpötila, liikunnan niukkuus tai liiallisuus voivat lisätä nukkumisen haasteita. Aivojen lisäksi vähitellen kertyvä univelka kuormittaa sydäntä ja verisuonistoa, kun unen puute altistaa ylipainon kertymiselle sekä nostaa sykettä ja verenpainetta. (Partonen 2023.)

Autonomisen hermoston sympaattinen haara ylläpitää toimintaa nostamalla sykettä ja verenpainetta, kiihdyttämällä hengitystä ja lisäämällä stressihormonien eritystä. Tämä sinänsä normaali fysiologinen reaktio on tarpeen, jotta pystymme toimimaan töissä ja vapaa-ajalla. Haitalliseksi se muuttuu, ellei sen vastapainona parasympaattinen haara pääse toteuttamaan rauhoittavaa tehtäväänsä. (Waxenbaum, Reddy & Varacallo 2022.) Stressin ja unen vuorovaikutus vaikuttaa BDNF-tasoihin voimakkaasti (Schmitt, Holsboer-Trachsler & Eckert 2016). Tärkeintä palautumisaikaa on yö, mutta aivoterveystien kannalta olisi optimaalista, mikäli jokaiseen valveaikaan sisältyisi useita lyhyempiä elpymishetkiä.

Aivojen ja koko elimistön hyvinvoinnille on siis tärkeää kuormittumisen ja palautumisen sopiva rytmi. Riittävän pitkään ja laadullisesti hyvään uneen voi pyrkiä muun muassa heräämällä joka aamu, myös vapaapäivinä, suunnilleen samaan aikaan. Erityisesti talvella valo, riittävä aamiainen ja fyysinen aktiivisuus tukevat heräämistä. (Työterveyslaitos n.d.)

Säännöllinen päivärytmi ruokailuineen, valoisaan aikaan tapahtuva liikunta, mielekkäät harrastukset ja sosiaaliset suhteet tukevat hyvää unta. Myös kiireen rauhoittaminen ja itselle soveltuvien iltarutiinien toistaminen voivat olla keinoja hyvään uneen. (Työterveyslaitos n.d.)

Värikäs lautanen

Myös ravintokijöillä on yhteys BDNF:n määrään. Esimerkiksi tiedetään, että niin sanottu Välimeren ruokavalio lisää BDNF:n määrää veressä (Pekala 2020). Välimeren ruokavalio sisältää runsaasti vihanneksia, pal-

kokasveja ja hedelmiä, kalaa, oliiviöljyä, pähkinöitä ja täysjyväviljatuotteita, mutta vain vähän lihaa, sokeria ja valkoista viljaa. Ruokailutottumukset ovat kulttuurisidonnaisia ja yksilöllisiä. Välimeren ruokavaliota voi suomalaisessa ruokakulttuurissa mukailla terveyttä edistävän pohjoismaisen ruokavalion kautta. Sen perustan muodostavat marjat, kasvikset, kala, rypsiöljy ja täysjyvävilja, etenkin ruis, ohra ja kaura. (Antikainen & Schwab 2020.)

Ruoalla on vaikutuksia aivoterveysten myös suolistomikrobien valmistamien välittäjäaineiden ja hermostollisten viestien kautta. Suolistomikrobien tutkimus on pääosin keskittynyt bakteereihin, mutta suolistossa elää myös viruksia, hiivoja ja alkueläimiä. (Lensu & Pekkala 2021.) Etenkin kasvivoittoisella ja kuitupitoisella ruokavaliolla on tärkeä tehtävä hyvälaatuisen suolistomikrobiston ylläpidossa (Pajari, Kolehmainen, Laatikainen & Salonen 2023).

”Aivojen ja koko elimistön hyvinvoinnille on siis tärkeää kuormittumisen ja palautumisen sopiva rytmi.”

Ravitsemus vaikuttaa suoliston terveyteen ja metaboliseen terveyteen esimerkiksi säätelemällä suoliston ja koko elimistön tulehdusvastetta ja immunitettia, vaikuttamalla limakalvon läpäisevyyteen sekä säätelemällä suolen liikettä. Monet ravinnon terveysvaikutuksista ovat suolistomikrobivälitteisiä, ja ne

perustuvat ravintotekijöiden ja mikrobiston vuorovaikutuksena muodostuviin metaboliitteihin. (Pajari, Kolehmainen, Laatikainen & Salonen 2023.) Kuitupitoisen ruokavalion on todettu nostavan BDNF-pitoisuuksia. (Sandberg, Bjorck & Nilsson 2018). Suolistomikrobit tuottavat ravinnon sisältämästä ravintokuidusta lyhytketjuisia rasvahappoja, muun muassa butyraattia eli voihappoa. Voihappo lisää BDNF-kasvutekijämolekyylin tuottoa. (Pekkala 2020.)

