

# Aivoaakkoset 2021

Aalto Brain Centre (ABC)  
Neurotieteen ja Lääketieteellisen Tekniikan Laitos  
Perustieteiden korkeakoulu, Aalto-yliopisto

**Zoom-linkki:**

<https://aalto.zoom.us/j/6012809511?pwd=U2RaMldva2hQUVhVcWNYUUJVVYjdrZz09>

Meeting ID: 601 280 9511

Passcode: 425857

Kurssivastaava: Synnöve Carlson ([synnove.carlson@aalto.fi](mailto:synnove.carlson@aalto.fi))

Kurssiassistentti: Virve Vuontela ([virve.vuontela@aalto.fi](mailto:virve.vuontela@aalto.fi))



# Aivoaakkoset 2021

- Kurssi järjestettiin ensimmäisen kerran v. 2013!
- Kurssilla opitaan perusteita ihmisen mielen ja aivojen toiminnasta ja aivotutkimusmenetelmistä.
- Luennoilla kerrotaan hermoverkostoista, muistista ja oppimisesta, aistimisesta, liikkeen, mielen ja kehon yhteistoiminnasta ja kielellisistä toiminnoista, ja pohditaan voidaanko ajatuksia lukea ja mikä on tietoisuuden aivoperusta.
- Kurssilla opitaan myös aivosairauksista ja avataan näkökulma poikkeavaan aivotoimintaan. Kurssin lopussa kyseenalaistetaan ymmärryksemme aivojen toiminnasta ja haastetaan kriittiseen pohdintaan.
- Luennoilla käytetään *Presemo*-ohjelmaa, jonka avulla opiskelijat ja opettajat voivat esittää kysymyksiä.
- <https://presemo.aalto.fi/abc1>

# Aivoaakkoset 2021

- 15.9.–8.12. 2021, keskiviikkoisin klo 12.15–14.00 (Zoom)
- Luentokurssi, 12 opetuskertaa + paneelikeskustelu 15.12.2021
- Kukin opetus 2 x 45 min
- Läsnäolovaatimus: osallistuttava vähintään 9:lle luennolle
- Oppimispäiväkirjat: opiskelijat laativat lyhyen (1 sivun) oppimispäiväkirjan yhdeksästä luennosta. Palautus viikon kuluessa luennosta (MyCourses-Assignments).
- Kaikki oppimispäiväkirjat luetaan. Erillistä palautetta annetaan ainoastaan sellaisista oppimispäiväkirjoista, jotka on laadittu puutteellisesti.

## **Jos poissaoloja kertyy enemmän kuin 3 kpl:**

- Ota yhteyttä kurssiassistenttiin.
- Mikäli syynä on sairaus, toimita kurssiassistentille sairauslomatodistus.
- Erittäin harvoin muu syy kuin sairastuminen oikeuttaa ylimääräiseen poissaoloon, joka kuitenkin tulee korvata oppimispäiväkirjalla.
- Ylimääräinen poissaolo korvataan oppimispäiväkirjalla, jonka laajuus on 2–3 sivua.

## Tenttiajankohdat 2021/2022

Pe 17.12. 2021 13:00–16:00 Kurssitentti

To 24.02. 2022 9:00–12:00 Uusinta

### Tentti

- Perustuu luentoihin, Aivoaakkoset -kirjan lukuihin 1–9 ja 11–14 ja oheismateriaaleihin (MyCourses sivuilla)
- Jos haluat suorittaa tentin ruotsiksi, ilmoita tämä hyvissä ajoin kurssiassistentille (= viimeistään kaksi viikkoa ennen tenttiä).
- Kurssitenttiin, joka pidetään kurssin päätteeksi, ei tarvitse erikseen ilmoittautua.
- Uusintatenttiin on ilmoittauduttava.

## **Aivoaakkoset-kurssi on hyväksytysti suoritettu kun:**

1. Olet osallistunut vähintään 9:lle opetuskerralle 12:sta.
2. Olet laatinut ja palauttanut oppimispäiväkirjan 9:stä opetuksesta.
3. Olet toimittanut hyväksyttävästi laaditun oppimispäiväkirjan mahdollisesta ylimääräisestä poissaolosta, jonka syyn olet selvittänyt kurssiassistentin kanssa.
4. Olet suorittanut tentin hyväksyttävästi.



