



Information über neurowissenschaftliche Methoden

Strukturelle Magnetresonanztomographie (sMRT), Diffusion Tensor Imaging (DTI) und funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie, abgekürzt MRT oder, aus dem Englischen «magnetic resonance imaging», MRI, ist ein bildgebendes Verfahren. Dabei werden Bilder vom Innern des Körpers erzeugt, welche die Struktur und Funktion des Gehirns oder anderer Organe und Gewebe darstellen.

Funktionsweise

Die Messung der Gehirnstruktur (mittels sMRT oder DTI) sowie der Gehirnfunktion (mittels fMRT) erfolgt im Magnetresonanztomographen, in welchem ein sehr starkes stabiles Magnetfeld (1,5-7 Tesla) erzeugt wird. Durch hochfrequente Radiowellen, die durch eine Radiofrequenzspule ausgesendet werden, werden zudem immer wieder kurzfristige, anders als das stabile Magnetfeld ausgerichtete Magnetfelder ausgelöst.

Bei der strukturellen Magnetresonanztomographie, kurz *sMRT*, werden dadurch auf folgende Weise anatomische Schnittbilder des Gehirns erzeugt: Die Kerne der Wassermoleküle des Gehirngewebes richten sich zunächst in der Richtung des starken stabilen Magnetfeldes aus. Durch die hochfrequenten Radiowellen wird den Wassermolekülkernen Energie zugeführt und sie passen ihre Richtung dem durch die Radiowellen kurzfristig ausgelösten anders gerichteten Magnetfeld an. Nach Ausschalten der hochfrequenten Radiowellen geben die Kerne die aufgenommene Energie ab und nehmen wieder die Richtung des stabilen Magnetfeldes an. Diese Drehung des Wassermolekülkerns wird von Sensoren erfasst. Die Kerne der Wassermoleküle verschiedener Gewebearten (z. B. Gehirngewebe oder Knochengewebe) benötigen unterschiedliche Zeiten für die erneute Ausrichtung an das stabile Magnetfeld. Daraus ergeben sich für die verschiedenen Gewebe unterschiedliche Signalstärken, die dann als unterschiedliche Grautöne in den resultierenden Bildern ersichtlich sind.

Mit Diffusion Tensor Imaging, kurz *DTI*, wird die Bewegung (Diffusion) von Wassermolekülen erfasst. Normalerweise bewegen sich Wassermoleküle zufällig frei im Raum (Brownsche Molekularbewegung). Im Gehirn wird diese Bewegung durch die mit der relativ wasserundurchlässigen Myelinschicht umkleideten Nervenfasern eingeschränkt, d.h.

die Wassermoleküle bewegen sich eher entlang der Nervenfasern als durch sie hindurch. Im Magnetresonanztomographen kann die Bewegung der Wassermoleküle erfasst werden und daraus die Lage und Richtung von Nervenfasern bestimmt und abgebildet werden. Mit der funktionellen Magnetresonanztomographie, kurz *fMRT*, wird die Hirnaktivität erfasst, während eine Person eine Aufgabe löst. Die bei der Aufgabenbearbeitung aktiven Nervenzellen verbrauchen mehr Sauerstoff als nicht-aktive Gehirnzellen. Den Sauerstoff entnehmen sie dem Blut. Folglich kommt es zu einem erhöhten Strom von sauerstoffangereichertem Blut in die aktive Hirnregion. Sauerstoffangereichertes und sauerstoffloses Blut haben unterschiedliche magnetische Eigenschaften. Durch den Zustrom von sauerstoffangereichertem Blut in die aktive Hirnregion ändert sich dort die Magnetfeldstärke, was man im Magnetresonanztomographen messen kann. Dadurch lässt sich ableiten, welche Gehirnregionen bei welchen Aufgaben aktiviert werden.

Untersuchungsablauf

Während einer sMRT-, DTI- oder fMRT-Untersuchung des Gehirns liegt man auf einer Liege. Der Kopf befindet sich in einer Radiofrequenzspule. Dann wird der Oberkörper in den Magnetresonanztomograph gefahren. Dieser besteht aus einer nach vorn und hinten offenen Röhre von etwa 70-100 cm Durchmesser.