On myös viitteitä siitä, että polyfenoleilla on positiivinen vaikutus BDNF-pitoisuuksiin. Ruokavalion interventioissa on havaittu, että tietyillä polyfenoleilla, kuten fenolihapoilla ja fenolihydrideillä, näyttää olevan tämä vaikutus. (Gravesteijn, Mensink & Plat 2022). Polyfenoleja ei luokitella ravintoaineiksi siten kuin esimerkiksi vitamiinit tai kivennäisaineet, vaikka niillä onkin todettu olevan myönteisiä terveysvaikutuksia. Polyfenolien toimintaa ja merkitystä ihmiselimistössä ei myöskään vielä täysin tunneta. (Suhonen 2019.)

Polyfenolien parhaita lähteitä ravinnossa ovat kasvikset ja marjat. Niiden lisäksi polyfenolisia yhdisteitä on myös esimerkiksi teessä, kahvissa, kaakaossa (suklaassa) ja viineissä. Flavonoidien terveydellinen vaikutus perustuu erityisesti niiden kykyyn toimia antioksidanttina. Ne voivat myös lisätä joidenkin terveyden kannalta suotuisten entsyymien toimintaa, suojata hermosoluja ja ehkäistä jossakin määrin karsinogeenien muodostumista. Flavonoidien säännöllinen saanti ravinnosta on yhdistetty parempaan sydän- ja verisuoni-terveyteen sekä syöpäriskin alentumiseen. Flavonoidit ovat hyödyllisiä yhdisteitä myös aivoterveysten kannalta. Esimerkiksi muistisairauksien ennaltaehkäisyssä flavonoidien on todettu suojaavan aivoja haitallisilta hapettumisreaktioilta ja parantavan aivojen verenkiertoa. (Suhonen 2019.)

On hyvä muistaa, että aivojen hyvinvointi ravinnon osalta alkaa perusasioista, kuten ateriarytmistä. Glukoosi on aivojen ensisijainen energianlähde, eikä aivoilla ole omia energiavarastoja. Säännöllinen ateriarytmi tuo vereen ja edelleen aivoille uutta glukoosia. (Aivoliitto 2018a.) Ateria-aikoihin ja ateriarytmiin liittyy yksilöllisiä ja kulttuurisidonnaisia eroja, mutta useimmille ihmisille sopii kolme pääateriaa aamupalan, lounaan ja päivällisen muodossa ja näiden lisäksi 1–2 välipalaa (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014).

Ateriarytmin lisäksi tutut kehotukset monipuoliseen ja tasapainoiseen syömiseen ovat edelleen päteviä. Tällöin ruokavalio kattaa pääsääntöisesti ravintoaineiden tarpeen. Huomionarvoista on, että terveyttä edistävät valinnat, kuten kasvisvoittainen ruokavalio ja punaisen lihan kulutuksen rajoittaminen, ovat myös ympäristön kannalta suositeltavia. FinRavinto 2017 -tutkimuksen mukaan kuitenkin vain 14 % suomalaisista miehistä ja 22 % suomalaisista naisista syö suositellusti vähintään 500 grammaa päivässä kasviksia, hedelmiä ja marjoja. Sen sijaan punaisen ja prosessoidun lihan käyttösuositus, enintään 500 grammaa viikossa, ylittyy 79 %:lla miehistä ja 26 %:lla naisista (Valsta ym. 2018.) Kesällä 2023 julkaistuissa pohjoismaisissa ravitsemussuosituksissa aikaisempia raja-arvoja kiristettiin lihan kulutuksen osalta ja kasvatettiin kasvien, hedelmien ja marjojen kulutuksen osalta. Kasviksia, marjoja ja hedelmiä esitetään käytettäväksi 500–800 g tai enemmän päivässä. Kalaa suositellaan 300–450 g viikossa, mistä vähintään 200 g viikossa tulisi olla rasvaista kala. Punaista lihaa ei tulisi käyttää enempää kuin 350 g viikossa. Ympäristösyistä punaista lihaa tulisi käyttää huomattavasti vähemmän kuin 350 g viikossa. (Blomhoff ym. 2023.) Kaiken kaikkiaan ravitsemussuositusten mukainen ruokavalio edistää aivoterveyttä, kunhan se tulee osaksi arkea ja toteutuu käytännössä.

