

Bildgebung bei Multipler Sklerose – ein fallbasierter Ansatz

Dr. Sönke Peters, Kiel

Zusammenfassung

Die Diagnose der Multiplen Sklerose (MS) basiert auf dem Nachweis einer örtlichen und zeitlichen Dissemination demyelinisierender Läsionen im zentralen Nervensystem sowie auf dem Ausschluss anderer wichtiger Differenzialdiagnosen. Die Diagnosekriterien nach McDonald von 2017 folgen diesen Prinzipien und berücksichtigen neue Erkenntnisse zur Magnetresonanztomografie-(MRT-)Bildgebung. Sie betonen auch die Bedeutung der Liquordiagnostik für die schubförmige Verlaufsform der MS. Das übergeordnete Ziel ist die möglichst frühe und zuverlässige Diagnosestellung, um den zeitnahen Beginn einer verlaufsmodifizierenden Therapie zu ermöglichen.

Um den effizienten Einsatz der MRT in der klinischen Routine sicherzustellen, wurden die Empfehlungen zur Anwendung der MRT bei der Diagnose und Überwachung der MS von einem Expertengremium überarbeitet. Dabei wurden neue Entwicklungen und Erkenntnisse berücksichtigt, einschließlich der Diskussion um die Sicherheit Gadolinium-basierter Kontrastmittel. Eine Standardisierung der MRT-Protokolle für Gehirn und Rückenmark wurde eingeführt, um eine bessere Interpretation und Vergleichbarkeit der Befunde zu gewährleisten. Insbesondere wird die Bedeutung der 3-D-FLAIR-Sequenz (FLAIR: „fluid-attenuated inversion recovery“) für die zerebrale Diagnostik hervorgehoben. Die Rolle der spinalen MRT wurde aufgewertet, da sie insbesondere bei der Diagnosestellung wertvoll sein kann.

LERNZIELE

Am Ende dieser Fortbildung kennen Sie ...

- ✓ die Epidemiologie und Versorgungslage der Multiplen Sklerose (MS) in Deutschland,
- ✓ die aktuellen Diagnosekriterien nach McDonald von 2017 und die Bedeutung der örtlichen und zeitlichen Dissemination für die Diagnosestellung,
- ✓ die Rolle der MRT-Bildgebung bei der Diagnose und Überwachung von MS-Patienten gemäß den aktuellen Leitlinien,
- ✓ die Bedeutung der Standardisierung von MRT-Protokollen und den Stellenwert der 3-D-FLAIR-Sequenz.

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildung steht als Videovortrag und zusätzlich als PDF zum Download zur Verfügung. Die Teilnahme ist kostenfrei. Die abschließende Lernerfolgskontrolle kann nur online erfolgen. Bitte registrieren Sie sich dazu kostenlos auf: www.cme-kurs.de

Zertifizierung

Diese Fortbildung wurde nach den Fortbildungsrichtlinien der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz von der Akademie für Ärztliche Fortbildung in RLP mit 2 CME-Punkten zertifiziert (Kategorie D). Sie gilt für das Fortbildungszertifikat der Ärztekammern. Die erworbenen CME-Punkte werden gemäß § 14 Abs. 4 Diplom-Fortbildungs-Programm der Österreichischen Ärztekammer (DFP) im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt.

Fortbildungspartner

Bayer Vital GmbH

EINLEITUNG

Die Multiple Sklerose (MS) ist eine Autoimmunerkrankung des zentralen Nervensystems (ZNS). Sie äußert sich in multiplen demyelinisierenden Läsionen im ZNS, die sich klinisch als fokale Defizite in verschiedenen neurologischen Funktionssystemen zeigen können [1]. Diese Symptome treten entweder episodisch in Schüben auf oder entwickeln sich kontinuierlich. Bei der schubförmigen Verlaufsform der Erkrankung spielt das periphere Immunsystem, insbesondere die Lymphozyten, eine wichtige Rolle. In der progredienten Phase hingegen beeinflussen Prozesse innerhalb des ZNS maßgeblich das Fortschreiten der Erkrankung. Die MS beginnt in der Regel zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr; sie kann jedoch prinzipiell in allen Lebensphasen erstmalig auftreten. Frauen sind häufiger betroffen als Männer. Insbesondere die häufigste Verlaufsform, die schubförmig remittierende MS (RRMS), tritt bei Frauen zwei- bis dreimal häufiger auf als bei Männern [2].

Weltweit sind >2 Millionen Menschen von der MS betroffen [3]. Nach aktuellen epidemiologischen Daten aus der vertragsärztlichen Versorgung betrug die Gesamtprävalenz der MS in Deutschland im Jahr 2019 0,34 %, was etwa 280.000 Betroffenen entspricht [4]. Im Jahr 1997 wurde die Anzahl der Betroffenen in Deutschland noch auf etwa 120.000 geschätzt [5]. In den letzten Jahren ist also ein deutlicher Prävalenzanstieg zu verzeichnen [4, 6]. Nach aktuellen Daten der Betriebskrankenkassen in Deutschland litten im Jahr 2017 etwa 80 % der MS-Betroffenen an RRMS, ca. 15 % an sekundär progredienter MS (SPMS) und ca. 5 % an primär progredienter MS (PPMS) [7].

PATIENTENFALL 1:

Eine 37-jährige Patientin bemerkte eine plötzliche Sehminderung auf dem rechten Auge. Klinisch bestand der Verdacht auf eine Entzündung des Sehnervs (Neuritis nervi optici). Um den Verdacht zu bestätigen und um mögliche weitere Veränderungen im Gehirn zu erkennen, wurde eine Magnetresonanztomografie-(MRT-)Untersuchungen angeordnet. Dabei wurden verschiedene Aufnahmen angefertigt, darunter ein axiales T2-gewichtetes Bild, FLAIR sagittal und „short tau inversion recovery“ (STIR) koronar (■ Abb. 1). Auf dem STIR-Bild ist deutlich zu erkennen, dass der rechte Sehnerv im Vergleich zur Gegenseite eine erhöhte Signalintensität aufweist. Dies ist ein typisches Merkmal einer Neuritis nervi optici. Außerdem sind mehrere T2-Läsionen im Marklager zu sehen.



In einer axialen Rekonstruktion der 3-D-FLAIR ist zu erkennen, dass eine Läsion direkt am Rindenband (juxtakortikal) liegt (■ Abb. 2). Im sagittalen FLAIR-Bild stellen sich Läsionen in streifenförmiger Anordnung entlang des Ventrikels dar (Dawson-Finger), und im axialen T2-Bild ist auch eine kleine punktförmige Läsion links im Kleinhirn erkennbar. Während der Untersuchung wurde ein Kontrastmittel verabreicht, jedoch konnte keine Kontrastmittelanreicherung festgestellt werden.

Abbildung 1

Schädel-MRT der 37-jährigen Patientin mit plötzlicher Sehminderung auf dem rechten Auge

Abkürzungen

FLAIR = fluid-attenuated inversion recovery

STIR = short tau inversion recovery

Die bildgebenden Befunde sind insgesamt mit einer MS vereinbar, die Diagnose kann nach den McDonald-Kriterien von 2017 in diesem Fall jedoch noch nicht gestellt werden.

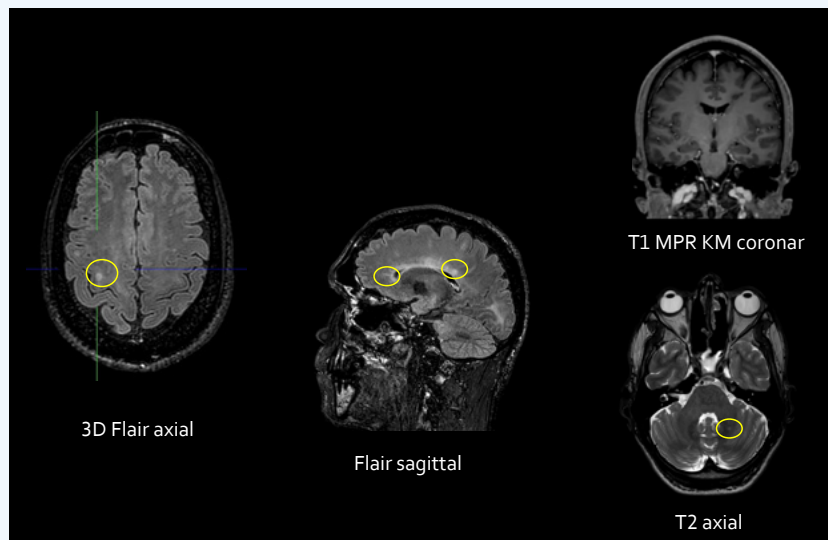


Abbildung 2

Axiale, sagittale und koronare MRT-Darstellung bei der 37-jährigen Patientin mit plötzlicher Sehinderung auf dem rechten Auge

Abkürzungen

FLAIR = Fluid-attenuated inversion recovery

KM = Kontrastmittel

MPR = multiplanare Reformatierung

DIAGNOSESTELLUNG

Für die Diagnosestellung der schubförmigen MS sind klinische Symptome sowie der klinische oder bildgebende Nachweis einer zeitlichen und räumlichen Dissemination (dissemination in time, DIT; dissemination in space, DIS) von ZNS-Läsionen erforderlich (■ **Tab. 1**) [1].