Abbildung 1: Magnetresonanztomograph, Quelle: Tyler Olson - Dreamstime.com

Je nach auszuführender Aufgabe werden den Studienteilnehmenden während der fMRT zusätzliche Reize, Texte, Bilder, Töne etc. präsentiert (z. B. Wörter, die gelernt werden sollen). Hierbei können Hilfsmittel, wie beispielsweise ein Bildschirm oder eine Videobrille, zur Anwendung kommen. Oft erhalten die Studienteilnehmenden zudem eine Tastatur, auf der sie Antworten eingeben sollen (z. B. Drücken einer Taste, wenn es sich bei einem präsentierten Wort um ein Kleidungsstück handelt).



Der Magnetresonanztomograph wird von einem Nebenraum aus gesteuert. Die Studienteilnehmenden können durch ein am Kopfhörer eingebautes Mikrofon während der Messpausen mit dem Studienleiter/ der Studienleiterin sprechen. Ebenso erhalten sie einen Alarmknopf, den sie jederzeit betätigen können, um auch während einer laufenden Messung mit dem Studienleiter / der Studienleiterin in Kontakt zu treten (z. B. um die Messung abubrechen).

Um qualitativ gute Bilder des Gehirns erzeugen zu können, ist es wichtig, dass sich die Studienteilnehmenden während der Untersuchung möglichst nicht bewegen.

Risiken

Die genannten MRT-Verfahren haben keine bekannten (Strahlen-) Risiken oder Nebenwirkungen und gelten als schmerzlos. Die Verfahren sind nicht invasiv, d.h. es werden keine Spritzen, Infusionen oder Kontrastmittel angewendet, und sie werden routinemässig in der medizinischen Praxis und für Forschungszwecke eingesetzt. Da der Magnetresonanztomograph ein starkes Magnetfeld erzeugt, gehen die einzig bekannten Gefahren allein von Metallteilen oder elektronischen Implantaten im und am Körper sowie im Untersuchungsraum aus. Ebenso sollten Sie nicht unter schwerer Platzangst leiden. Das Ein- und Ausschalten der Radiowellen erzeugt laute Geräusche. Als Schutz tragen die Studienteilnehmenden bei der Untersuchung Ohrstöpsel und/oder schalldämmende Kopfhörer, die den Lärm auf ein angenehmes Mass reduzieren.

Sicherheitsbestimmungen

Im Folgenden sehen Sie eine Liste mit Fragen, die typischerweise gestellt werden, um die Tauglichkeit für MRT-Untersuchungen zu überprüfen. Wenn Sie im Teil A mindestens eine Frage mit «Ja» beantworten, können Sie leider nicht an unseren sMRT-/DTI- oder fMRT-Studien teilnehmen. Sie können sich aber gerne für unsere Versuchspersonen-Datenbank registrieren, damit wir Sie für andere Forschungsprojekte kontaktieren können. Wenn Sie in Teil B eine oder mehrerer Fragen mit «Ja» beantworten, ist eine Teilnahme nicht zwingend ausgeschlossen. Jedoch muss die Tauglichkeit in diesem Fall mit der jeweiligen Studienleitung besprochen und detaillierter abgeklärt werden.



Teil A:

- | | Ja | Nein |
|--|--------------------------|--------------------------|
| • Haben Sie einen Herzschrittmacher, einen Neurostimulator oder ein anderes elektronisches oder magnetisch betriebenes Implantat? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Haben Sie ein Hörimplantat? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Sind oder waren Sie in der metallverarbeitenden Branche tätig oder hatten Sie eine Metallsplittersverletzung (z. B. im Auge)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Leiden Sie unter starker Platzangst? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Gibt es Gründe, dass Sie nicht längere Zeit still liegen können (Niesen, Husten, starkes Jucken, Zittern, unwillkürliche Bewegungen, Schmerzen)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Teil B:

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| • Haben Sie künstliche Gelenke (Hüfte, Knie etc.)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Haben Sie Metallteile im Körper (Granatsplitters, Schusswunden, Stifte, Tätowierungen, permanentes Make-up, Piercings, Nägel, Schrauben, Platten, Drähte, Klammern, Klemmen oder Clips nach Operationen)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Haben Sie ein nicht entfernbares künstliches Gebiss, Teilzahnprothesen oder Zahnspangen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Hatten Sie Operationen am Kopf oder Herzen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Tragen Sie ein Pflaster für transdermale Medikamentenapplikation (z. B. für Nikotin, Östrogen, Nitroglycerin)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Frauen: Besteht eine (mögliche) Schwangerschaft oder stillen Sie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |