

Liikunta, aivot, keskittymiskyky ja oppiminen



Juho Strömmer, PsT

juho.strommer@gmail.com

Varhaiskasvattajien liikuntaseminaari, Raisio 11.10.2019

Fyysinen passiivisuus on maailmanlaajuisesti neljänneksi suurin kuolleisuutta aiheuttava riskitekijä

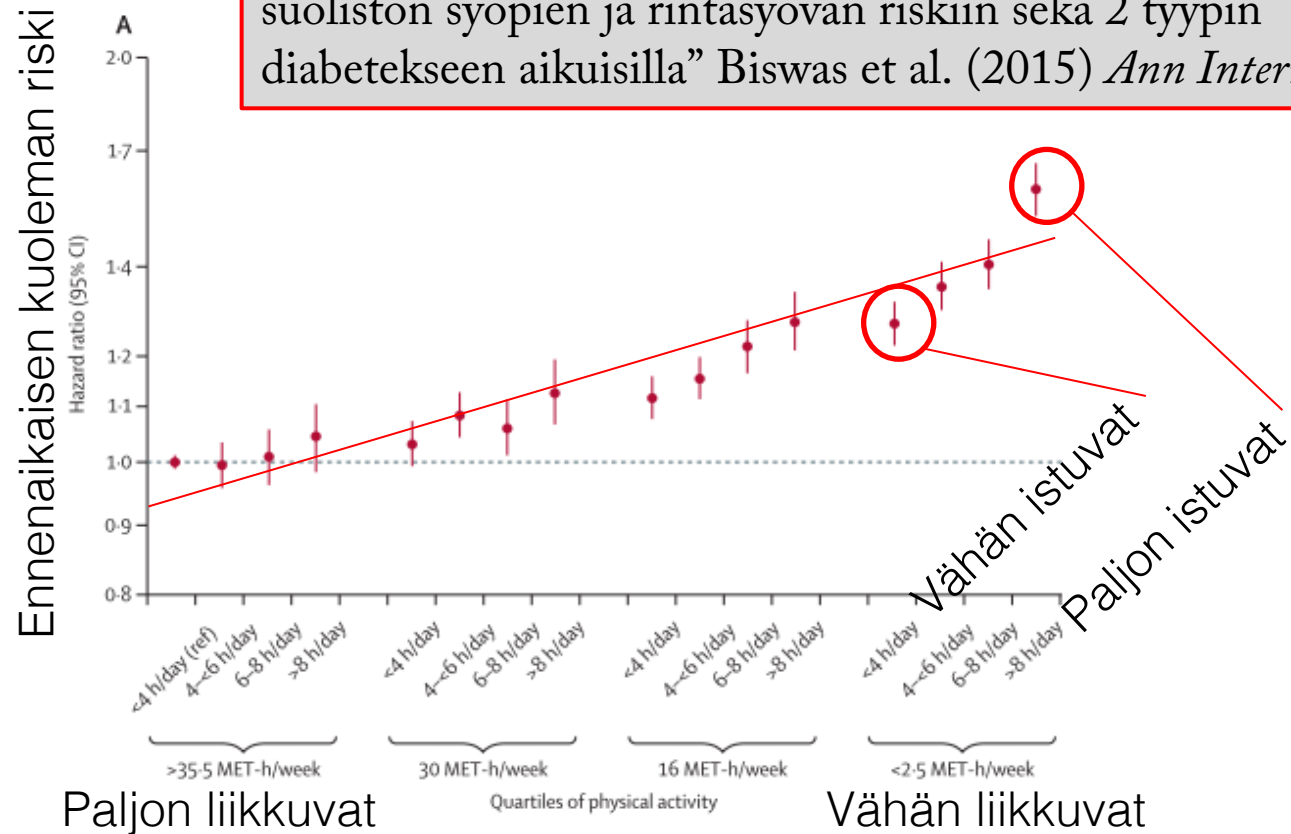
Table 1: Ranking of selected risk factors: 10 leading risk factor causes of death by income group, 2004

World			Low-income countries ^a		
Risk factor	Deaths (millions)	Percentage of total	Risk factor	Deaths (millions)	Percentage of total
1 High blood pressure	7.5	12.8	1 Childhood underweight	2.0	7.8
2 Tobacco use	5.1	8.7	2 High blood pressure	2.0	7.5
3 High blood glucose	3.4	5.8	3 Unsafe sex	1.7	6.6
4 Physical inactivity	3.2	5.5	4 Unsafe water, sanitation, hygiene	1.6	6.1
5 Overweight and obesity	2.8	4.8	5 High blood glucose	1.3	4.9
6 High cholesterol	2.6	4.5	6 Indoor smoke from solid fuels	1.3	4.8
7 Unsafe sex	2.4	4.0	7 Tobacco use	1.0	3.9
8 Alcohol use	2.3	3.8	8 Physical inactivity	1.0	3.8
9 Childhood underweight	2.2	3.8	9 Suboptimal breastfeeding	1.0	3.7
10 Indoor smoke from solid fuels	2.0	3.3	10 High cholesterol	0.9	3.4

Istuminen tappaa

“ Istuen vietetty aika on yhteydessä korkeampaan kuolleisuuteen, sydän- ja verisuonisairauksien riskiin, suoliston syöpien ja rintasyövän riskiin sekä 2 tyypin diabetekseen aikuisilla” Biswas et al. (2015) *Ann Intern Med*

“ Yli 7 h päivässä istuvilla jokainen lisätunti istumista päivässä lisää ennenaikaisen kuoleman riskiä 5 %”
Chau et al. (2015) *Br J Sports Med*



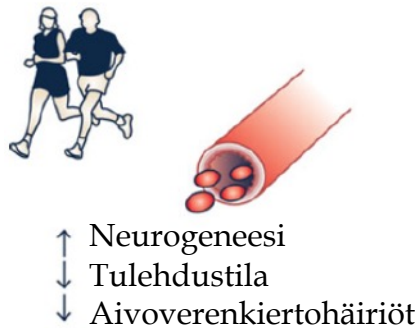
60-75 min rasitukseltaan keskitasoista (50-70 % max. sykkeestä) liikuntaa päivässä riittää eliminoimaan 8 h/pvä istumisen kuolleisuutta lisäävät vaikutukset.

1 MET vastaa yhtä kilokaloria painokiloa
kohden tunnissa

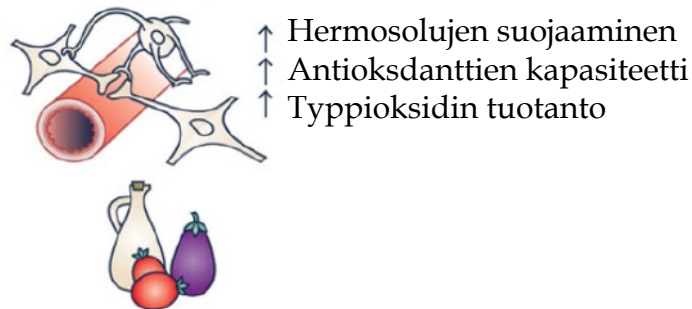
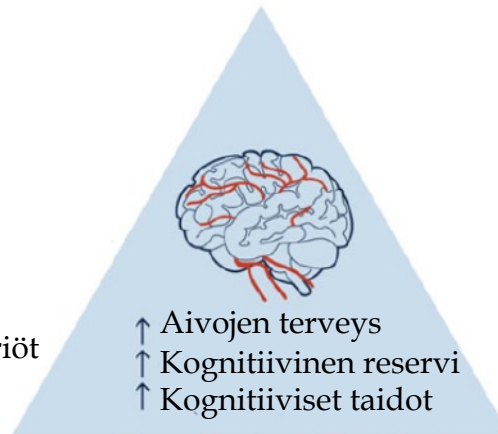
Aktiviteetti	MET
Nukkuminen	0,9
Istuminen	1
Kevyt työ istuen tai seisten, peseytyminen, kevyt siivoaminen, ruuan valmistus, päätetyö, autolla ajo	1,3-2
Kevyt fyysinen aktiivisuus, siivoaminen, puutarhatyöt, rauhallinen kävely (4-5 km/h), taitolajien harjoittelu, ratsastus	2,5-3
Siivoojan työ	3,5
Kävely 6 km/h	4-5
Raskas sairaanhoitotyö, lumityöt, halonhakkuu, kohtalainen fyysinen aktiivisuus, reipas kävely (6-7 km/h), kuntosaliharjoittelu, kevyt pallopeti, tanssi	4-6
Rakennus, nostotyö	5-7
Raskaat vaiheet rakennus- ja varastotyössä, reipas fyysinen aktiivisuus, aerobiset voimistelut, pallopetit, painiharjoittelu, juoksu 8 km/h	7-9
Raskas metsätyö	yli 9
Juoksu 10 km/h	10
Soutuergometri, hyvin rasittava 200 w	12
Pyöräily 27-30 km/h	12
Hiihto, rasittava 14-18 km/h	14
Juoksu 15 km/h	15
Pyöräily yli 30 km/h	16
Kilpailunomainen kestävyysuoritus	yli 17