Kriterien für die Diagnose einer schubförmigen MS:

Zahl der Schübe	objektive Läsionen	zusätzlich erforderliche Kriterien
2 oder mehr	2 oder mehr	keine
2 oder mehr	1	DIS: weiterer Schub mit objektiver Läsion <i>oder</i> DIS-MRT*
1	2 oder mehr	DIT: weiterer Schub <i>oder</i> DIT-MRT** <i>oder</i> OKB
1	1	DIS <i>und</i> DIT

DIS: räumliche Dissemination („dissemination in space“)

DIT: zeitliche Dissemination („dissemination in time“)

OKB: liquorspezifische oligoklonale Banden

*DIS-MRT: mind. eine T2-hyperintense Läsion[#] in mind. 2 von 4 Arealen^{##}: periventrikulär, kortikal/juxtakortikal^{###}, infratentoriell, spinal

**DIT-MRT: simultaner Nachweis KM-aufnehmender und nicht KM-aufnehmender Läsionen[#] *oder* eine neue T2-hyperintense Läsion[#] in einem Folge-MRT

[#]symptomatische und asymptomatische Läsionen zählen gleichermaßen

^{##}sogenannte Swanton-Kriterien (verwendet seit McDonald-Kriterien 2010)

^{###}juxtakortikal: Läsion im Marklager, die den Kortex erreicht/berührt

Kriterien für die Diagnose einer primär progredienten MS:

Klinische Progression über mindestens 1 Jahr (prospektiv oder retrospektiv) und zwei der folgenden Kriterien:

- mind. eine T2-hyperintense Läsion[#] in mindestens einem der Areale *periventrikulär, kortikal/juxtakortikal oder infratentoriell*
 - mind. zwei T2-hyperintense Läsionen[#] *spinal*
 - Nachweis liquorspezifischer oligoklonaler Banden
- [#]*symptomatische und asymptomatische Läsionen zählen gleichermaßen*

Tabelle 1

McDonald-Kriterien von 2017;
adaptiert nach den Leitlinien der
Deutschen Gesellschaft für Neuro-
logie (DGN) [1]

Die Diagnose der MS ist eine Ausschlussdiagnose, was bedeutet, dass keine bessere Erklärung für die Symptome oder die (para)klinischen Befunde vorliegen darf [8]. Seit 2001 werden die sogenannten McDonald-Kriterien verwendet, die eine sichere Diagnosestellung der MS entweder rein klinisch oder unter Verwendung von paraklinischen Befunden, einschließlich Bildgebung, ermöglichen. Die MRT spielt für die frühzeitige Diagnosestellung der MS eine entscheidende Rolle. Die MRT-Bildgebung ist grundsätzlich in der Lage, sowohl die räumliche als auch die zeitliche Dissemination bereits nach einem ersten klinischen Ereignis festzustellen. Die Diagnosekriterien wurden seit ihrer Einführung mehrfach überarbeitet und vereinfacht, wobei die neueste Überarbeitung der McDonald-Kriterien im Jahr 2017 erfolgte [8]. In dieser Version kann der Nachweis oligoklonaler Banden im Liquor den MRT-basierten Nachweis der DIT ersetzen. Die MRT-Befunde sind jedoch nicht immer spezifisch für die MS, was zu falsch positiven Diagnosen führen kann. Die genaue Beachtung der Diagnosekriterien und der gezielte Einsatz der MRT-Bildgebung sollen hier Abhilfe schaffen. Dabei ist es wichtig, standardisierte MRT-Protokolle zu verwenden und die sinnvolle Anwendung von Gadolinium-basierten Kontrastmitteln zu beachten. Zudem ist ein standardisiertes Reporting zu empfehlen [9, 10].

DISSEMINATION IN BEZUG AUF ORT UND ZEIT

Im Fall eines typischen zeitlichen Krankheitsverlaufes genügt es prinzipiell immer noch, nach Ausschluss von Differenzialdiagnosen die räumliche und zeitliche Ausbreitung rein klinisch zu erfassen [1]. Ein Beispiel dafür wäre die Anwendung der Schumacher-Kriterien von 1965, bei denen zwei zeitlich und klinisch unabhängige Schübe, wie zum Beispiel eine einseitige Optikusneuritis und eine reversible Handparese gemäß Schubdefinition, vorliegen [11]. Durch die Verwendung der MRT kann jedoch bereits bei einem ersten klinischen Schub mit nur einem fokal-neurologischen Defizit eine DIS nachgewiesen werden, wenn mindestens zwei Läsionen in der T2-gewichteten Bildgebung an mindestens zwei für die MS typischen Lokalisationen erkennbar sind. Als typische Lokalisationen gelten

- periventrikuläre,
- kortikale und juxtakortikale,
- infratentorielle und
- spinale Herde (■ Abb. 3).

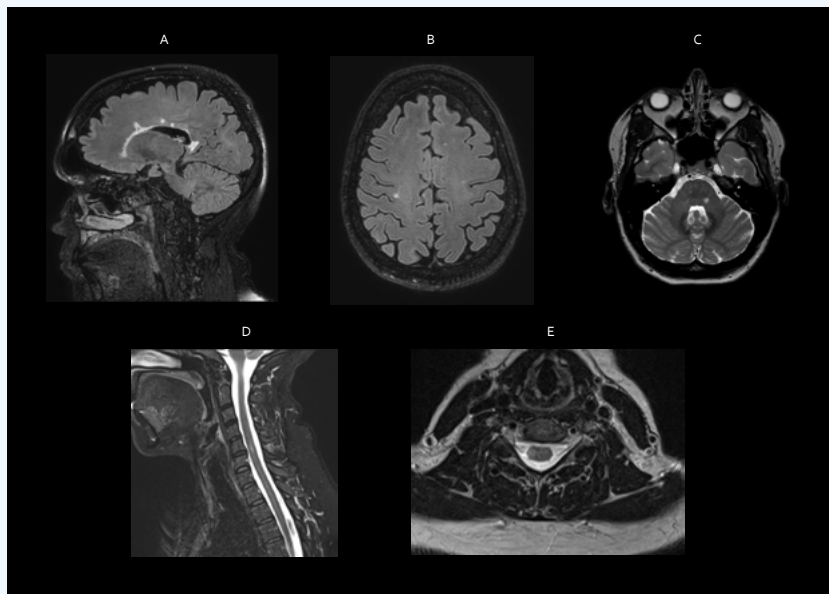


Abbildung 3

MRT-basierter Nachweis der örtlichen Dissemination (DIS: ≥ 1 T2-Läsion in ≥ 2 Orten); A) periventriculär (Dawson-Finger), B) kortikal/juxtakortikal, C) infratentoriell, D) und E) spinal (kurzstreckig, exzentrisch)

Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Differenzierung zwischen juxtakortikalen und kortikalen Läsionen mittels MRT werden diese Läsionen in den McDonald-Kriterien von 2017 nicht mehr unterschieden [8]. Neuere Daten zeigen, dass die Unterscheidung zwischen symptomatischen und asymptomatischen Läsionen, die noch in den McDonald-Kriterien von 2010 getroffen wurde, keinen Zusatznutzen aufweist. Aufgrund dieser Erkenntnisse und der Schwierigkeiten bei der praktischen Beurteilung im klinischen Alltag wurde diese Unterscheidung in der aktuellen Version der Kriterien folgerichtig aufgehoben [8, 12].