# Aivoaakkoset: Ohjelma 2021

Luennoitsija	Ajankohta	Otsikko
Synnöve Carlson	Ke 15.09. 12.15–12.45	Johdanto kurssille.
Enrico Glerean	Ke 15.09. 12.45–14.00	Human Brain Networks. (Verkostoituvat aivomme.)
Synnöve Carlson	Ke 22.09. 12.15–14.00	Muovautuvat aivomme, oppiminen ja muisti.
Risto Ilmoniemi	Ke 29.09. 12.15–14.00	Voidaanko ajatuksia lukea? –Entä kirjoittaa, kopioida tai siirtää? Mihin tulevaisuuden kuvantamismenetelmät ja aivostimulaatiolaitteet mahtavatkaan pystyä?
Riitta Salmelin	Ke 06.10. 12.15–14.00	Mitä oikein sanoit? Miten kielellinen viestintä onnistuu tai sitten ei.
Petri Ala-Laurila	Ke 13.10. 12.15–14.00	Silmä aivojen osana: Älykäs verkkokalvo pyydystää fotoneita ja ennustaa tulevaa.
Pekka Rauhala	Ke 20.10. 12.15–14.00	Kemiat kohtaavat: lääkeaineet aivojen viestin kulun muokkaajina.
Ei luentoa	Ke 27.10. -	-
Harri Piitulainen	Ke 03.11. 12.15–14.00	Lihakset liikuttavat maailmaa.
Iiro Jääskeläinen	Ke 10.11. 12.15–14.00	Elokuvan käyttö ärsykkeenä aivokuvantamistutkimuksessa.
Nina Forss	Ke 17.11. 12.15–14.00	Aivot pinteessä - neurologisten sairauksien kuvantaminen.
Lauri Parkkonen	Ke 24.11. 12.15–14.00	Missä tietoisuus luuraa?
Tuukka Raij	Ke 01.12. 12.15–14.00	Aivojen ja mielen sairauksista ja hyvinvoinnista.
Riitta Hari	Ke 08.12. 12.15–14.00	Tiedämmekö miten ihmisäivot toimivat?
Paneelikeskustelu	Ke 15.12. Ajankohta ilmoitetaan myöhemmin	Opettajia ja opiskelijoita!



## Aivoaakkoset

(toim. S. Carlson and R. Hari; Aalto ARTS Books, 2021)

<https://shop.aalto.fi/p/1562-aivoaakkoset/>.

- **Aivoaakkoset-kirjan** voi ostaa Aalto University Shopista Väreän alakerrassa tai Aalto ARTS Booksin verkkokaupasta: <https://shop.aalto.fi/p/1562-aivoaakkoset/>
- **Aaltolaiset saavat 20 %** alennuksen kirjasta (kirjan normaali hinta on 38 € ja alennettu hinta 30,4 €) osoittamalla aaltolaisuutensa kaupassa tai kirjautumalla verkkokauppaan Aalto-tunnuksilla.
- **Kurssilaiset, jotka eivät ole aaltolaisia**, saavat verkkokaupasta 20 % alennuksen koodilla "aivoaakkoset". Koodi on voimassa 31.12.2021 sakka. Verkkokaupasta tehdyn tilauksen voi noutaa Aalto University Shopista tai pyytää postittamaan (lisämaksusta).

HUOM: Koska Aalto University Shop on toistaiseksi vielä koronan takia suljettu, kirjoja voi tällä hetkellä ostaa/noutaa Aalto University Pop Up Shopista, joka palvelee kauppakeskus A Blocissa (metrorakennus, Otaniementie 12) ma-pe klo 10–16. (Sijaintiin ja aukioloihin saattaa tulla muutoksia syksyn aikana, jos varsinainen Aalto University Shop Väreessä pääsee avautumaan).



# SISÄLLYS

*Esipuhe* • 4

## 1 AIVOJEN RAKENNE JA TOIMINTA • 10

SYNNÖVE CARLSON

Hermoston osat • 13  
Aivorunko, automominen hermosto ja pikkaaivot • 16  
Hermosolut ja gliasolut • 18  
Hermosolut toiminnassa • 19  
Aivolohkot sekä primaariseija assosiativiset aivokuoriaueet • 22  
Aivopuolisot ja split-brain-potilas • 27  
Aivoluoren hienorakenne • 29  
Hermosoluista hermoverkostoihin • 33  
Lopuksi • 35