Fyysinen aktiivisuus on tärkeä osa monimutkaista vuorovaikutusjärjestelmää aivojen terveyden taustalla

Fyysinen aktiivisuus



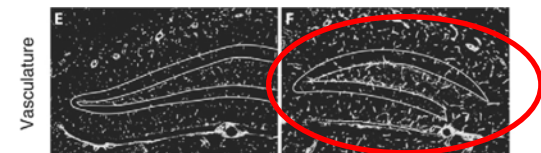
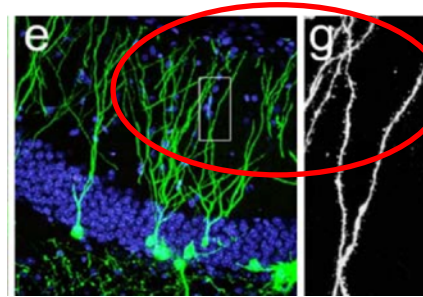
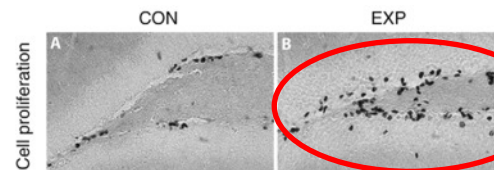
Kognitiivinen aktiivisuus



Ruokavalio

Liikunta muuttaa aivojen rakennetta ja tehostaa tiedonkäsittelyä

- ✓ Neurogeneesi
- ✓ Synaptogeneesi
- ✓ Angiogeneesi
- ✓ Laaja-alaisesti tiedonkäsittelyätoimintoja tehostava vaikutus erityisesti toiminnanohjauksen alueella