Für den Nachweis von DIT genügt es, wenn zu einem beliebigen Zeitpunkt mindestens eine akut entzündliche Läsion nachgewiesen wird und wenn gleichzeitig ältere, nicht kontrastmittelaufnehmende T2-Läsionen an typischen Stellen vorliegen [8]. Dabei werden Läsionen oder Schrankenstörungen im N. opticus nicht berücksichtigt. Diese Kombination kann auch bereits in der ersten MRT-Untersuchung vorhanden sein, sodass eine einzige MRT-Untersuchung prinzipiell ausreichend sein kann, um die Diagnose MS zu bestätigen (■ Abb. 4).

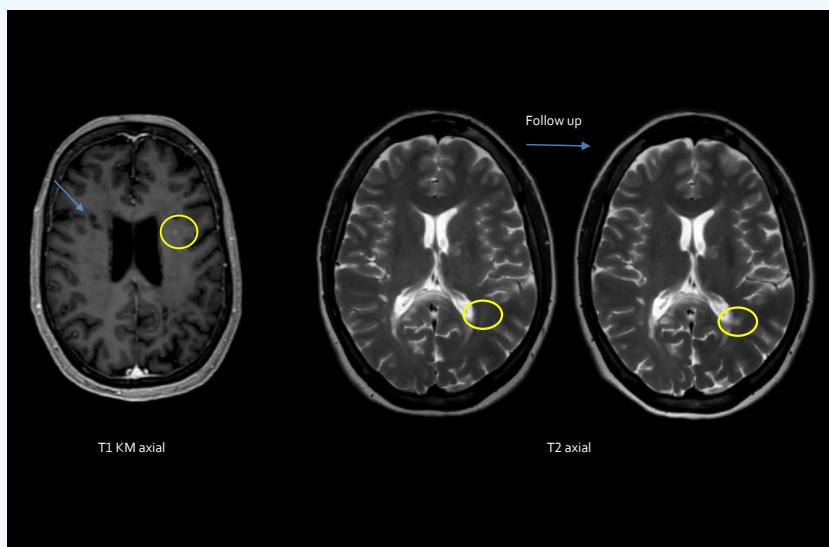


Abbildung 4

MRT-basierter Nachweis der zeitlichen Dissemination (DIT)

Abkürzungen
KM = Kontrastmittel

Wenn keine Schrankenstörung nachweisbar ist, gibt es zwei Alternativen zur Feststellung von DIT: Entweder findet sich in einer Verlaufs-MRT-Untersuchung (mit beliebigem zeitlichen Abstand zur initialen MRT) eine neue, MS-typische Läsion, oder es ist zum Zeitpunkt der initialen kranialen MRT (ohne Schrankenstörung) ein MS-typisches Liquorprofil nachweisbar. Dabei wird der Nachweis isolierter oligoklonaler Banden aufgrund der höheren Sensitivität einem erhöhten Immunglobulin-(Ig-)G-Index vorgezogen [13, 14].

Bei Patienten mit einem klinisch isolierten Syndrom (KIS), die anhand der anfänglichen MRT-Scans die Kriterien für DIS und DIT nicht erfüllen, werden wiederholte klinische Verlaufskontrollen sowie Follow-up-MRT-Untersuchungen empfohlen, um eine erneute Krankheitsaktivität zu detektieren [15].

Nicht kontrastmittelaufnehmende Herde im Gehirn mit deutlicher T1w-Signalminderung werden als „black holes“ bezeichnet. Diese Läsionen sind Ausdruck von Myelinverlust und werden als Maß der Schwere der Parenchymschäden gewertet [16].

Bei der MRT-Diagnostik müssen die Befunde stets im klinischen Kontext bewertet werden. Es sollte stets auch an nicht entzündliche Ursachen von Marklagerläsionen, die z. B. ischämisch bedingt sein können, gedacht werden [17]. Solche Marklagerläsionen nehmen mit dem Alter und bei gewissen Komorbiditäten, vor allem bei erhöhtem kardiovaskulären Risiko, zu [18]. Solche Läsionen können durchaus in MS-typischen Lokalisationen auftreten – vor allem periventrikulär. Daher ist bei Nachweis demyelinisierender Herdbefunde stets eine sorgfältige Differenzialdiagnostik erforderlich. Durch den verstärkten Einsatz höherer magnetischer Feldstärken gewinnt das diagnostische Merkmal der perivaskulären Lokalisation von MS-Läsionen zunehmend an Bedeutung, da die Venen in den Läsionen häufig direkt abgegrenzt werden können. Dieses Bildmerkmal ist auch als „central vein sign“ bekannt. Studien belegen, dass die perivaskuläre Verteilung von Läsionen ein nützliches Merkmal ist, um MS-Läsionen von Läsionen im Rahmen anderer Differenzialdiagnosen, wie z. B. vaskulären Erkrankungen, dem Susac-Syndrom und der Neuromyelitis optica (Devic-Syndrom), zu unterscheiden [16].

PATIENTENFALL 2:

Eine 19-jährige Patientin stellte sich mit einer Sensibilitätsstörung im C6-Dermatom rechts vor. Um die Ursache zu klären, wurde ein MRT des Rückenmarkes veranlasst. Zusätzlich wurde ein Schädel-MRT durchgeführt (■ Abb. 5). Im Schädel-MRT wurden keine Läsionen festgestellt, jedoch zeigte das MRT des Rückenmarkes eine MS-typische Läsion. Im axialen Schnitt ist zu erkennen, dass diese Läsion dorsolateral liegt und somit die Hinterstränge betrifft, was zur klinischen Symptomatik passt. Kontrastmittel wurde ebenfalls verwendet, aber es wurde keine Anreicherung festgestellt.

Zusammenfassend liegen keine Anzeichen für eine DIS vor, da nur eine isolierte spinale Läsion nachgewiesen werden kann. Es gibt auch keine Anzeichen für eine DIT. Bei der Patientin wurde anschließend eine Liquorpunktion durchgeführt mit Nachweis oligoklonaler Banden. Basierend auf den derzeitigen Diagnosekriterien erfüllt die Patientin nicht die Kriterien für eine MS. Stattdessen wird die Befundkonstellation als klinisch isoliertes Syndrom (KIS) bezeichnet. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass sich daraus später eine MS entwickelt.

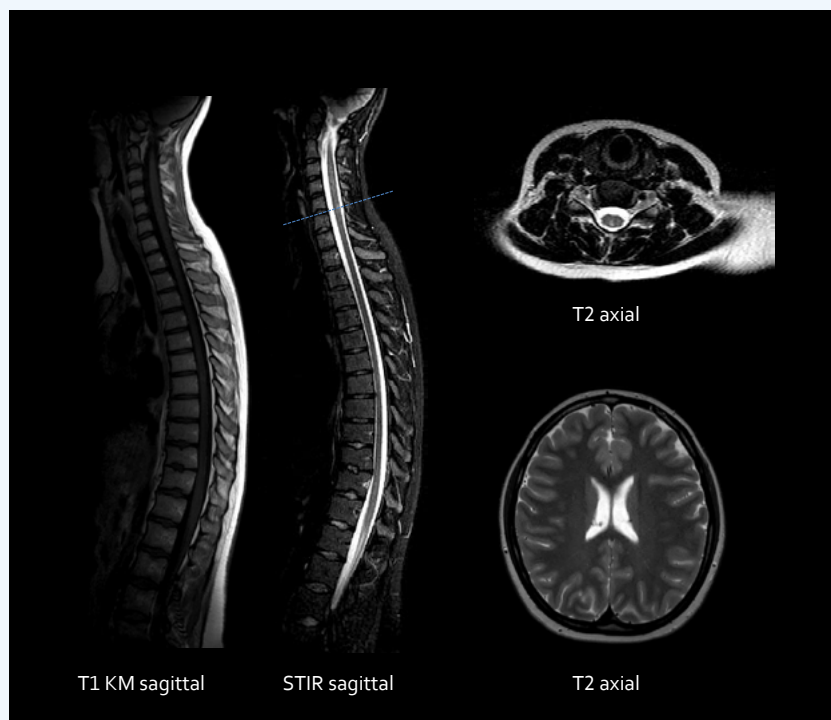


Abbildung 5

MRT des Myeloms und Neurokraniums bei einer 19-jährigen Patientin mit Sensibilitätsstörung im C6-Dermatom rechts