## 2 IHMISAIVOJEN KUVANTAMINEN? • 38

RIITTA HÄRÄ

Tietokonetomografia (TT) • 41  
Magneettikuvaus (MK) • 42  
Toiminnallinen magneettikuvaus (TMK) • 45  
Diffusio-otensorikuvaus (DTI) • 47  
Magneettienkefalografia (MEG) ja elektrokefalografia (EEG) • 49  
Positroniemissiotomografia (PET) • 51  
Yksifotonemissiotomografia (SPECT, SPET) • 53  
Lähi-infrapunaspektroskopia (NIRS) • 53  
Aivojen stimulaatio • 54  
Menetelmien yhteiskäyttö • 57

## 3 VERKOSTOITUVAT AIVOMME • 60

ENRICO GLERIAN

Aivot ja verkostot • 63  
(Aivo)Verkostojen ABC • 63  
Aivojen verkostotiede • 65  
Ihmisaivojen verkostot • 68  
Lopuksi • 70

## 6 SISÄLLYS

## 4 MUOVAUTUVAT AIVOMME, OPPIMINEN JA MUISTI • 72

SYNNÖVE CARLSON JA VIRVE VUONTELA

Aivojen kehityksestä • 75  
Aivojen muovautuvuus • 76  
Synapsyynäin ei-aipeutus muoavaa aivojen toimintaa • 78  
Momenlaista muistia ja muistamattomuutta • 80  
Muistipotilas HM • 81  
Muisti ja oppiminen muoavaat synapseja: LTP ja LTD • 84  
Sensoryinen muisti ja työmuisti • 87  
Työmuistin selumekanismista • 87  
Ihminen oppii – muuttuvatko aivot • 89

## 5 AIVOT ERÄÄN FYYSIKON NÄKÖKULMASTA • 94

RISTO ILMONIEMI

Johdanto • 97  
Aivoja koskevia kysymyksiä • 99  
Aivojen toiminta • 101  
Aivot ja fysiikka • 102  
Voitdaanko ajatuksia lukea • 102  
Ajatuksen kirjoittaminen • 103  
Ajatus "kopiointi" tai tallentaminen • 105  
Uutta aivokuvan tieteellistä teknologiaa • 106  
Uutta magneettista molaatiotekniikkaa • 109  
Jäljellä olevia kysymyksiä • 111

## 6 SILMÄ AIVOJEN OSANA: ÄLYKÄS VERKKOKALVO PYYDYSTÄÄ FOTONEITA JA ENNUSTAA TULEVAA • 114

AARNI SEPPÄNEN JA PETRI ALA-LAURELA

Verkkokalvo- ja näköntutkimuksen taustaa maailmalla ja Suomessa • 117  
Valoympäristöt, silmän evoluutio ja näköaisti • 120  
Verkkokalvon hermosolutyyppit ja niiden väliset kytkennät • 122  
Verkkokalvo toiminnassa: koodaus ja selektiivisyys • 125  
Verkkokalvo välittää jopa yksittäisten valokvanttien synnyttämiä signaaleja • 126  
Älykäs verkkokalvo laskee liikettä ja ennustaa tulevaa • 128  
Yhteenveto • 131

## 7 LIHAKSET LIIKUTTAVAT MAAILMAA • 134

HARRI PIITULAINEN

Aivot – liikkeiden ohjauskeskus • 138  
Lihaksiston tehtävät • 141  
Lihasten hienorakenne • 142  
Lihasten ohjaus • 143  
Proprioseptiikka ja selkätymien liikeohjaus • 145  
Lopuksi • 148

## 7 SISÄLLYS

## 8 KIELELLINEN PROSESSOINTI • 150

RIITTA SALMELIN

Kieli ja ihminen • 153  
Kielen evoluutiosta, kehityksestä ja ominaisuuksista • 154  
Kielen aivokuventamuksesta • 156  
Mitä aivokuvantaminen kertoo kielen prosessoinnista terveissä ihmisäivoissa? • 157  
Aiemman tiedon vaikutus kielelliseen viestin ymmärtämiseen • 160  
Lukemisen kehityksestä ja häiriöistä • 162  
Kvantitatiiviset kielimallit ja koneoppiminen aivotutkimuksen uusina työkaluina • 163

