

# Aivoaakkoset 2023

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

Osa opetuksista pidetään etänä, osa luentosalissa (Otakaari 3, Auditorio F239a).  
Luentosalissa pidettävät opetukset striimataan niitä opiskelijoita varten, jotka  
syystä tai toisesta eivät pääse paikalle.

## **Zoom-linkki sekä etäopetukseen että striimattuihin lähiopetuksiin:**

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

Meeting ID: 601 280 9511

Passcode: 425857

Vastuuopettajat:

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

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



# Aivoaakkoset 2023

- Kurssi järjestettiin ensimmäisen kerran v. 2013!
- Kurssilla opitaan perusteita ihmisen mielen ja aivojen toiminnasta ja aivotutkimusmenetelmistä.
- Luennoilla kerrotaan hermoverkostoista, aivojen muovautuvuudesta, muistista, 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.
- Kurssilla kannustetaan tiedon kriittiseen pohdintaan.

# Aivoaakkoset 2023

- Keskiviikkoisin 06.09.–29.11. 2023 klo 12.15–14.00
- Luentokurssi, 12 opetuskertaa
- Aivoaakkoset toteutetaan hybridiopetuksena. Opetukset pidetään pääsääntöisesti lähiopetuksena: Otakaari 3, Auditorio F239a.
- Opetukseen voi osallistua myös zoom-linkin kautta, koska opetukset striimataan.
- Mikäli opettaja ei voi pitää opetustaan luentosalissa, se toteutetaan silloin etäopetuksena. Ilmoitamme tästä opiskelijoille edellisellä viikolla.
- Sekä etäopetuksen, että striimatun opetuksen **zoom-linkki** on sama:  
<https://aalto.zoom.us/j/6012809511?pwd=U2RaMldva2hQUVhVcWNYUUJVVYjdrZz09>  
Meeting ID: 601 280 9511  
Passcode: 425857

# Aivoaakkoset 2023

- Läsnaölovaatimus: osallistuttava vähintään 8:lle luennolle.
- Oppimispäiväkirjat: opiskelijat laativat lyhyen (1 sivun mittaisen) oppimispäiväkirjan kahdeksasta luennosta. Palautus kahden viikon kuluessa luennosta (MyCourses-Assignments).
- Kaikki oppimispäiväkirjat luetaan. Erillistä palautetta annetaan ainoastaan sellaisista oppimispäiväkirjoista, jotka on laadittu puutteellisesti.

## **Jos poissaoloja kertyy enemmän kuin 4 kpl:**

- Ota yhteyttä kurssiassistenttiin.
- 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 2023/2024

Kurssitentti: Pe 08.12. 2023 klo 13.00–16.00

Uusintatentti: To 22.02. 2024 klo 9.00–12.00

### Tentti

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



## 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 Väreen 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 "aivot20". Koodi on voimassa 31.12.2023 sakka. Verkkokaupasta tehdyn tilauksen voi noutaa Aalto University Shopista tai pyytää postittamaan (lisämaksusta).

# SISÄLLYS

*Esipuhe* • 4

## 1 AIVOJEN RAKENNE JA TOIMINTA • 10

SYNNÖVE CARLSON

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

## 2 IHMISAIVOJEN KUVANTAMINEN? • 38

RIITTA HARI

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

## 3 VERKOSTOITUVAT AIVOMME • 60

ENRICO OLIVERA

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  
Synnyntäin en ai stipuutos muovaa aivojen toimintaa • 78  
Momenlaista muistia ja muistamattomuutta • 80  
Muistipotilas HM • 81  
Muisti ja oppiminen muovaavat synapseja: LTP ja LTD • 84  
Sensoryinen muisti ja työmuisti • 87  
Työmuistin selvenkänismissä • 87  
Ihminen oppii – muuttuvatko aivot • 89

## 5 AIVOT ERÄÄN FYYSIKON NÄKÖKULMASTA • 94

RISTO ILMONIEHE

Johdanto • 97  
Aivoja koskevia kysymyksiä • 99  
Aivojen toiminta • 101  
Aivot ja fyysikka • 102  
Voi daanko ajatuksia lukea • 102  
Ajatuksen kirjoittaminen • 103  
Ajatuksen ”kopiointi” tai tallentaminen • 105  
Uutta aivokuvantamisteknologiaa • 106  
Uutta magneettisämlaatiotekniikkaa • 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 näkö tutkimuksen taustaa maailmalla ja Suomessa • 117  
Valoympäristöt, silmän evoluutio ja näköaisti • 120  
Verkkokalvon hermosolutyypit 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 PIETILAINEN

