



Kursplan för

# **Introduktion till hjärnavbildning inom neurovetenskap: med fokus på metoderna MRI, PET, EEG och MEG, 7.5 hp**

Introduction to Brain Imaging in Neuroscience: With a Focus on MRI, PET, EEG and MEG Methods, 7.5 credits

Denna kursplan gäller från och med höstterminen 2024.

Observera att kursplanen finns i följande versioner:

HT21 , HT23 , HT24

Kurskod	2QA313
Kursens benämning	Introduktion till hjärnavbildning inom neurovetenskap: med fokus på metoderna MRI, PET, EEG och MEG
Hp	7.5 hp
Utbildningsform	Högskoleutbildning, 2007 års studieordning
Huvudområde	Medicin
Nivå	Avancerad nivå, har endast kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav
Betygsskala	Godkänd, underkänd
Kursansvarig institution	Institutionen för klinisk neurovetenskap
Beslutande organ	Utbildningsnämnden CNS
Datum för fastställande	2020-12-16
Reviderad av	Utbildningsnämnden CNS
Senast reviderad	2023-11-15
Kursplanen gäller från	Höstterminen 2024

## **Särskild behörighet**

Minst 120 hp inom psykologi, psykiatri, neurovetenskap, medicin eller medicinsk teknik. Alternativt 60 hp på avancerad nivå inom psykologi, psykiatri, neurovetenskap, medicin eller medicinsk teknik. Dessutom krävs Engelska B/Engelska 6 med lägst betyget godkänd/E.

## **Mål**

Efter kursen ska studenten kunna:

- beskriva funktionen hos de mätinstrument som används vid strukturell magnetresonansavbildning (sMRI), funktionell magnetresonansavbildning (fMRI), positronemissionstomografi (PET),

elektroencefalografi (EEG) och magnetencefalografi (MEG), och vilken aspekt av hjärnans struktur och funktion de registrerar

- beskriva grundläggande principer för analys av data från mätningar med sMRI, fMRI, PET, EEG och MEG
- översiktligt redogöra för respektive hjärnabbildningsmetods användningsområde inom forskning och inom hälso- och sjukvård
- översiktligt redogöra för mätinstrument och analysmetoder för multimodal hjärnabbildning.

## Innehåll

Kursen behandlar den teoretiska bakgrunden till hjärnabbildningsmetoderna sMRI, fMRI, PET, EEG och MEG såsom vilka av den mänskliga hjärnans egenskaper och funktioner de mäter och hur själva mätinstrumentet fungerar. Kursen ger studenten en god inblick i hur metoderna används inom forskning och inom hälso- och sjukvård. Kursens belyser även hur metoderna kan kombineras i multimodala analyser, och diskuterar samspelet mellan utveckling av teori, ny teknik, metod och applikationer. Kursen inleds med en introduktion till hjärnabbildningstekniker inom neurovetenskap. Genom separata kursmoment ger kursen studenten en fördjupad inblick i de olika metoderna sMRI, fMRI, PET, EEG och MEG, samt att kombinera dem i multimodal hjärnabbildning. Slutligen kommer studenten att fördjupa sina kunskaper i ett självvalt ämne i ett individuellt studieprojekt.

### Strukturell magnetresonansavbildning (sMRI), 1.5 hp

Betygsskala: GU

I sMRI modulen introduceras studenten till hur hjärnans struktur kan avbildas med hjälp av strukturell magnetresonansavbildning (sMRI). Den fysiologiska basen till sMRI signalen introduceras, tillsammans med en introduktion till bildbehandling och grundläggande MRI fysik. Studenten introduceras sedan till metoder för avbildning av morfologi (segmentering av volym, kortikal tjocklek osv), konnektivitet och diffusionstensoravbildning. sMRI modulen innehåller också metoder för dataanalys (multivariat dataanalys, deep learning och grafteori) och andra populära sMRI tekniker som kvantitativ susceptibilitetsmappning, och arteriell spinmärkningssekvens, med fokus på den senaste utvecklingen. Studenten introduceras avslutningsvis till olika sMRI applikationer inom forskning, hälso- och sjukvården.

### Funktionell magnetresonansavbildning (fMRI), 1.5 hp

Betygsskala: GU

I fMRI modulen introduceras studenten till hur hjärnans aktivitet kan avbildas med hjälp av funktionell magnetresonansavbildning (fMRI). Den neuronala och fysiologiska basen till fMRI signalen introduceras, tillsammans med hur denna signal registreras med mätinstrumentet. Mätningar med fMRI vid vilotillstånd, vid stimulering och från experimentella uppgifter presenteras som metoder för att utforska lokalisering av hjärnans funktion, hjärnans konnektivitet, avkodning/klassificering, och representationen av varseblivelse, handlingar och tankar. Experimentell design och analysmetoder introduceras. Studenten introduceras avslutningsvis till olika fMRI applikationer inom forskning, sjuk- och hälsovård.

### Elektroencefalografi (EEG) och magnetencefalografi (MEG), 1.5 hp

Betygsskala: GU

I EEG/MEG modulen introduceras studenten inledningsvis till den neurala aktivitet som mäts inom MEG respektive EEG. Modulen fokuserar sedan på hur denna neurala signal registreras med hjälp av olika sensortyper inom MEG respektive EEG, inklusive pågående utveckling inom nästa generations sensorer. De olika stegen för databearbetning introduceras sedan, inklusive en överblick över olika

strategier för analys av MEG och EEG data, såsom framkallade responser, källanalys, funktionell konnektivitet och multivariat mönsteranalys. Under modulen läggs stark fokus på hur metoderna MEG och EEG används inom forskning och inom kliniska och kommersiella applikationer.

## **Positronemissionstomografi, 1.5 hp**

Betygsskala: GU

I PET modulen introduceras studenten till hjärnavbildning med hjälp av nukleär avbildningsteknik Positron Emission Tomography (PET). De grundläggande principerna för radioligander och deras utveckling beskrivs, liksom deras tillämpning i neurovetenskaplig forskning och kliniska tillämpningar. Experimentell design och dataanalystekniker som är lämpliga för olika forskningsfrågor och kliniska tillämpningar behandlas. Områdena sträcker sig från grundforskning för att förstå det centrala nervsystemets fysiologi och patofysiologi av olika sjukdomar till utveckling och utvärdering av nuvarande och nya behandlingsstrategier, och även användningen av PET i en klinisk miljö vid differentialdiagnostik av olika sjukdomar.

## **Multimodal hjärnavbildning, 1.0 hp**

Betygsskala: GU

Multimodal hjärnavbildning är ett kraftfullt sätt att utforska hjärnan, koppla samman hjärnans struktur och funktion, och att förstå mänskligt beteende.

I modulen introduceras studenten till metoder för att kombinera sMRI, fMRI, PET, EEG och MEG data med varandra. De grundläggande mätinstrument som används för multimodal hjärnavbildning diskuteras och gemensamma analysmetoder och olika tillämpningsområden beskrivs, med exempel från kliniska applikationer såsom neurologiska och psykiatriska sjukdomar. I modulen avhandlas avslutningsvis pågående utveckling av multimodala hjärnavbildningsmetoder och analysmetoder, inklusive kombinationer av hjärnavbildningsmetoder och metoder för hjärnstimulering.

## **Individuellt fördjupningsarbete, 0.5 hp**

Betygsskala: GU

I slutet av kursen fördjupar studenten sina kunskaper i ett särskilt ämne av hjärnavbildning inom neurovetenskap med ett individuellt studieprojekt. Studenten väljer ett område att skriva ett kort forskningsförslag (1-2 sidor) om som sedan presenteras i mindre grupper.

## **Arbetsformer**

De arbetsformer som används är självstudier, lärarledda föreläsningar och gruppdiskussioner och ett fördjupningsarbete. Tillfällena är obligatoriska och kräver aktivt deltagande. Kursen genomförs online med stöd av Karolinska Institutets digitala lärplattform. Via lärplattformen har studenten tillgång till olika typer av kursinnehåll, såsom instuderingsmaterial och rekommenderad litteratur, och kan där också interagera med andra studenter inom kursen och med kursens lärare bland annat i gruppdiskussioner.