Fyysinen aktiivisuus



Neurogeneesi
Tulehdustila
Aivoverenkiertohäiriöt

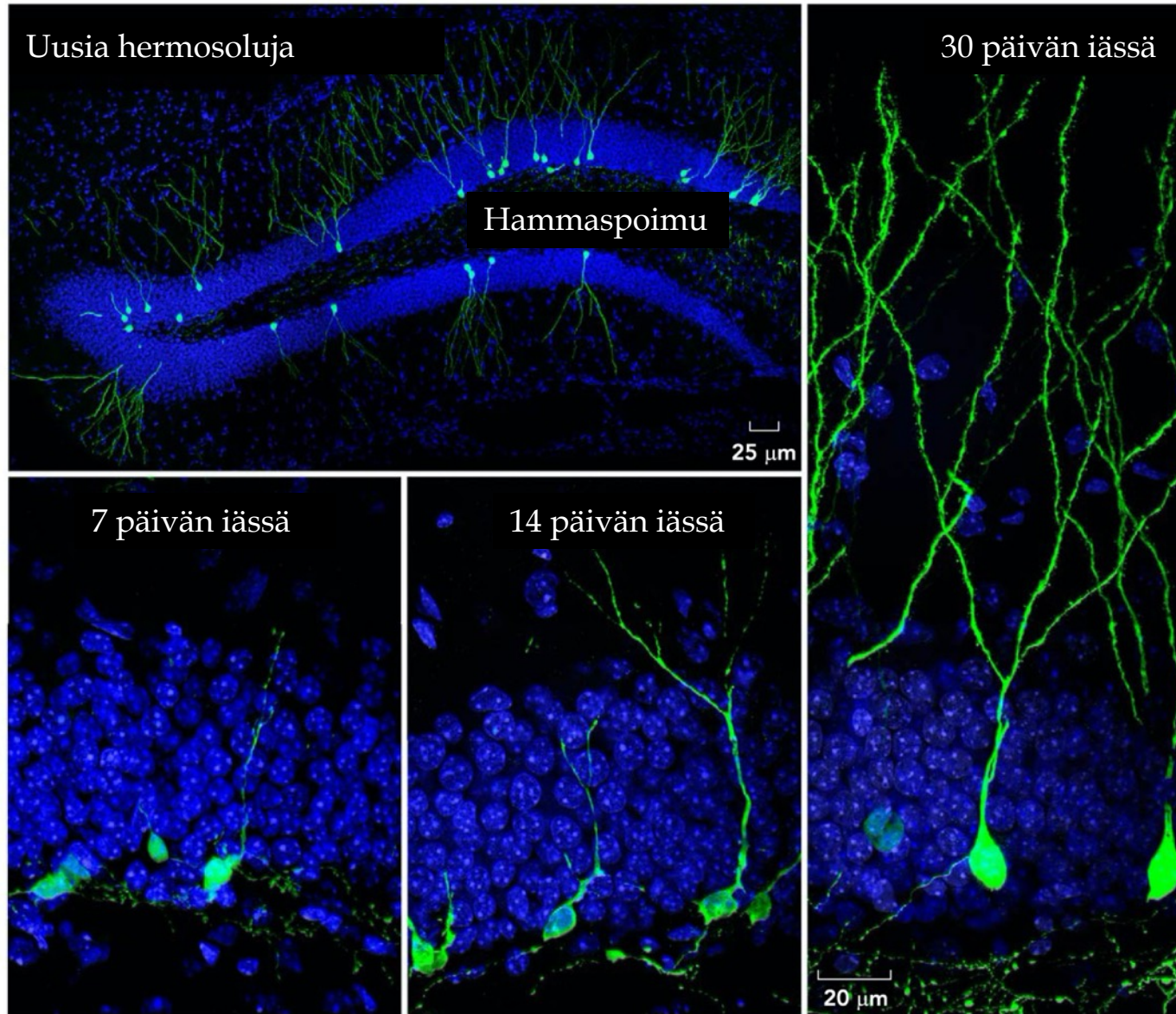
Jackson ym. (2016) *J Physiology*

Van Praag (2009) *Trends in Neurosciences*

Van Praag ym. (2005) *J Neuroscience*

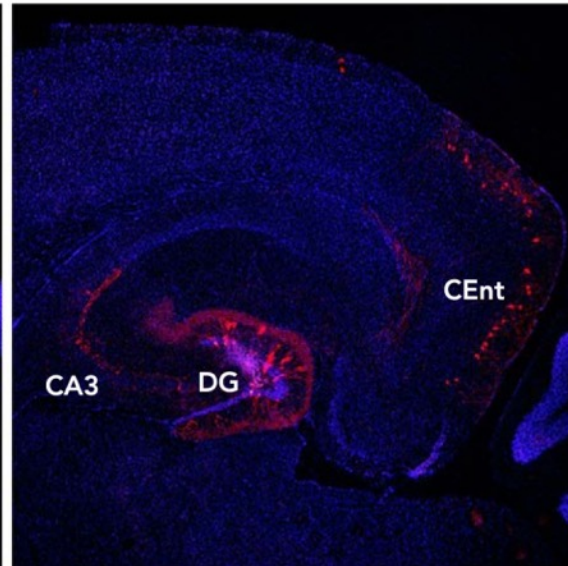
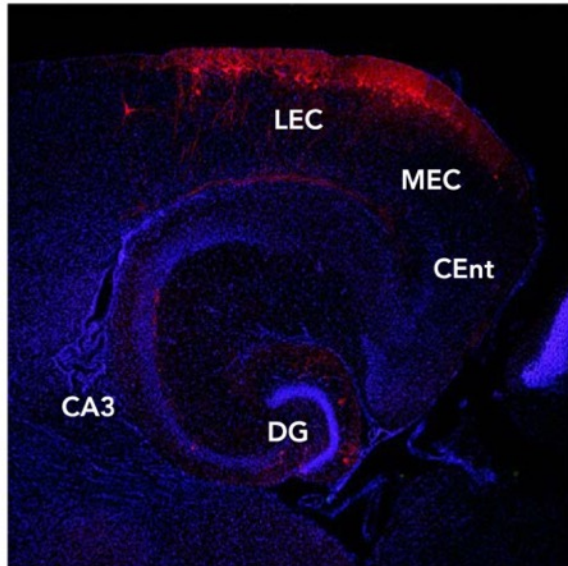
Voelcker-Rehage & Niemann (2013) *Neurosci Biobehav Rev*

Uusia hermosoluja syntyy aivojen keskiosissa jatkuvasti

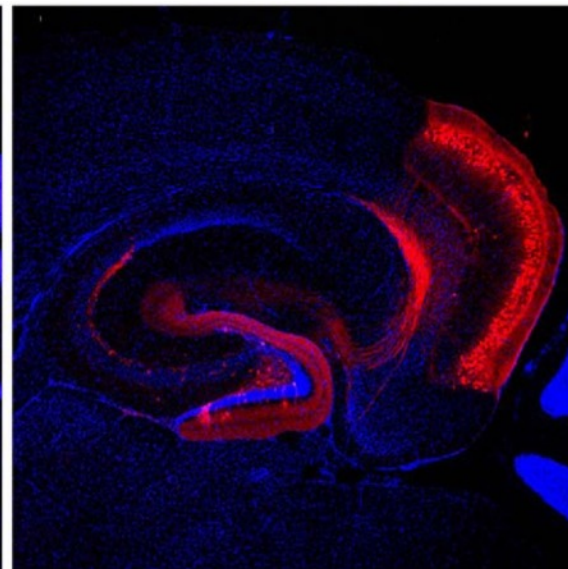
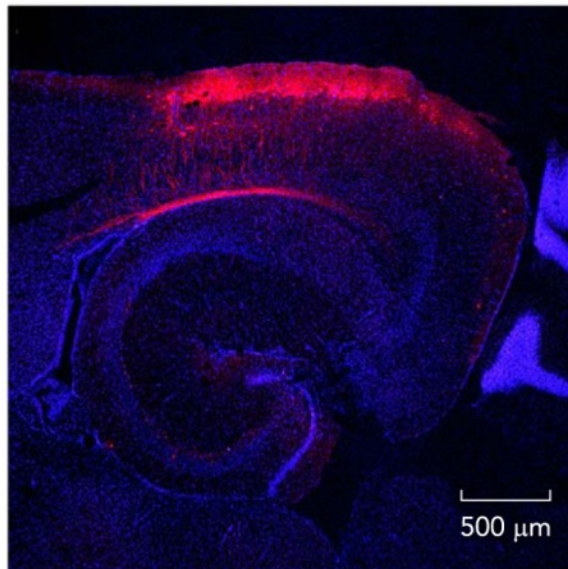


Liikunta tehostaa uusien hermosolujen syntymistä eli neurogeneesiä (punaiset uusia soluja)

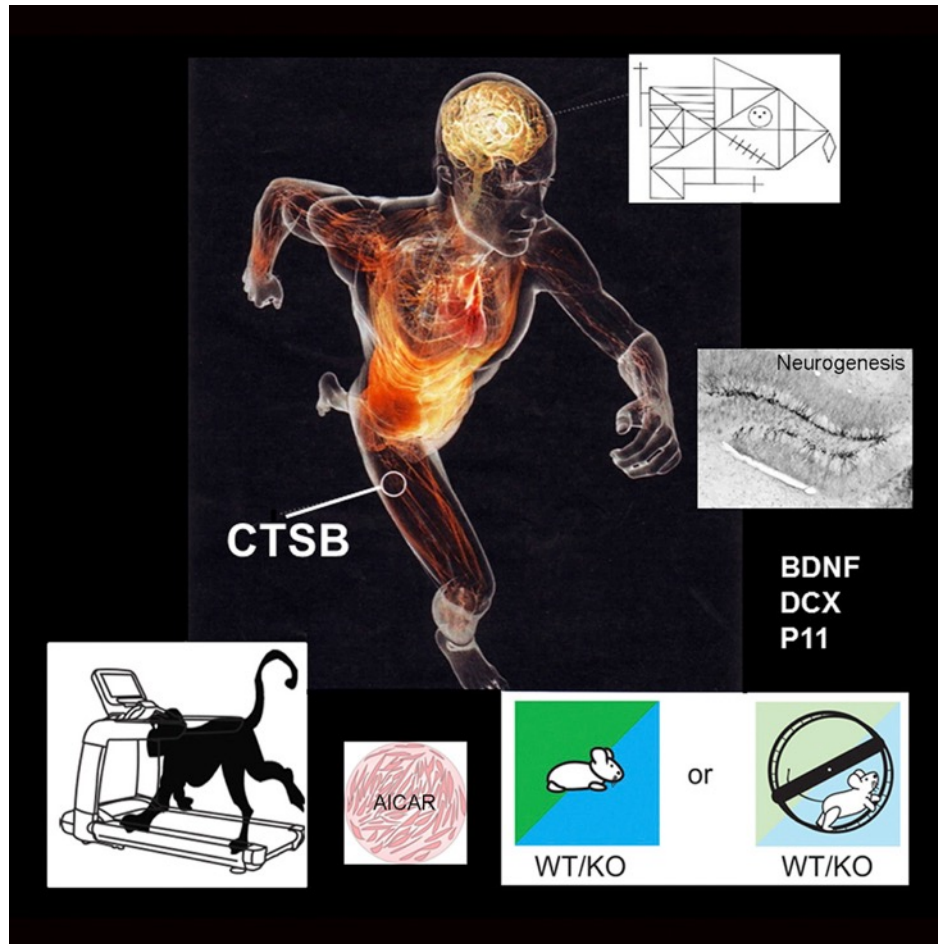
Passiiviset hiiret



Juoksevat hiiret



Liikunnan positiivisia vaikutuksia muistitoiminnoille voi olla välittämässä myös proteiiniyhdiste CTSB, joka välittää tietoa lihasten ja eri elinten välillä