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

## 7 SISÄLLYS

## 8 KIELELLINEN PROSESSOINTI • 150

RIITTA SALMELIN

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

## 9 ELOKUVIA ÄRSYKKEÄÄ AIVOKUVANTAMISTUTKIMUKSISSA • 168

TIRO P. JÄÄSKELÄINEN

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

## 10 TUNTEELLISET AIVOT • 184

LAURI NUMMENMAA JA HEINI SAAREHÄKI

Ihmismielen termostaatti • 187  
Tunteiden eloonjäämisälykköyys • 188  
Tunteiden neuroverkot • 190  
Tunteet saavat kehon liikkeelle • 193  
Tunteet tulevat näkyviksi • 195  
Miksi nureet 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  
Rakeenteellinen ja dynaaminen aivokuvantaminen • 222  
Toiminnallinen aivokuvaus • 224  
Krooninen kipu • 225  
Vireystilan ja tajunnantason häiriöt • 228  
Lopuksi • 231

## 13 AIVOJEN JA MIELEN SAIRAUKSISTA JA HYVINVOINNISTA • 234

TOURKA RAIJ

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 HARI

Miten nähdä iso kuva? Liikkumisesta istimiseen ja vuorovaikutukseen • 255  
Älyläsympäristöt • 263  
Kutakin viiraa laillaan (hoitolalaine n sanonta) • 264  
Sosiaalisen vuorovaikutuksen keskeisyys • 264  
Pulataan perussäiliöihin • 267  
Yhteenveto • 269

## 15 TAIDE, NEUROTIEDE JA LUOVUUS – MITÄ VOIMME OPIA TOISILTAMME? • 272

RIITTA HARI

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

*Kuvien tekijänoikeudet* • 295

*Hakemisto* • 299

## 9 SISÄLLYS



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

1. Olet osallistunut vähintään 8:lle opetuskerralle 12:sta.
2. Olet palauttanut oppimispäiväkirjan 8:stä opetuksesta ja mikäli oppimispäiväkirja oli puutteellisesti laadittu, korjannut sen annetun palautteen mukaisesti.
3. Olet toimittanut hyväksyttävästi laaditun oppimispäiväkirjan mahdollisesta ylimääräisestä poissaolosta, jonka syyn olet selvittänyt kurssiassistentin kanssa.
4. Olet suorittanut tentin hyväksyttävästi.
5. Tentin arvosana (1—5) on myös kurssin loppuarvosana.



# Aivoaakkoset 2023

Opettaja	Ajankohta	Opetuksen aihe
Synnöve Carlson Enrico Glerean	<b>Ke 06.09.</b> <i>klo 12.15–12.45</i> <i>klo 12.45–14.00</i>	Johdanto kurssille. Human Brain Networks. (Verkostoituvat aivomme.)
Synnöve Carlson Iiro Jääskeläinen	<b>Ke 13.09.</b> <i>klo 12.15–13.00</i> <i>klo 13.15–14.00</i>	Muovautuvat aivomme, oppiminen ja muisti. Elokuvan käyttö aivotutkimuksessa.
Heini Saarimäki	<b>Ke 20.09.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Tunteelliset aivomme.
Petri Ala-Laurila	<b>Ke 27.09.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Silmä aivojen osana: Älykäs verkkokalvo pyydystää fotoneita ja ennustaa tulevaa.
Lauri Parkkonen	<b>Ke 04.10.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Missä tietoisuus luuraa?
Riitta Salmelin	<b>Ke 11.10.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Mitä oikein sanoit? Miten kielellinen viestintä onnistuu tai sitten ei.
Ei luentoa	<b>Ke 18.10.</b>	-
Nina Forss	<b>Ke 25.10.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Aivot pinteessä - neurologisten sairauksien kuvantaminen.
Pekka Rauhala	<b>Ke 1.11.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Kemiat kohtaavat: lääkeaineet aivojen viestin kulun muokkaajina.
Risto Ilmoniemi	<b>Ke 08.11.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Voidaanko ajatuksia lukea? –Entä kirjoittaa, kopioida tai siirtää? Mihin tulevaisuuden kuvantamismenetelmät ja aivostimulaatiolaitteet mahtavatkaan pystyä?
Harri Piitulainen	<b>Ke 15.11.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Lihakset liikuttavat maailmaa.
Tuukka Raij	<b>Ke 22.11.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Aivojen ja mielen sairauksista ja hyvinvoinnista.
Riitta Hari	<b>Ke 29.11.</b> <i>klo 12.15–14.00</i>	Tiedämmekö miten ihmisaivot toimivat?

# Aivoaakkoset 2023

**E. Glerean**



**S. Carlson**



**I. Jääskeläinen**



**R. Ilmoniemi**



**R. Salmelin**



**P. Ala-Laurila**



**P. Rauhala**



**H. Piitulainen**



**N. Fors**



**H. Saarimäki**



**L. Parkkonen**



**T. Raij**



**R. Hari**



**V. Vuontela**