Lopuksi

Arjen hyvät tavat perustuvat meidän jokaisen omaan toimintaan. Yleensä voimme itse päättää, millaisia valintoja teemme. Hyvät valinnat edistävät aivojen välittäjäaineena toimivan BDNF:n muodostumista. Säännöllinen liikkuminen, hyvä uni ja terveellinen ruokavalio tuottavat monenlaisia terveyshyötyjä. Jo yksittäiset valinnat tuottavat lyhytkestoisen hyödyn ja osana päivittäisiä, säännöllisesti toistuvia valintoja, hyödyt kumuloituvat. Liikkumiseen, hyvään uneen ja ravitsemukseen ohjaavat suositukset ovat perusteltuja myös aivoterveyden kannalta.

Lähteet

Aivoliitto. 2018a. Syö, että jaksat keskittyä. Verkkosivu. Viitattu 10.5.2023. <https://www.aivoliitto.fi/aivoterveys/artikkelit/syo-eta-jaksat-keskittyta/#a44ae0f4>

Aivoliitto. 2018b. Uni on aivojen aikaa. Aivoterveyttä arkeesi. Viitattu 14.4.2023. <https://www.aivoliitto.fi/aivoterveys/uni/uni-on-aivojen-aikaa#4a7f733c>

Antikainen, A & Schwab, U. 2020. Välimeren ruokavalio, terveyttä edistävä pohjoismainen ruokavalio ja vähähiilihydraattinen ruokavalio. Duodecim Terveyskirjasto. Verkkosivu. Viitattu 27.9.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01271>

Bathina, S. & Das, U.N. 2015. Brain-derived neurotrophic factor and its clinical implications. Archives of Medical Science 11 (6), 1164-1178. <https://doi.org/10.5114/aoms.2015.56342>

Blomhoff, R., Andersen, R., Arnesen, E.K., Christensen, J.J., Eneroth, H., Erkkola, M., Gudaviciene, I., Halldorsson, T.I., Hoyer-Lund, A., Lemming, E.W., Meltzer, H.M., Pitsi, T., Schwab, U., Siksna, I., Thorsdottir, I. & Trolle, E. 2023. Nordic Nutrition Recommendations 2023. Copenhagen: Nordic Council of Ministers. <https://doi.org/10.6027/nord2023-003>

De Assis, G.G., Gasanov, E.V., de Sousa, M.B.C., Kozacz, A. & Murawska-Cialowicz, E. 2018. Brain derived neurotrophic factor, a link of aerobic metabolism to neuroplasticity. Journal of Physiology and Pharmacology (69), 351–358. <http://dx.doi.org/10.26402/jpp.2018.3.12>.

Di Liegro, C. M., Schiera, G., Proia, P., & Di Liegro, I. 2019. Physical Activity and Brain Health. Genes 10 (9), 720. <https://doi.org/10.3390/genes10090720>

Gravesteyn, E., Mensink, R.P. & Plat, J. 2022. Effects of nutritional interventions on BDNF concentrations in humans: a systematic review. Nutritional Neuroscience 25 (7), 1425-1436. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2020.1865758>

Hung, C.L., Tseng, J.W., Chao, H.H., Hung, T.M., Wang, H.S. 2018. Effect of Acute Exercise Mode on Serum Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) and Task Switching Performance. Journal of Clinical Medicine 7 (10), 301. <https://doi.org/10.3390/jcm7100301>

Lensu S. & Pekkala, S. 2021. Suoliston mikrobi ja fyysinen suorituskyky. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 137 (19), 2013–2019.

Monteiro, B. C., Monteiro, S., Candida, M., Adler, N., Paes, F., Rocha, N., Nardi, A. E., Murillo-Rodriguez, E., & Machado, S. 2017. Relationship Between Brain-Derived Neurotrophic Factor (Bdnf) and Sleep on Depression: A Critical Review. Clinical practice and epidemiology in mental health: CP & EMH (13), 213–219. <https://doi.org/10.2174/1745017901713010213>

Naveed, S., Lakka, T., & Haapala, E.A. 2020. An Overview on the Associations between Health Behaviors and Brain Health in Children and Adolescents with Special Reference to Diet Quality. International Journal of Environmental Research and Public Health 17 (3), 953. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030953>

Pajari A-M., Kolehmainen M., Laatikainen, R. & Salonen A. 2023. Ravitsemus ja suolistomikrobi ruoansulatuskanavan ja metabolisen terveyden ylläpitäjinä. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 139 (18), 1465–1471. <https://www.duodecimlehti.fi/duo17849>

Partonen, T. 2023. Unettomuus. Terveyskirjasto. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 2.5.2023. Viitattu 11.10.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00534>

Pekkala, S. 2020. Suolistomikrobi ja terveys. Hyvinvointia koko keholle. Helsinki: Kirjapaja.