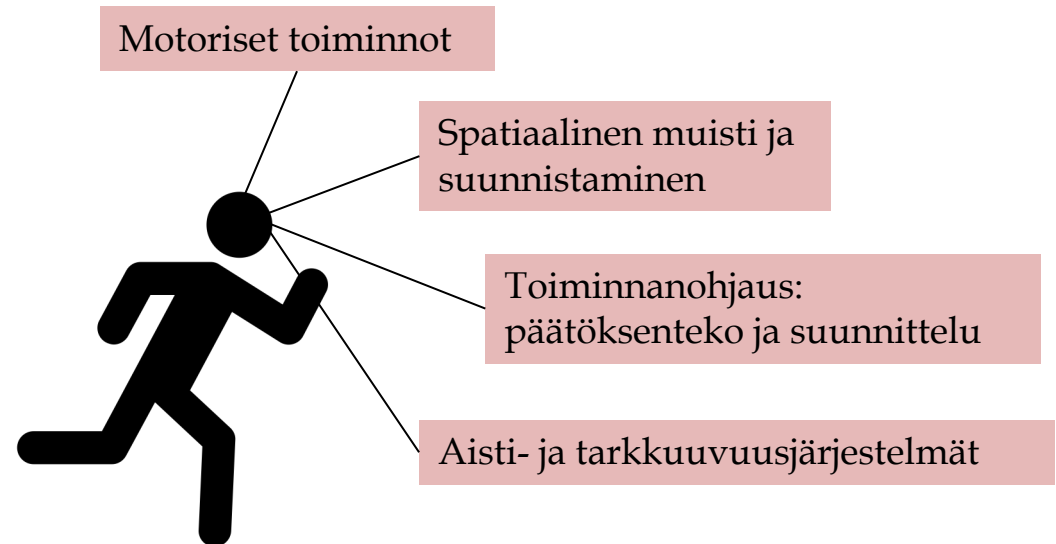
- ✓ Fyysinen rasitus lisää CTSB pitoisuutta veressä (hiirellä, apinalla ja ihmisellä)
- ✓ CTSB kohonnut taso liikunnan seurauksena parantaa muistitoimintoja sekä tehostaa neurogeneesiä sekä fyysistä suorituskkyä
- ✓ Geenimanipuloiduilla hiirillä, joilla liikunta ei lisää CTSB-tasoja veressä, muistitoiminnot ja neurogeneesi eivät tehostu liikunnan seurauksena

Moon et al. (2016) *Cell Metabolism*

Pedersen (2017) *Nature Reviews Endocrinology*

Ihmisen on luontevaa olla liikkeessä

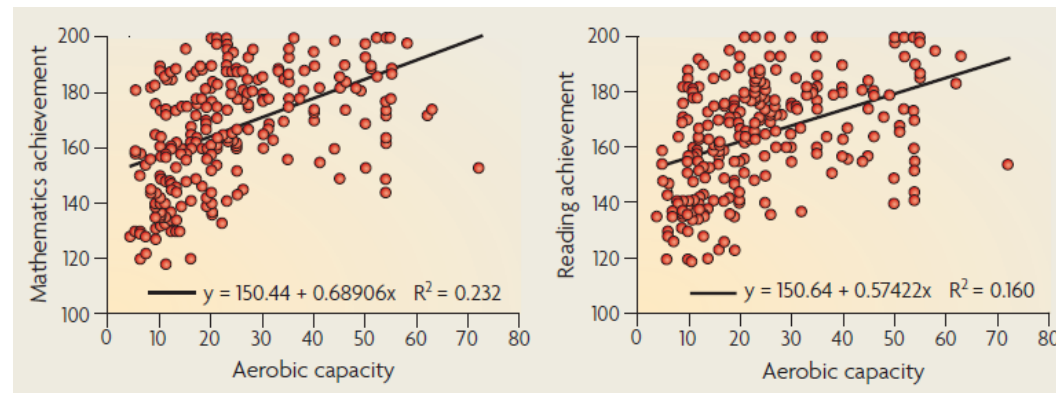
- liikunnan hyödyillä on evolutiivinen perusta



- Aivot mukautuvat niiden käytön mukaan
- Aivot kuluttavat paljon energiaa eikä ole hyödyllistä pitää yllä liian tehokasta järjestelmää, jos sitä ei käytetä

Fyysinen aktiivisuus on yhteydessä akateemisiin taitoihin

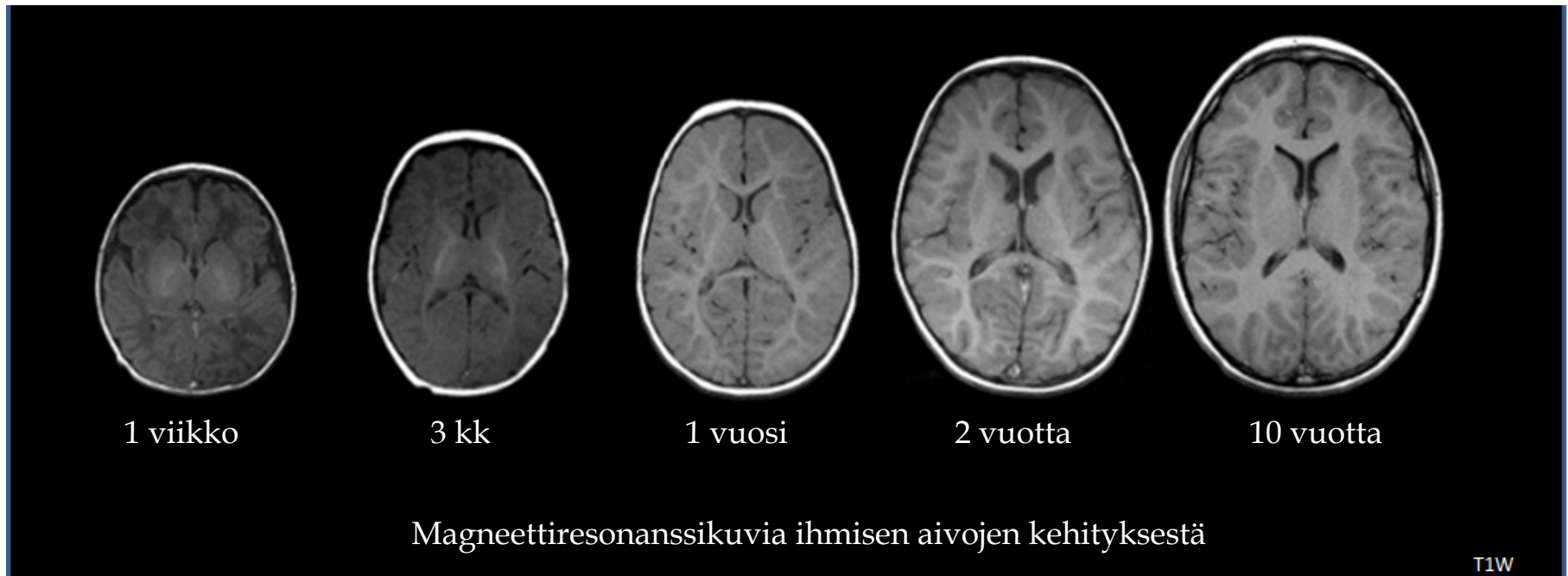
- Ylipaino, liikalihavuus ja kehon korkea rasvapitoisuus ovat negatiivisesti yhteydessä akateemiseen suoriutumiseen kouluikäisillä lapsilla
- Korkeampi fyysinen kunto on yhteydessä parempaan akateemiseen suoriutumiseen
- Suomessa 1986 syntynyt kohortti (n > 8000): lapsuuden fyysinen aktiivisuus ja lihavuus välittävät nuoruuden akateemisia saavutuksia sekä motorisia toimintoja



Erickson & Kramer (2008) *Nat Rev Neurosci*
Datar & Sturm (2006) *Int J Obes*
Sibley & Etnie (2003) *Pediatric Exercise Sci*
Kantomaa ym. (2013) *PNAS*

Fyysinen aktiivisuus vaikuttaa suotuisasti aivojen kehitykseen jo vauvaiässä

- Äidin raskausajan fyysinen aktiivisuus vaikuttaa lapsen kognitiiviisiin taitoihin lapsuusiässä
- Varhaislapsuuden fyysinen aktiivisuus edistää oppimista ja älykkyyttä nuoruudessa
- Varhaislapsuuden fyysinen aktiivisuudella on kauaskantoisia vaikutuksia



Liikunnan välittömät vaikutukset tiedonkäsittelyyn

- Intensiteetiltään keskitasoinen liikunta vaikuttaa positiivisesti korkeamman tason tiedonkäsittelyyn, kuten pääteöksentekoon ja suoriutumiseen valintaa vaativissa tehtävissä
- Aistihavaintoihin liittyviin alemman tason toimintoihin liikunnalla ei ole akuuttia vaikutusta
- Akuutti intensiteetiltään voimakas liikunta heikentää muistitehtävissä suoritumista
- Akuuttien liikuntapyrähdysten uskotaan vaikuttavan tiedonkäsittelyyn samalla tavoin tehostavasti kuin psykostimulanttien lääkeaineiden

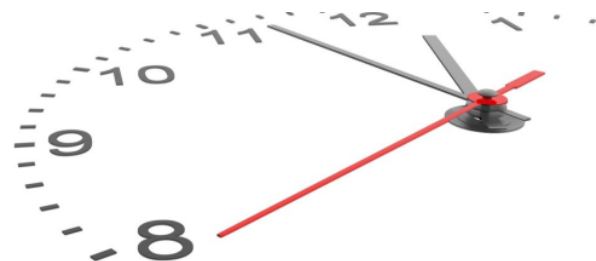
Tomorowski (2003)

Donnelly et al. (2016) *Med Sci Sports Exerc*



Mitä keskittyminen on?