## 9 ELOKUVIA ÄRSYKKEENÄ AIVOKUVANTAMISTUTKIMUKSISSA • 168

TIRO P. JÄÄSKELÄINEN

Elokuvat tarjoavat huikeita mahdollisuuksia tunnereaktioiden tutkimuksessa • 173  
Ajallisen prosessoinnin aikaikkunoiden hierarkia aivoissa • 175  
Tunteiden samankaltaisuus näkyä aivojen toiminnan samankaltaisuutena • 176  
Tunteita voidaan lukea aivotekniikasta • 177  
Elokuvien käyttö sosiaalisen kognitiion tutkimuksessa • 178  
Menetelmäkehitys on avain jatkuviin edistysaskeliin • 180  
Johdopäätökset • 181

## 10 TUNTEELLISET AIVOT • 184

LAURI NUMMENMAA JA HEIKKI SAAREHÄKI

Ihmismielen termostaatti • 187  
Tunteiden eloonjäämisälykyys • 188  
Tunteiden neuroniverkot • 190  
Tunteet saavat kehon liikkeelle • 193  
Tunteet tulevat näkyiksi • 195  
Miksi tunteet näkyvät ulospäin? • 197  
Lopuksi • 198

## 11 MISSÄ TIETOISUUS LUURAA? • 202

LAURI PARKKONEN

Johdanto • 205  
Mitä on tietoisuus? • 205  
Tietoisuuden filosofinen ongelma • 206  
Tietoisuuden tunnistaminen • 208  
Tietoisuuden tutkiminen • 211  
Reflektiivisen tietoisuuden malleja • 214  
Yhteenveto • 216

## 8 SISÄLLYS

## 12 AIVOT PINTEESSÄ – NEUROLOGISTEN SAIRAUKSIEN KUVANTAMINEN • 218

NINA FORSS

Neurologisen potilaan tutkiminen • 221  
Rakenteellisen ja dynaamisen aivokuvantaminen • 222  
Toiminnallinen aivokuvaus • 224  
Krooninen kipu • 225  
Vireystilan ja tajunnantason häiriöt • 228  
Lopuksi • 231

## 13 AIVOJEN JA MIELEN SAIRAUKSISTA JA HYVINVOINNISTA • 234

TIUKKA RÄÄI

Miksi tutkia aivoja, jos halutaan ymmärtää mieltä? • 237  
Psykkisten oireiden vastineet aivoissa • 239  
Miksi mielellä on taipumus häiriintyä? • 244  
Miten psykotriset hoidot vaikuttavat aivoihin? • 245  
Mielenterveys tulevaisuudessa • 247

## 14 TIEDÄMMEKÖ MITEN IHMISAIVOT TOIMIVAT? • 250

RIITTA HÄRÄ

Miten nähdä iso kuva? Liikkumisesta aistimiseen ja vuorovaikutukseen • 255  
Älykäsympiiristä • 263  
Kutakin viraalillaan (hiitolalinen sanonta) • 264  
Sosiaalisen vuorovaikutuksen keskeisyys • 264  
Palataan perusasioihin • 267  
Yhteenveto • 269

## 15 TAIDE, NEUROTIEDE JA LUOVOUS – MITÄ VOIMME OPPIA TOISILTAMME? • 272

RIITTA HÄRÄ

Kun eri alat kohtaavat • 275  
Näköaistin toiminnasta taitteen kannalta • 278  
Taide mielen notkeuttajana • 279  
Neuroestetiikka • 280  
Miten taide voi koskettaa ja liikuttaa? Puhummeko edes samaa kieltä? • 281  
Voimmeko tietää toistamme mielen sisällöistä, kvalioista? • 282  
Neurotieteilijän lyhyt taidehistoria • 283  
Luovuudesta, ajattelusta ja aivoista • 286  
Loppumietteitä neurotieteen ja taitteen suhteista • 290

*Kuvien tekijänoikeudet* • 295

*Hakemisto* • 299

## 9 SISÄLLYS

# Aivoaakkoset 2021

**E. Glerean**



**S. Carlson**



**R. Ilmoniemi**



**R. Salmelin**



**P. Ala-laurila**



**P. Rauhala**



**H. Piitulainen**



**I. Jääskeläinen**



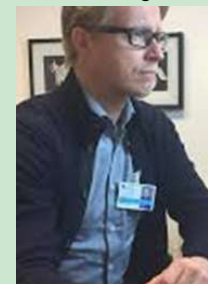
**N. Forss**



**L. Parkkonen**



**T. Raij**



**R. Hari**



**V. Vuontela**



