

30. Curriculum „Funktionelle Bildgebung“

Teil 1: Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

der Arbeitsgemeinschaft „Klinische Neurowissenschaften“

Curriculum „Funktionelle Magnetresonanztomographie“

Präambel

Die Leitungsgremien der Mitgliedsgesellschaften haben das vorliegende **Curriculum fMRT** beschlossen. Dieses Curriculum fMRT ist ein Teil des Curriculums für „Funktionelle Bildgebung“, das von der Arbeitsgemeinschaft „Funktionelle Bildgebung“ erstellt wird.

Die Arbeitsgemeinschaft „Funktionelle Bildgebung“ hatte im Auftrag der **Arbeitsgemeinschaft „Klinische Neurowissenschaften“** die Aufgabe übernommen, Curricula für den Bereich der „Funktionellen Bildgebung“ zu erarbeiten, die u.a. Methoden wie die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), Positronenemissionstomographie (PET), Elektroencephalographie (EEG), Magnetenzephalographie (MEG) und transkranielle Magnetstimulation (TMS) alleine oder in Kombination beinhalten.

An der inhaltlichen und formalen Ausgestaltung des **Curriculums fMRT** innerhalb der AG „Funktionelle Bildgebung“ haben Mitglieder folgender Fachgesellschaften mitgewirkt:

- Deutsche Gesellschaft für klinische Neurophysiologie und funktionelle Bildgebung (DGKN),
- Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN),
- Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR),
- Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC),
- Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN),
- Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, Psychotherapie und Nervenheilkunde (DGPPN),
- Gesellschaft für Neuropädiatrie.

Die AG „Funktionelle Bildgebung“ gibt sich eine Geschäftsordnung und wählt einen Vorsitzenden.

Das **Curriculum fMRT** - wie auch die weiteren Curricula zum Thema „Funktionelle Bildgebung“ - bestehen jeweils aus einem allgemeinen **Grundkurs** (A), einem methodenspezifischen weiterführenden **Theorie-Kurs** (B) und einer **praktischen Ausbildung** (C). Im Grundkurs (A) sollen alle relevanten bildgebenden Techniken des ZNS vorgestellt werden. Der Grundkurs ist deshalb auch Voraussetzung für die Teilnahme an allen weiteren speziellen Kursen zur funktionellen Bildgebung. Der weiterführende Theorie-Kurs im Bereich der fMRT (B) besteht aus 4 Pflichtmodulen sowie 2 Wahlmodulen und wird mit dem Bestehen einer theoretischen Prüfung abgeschlossen. Die praktische Ausbildung (C) muss bei einem in der fMRT akkreditierten Ausbilder erfolgen und schließt den Nachweis selbständig durchgeführter fMRT-Untersuchungen ein. Nach belegter Teilnahme am Grundkurs (A), bestandenen Theorie-Kurs (B) und dem Nachweis selbständiger Arbeit während der praktischen Ausbildung (C) wird die erfolgreiche Ausbildung in der fMRT zertifiziert. Mit erfolgreichem Abschluss des Curriculums fMRT soll dokumentiert werden, dass der Prüfling fundierte Kenntnisse für den wissenschaftlichen und klinischen Einsatz der fMRT Methode erworben hat. Die Zertifizierung wird von der DGKN im Auftrag der AG „Klinische Neurowissenschaften“ und den in ihr zusammengeschlossenen Fachgesellschaften erstellt. Grundkurse, Pflicht- und Wahlmodule können von allen beteiligten Fachgesellschaften standardisiert angeboten werden. Mit der Standardisierung der Inhalte und Prüfungsfragen wird die AG „Funktionelle Bildgebung“ beauftragt.

Curriculum fMRT

Bei dem **Curriculum fMRT** handelt es sich nicht um einen Gegenstandskatalog von zu vermittelnden Lehrinhalten, sondern um einen Rahmen, der einen Standard für eine fächerübergreifende fMRT-Ausbildung in den Neurowissenschaften setzen soll. Er soll daher einer ständigen Weiterentwicklung unterliegen und für neue Entwicklungen offen sein. Ziel des fMRT Curriculums ist es, eine verbesserte und standardisierte Ausbildung zu etablieren. Durch die fächer- und methodenübergreifende Zertifizierung soll eine Qualitätssicherung in der klinischen und wissenschaftlichen Anwendung erreicht werden, die zur Stärkung der internationalen Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit im Bereich der Neurowissenschaften beitragen kann. Die Zertifizierung ist nicht als Ergänzung bestehender Regelungen der ärztlichen Ausbildung und der lokalen Gerätenutzung gedacht. Sie berechtigt nicht zum Betreiben eines Kernspintomographen und berührt auch nicht die Inhalte des Fachkundenachweises der Weiterbildungsordnung. Die Benutzung und der Betrieb von MRT-Geräte für wissenschaftliche Untersuchungen sollte durch lokale Gremien der Fakultät oder Klinik/Institut jeweils vor Ort im Detail geregelt werden (Betreiber- und Nutzerordnung).

Akkreditierungsausschuss

Der Akkreditierungsausschuss besteht aus je einem benannten Vertreter der beteiligten Fachgesellschaften (Deutsche Gesellschaft für klinische Neurophysiologie und funktionelle Bildgebung; Deutsche Gesellschaft für Neurologie; Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie; Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie; Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin, Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, Psychotherapie und Nervenheilkunde; Gesellschaft für Neuropädiatrie). Er hat folgende Aufgaben:

- 1) Auswahl der Ausbilder
- 2) Auswahl der Prüfer für (B) und (C)
- 3) Prüfung der eingereichten Unterlagen für die Zertifizierung

Die Unterlagen zur Erlangung des fMRT-Zertifikats werden zuerst dem Fachkollegen im Akkreditierungsausschuss zur Prüfung vorgelegt, dann nach positiver Bewertung an zwei weitere Mitglieder des Akkreditierungsausschusses (darunter dem Vorsitzenden) zur Beurteilung weitergereicht. Alle drei Mitglieder verständigen sich über die abschließende Beurteilung und zertifizieren im Namen des Ausschusses dem Prüfling eine dem Curriculum entsprechende erfolgreiche Ausbildung in Theorie, Methodik und Anwendung der fMRT.

Die AG „Funktionelle Bildgebung“ schlägt einen Vorsitzenden des Akkreditierungsausschusses vor, der von der Arbeitsgemeinschaft „Klinische Neurowissenschaften“ bestätigt wird.

Zertifizierung

Voraussetzung für die Teilnahme am Kurs (B) ist die Teilnahme am Grundkurs (A). Der Gesamtleistungsnachweis für den weiterführenden Theorie-Kurs „fMRT“ ist erbracht, wenn alle einzelnen Module (4 Pflichtmodule, 2 Wahlmodule) per Schein nachgewiesen werden und auch die praktische Tätigkeit (Teil C) belegt ist.

Schein (A): Anwesenheitspflicht

Schein (B): Zu den Jahreskongressen der beteiligten Fachgesellschaften sollte eine einheitliche Theorieprüfung durchgeführt werden, deren Koordination und Abstimmung durch die Arbeitsgemeinschaft „Funktionelle Bildgebung“ erfolgt (multiple choice).

Schein (C): Mündliche Prüfung

Einzelprüfung durch einen Prüfer, der akkreditierter Ausbilder ist oder durch den Akkreditierungsausschuss bestimmt wurde. Voraussetzung für die Prüfung von Teil (C) ist Teil (B).

Äquivalenzbescheinigungen

Für einzelne Module und die praktische Tätigkeit können in besonderen Fällen für einzelne Personen

Äquivalenzbescheinigungen vom Akkreditierungsausschuss beantragt und ausgestellt werden. Hierbei obliegt dem Beantragenden der Nachweis der Anwesenheit und des Inhalts der Veranstaltung.

Curriculum Teil 1: fMRT

Kurse und Praktikum

(1 Modul = 4 Unterrichtsstunden a 45 Min. Redezeit plus 15 Min. Pause)

(A) Grundkurs „Funktionelle Bildgebung“

Tageskurs: 1h MRT, 1h fMRT, 2h PET, 1h MEG, 1h EEG, 1h TMS

wird im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft „Klinische Neurowissenschaften“ von der AG „Funktionelle Bildgebung“ organisiert. Er gilt als Grundkurs für alle weiterführenden Kurse der funktionellen Bildgebung.

Grundkursorganisatoren können alle fMRT-Ausbilder, alle akkreditierten Ausbilder anderer Methoden im Sinne des Curriculums „Funktionelle Bildgebung“ sowie von diesen eingeladene Referenten sein. Sie sollten kompetente Referenten für die einzelnen Methoden (PET, MEG, TMS, EEG) hinzu ziehen, die sie nicht selbst abdecken, um ein hohes Qualitätsniveau zu erreichen.

(B) Weiterführender Theorie-Kurs

je 4 Pflichtmodule (1 Halbtageskurs = 1 Modul = 4h):

- (1) Neuroanatomie
- (2) Grundlagen des fMRT-Signals

- (3) fMRT-Untersuchung
- (4) Datenhandling und Auswertestrategien

Wahlmodule (insgesamt: mindestens 2 Module = 8h)

Beispiele:

- Verschiedene Auswerteprogramme (z.B. SPM, BrainVoyager, AFNI u.a.)
- Konnektivität
- Anwenderbeispiele (Therapieverlaufsstudien, Neuronavigation, Plastizität, Neuropharmakologie)
- Hochfeld-MRT (≥ 3 T)

(C) Praktische Tätigkeit bei akkreditiertem Ausbilder

20 selbständige fMRT-Untersuchungen mit Verwendung von mindestens 2 verschiedenen Untersuchungsdesigns oder Paradigmen, die mit Ausbildungsheft belegt und vom Ausbilder bestätigt werden.