- Tarkkaavuuden uudelleen ohjaamista meneillään olevaan tehtävään häiriön jälkeen (vrt. engl. pay attention)
- Keskittymisjänne (attention span) tarkoittaa sitä aikaa, minkä ihminen pystyy keskittymään tiettyyn tehtävään häiriintymättä
- Häiriötekijä voi olla ulkoinen aistihavainto tai sisäinen tunne tai ajatus



Väsyneenä ja stressaantuneena toiminnanohjaus heikkenee?

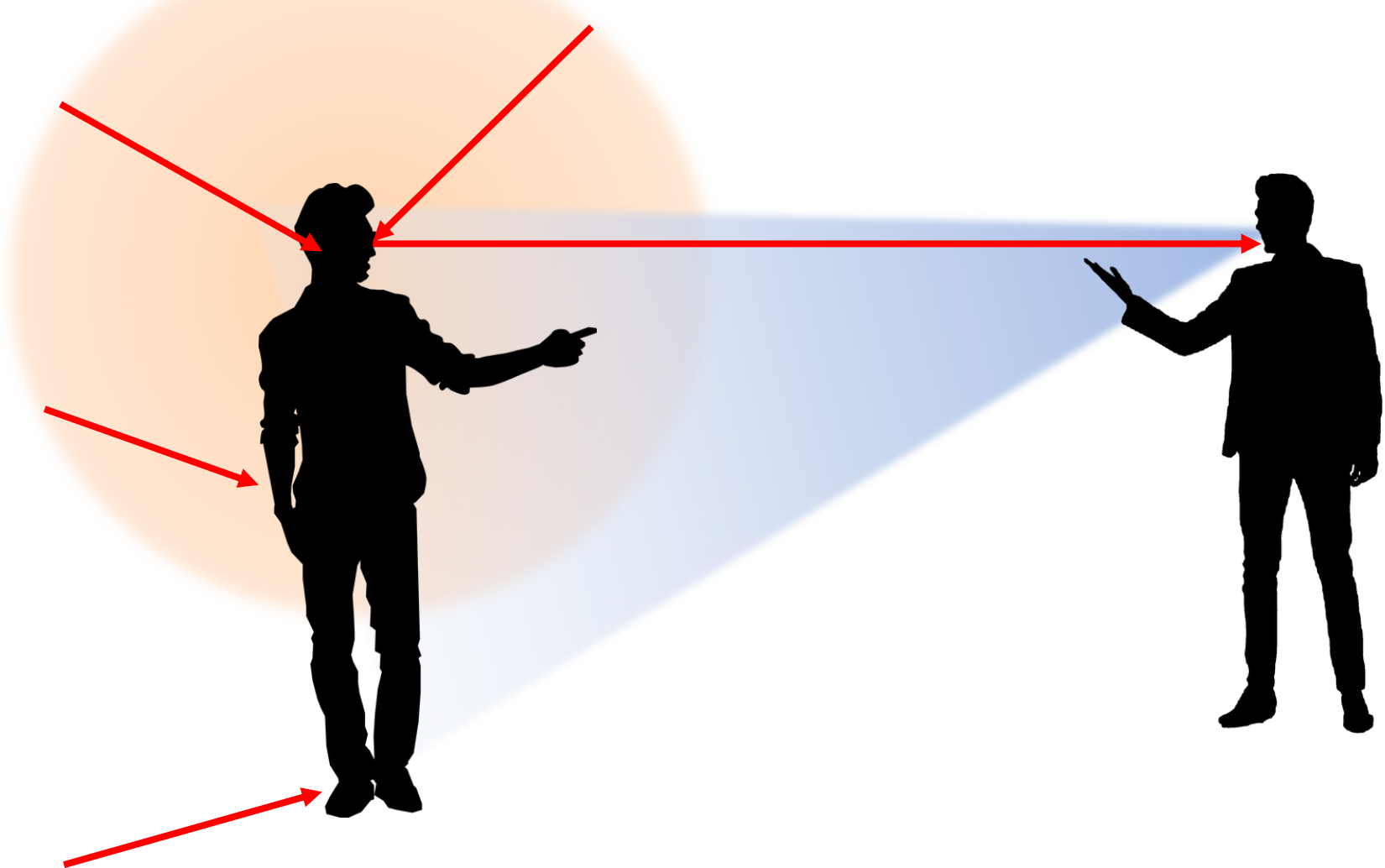


- Inhibitiokyky eli kyky olla reagoimatta ärsykkeeseen laskee – häiriöherkkyys kasvaa
- Keskittymisjänne lyhenee
- Kyky pitää mielessä useita asioita samanaikaisesti ja kyky tehdä päätöksiä heikkenee
- Tarkkaavaisuuden kohdistaminen ja reaktionopeus hidastuu

Ihminen ei pysty tarkkaavuuden jakamiseen (multitasking)

- Tarkkaavuuden jakaminen ei ole mahdollista vaan todellisuudessa tarkkaavuus voidaan keskittää vain yhteen asiaan kerrallaan
- Moniajo on tarkkaavuuden sujuvaa jakamista usean kohteen välillä
- Kokemus moniajosta on ajallinen mittakaavavirhe; fysiologisesti tarkkaavuudessa on kyse hyvin nopeista (sekunnin kymmenyksissä tapahtuvissa) toiminnoista aivoissa

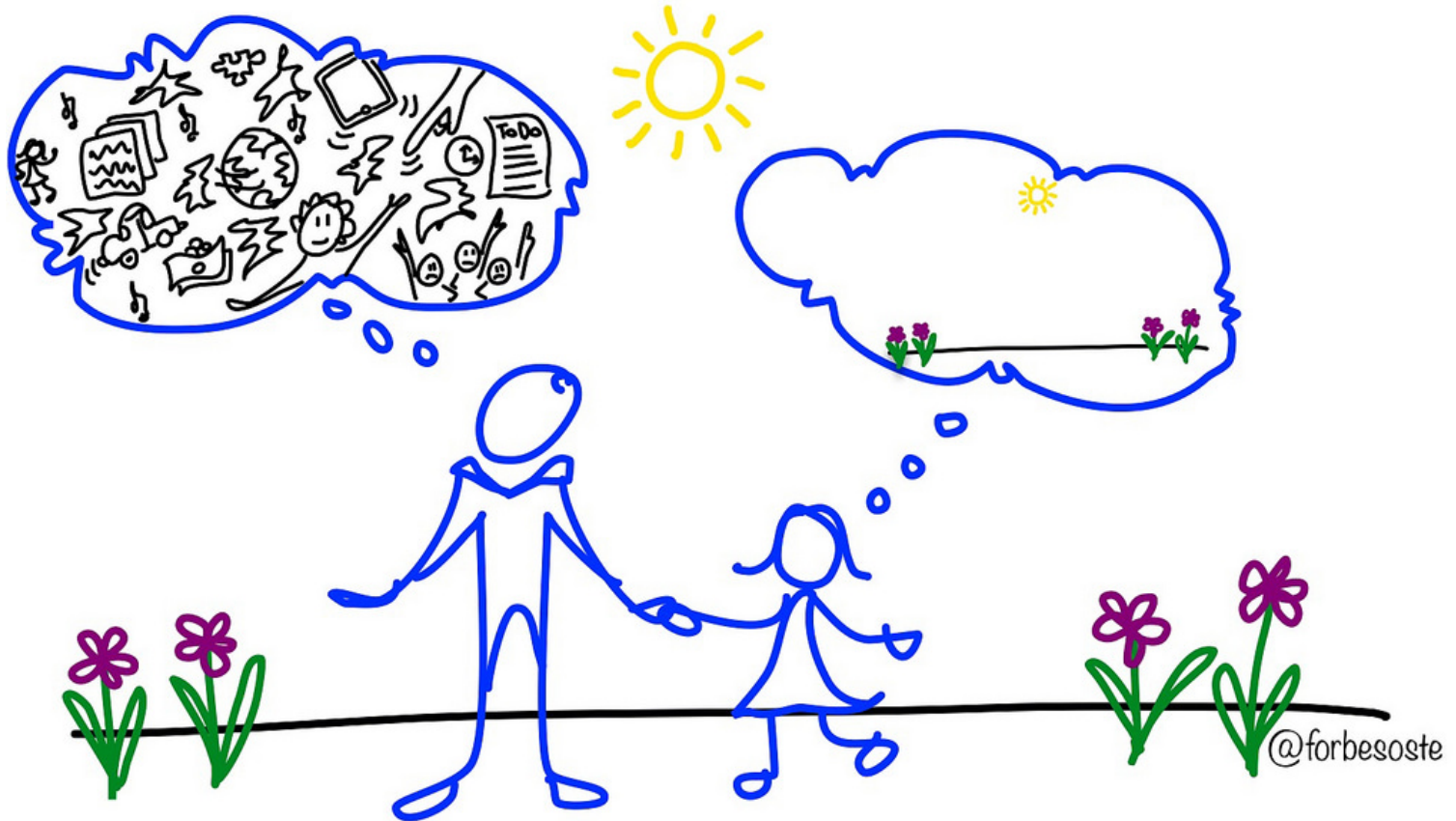
Aivot rekisteröivät aisti-informaatiota tarkkaavuutemme ulkopuolelta kun tarkkaavuutemme on kohdistettu johonkin tehtävään; tällainen aivojen kyky havaita muutoksia ympäristössä on yhteistä kaikille nisäkkäille ja sen tiedetään olevan yhteydessä kognitioon ja fyysiseen kuntoon







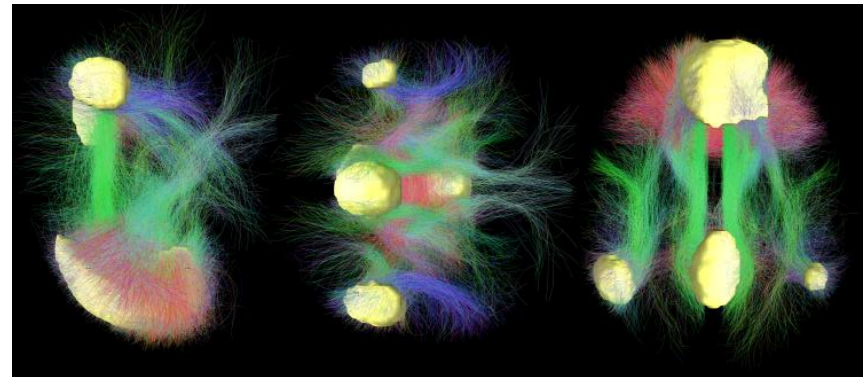
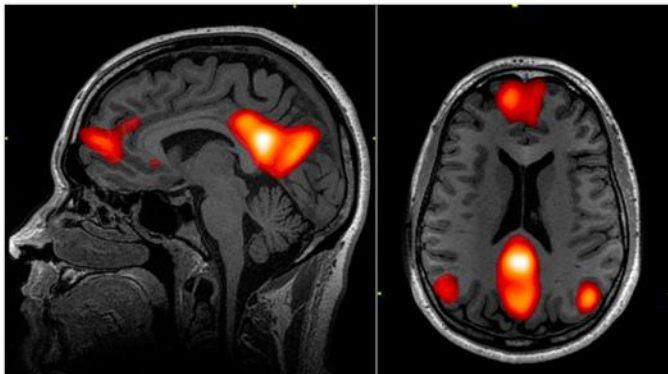
Mind Full, or Mindful?



@forbesoste

Lepotilaverkko/ joutokäyntiverkosto (DMN; Default Mode Network)

- Aivojen toiminta on vilkasta myös silloin kun emme toteuta jotakin tiettyä tehtävää
- DMN aktivoituu kun mieli harhailee sisään päin ajatuksiin, muistoihin, suunnitelmiin, unelmiin, itseä koskevaan pohdiskeluun tai muiden ihmisten mieliin, tunteisiin ja ajatuksiin
- Vastaavasti DMN hiljenee kun keskitymme tekemään jotakin tehtävää



Meditaatio ja lepotilaverkko

- Meditaation harjoittamisen myötä tarkkaavuuden hermoverkoissa tapahtuu samansuuntainen muutos kuin tunteiden säätelyn ja impulssikontrollin oppimisessa lapsuudesta aikuisuuteen
- Lepotilaverkoston takaosien yhteydet verkoston etuaivoalueisiin vahvistuvat ja alkavat olla aktiivisia yhtäikaa myös tahdonalaisen tarkkaavuuden verkoston etuaivoalueiden kanssa
- Toisin sanoen, egosentrinen ja subjektiivinen tuodaan yhteyteen ulkoisen todellisuuden kanssa ja kognitiivisen kontrollin piiriin



Meditointi siis harjoittaa aivoja siihen, ettei lepotilassa aleta heti prosessoida sisäisiä prosesseja vaan tarkkaavuus voidaan ohjata aistimaan ärsykyksiä reaaliajassa, kun työmuisti samanaikaisesti lepää

Meditaatiolla on tiedonkäsittelyä tehostavia vaikutuksia

- Meditointi vahvistaa aivojen palautumiselle tärkeää hidasaaltounta
- Meditoinnin aikana aivoissa aktivoituvat samat hermoverkot kuin toiminnanohjausta vaativia tehtäviä tehdessä sekä lepotilassa



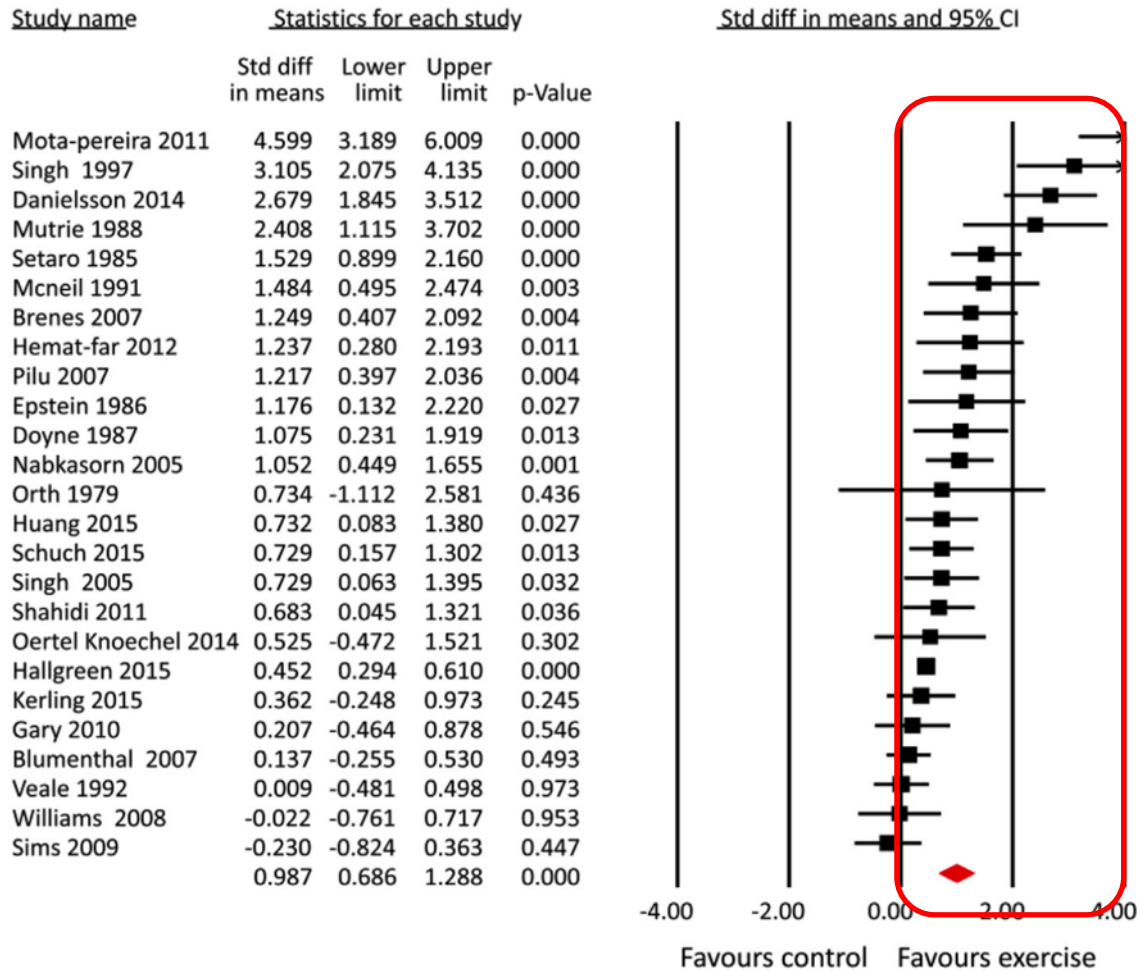
- On ehdotettu, että meditointi (ts. mindfulness-harjoittelu) on tehokas ja kustannustehokas tapa unen laadun parantamiseksi sekä tiedonkäsittelyn tehostamiseksi
- Tietoisuusharjoitukset toimivat sopivina lepohetkinä aivoille keskellä päivää

Fyysinen aktiivisuus vähentää mielialaoireita

- Masennus- ja stressioireita sisältäviä päiviä keskimäärin kolme kuukaudessa
- Ihmisillä, jotka harrastavat liikuntaa, alentuneen mielialan päiviä puolet tästä
- Liikunta on mielenterveydelle hyödyllistä lajista riippumatta; jo normaali päivittäinen aktiivisuus auttaa
- Sosiaalisuus lisää liikunnan hyödyllisiä vaikutuksia mielenterveydelle entisestään
- Pakonomainen, usein ja pitkään tehtävä liikunta näyttää sen sijaan alentavan mielialaa

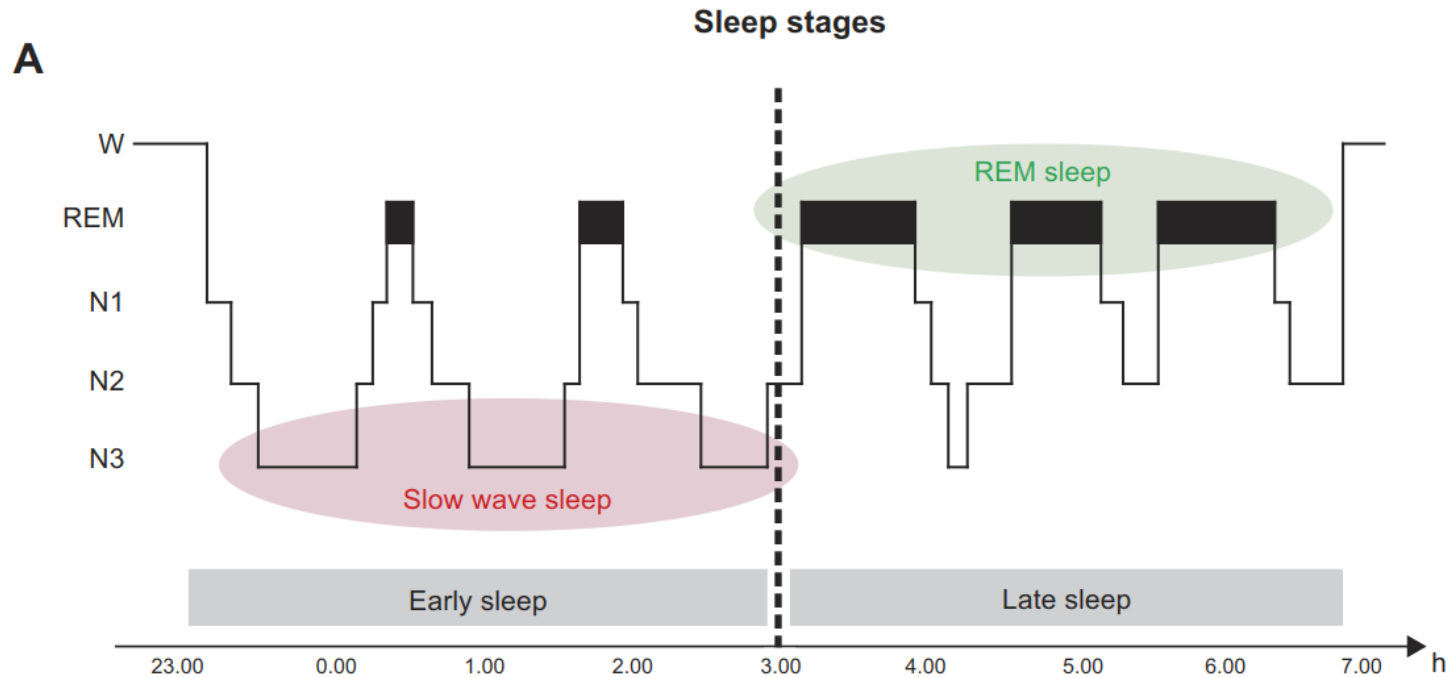


Liikuntaharjoittelu vähentää masennusoireita



Std diff in means = standardized differences in means, CI = Confidence Interval

Univaiheet



Uni

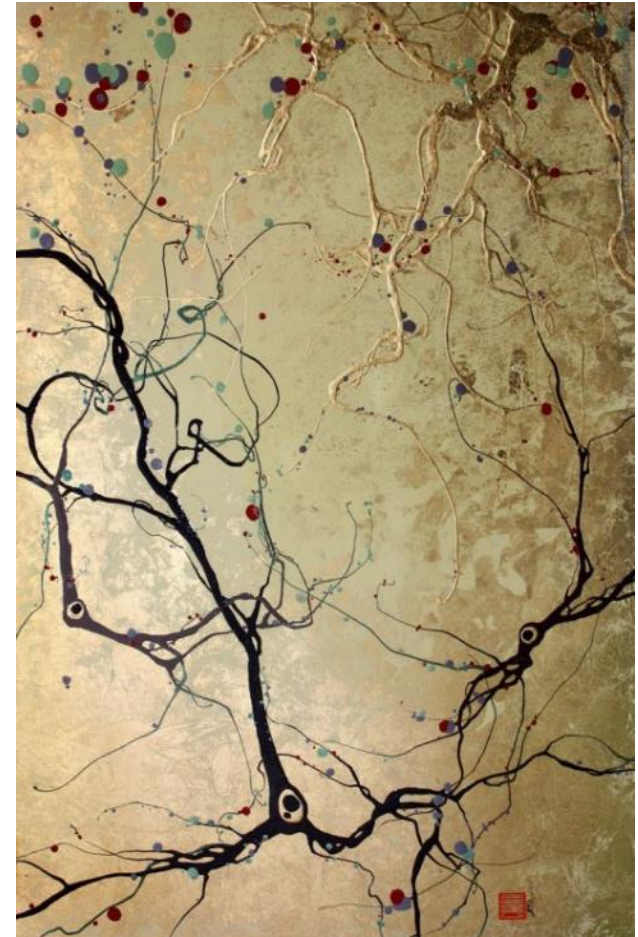
- Päivän aikana aivojen toiminta kuluttaa paljon energiaa
 - Aivot kuluttavat noin 20% kaikesta energiastamme vaikka ovat vain 5 % kehomme painosta
- Unen tarkoitus on hidastaa elintoimintoja ja säästää energiaa; ladata proteiinivarastot seuraavan päivän tarpeita varten
- Unen aikana aivojen neurokemia ja tiedonkäsittely muuttuvat



- Unen aikana hermosolujen aktiivisuus on samanaikaista ja voimakkaainta synkroniaa havaitaan alueilla, mitkä ovat aktivoituneet päivän aikana
- Äärimmäisessä univajeessa tietyt aivoalueet voivat olla unenkaltaisessa tilassa valveilla ollessa, mikä voi johtaa kohtalokkasiinkin virheisiin

Uni ja oppiminen

- Valveen aikana hermosolujen välille syntyy uusia yhteyksiä (synapseja) ja lisäksi olemassa olevat yhteydet vahvistuvat
- Uudet yhteydet tarvitsevat lisää tilaa kallon sisälle ja tarvitsevat lisää energiaa
- Synapsien määrää täytyy rajoittaa: unen aikana vahvat synapsit jäävät jäljelle ja heikot katoavat
- Valveilla vahvistunut yhteys ja tai aikaisempien muistojen aktivoituminen voi tehdä synapsista riittävän vahvan, jotta se selviää yön yli
- Unessa yhteys ulkoisiin ärsykkeisiin katkeaa ja aivot voivat rauhassa keskittyä informaation lajitteluun ja pysyvään muistiin painamiseen

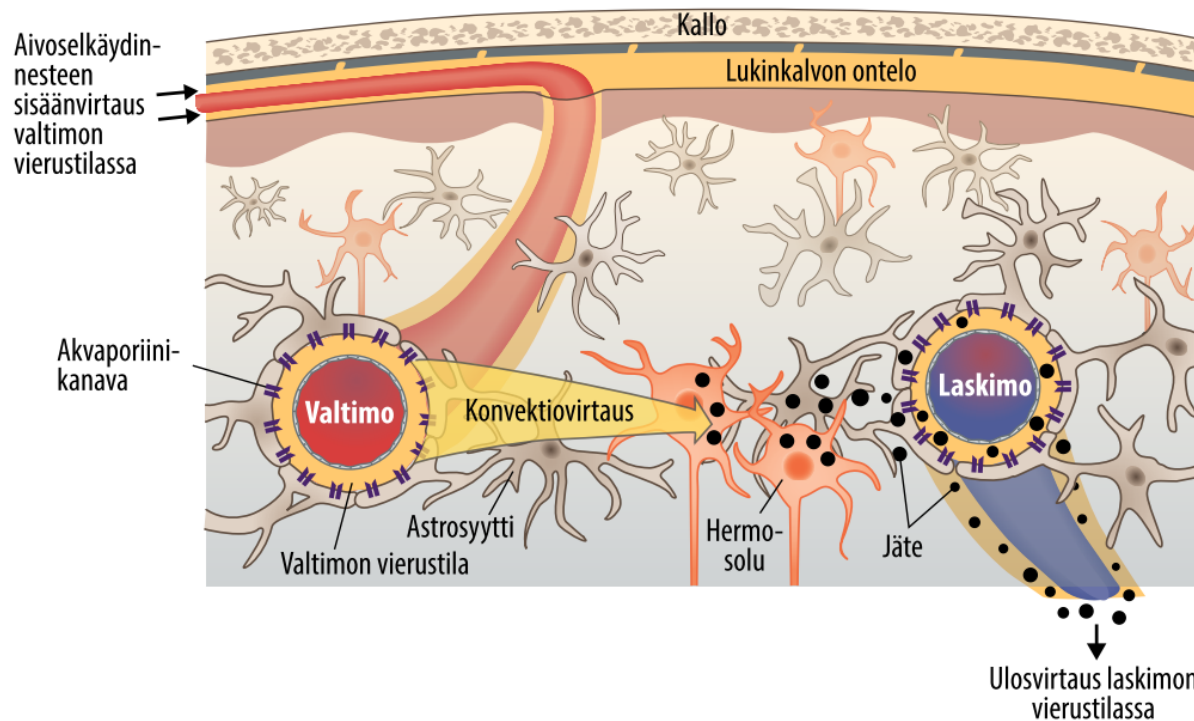


Greg A. Dunn

Rasch & Born (2013). *Physiol Rev*
Wigren & Stenberg (2015). *Duodecim*

Aivojen glymfaattinen järjestelmä

- Unen aikana aivojen soluvälitila kasvaa ja glymfakierro tehostuu
- Kuona-aineet (beta-amyloidi) poistuu kaksi kertaa nopeammin unessa kuin valveilla ollessa
- Meditointi on yhteydessä glymfaattisen järjestelmän tehokkaaseen toimintaan



Adenosiini säätelee uni-valverytmiä

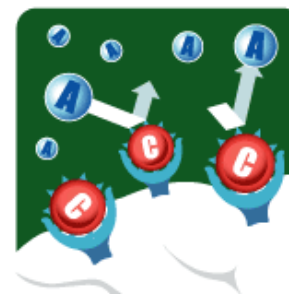
- Adenosiini säätelee uni-valverytmiä kertymällä etuaivojen valvetta ylläpitävälle kolinergiselle alueelle.
- Adenosiiniin kertyminen hiljentää kolinergisen alueen toimintaa edesauttaen nukahtamista. Mitä pitempään valvominen kestää, sitä enemmän adenosiinia kertyy ja sitä suuremmaksi unipaine kasvaa
 - Mekanismi:
 - mitä enemmän aktiivisuutta, sitä enemmän energiaa kuluu
 - mitä enemmän energiaa kuluu, sitä enemmän adenosiinia kertyy ja vastaavasti sitä enemmän aktiivisuutta hiljennetään
 - adenosiini pyrkii estämään tilanteen, jossa energian kulutus ylittää tuotantokapasiteetin lähiympäristössään



The Nightmare, Henry Fuseli (1781)

Kofeiini nostaa vireystilaa estämällä adenosiniinireseptorien toimintaa

- Kofeiinimolekyylit kiinnittyvät adenosiniinireseptoreihin ja estävät adosoniinin kiinnittymisen, jolloin solujen välisessä tilassa adosoniinin määrä kasvaa ja vireys lisääntyy
- Kofeiini heikentää erityisesti hidasaaltounen laatua



YHTEENVETOA

- Tarkkaavuuden ylläpito vaatii taukoja – meditaation harjoittaminen kehittää tarkkaavuutta ja oppimista
- Fyysinen aktiivisuus vähentää mielialaoireita – liikunta ennalta ehkäisevänä masennushoitona
- Aivot ovat työssä lepotilassakin – riittävä uni ja lepo on oppimisen perusta

✓ Fyysinen passiivisuus on uhka kansanterveydelle – istuminen tappaa!

✓ Liikkumiseen kannattaa suhtautua elämäntapana – osana päivittäistä arkea

✓ Liikunnalla on välittömiä oppimista tehostavia vaikutuksia

✓ Liikunta muuttaa aivojen rakennetta ja tehostaa tiedonkäsittelyä – herkkyydellä muovautumiselle on evolutiivinen perusta





Kiitos!

juho.strommer@gmail.com