Abkürzungen

KM = Kontrastmittel

STIR = short tau inversion recovery

ZEREBRALE MRT-PROTOKOLLE

Die Konsensusempfehlungen, die von den Fachgesellschaften Magnetic Resonance Imaging in Multiple Sclerosis (MAGNIMS), Consortium of Multiple Sclerosis Centers (CMSC) und North American Imaging in Multiple Sclerosis (NAIMS) im Jahr 2021 publiziert wurden, haben zu einer Standardisierung der MRT-Protokolle geführt [19]. Der Kern eines jeden Untersuchungsprotokolls sollten T2-gewichtete und FLAIR-Bilder sowie bei erstmaliger Diagnostik kontrastverstärkte T1-gewichtete Bilder sein. Für FLAIR- und T1-gewichtete Sequenzen werden vorzugsweise dreidimensionale Techniken verwendet, da sie eine bessere Detektion von Läsionen ermöglichen. Sagittale 3-D-FLAIR-Sequenzen gelten aufgrund ihrer hohen Sensitivität als Schlüsselsequenz für die Diagnose und Überwachung der MS [19, 20]. In Zentren, die nicht in der Lage sind, hochwertige 3-D-FLAIR-Bilder zu erstellen, können alternativ zweidimensionale (2-D-)Sequenzen mit einer Schichtdicke von ≤ 3 mm und ohne Lücken („gap“) verwendet werden. T1-gewichtete Sequenzen ohne Gadolinium-haltige Kontrastmittel müssen nicht mehr routinemäßig durchgeführt werden. Es liegen keine überzeugenden Daten vor, dass der Einsatz von 3-Tesla-MRT-Scannern zu einer früheren Diagnosestellung der MS führt, auch wenn dadurch mehr Läsionen nachweisbar sind. Es wird davon ausgegangen, dass 1,5-Tesla-Scanner weiterhin ausreichen, solange die Scans ein ausreichendes Signal-Rausch-Verhältnis aufweisen und eine räumliche Auflösung von ≤ 1 mm mal 1 mm Pixel bieten [19]. Der Einsatz von MRT-Scannern mit Feldstärken $< 1,5$ Tesla wird nicht empfohlen. Bei der Erstuntersuchung wird weiterhin Kontrastmittel verwendet, um eine mögliche DIT schon bei einmaliger Untersuchung zu detektieren. Die Verwendung von Kontrastmitteln beruht auf der Tatsache, dass aktive Läsionen im Gegensatz zu älteren Läsionen dazu neigen, Kontrastmittel aufzunehmen. Sicherheitsbedenken hinsichtlich der wiederholten Verabreichung von Gadolinium-Kontrastmittel, insbesondere im Hinblick auf mögliche Gadolinium-Ablagerungen im Gehirn [21], haben zu einer Neubewertung der Verwendung von Kontrastmitteln im Krankheitsverlauf geführt. Obwohl Gadolinium-Kontrastmittel bei bestimmten Indikationen nach wie vor unverzichtbar sind, soll die Anwendung bei Verlaufuntersuchungen mittlerweile zurückhaltender erfolgen [19]. Obgleich sich gezeigt

hat, dass doppelte (0,2 mmol/kg Körpergewicht) und dreifache Kontrastmitteldosen (0,3 mmol/kg Körpergewicht) eine erhöhte Detektionswahrscheinlichkeit von aktiv entzündlichen Läsionen aufweisen, wird ihre routinemäßige Anwendung nicht empfohlen [22, 23]. Es sollte eine Zeitverzögerung zwischen der Kontrastmittelapplikation und dem Beginn der T1-gewichteten Sequenz von ≥ 5 Minuten (idealerweise zehn Minuten) eingehalten werden. In der Praxis hat sich bewährt, das Kontrastmittel vor der Aufnahme der T2-gewichteten und FLAIR-Sequenzen zu verabreichen.

EIN STANDARDISIERTES PROTOKOLL FÜR DIE SPINALE MRT

Die spinale MRT spielt eine wichtige Rolle für die MS-Diagnostik. Sie unterstützt die Differenzialdiagnostik und kann MS-Läsionen beispielsweise von Gefäßerkrankungen oder einer Rückenmarkskompression zuverlässig abgrenzen. Die spinale MRT dient auch dem Nachweis von DIS und DIT. Bei Patienten, die sich initial mit einem KIS vorstellen, kann die spinale MRT klinisch asymptomatische Rückenmarksläsionen aufdecken und zur MS-Diagnose führen. Das Protokoll für die spinale MRT sollte mindestens zwei der folgenden drei sagittalen Sequenzen umfassen: T2-gewichtete Spin-Echo-Sequenzen (Turbo- oder schnelle Sequenzen) mit moderaten Echozeiten, PD(Protonendichte)-gewichtete Sequenzen oder kurze STIR-Sequenzen. Nach der Verabreichung von Kontrastmittel sollte bei der Erstuntersuchung zur Diagnosestellung eine sagittale T1-gewichtete Spin-Echo-Sequenz hinzugefügt werden. Präkontrastbilder werden nicht mehr routinemäßig angefertigt, da ihr Nutzen begrenzt ist. Bei den sagittalen Bildern werden Schichtdicken ≤ 3 mm ohne Lücken („gap“) zwischen den Schichten empfohlen, um die langgezogene und schmale Anatomie des Rückenmarkes ausreichend zu erfassen. Optional können ergänzend axiale T2-gewichtete Sequenzen durchgeführt werden; hierbei ist es ebenfalls wichtig, keine Lücken („gap“) zwischen den Schichten zuzulassen, um die typischerweise kurzstreckigen MS-Läsionen nicht zu übersehen. Empfohlen sind hier Schichtdicken ≤ 5 mm. Die axialen Bilder helfen, die genaue Lage und Ausdehnung der Läsionen zu erfassen [22]. Ein Großteil der MS-Läsionen ist im zervikalen Myelon lokalisiert. Trotzdem finden sich bei etwa 33 % der MS-Patienten Läsionen im Conus medullaris. Daher ist es erforderlich, das gesamte Myelon in den sagittalen Aufnahmen zu erfassen [10].

PATIENTENFALL 3:

Eine 45-jährige Patientin litt unter wiederholten starken Kopfschmerzen. Ihr Hausarzt schlug schließlich vor, eine MRT-Untersuchung zum Ausschluss einer sekundären Kopfschmerzursache durchzuführen. Bei dieser Untersuchung wurden auch T2-Bilder angefertigt (■ Abb. 6). Es wurde kein Korrelat für die Kopfschmerzen gefunden. Allerdings wurden als Nebentbefund streifige Läsionen in der Nähe der Ventrikel festgestellt. Zusätzlich fand sich eine fleckige Läsion infratentoriell. Insgesamt erscheint eine entzündliche Genese der Läsionen möglich. Anhand der McDonald-Kriterien von 2017 sind die Kriterien für eine DIS erfüllt. Bei dieser Untersuchung wurde kein Kontrastmittel verwendet, und es gibt auch keine Vorbefunde, um eine DIT nachzuweisen. Es konnte retrospektiv keine klinische Schubepisode eruiert werden. Die Kriterien für eine MS sind somit nicht erfüllt. In einem Fall typischer MRT-Veränderungen ohne klinisches Schubereignis spricht man von einem radiologisch isolierten Syndrom (RIS).