(B) Pflichtmodule:

(1) Neuroanatomie

strukturelle Anatomie des Großhirns

makroskopische Hirnanatomie (z.B. Lappen, Basalganglien, Brodmann Areale),
Landmarken (z.B. S. centralis, hand knob, Heschl Querwindung, S. calcarinus)
Faserverbindungen (z.B. Kommissuren, Pyramidenbahn, Sehbahn)

strukturelle Anatomie des Kleinhirns und Hirnstamms

makroskopische Anatomie (z.B. Pons, Mesencephalon, Wurm, Hemisphären,
Flocculus), Faserverbindungen (KH-Stiele, ascendierende und descendierende Fasersysteme)

Gefäßversorgung und Ventrikelsystem

funktionelle Anatomie des Gehirns

funktionelle Netzwerke am Beispiel von Sensomotorik, visuellem, auditorischem und limbischem System, Sprache,
Kognition, Gedächtnis

Transmittersysteme

z.B. Dopamin, GABA, Serotonin, Glutamat, cholinerges System

(2) Grundlagen des fMRT-Signals

Beispiele:

T1, T2 und T2* Gewichtung
fMRI Messsequenzen (FLASH und EPI)
magnetische Eigenschaften des Bluts
Stoffwechsel und Hirnperfusion
zeitliche und räumliche Charakteristik der BOLD Antwort
neurovaskuläre Koppelung
Bewegungs- und Pulsationsartefakte
Bildstörungen und Verzerrungen
Reproduzierbarkeit der fMRI Antwort
Multizentrische Studien
Korrelation mit anderen Mapping Verfahren
Qualitätssicherung
Hochfeld-MRT (>3 T)

(3) fMRT-Untersuchung

Formen des experimentellen Designs (Block, event-related, kategorial,
parametrisch)
Arten der Reizapplikation (visuell, auditiv, somato-sensorisch),
Reaktionsmonitoring (Video, Tastatur, psychophysiologische Parameter,
Augenbewegung, Sprache, Erfolgskontrolle)
Design von Kontrollbedingungen (Artefakte), Qualitätssicherung, Fehler
Datenformate, Datenhandling und Versuchsdokumentation
Aufklärung, ethische und rechtliche Voraussetzungen,
Risiken und Kontraindikationen, inzidentelle Läsionen

(4) Datenhandling, Auswertestrategien

Bewegungskorrektur, Slice timing, Koregistrierung,
Normalisierung (linear/nicht linear), Templates (Talairach und andere),
Korrelationsanalyse, t-Statistik, GLM, parametrische und nicht parametrische Verfahren, Konnektivität, Block- und
Ereignis-korreliertes Design, jittering,
oversampling
Einzel- und Gruppenanalyse, fixed und random effect, conjunction analysis
Verschiedene Darstellungsverfahren (Einzelschichtdarstellung, Oberflächen-rekonstruktion, Glashirn etc.)

Curriculum Teil 1: fMRT

Ausbilder fMRT

Ausbilder fMRT:

Die Ausbilder sollen die wissenschaftliche Qualifikation auf dem im Curriculum beschriebenen Fachgebiet (hier: fMRT) besitzen und die wissenschaftlichen Standards definieren. Sie werden von den beteiligten Fachgesellschaften vorgeschlagen. Ihre Benennung sollte unter Berücksichtigung der jeweiligen Ausbildungssituation vor Ort durch die **Arbeitsgemeinschaft „Klinische Neurowissenschaften“** erfolgen.

Voraussetzung:

1. Mindestens 3 Jahre Arbeit mit der Methode fMRI, d.h. seit mindestens 3 Jahren durch Publikationsleistungen ausgewiesen.
2. Diese Arbeiten müssen entweder als Erstautor oder Seniorautor aus dem Bereich der fMRT in international renommierten Journalen publiziert sein und methodische Expertise nachweisen.

Aufgaben:

Der fMRT-Ausbilder ist berechtigt und verpflichtet:

- Modul (B) anzubieten oder mit zu organisieren und den Mitgliedern der Fachgesellschaften bekannt zu machen,
- die schriftliche Prüfung (B) zu organisieren und abzuhalten,
- den praktischen Teil C und die mündliche Prüfung nach Teil C durchzuführen und zu bescheinigen,
- das Ausbildungsheft zum praktischen Teil C zu bestätigen.

Ausführungsbestimmungen:

- An einem Standort sollten mindestens 2 Ausbilder aus verschiedenen Fachrichtungen zur Verfügung stehen.
- In der Regel sollten nicht mehr als 3 Ausbilder pro Fach pro Standort ernannt werden.