## **Examination**

Lärandemål examineras dels genom ett skriftligt quiz i samband med respektive kursmoment, aktivt deltagande i de obligatoriska kursträffarna, samt genom ett individuellt fördjupningsarbete. Under kursens senare del presenterar och diskuterar studenten sitt fördjupningsarbete i mindre grupper tillsammans med lärare och andra studenter.

Vart och ett av de sex kursmomenten betygsätts med Godkänt/Underkänt. För godkänt på kursen krävs godkänt på samtliga kursmoment inklusive det individuella fördjupningsarbetet.

*Om antal examinationstillfällen*

Student som ej är godkänd efter ordinarie examinationstillfälle har rätt att delta vid ytterligare fem examinationstillfällen. Om studenten genomfört sex underkända tentamina/prov ges inte något ytterligare examinationstillfälle. Som examinationstillfälle räknas de gånger studenten deltagit i ett och samma prov. För sent inlämnade examinationsuppgifter beaktas ej. Studenter som inte lämnat in i tid hänvisas till omtentamenstillfället.

*Frånvaro från eller ej fullgörande av obligatoriska utbildningsinslag*

Examinator bedömer om och i så fall hur frånvaro från obligatoriska utbildningsinslag kan tas igen. Innan studenten deltagit i de obligatoriska utbildningsinslagen eller tagit igen frånvaro i enlighet med examinatorns anvisningar kan inte studieresultatet slutrapporteras. Frånvaro från ett obligatoriskt utbildningsinslag kan innebära att den studerande inte kan ta igen tillfället förrän nästa gång kursen ges.

*Möjlighet till undantag från kursplanens föreskrifter om examination*

Om det föreligger särskilda skäl, eller behov av anpassning för student med funktionsnedsättning, får examinator fatta beslut om att frånga kursplanens föreskrifter om examinationsform, antal examinationstillfällen, möjlighet till komplettering eller undantag från obligatoriska utbildningsmoment, m.m. Innehåll och lärandemål samt nivån på förväntade färdigheter, kunskaper och förhållningssätt får inte ändras, tas bort eller sänkas.

## Övergångsbestämmelser

Examination kommer att tillhandahållas under ett år efter en eventuell nedläggning av kursen alternativt vid ny kursplan.

## Övriga föreskrifter

Undervisningsspråk: engelska

Kursutvärdering kommer att genomföras enligt de riktlinjer som är fastställda för utbildning vid Karolinska Institutet.

## Litteratur och övriga läromedel

### Obligatorisk litteratur

#### *Obligatorisk litteratur för momenten sMRI, fMRI, EEG/MEG, multimodalt*

*Op de Beeck*

#### **Introduction to Human Neuroimaging**

Cambridge University Press, 2019

LIBRIS-ID:v544gm5tsk6w0drb

#### *Obligatorisk litteratur för momentet PET*

*Hooker, JM*

#### **Human Positron Emission Tomography Neuroimaging**

*Carson, RE*

2019

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Annual review of biomedical engineering**

Palo Alto, CA : Annual Reviews Inc., 1999-  
 ISSN:1545-4274 LIBRIS-ID:11243398  
 4 (2019) :21, s. 551-581

## Rekommenderad litteratur

### *Rekommenderad litteratur för sMRI*

#### **Neuroimaging in Dementia**

*Barkhof, Frederik.; Fox, Nick C.; Bastos-Leite, António J.; Scheltens, Philip.*

1. : Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2011

ISBN:9783642008184 LIBRIS-ID:12214863

URL: [Table of Contents / Abstracts](#)

[Sök i biblioteket](#)

#### **Brain Mapping: The Systems**

*Arthur W. Toga*

Academic Press, 2000

LIBRIS-ID:12311334

*Hornak, Joseph P.*

#### **The Basics of MRI**

J.P. Hornak., 1996-2020

URL: [Länk](#)

### *Rekommenderad litteratur för fMRI*

*Chen, Jingyuan E.*

#### **Functional Magnetic Resonance Imaging Methods**

*Glover, Gary H.*

2015

URL: [Länk](#)

Ingår i:

#### **Neuropsychology Review**

1998-

LIBRIS-ID:8856623

URL: [Table of Contents / Abstracts](#)

25 (2015) :3, s. 289313

*Rosen, Bruce R*

#### **fMRI at 20 : Has it changed the world?**

*Savoy, Robert L*

2012

URL: [Länk](#)

Ingår i:

#### **Neuroimaging**

InTech, 2010

LIBRIS-ID:14931198

15 (2012) :62, s. 1316-24

*Poldrack, R.A.*

**Progress and Challenges in Probing the Human Brain**

*Farah, M.J.*

2015

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Nature**

London : Nature Publishing Group, 1997-

ISSN:1476-4687 LIBRIS-ID:10307483

526 (2015) :7573, s. 371-379

***Rekommenderad litteratur för PET***

*Vernaleken, Piel M*

**Positron emission tomography in CNS drug discovery and drug monitoring**

*Rösch, F*

2014

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Journal of medicinal chemistry**

1963-

ISSN:1520-4804 LIBRIS-ID:4414509

URL: [Table of Contents / Abstracts](#)

26 (2014) :57, s. 9232-58

*Laruelle, M*

**Imaging synaptic neurotransmission with in vivo binding competition techniques : A critical review**

2000

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Journal of cerebral blood flow & metabolism**

1981-

ISSN:1559-7016 LIBRIS-ID:11241905

URL: [Fritt tillgänglig via](#)

20 (2000) :3, s. 423-51

***Rekommenderad litteratur för EEG/MEG***

*Baillet, Sylvain*

**Magnetoencephalography for brain electrophysiology and imaging.**

2017

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Nature : Neuroscience**

London : Nature Publishing Group, 1998-  
 LIBRIS-ID:9999938  
 20 (2017) s. 327339

*Supek, Selma.*

**Magnetoencephalography : From Signals to Dynamic Cortical Networks**

*Aine, Cheryl J.*

Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2014 - XXI, 1013 p. 266 illus., 215 illus. in color.  
 ISBN:9783642330452 LIBRIS-ID:16951042

URL: [Table of Contents / Abstracts](#)

[Sök i biblioteket](#)

***Rekommenderad litteratur för multimodal hjärnavbildning***

*Kriegeskorte, N*

**Representational similarity analysis : Connecting the branches of systems neuroscience**

*Mur, M.; Bandettini, P*

2008

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Frontiers in systems neuroscience**

LIBRIS-ID:11607101

URL: [Fritt tillgänglig via](#)

2 (2008) :4,

*Cichy, R.M.*

**Resolving human object recognition in space and time**

*Pantazis, D; Oliva, A*

2014

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Nature : Neuroscience**

New York : Nature Publishing Co., 1998-

ISSN:1097-6256 LIBRIS-ID:2388812

17 (2014) :3, s. 455-62

*McKeith, IG*

**Diagnosis and management of dementia with Lewy bodies : Fourth consensus report of the DLB Consortium**

2017

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Neurology : official journal of the American Academy of Neurology**

New York : Ovid, 1995-

ISSN:1526-632X LIBRIS-ID:4419207

URL: [Fritt tillgänglig via](#)

4 (2017) :89, s. 88-100

*Jack, CR*

**NIA-AA Research Framework : Toward a biological definition of Alzheimer's disease**

2018

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**Alzheimer's & dementia : the journal of the Alzheimer's Association.**

2005-

ISSN:1552-5279 LIBRIS-ID:11249824

14 (2018) :4, s. 535-562

*Thompson, Alan J*

**Diagnosis of multiple sclerosis : 2017 revisions of the McDonald criteria**

2018

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**The Lancet Neurology**

New York, NY : Lancet Publishing Group, 2002-

LIBRIS-ID:9033699

URL: [Table of Contents / Abstracts](#)

17 (2018) :2, s. 162-173

*Wardlaw, Joanna M*

**Neuroimaging standards for research into small vessel disease and its contribution to ageing and neurodegeneration**

2013

URL: [Länk](#)

Ingår i:

**The Lancet Neurology**

New York, NY : Lancet Publishing Group, 2002-

LIBRIS-ID:9033699

URL: [Table of Contents / Abstracts](#)

12 (2013) :8, s. 822-838