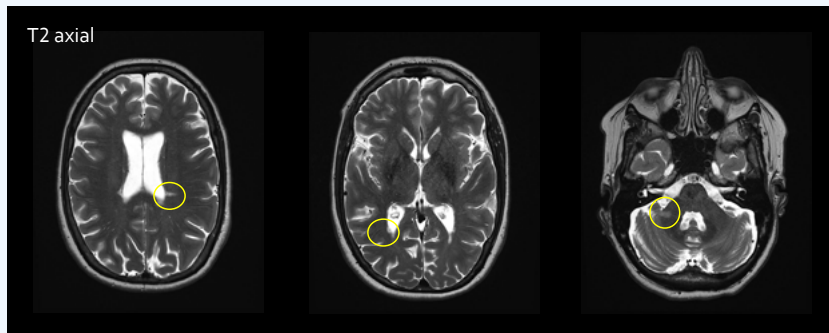


Abbildung 6

MRT des Neurokraniums bei einer 45-jährigen Patientin mit Kopfschmerzsyndrom

RADIOLOGISCH ISOLIERTES SYNDROM

Als radiologisch isoliertes Syndrom (RIS) wird eine Situation bezeichnet, bei der MRT-Befunde auf eine demyelinisierende Erkrankung des ZNS hinweisen, jedoch keine klinischen Symptome vorhanden sind, die mit einer MS vereinbar wären [13]. Diese Befunde können allerdings auf eine frühe Form der MS hinweisen [24, 25, 26]. Es wurden Konversionsraten zum Vollbild einer MS von bis zu 65 % nach etwa fünf Jahren und 88 % nach ungefähr 14 Jahren berichtet [27]. Darüber hinaus gibt es Hinweise auf eine schleichende Neurodegeneration, die bereits in diesen frühen Stadien beginnt [28]. Es besteht eine kontroverse Diskussion, ob die Diagnose MS auch ohne das Vorliegen typischer klinischer Symptome gestellt werden darf, wenn die Kriterien für DIS und DIT erfüllt sind und im Liquor oligoklonale Banden nachgewiesen werden. Des Weiteren bleibt der diagnostische Stellenwert unspezifischer, aber für die MS charakteristischer Symptome wie Fatigue oder kognitive Beeinträchtigungen für die Diagnosestellung weiterhin unklar [29].

PATIENTENFALL 4:

Ein 57-jähriger männlicher Patient präsentiert sich mit bilateraler Visusminderung. Eine MRT wurde durchgeführt, bei der in der STIR-Sequenz eine deutliche Ödembildung beider Sehnervenvenen festgestellt wurde (■ Abb. 7). In der FLAIR-Sequenz erscheinen die Sehnerven langstreckig signalanreichernd, während das Hirnparenchym auf der anderen Seite altersgemäß unauffällig ist, abgesehen von vereinzelten unspezifischen T2-Läsionen, die im Alter von 57 Jahren durchaus auftreten können. Eine differenzialdiagnostische Abklärung ist daher erforderlich. In diesem speziellen Fall wurden Myelin-Oligodendrozyten-Glykoprotein-(MOG-)Antikörper im Serum nachgewiesen. Dadurch handelt es sich um eine sogenannte MOG-Antikörpererkrankung oder MOG-Spektrum-Erkrankung.

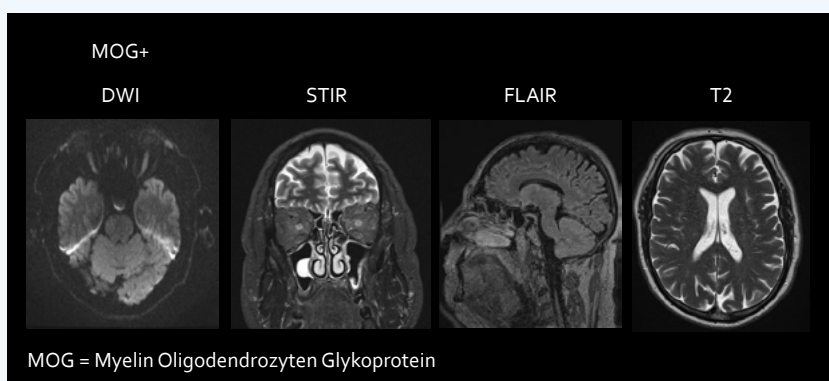


Abbildung 7

MRT des Neurokraniums bei einem 57-jährigen männlichen Patienten mit bilateraler Visusminderung und Nachweis von MOG-Antikörpern

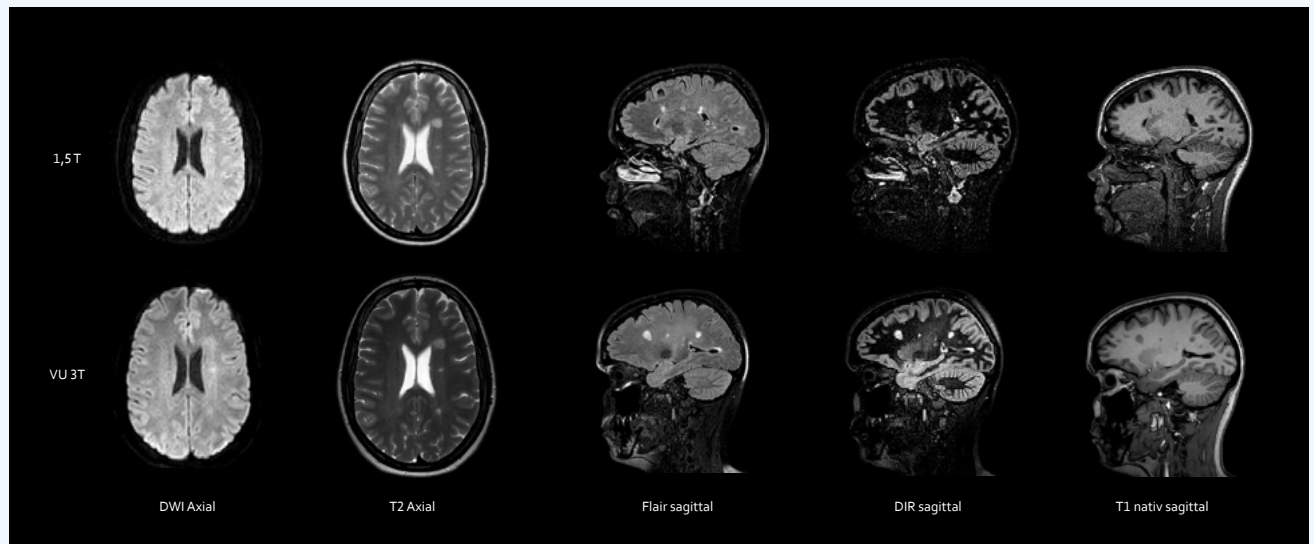
DIFFERENZIALDIAGNOSTIK

Die MS ist eine Ausschlussdiagnose. Daher wird seit der Einführung der Poser-Kriterien im Jahr 1983 betont, dass die Differenzialdiagnostik einen essenziellen Bestandteil der Abklärung darstellt [30]. Allerdings wurden in den folgenden Konsensusabsprachen keine international verbindlichen Empfehlungen zu den spezifischen differenzialdiagnostischen Untersuchungen ausgesprochen. Dies hat sich auch in den letzten Revisionen nicht geändert und hängt unter anderem mit regional unterschiedlichen Prävalenzen von infektiösen ZNS-Erkrankungen und den regional unterschiedlichen diagnostischen Traditionen zusammen. Es bleibt weiterhin gültig, dass für die bestehende klinische Symptomatik keine bessere Erklärung vorliegen darf als MS [31]. Dies gilt auch für die paraklinischen Befunde, insbesondere die MRT-Bildgebung. Es ist wichtig zu beachten, dass T2-Marklagerläsionen, bei denen keine Schrankenstörung vorliegt, verschiedene Ursachen haben können, die nicht immer entzündlicher Natur sind. Insbesondere vaskuläre Läsionen müssen berücksichtigt werden, um eine voreilige MS-Diagnose aufgrund einer unkritischen Beurteilung der MRT-Bildgebung zu vermeiden. In den McDonald-Kriterien von 2017 wird dieser Tatsache Rechnung getragen, indem bei Patienten >50 Jahre mehr als eine periventrikuläre Läsion gefordert wird, um das Kriterium für DIS zu erfüllen [8]. Es ist zudem wichtig zu beachten, dass vaskulär bedingte Läsionen nach einer korrekten Erstdiagnose der MS im Laufe des Alters (und mit Zunahme des kardiovaskulären Risikos) als Komorbidität auftreten können. Diese Läsionen können eine MS-typische Krankheitsaktivität vortäuschen, was zu einer Fehlinterpretation der Befunde und zu nicht sinnvollen Therapieentscheidungen führen kann [13]. In der Überarbeitung der McDonald-Kriterien von 2017 wird den Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankungen (NMOSD) eine große Rolle als Differenzialdiagnosen zugeschrieben. Bereits in der vorherigen Revision von 2010 wurde explizit auf die Neuromyelitis optica hingewiesen. Diese Erkrankung zeichnet sich bei den meisten Betroffenen durch eine spezifische humorale Autoimmunreaktion gegen den astrozytären Wasserkanal Aquaporin-4 (AQP4) aus. AQP4-Antikörper können somit als Biomarker für die Differenzialdiagnostik verwendet werden. In der Praxis wird empfohlen, insbesondere bei untypischen Konstellationen wie schweren Verläufen von Optikusneuritiden oder Myelitiden sowie ungewöhnlich geformten MRT-Läsionen im Rückenmark oder im Gehirn an eine mögliche NMOSD zu denken [13]. Weitere häufige erworbene demyelinisierende Syndrome sind die isolierte Optikusneuritis, die transverse Myelitis (TM) und die akute disseminierte Enzephalomyelitis (ADEM) [32]. Zudem haben die MOG-Antikörpererkrankungen in den letzten Jahren zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen. Ursprünglich wurde vermutet, dass MOG-Antikörper einen Biomarker für die MS darstellen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass demyelinisierende Erkrankungen mit MOG-Antikörpern eine eigenständige Entität darstellen [33].

PATIENTENFALL 5:

Bei einer 33-jährigen Patientin besteht bereits seit Jahren die Diagnose MS. Der „expanded disability status scale“-(EDSS-)Wert beträgt 3. Ein EDSS-Wert von 0 zeigt an, dass keine neurologischen Befunde oder Einschränkungen festgestellt werden können, während ein Wert von 9 auf eine schwerwiegende Beeinträchtigung hinweist, die zu einer Bettlägerigkeit führt. Mit einem Wert von 3 ist die Gehfähigkeit noch erhalten, aber es bestehen deutliche Einschränkungen. Die Patientin erhält derzeit keine Therapie. Diese Untersuchung dient also ausschließlich der Verlaufsbeurteilung und Überwachung der Krankheitsaktivität. Zur Verlaufskontrolle wurde eine MRT des Neurokraniums veranlasst (■ Abb. 7). In der oberen Reihe der Abbildung sind die aktuellen Untersuchungsergebnisse dargestellt, während in der unteren Reihe die Voruntersuchung zu sehen ist. Bei beiden Untersuchungen wurde ein „diffusion-weighted imaging“ (DWI) in axia-

ler Ausrichtung mit T2-Gewichtung und FLAIR-Sequenz durchgeführt. Zusätzlich wurde eine „double inversion recovery“ (DIR) und ein T1-Bild ohne Kontrastmittel angefertigt. Es stellt sich jetzt die Frage: Wurde alles Notwendige für eine ausreichende Beurteilung des Krankheitsverlaufes veranlasst? Grundsätzlich sind alle erforderlichen Sequenzen vorhanden. Allerdings wurden sie an zwei verschiedenen Geräten und mit unterschiedlichen Feldstärken untersucht (Voruntersuchung 3 Tesla, aktuell 1,5), was nicht ideal ist, um eine bestmögliche Vergleichbarkeit zu gewährleisten.



FOLLOW-UP-BILDGEBUNG

Bei Verlaufsuntersuchungen geht es um das Monitoring der Krankheitsaktivität mit oder ohne Therapie. Ziel ist es, frühzeitig Patienten zu erkennen, die eine krankheitsmodifizierende Therapie benötigen oder möglicherweise nicht optimal auf die bestehende Behandlung ansprechen. Dies soll einen sofortigen Wechsel bzw. eine Eskalation der Therapie ermöglichen. Das Vorhandensein aktiver Läsionen im Gehirn, entweder zu Beginn der Therapie oder innerhalb des ersten Jahres nach Behandlungsbeginn, wurde als aussagekräftiger prädiktiver Indikator identifiziert [10]. Wichtig ist es, einheitliche und standardisierte Untersuchungsprotokolle zu verwenden, um die Vergleichbarkeit sicherzustellen. Kern der Verlaufsprotokolle für die Hirn-MRT sind wie bei der Diagnosestellung sagittale 3-D-FLAIR-Sequenzen, einschließlich multiplanarer Rekonstruktionen in axialer und sagittaler Ebene, sowie T2-gewichtete Bilder. Eine Kontrastmittelgabe ist generell nicht notwendig; in ausgewählten Fällen können jedoch Gadolinium-verstärkte T1w-Sequenzen hinzugenommen werden, wenn diese für eine Therapieentscheidung oder -änderung erforderlich sind. Diese Protokolle ermöglichen eine zuverlässige Beurteilung der Krankheitsaktivität, wobei neue oder sich vergrößernde T2-Läsionen als zuverlässiger Marker für eine aktive Entzündung gelten.

In der Praxis wird empfohlen, sechs Monate nach Diagnosestellung sowie drei bis sechs Monate nach Einleitung oder Umstellung der Therapie eine erneute MRT-Untersuchung des Gehirnes durchzuführen. Weitere Kontrollen sollten dann in jährlichen Abständen erfolgen. Bei langfristig stabiler Krankheitssituation können die Intervalle auch verlängert werden. Bei MRT-Aktivität ohne klinische Schübe sollten die Untersuchungsintervalle auf sechs Monate verkürzt werden, sofern ein Therapiewechsel noch nicht indiziert erscheint [10]. Die spinale MRT wird nicht routinemäßig zur Beurteilung der Krankheitsaktivität verwendet.

Bei Patienten mit KIS wird eine wiederholte MRT des Gehirnes zur Feststellung von DIS und DIT empfohlen. Diese kann alle sechs bis zwölf Monate erfolgen.

Abbildung 8

Verlaufs-MRT des Neurokraniums bei einer 33-jährigen Patientin mit bekannter MS; in der oberen Reihe sind die aktuellen Untersuchungsergebnisse dargestellt, während in der unteren Reihe die Voruntersuchung zu sehen ist

Abkürzungen

DIR = double inversion recovery
DWI = diffusion-weighted imaging
FLAIR = fluid-attenuated inversion recovery

Kontrastmittel sollte dabei nicht routinemäßig verwendet werden. Der Mehrwert der Verlaufsbildgebung des Rückenmarkes bei Patienten mit KIS ist nicht ausreichend durch Studiendaten gesichert und sollte daher von Fall zu Fall individuell entschieden werden [15, 34].

Im Fall einer immunmodulierenden Therapie spielt das MRT des Gehirnes zudem eine entscheidende Rolle bei der Überwachung der Arzneimittelsicherheit. Das Nebenwirkungsprofil von Medikamenten, die bei der MS eingesetzt werden, ist vielfältig und umfasst opportunistische Infektionen, vaskuläre und neoplastische Prozesse sowie atypische demyelinisierende Läsionen [35]. Eine angemessene Überwachung ist erforderlich, um diese Komplikationen rechtzeitig zu erkennen und möglichst früh zu behandeln. Besondere Aufmerksamkeit gilt hierbei der progressiven multifokalen Leukenzephalopathie (PML), einer schwerwiegenden Komplikation, die insbesondere bei mit Natalizumab behandelten Patienten auftreten kann. Eine frühzeitige Diagnose der PML ist entscheidend für den weiteren Krankheitsverlauf [36]. Das MRT-Protokoll zur Detektion therapieassoziierter Komplikationen sollte neben den für das Monitoring benötigten Sequenzen auch eine diffusionsgewichtete Sequenz enthalten. Eine zusätzliche Kontrastmittelgabe kann erwogen werden; diese wird insbesondere bei Verdacht auf PML empfohlen [19]. Zusätzlich zur MRT wird auch ein Screening auf Anti-John-Cunningham-(JC-)Virusantikörper durchgeführt, weil das JC-Virus als das ursächliche opportunistische Pathogen der PML gilt. Generell reichen die Follow-up-Intervalle für das Krankheitsmonitoring auch für die Überwachung der Arzneimittelsicherheit aus. Bei Patienten mit einer Natalizumab-Therapie und einem hohen PML-Risiko werden jedoch kürzere Intervalle von etwa drei bis vier Monaten empfohlen [19]. Die regelmäßige Durchführung dieser MRT-Untersuchungen in Kombination mit dem Screening auf spezifische Biomarker ermöglicht somit eine frühzeitige Erkennung von potenziellen Komplikationen im Zusammenhang mit der Medikamenteneinnahme und trägt zur Gewährleistung der Medikamentensicherheit bei [10].

FAZIT

- Die Multiple Sklerose (MS) ist die am häufigsten vorkommende neurodegenerative demyelinisierende Erkrankung bei Menschen jungen und mittleren Alters in den Industrieländern.
- Die Magnetresonanztomografie (MRT) ist die sensitivste Bildgebungsmethode bei MS und ermöglicht oftmals bereits bei Erstmanifestation der Erkrankung eine zuverlässige Diagnosestellung.
- Der Nachweis der räumlichen (DIS) und zeitlichen Dissemination (DIT) entsprechend den aktuellen McDonald-Kriterien von 2017 ist entscheidend für die Diagnosestellung der MS. Für die Erstdiagnose sowie für die Verlaufskontrolle wird ein standardisiertes MRT-Protokoll aus obligatorischen und optionalen Sequenzen empfohlen.
- Die 3-D-FLAIR-Sequenz ist für die zerebrale Diagnostik von besonderer Bedeutung.
- Die MS ist eine Ausschlussdiagnose, die Abgrenzung gegenüber einem breiten Spektrum an Differenzialdiagnosen ist daher von kritischer Bedeutung.
- Es wird empfohlen, die wiederholte Anwendung von makrozyklischen Gadolinium-basierten Kontrastmitteln zu reduzieren.
- Eine routinemäßige MRT-Untersuchung des Rückenmarkes zur Überwachung der Krankheitsaktivität bei MS wird nicht empfohlen.

LITERATUR

1. Hemmer B et al. Diagnose und Therapie der Multiplen Sklerose, Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankungen und MOG-IgG-assoziierten Erkrankungen, S2k-Leitlinie, 2023, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.). Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. (abgerufen im Juni 2023)
2. Hemmer B et al. Role of the innate and adaptive immune responses in the course of multiple sclerosis. *Lancet Neurol* 2015;14:406–19
3. Browne P et al. Atlas of Multiple Sclerosis 2013: A growing global problem with widespread inequity. *Neurology* 2014;83:1022–1024
4. Holstiege J et al. Trends in administrative prevalence of multiple sclerosis and utilization patterns of disease modifying drugs in Germany. *Mult Scler Relat Disord* 2022;59:103 534
5. Hein T, Hopfenmüller W. Hochrechnung der Zahl an Multiple Sklerose erkrankten Patienten in Deutschland. *Nervenarzt* 2000;71:288–294
6. Daltrozzo T et al. A Systematic Assessment of Prevalence, Incidence and Regional Distribution of Multiple Sclerosis in Bavaria From 2006 to 2015. *Front Neurol* 2018;9
7. Engelhard J et al. Multiple sclerosis by phenotype in Germany. *Mult Scler Relat Disord* 2022;57:103 326
8. Thompson AJ et al. Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. *Lancet Neurol* 2018;17:162–173
9. Reith W. Bildgebung bei multipler Sklerose. *Radiologe* 2022;62:299–301
10. Reith W et al. Neue MRT-Leitlinien bei multipler Sklerose. *Radiologe* 2022;62:322–326
11. Schumacher GA et al. Problems of Experimental Trials of Therapy in Multiple Sclerosis: Report by the Panel on the Evaluation of Experimental Trials of Therapy in Multiple Sclerosis. *Ann NY Acad Sci* 1965;122:552–568
12. Tintore M et al. Contribution of the symptomatic lesion in establishing MS diagnosis and prognosis. *Neurology* 2016;87:1368–1374
13. Aktas O et al. Diagnose der Multiplen Sklerose: Revision der McDonald-Kriterien 2017. *Nervenarzt* 2018;89:1344–1354
14. Stangel M et al. The utility of cerebrospinal fluid analysis in patients with multiple sclerosis. *Nat Rev Neurol* 2013;9:267–76
15. De Stefano N et al. Radiologically isolated syndrome or subclinical multiple sclerosis: MAGNIMS consensus recommendations. *Mult Scler* 2018;24:214–221
16. Wattjes M, Raab P. Zerebrale und spinale Bildgebung der Multiplen Sklerose: ein Update. *Aktuelle Neurologie* 2018;45:29–43
17. Kelley RE. Ischemic demyelination. *Neurol Res* 2006;28:334–340
18. Kurth T et al. Headache, migraine, and structural brain lesions and function: population based Epidemiology of Vascular Ageing-MRI study. *BMJ* 2011;342:c7357–c7357
19. Wattjes MP et al. 2021 MAGNIMS–CMSC–NAIMS consensus recommendations on the use of MRI in patients with multiple sclerosis. *Lancet Neurol* 2021;20:653–670
20. Hagens MH et al. Impact of 3 Tesla MRI on interobserver agreement in clinically isolated syndrome: A MAGNIMS multicentre study. *Mult Scler* 2019;25:352–360
21. Gulani V et al. Gadolinium deposition in the brain: summary of evidence and recommendations. *Lancet Neurol* 2017;16:564–570
22. Weier K et al. Biplanar MRI for the assessment of the spinal cord in multiple sclerosis. *Mult Scler* 2012;18:1560–1569
23. Dubey D et al. Clinical, Radiologic, and Prognostic Features of Myelitis Associated With Myelin Oligodendrocyte Glycoprotein Autoantibody. *JAMA Neurol* 2019;76:301
24. Moore F, Okuda DT. Incidental MRI anomalies suggestive of multiple sclerosis. The radiologically isolated syndrome. *Neurology* 2009;73:1714–1714
25. Okuda DT et al. Radiologically Isolated Syndrome: 5-Year Risk for an Initial Clinical Event. *PLoS One* 2014;9:e90 509
26. Okuda DT et al. Asymptomatic spinal cord lesions predict disease progression in radiologically isolated syndrome. *Neurology* 2011;76:686–692
27. Brex PA et al. A Longitudinal Study of Abnormalities on MRI and Disability from Multiple Sclerosis. *N Engl J Med* 2002;346:158–164
28. Azevedo CJ et al. Early CNS neurodegeneration in radiologically isolated syndrome. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm* 2015;2:e102
29. Pardini M et al. Isolated cognitive relapses in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2014;85:1035–1037
30. Miller D et al. Differential diagnosis of suspected multiple sclerosis: a consensus approach. *Mult Scler* 2008;14:1157–1174
31. Charil A et al. MRI and the diagnosis of multiple sclerosis: expanding the concept of “no better explanation”. *Lancet Neurol* 2006;5:841–852
32. Brinar V. The differential diagnosis of multiple sclerosis. *Clin Neurol Neurosurg* 2002;104:211–220
33. Hacohen Y et al. Myelin oligodendrocyte glycoprotein antibodies are associated with a non-MS course in children. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm* 2015;2:e81
34. Edan G et al. Long-term impact of interferon beta-1b in patients with CIS: 8-year follow-up of BENEFIT. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2014;85:1183–1189
35. Rae-Grant A et al. Practice guideline recommendations summary: Disease-modifying therapies for adults with multiple sclerosis. *Neurology* 2018;90:777–788
36. Dong-Si T et al. Outcome and survival of asymptomatic PML in natalizumab-treated MS patients. *Ann Clin Transl Neurol* 2014;1:755–764

Referent

Dr. med. Sönke Peters
Klinik für Radiologie und Neuroradiologie UK-SH, Campus Kiel
Arnold-Heller-Str. 3
24105 Kiel

Veranstalter

CME-Verlag – Fachverlag für medizinische Fortbildung GmbH
Siebengebirgsstr. 15
53572 Bruchhausen
redaktion@cme-verlag.de

Fortbildungspartner

Bayer Vital GmbH

Transparenzinformation

Ausführliche Informationen zu Interessenkonflikten und Sponsoring sind online einsehbar unterhalb des jeweiligen Kursmoduls.

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Bildnachweis

Titelbild: © simonkr – iStock
Abbildung 1 bis 7 mit freundlicher Genehmigung von Dr. Sönke Peters.

CME-Test

Die Teilnahme am CME-Test ist nur online möglich.
Scannen Sie den nebenstehenden QR-Code mit Ihrem Mobiltelefon/Tablet oder gehen Sie auf die Website: www.cme-kurs.de



CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Die Teilnahme am nachfolgenden CME-Test ist nur online möglich unter: www.cme-kurs.de
- Diese Fortbildung ist mit 4 CME-Punkten zertifiziert.
- Es ist immer nur eine Antwortmöglichkeit richtig (keine Mehrfachnennungen).



? Welche Aussage bezüglich der Epidemiologie der Multiplen Sklerose (MS) ist richtig?

- ☐ Die MS tritt ausschließlich bei Frauen auf.
- ☐ Die MS äußert sich ausschließlich durch schubförmig remittierende Symptome.
- ☐ Die MS tritt in der Regel vor dem 20. Lebensjahr erstmalig auf.
- ☐ Die Gesamtprävalenz der MS in Deutschland im Jahr 2019 betrug 0,34 %.
- ☐ Die Anzahl der MS-Betroffenen in Deutschland ist in den letzten Jahren gesunken.

? Welche Aussage bezüglich der Diagnosestellung der Multiplen Sklerose (MS) ist NICHT richtig?

- ☐ Für die Diagnosestellung der MS sind klinische Symptome sowie der bildgebende Nachweis einer zeitlichen und räumlichen Dissemination von ZNS-Läsionen erforderlich.
- ☐ Die Diagnose der MS ist eine Ausschlussdiagnose, bei der keine bessere Erklärung für die Symptome oder die (para)klinischen Befunde vorliegen darf.
- ☐ Seit 2001 werden die sogenannten McDonald-Kriterien verwendet.
- ☐ Es ist prinzipiell möglich, sowohl die räumliche als auch die zeitliche Dissemination von MS-Läsionen mittels MRT bereits nach dem ersten klinischen Ereignis festzustellen.
- ☐ Die Diagnosestellung der MS basiert ausschließlich auf bildgebender Diagnostik.

? Welche Aussage bezüglich der MRT-Diagnostik der Multiplen Sklerose (MS) ist richtig?

- ☐ Die MRT-Kriterien wurden seit ihrer Einführung mehrfach überarbeitet und vereinfacht, wobei die neueste Überarbeitung der McDonald-Kriterien im Jahr 2017 erfolgte.
- ☐ Der Nachweis liquorspezifischer oligoklonaler Banden kann den MRT-basierten Nachweis der räumlichen Dissemination (DIS) ersetzen.

- ☐ Die MRT-Befunde sind hochspezifisch für die MS und führen nie zu falsch positiven Diagnosen.
- ☐ Eine Standardisierung der MRT-Bildgebung ist nicht erforderlich.
- ☐ Die Verwendung von Gadolinium-basierten Kontrastmitteln in der MRT-Diagnostik der MS ist generell nicht sinnvoll.

? Welche Lokalisation von Läsionen gilt NICHT als typisch bei der Multiplen Sklerose (MS)?

- ☐ Periventrikulär
- ☐ (Juxta)kortikal
- ☐ Infratentoriell
- ☐ Spinal
- ☐ Hypophysär

? Welche Aussage bezüglich der Diagnosestellung der Multiplen Sklerose (MS) ist NICHT richtig?

- ☐ Die Unterscheidung zwischen symptomatischen und asymptomatischen Läsionen wurde in der aktuellen Version der McDonald-Kriterien aufgehoben.
- ☐ Der Nachweis von Läsionen oder Schrankenstörungen im Nervus opticus ist ein entscheidendes Kriterium für die Diagnosestellung der MS.
- ☐ Das diagnostische Merkmal der perivaskulären Lokalisation von MS-Läsionen, bekannt als „central vein sign“, gewinnt zunehmend an Bedeutung.
- ☐ Nicht kontrastmittelaufnehmende Herde im Gehirn mit deutlicher T1w-Signalminderung werden als „black holes“ bezeichnet und sind ein Zeichen von Parenchymschäden und Myelinverlust.
- ☐ Der Nachweis von isolierten oligoklonalen Banden wird aufgrund seiner höheren Sensitivität gegenüber einem erhöhten Immunglobulin-(Ig-)G-Index bevorzugt.

CME-Fragebogen (Fortsetzung)

? Welche Aussage bezüglich der MRT-Protokolle für die Diagnostik der Multiplen Sklerose (MS) ist richtig?

- ☐ Für die FLAIR- und T1-gewichteten Sequenzen werden vorzugsweise dreidimensionale Techniken verwendet, da sie eine verbesserte Detektion von Läsionen ermöglichen.
- ☐ T1-gewichtete Sequenzen ohne Gadolinium-haltige Kontrastmittel müssen routinemäßig durchgeführt werden.
- ☐ Die Bedeutung der spinalen MRT für die Diagnose der MS wurde in den aktuellen Leitlinien heruntergestuft.
- ☐ Der Einsatz von MRT-Scannern mit geringeren Feldstärken als 1,5 Tesla wird empfohlen.
- ☐ Die Verwendung von Kontrastmitteln bei der Erstuntersuchung beruht darauf, dass ältere Läsionen eher Kontrastmittel aufnehmen als aktive Läsionen.

? Welche Aussage bezüglich der Verwendung von Gadolinium-Kontrastmitteln bei Verlaufsuntersuchungen der Multiplen Sklerose (MS) ist richtig?

- ☐ Die Anwendung von Gadolinium-Kontrastmitteln bei Verlaufsuntersuchungen soll zurückhaltend erfolgen.
- ☐ Gadolinium-haltig Kontrastmittel haben zu keinem Zeitpunkt einen diagnostischen Mehrwert.
- ☐ Eine doppelte (0,2 mmol/kg) oder dreifache (0,3 mmol/kg) Dosis an Gadolinium-haltigem Kontrastmittel wird aufgrund der erhöhten Detektionswahrscheinlichkeit für aktive Herde empfohlen.
- ☐ Eine Zeitverzögerung zwischen der Kontrastmittelapplikation und dem Beginn der T1-gewichteten Sequenzen spielt keine Rolle.
- ☐ Das Kontrastmittel sollte optimal direkt vor der T1-gewichteten Sequenzen verabreicht werden.

? Welche Aussage bezüglich der spinalen MRT bei der Multiplen Sklerose (MS) ist NICHT richtig?

- ☐ Die spinale MRT kann MS-Läsionen von Gefäßerkrankungen oder Rückenmarkskompressionen zuverlässig abgrenzen.
- ☐ Die spinale MRT kann klinisch asymptomatische Rückenmarksläsionen bei Patienten mit einem initialen klinisch isolierten Syndrom (KIS) aufdecken.
- ☐ Präkontrastbilder müssen routinemäßig angefertigt werden.

- ☐ Eine sagittale Aufnahme des gesamten Myelons ist empfehlenswert, um alle potenziellen spinalen Läsionen zu erfassen.
- ☐ Das Protokoll für die spinale MRT sollte mindestens zwei der drei sagittalen Sequenzen umfassen: T2-gewichtete Spin-Echo-Sequenzen mit moderaten Echozeiten, PD-gewichtete Sequenzen oder kurze STIR-Sequenzen.

? Welche Aussage bezüglich der Multiplen Sklerose (MS) ist NICHT richtig?

- ☐ Das radiologisch isolierte Syndrom (RIS) bezieht sich auf MRT-Befunde, die auf eine demyelinisierende Erkrankung des Zentralnervensystems hinweisen – ohne klinische Symptome einer MS.
- ☐ Die Konversionsraten des RIS zur MS betragen bis zu 65 % nach etwa fünf Jahren und 88 % nach ungefähr 14 Jahren.
- ☐ Die MRT des Gehirnes spielt eine wichtige Rolle bei der Überwachung der Arzneimittelsicherheit.
- ☐ Die progressive multifokale Leukenzephalopathie (PML) kann als Nebenwirkung insbesondere bei mit Natalizumab behandelten Patienten auftreten.
- ☐ Das MRT-Protokoll zur Detektion der therapieassoziierten Nebenwirkungen umfasst nur FLAIR- und T2-gewichtete Sequenzen.

? Welche der folgenden Aussagen zur Differenzialdiagnostik bei Multipler Sklerose (MS) ist richtig?

- ☐ Es wurden internationale Konsensusabsprachen getroffen, die verbindliche Empfehlungen für die differenzialdiagnostischen Untersuchungen bei MS festlegen.
- ☐ MOG-Antikörper sind ein laborchemischer Biomarker für MS.
- ☐ T2-Marklagerläsionen ohne Schrankenstörung in der MRT-Bildgebung sind immer ein eindeutiges Anzeichen für entzündliche Prozesse im Zusammenhang mit MS.
- ☐ Vaskuläre Läsionen können in der MRT-Bildgebung ähnliche Befunde wie MS-Läsionen zeigen, was bei der Diagnosestellung berücksichtigt werden sollte.
- ☐ Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankungen (NMOSD) spielen als Differenzialdiagnosen der MS keine Rolle.