Rahmani, M., Rahmani, F., & Rezaei, N. 2020. The Brain-Derived Neurotrophic Factor: Missing Link Between Sleep Deprivation, Insomnia, and Depression. Neurochemical research 45 (2), 221–231. <https://doi.org/10.1007/s11064-019-02914-1>

Sandberg, J.C., Bjorck, I.M.E. & Nilsson, A.C. 2018. Increased plasma brain-derived neurotrophic factor 10.5 h after intake of whole grain rye-based products in healthy subjects. *Nutrients* 10 (8), 1097. <https://doi.org/10.3390/nu10081097>

Schmidt-Kassow, M., Zink, N., Mock, J., Thiel, C., Vogt, L., Abel, C. & Kaiser, J. 2014. Treadmill walking during vocabulary encoding improves verbal long-term memory. *Behavioral and Brain Functions*. (10) 24. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-10-24>

Schmitt, K., Holsboer-Trachsler, E. & Eckert, A. 2016. BDNF in sleep, insomnia, and sleep deprivation. *Annals of medicine* 48 (1-2), 42–51. <https://doi.org/10.3109/07853890.2015.1131327>

Stern, Y., MacKay-Brandt, A., Lee, S., McKinley, P., McIntyre, K., Razlighi, Q., Agarunov, E., Bartels, M. & Sloan, R.P. 2019. Effect of aerobic exercise on cognition in younger adults: A randomized clinical trial. *Neurology* 92 (9), e905–e916. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000007003>

Suhonen, K. 2019. Polyfenolit ruokavaliossa. *Kehittyvä Elintarvike* 1/2019, 32–33.

Syväoja, S. 2016. Liikkuva keho, tehokkaat aivot – liikkumisen merkityksestä oppimiselle. *Lihastohtori Juha Hulmi. Verkkosivu. Viitattu 11.5.2023.* <https://lihastohtori.wordpress.com/2016/08/17/liikkumisen-merkityksesta-oppimiselle-syvaoja/>

Työterveyslaitos n.d. Uni ja palautuminen. Viitattu 2.10.2023. <https://www.ttl.fi/teemat/tyohyvinvointi-ja-tyokyky/elintavat/uni-ja-palautuminen>

UKK-instituutti. 2019. Liikkumalla terveyttä – askel kerrallaan. Viikoittainen liikkumisen suositus 18–64-vuotiaille. Viitattu 2.10.2023. <https://ukkinstituutti.fi/liikkuminen/liikkumisen-suositukset/aikuisten-liikkumisen-suositus/>

Valsta, L., Kaartinen, N., Tapaninen, H., Männistö, S. & Sääksjärvi, K. 2018. Ravitsemus Suomessa – Finravinto 2017 -tutkimus. Helsinki: Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. Viitattu 10.5.2023. http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/137433/URN_ISBN_978-952-343-238-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valtion ravitsemusneuvottelukunta. 2014. Terveyttä ruoasta. Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. Helsinki: Oy Edita AB.

Waxenbaum, J.A., Reddy, V. & Varacallo, M. 2022. *Anatomy, Autonomic Nervous System*. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Verkkosivu. Viitattu 11.5.2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539845/>

Yi, Y., Li, Y., Wu, H., Jia, M., Yang, X., Wei, H., Lin, J., Wu, S., Huang, Y., Hou, Z., & Xie, L. 2014. Single-step assembly of polymer-lipid hybrid nanoparticles for mitomycin C delivery. *Nanoscale research letters* 9 (1), 560. <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-560>

Zotcheva, E., Pintzka, C.W.S., Salvesen, Ø., Selbæk, G., Håberg, A.K. & Ernsten, L. 2019. Associations of changes in cardiorespiratory fitness and symptoms of anxiety and depression with brain volumes: The HUNT Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 26 (13), 53. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00053>