

Ein neuropsychologisches Screening zur Erfassung kognitiver Störungen bei MS-Patienten

Das Multiple Sklerose Inventarium Cognition (MUSIC)



Pasquale Calabrese

Pasquale Calabrese¹, Elke Kalbe², Josef Kessler²

¹ Neurologische Universitätsklinik, Abt. f. Neuropsychologie und Verhaltensneurologie, Knappschafts Krankenhaus Bochum

² Max-Planck-Institut für neurologische Forschung, Köln

psychoneuro 2004; 30 (7): 384–388

Bis zu 50% aller MS-Patienten weisen kognitive Störungen auf. Diese betreffen insbesondere die Bereiche Aufmerksamkeit, Gedächtnis, konzeptuelles Denken sowie mentale Flexibilität. Sprachfunktionen und intellektuelle Funktionen werden in der Regel nicht beeinflusst. Dementsprechend können vordergründig gute Verballeistungen von tatsächlich vorhandenen Teilleistungsdefiziten ablenken. Die im Krankheitsverlauf auftretenden kognitiven Defizite sind für die individuelle private und berufliche Zukunftsplanung der Patienten entscheidend. Daher sollte eine neuropsychologische Diagnostik bereits zu einem frühen Zeitpunkt erfolgen. Es wird ein neu entwickeltes Screening Instrument (MUSIC) zur Erfassung von kognitiven Leistungsstörungen vorgestellt.

Die Multiple Sklerose (MS) ist eine der häufigsten neurologischen Erkrankungen des frühen und mittleren Erwachsenenalters. Wenngleich bislang bei dieser Erkrankung primär die körperlich einschränkenden Symptome berücksichtigt wurden, beeinflussen insbesondere die funktionellen Auswirkungen der kognitiven Störungen, die affektiv-emotionalen Dysfunktionen sowie Müdigkeit und Fatigue-Symptomatik den Alltag und das Berufsleben der Patienten (2, 6). Hirnleistungsstörungen treten bei ungefähr 50% der MS-Patienten auf (12). Inhaltlich betreffen diese Leistungsstörungen insbesondere das Gedächtnis, die geistige Flexibilität und das Tempo der Informationsverarbeitung. Weiterhin konnte in Langzeitstudien gezeigt werden, dass die geistige Leistungsfähigkeit ein entscheidender Faktor für den Verbleib der Patienten im Arbeitsleben ist (1).

Anatomische Korrelate kognitiver Störungen

Kognitive Funktionsstörungen korrelieren kaum mit dem allgemeinen körperlichen Behinderungsgrad – wie er beispielsweise mit der erweiterten Kurtzke-Skala (EDSS) erfasst wird. In der Praxis führt dies dazu, dass ein unauffälliger oder nur geringgradig abweichender körperlicher (insbesondere motorischer) Befund von tatsächlich bestehenden Defiziten ablenken kann oder diese zumindest hierdurch unterschätzt werden. Andererseits scheinen die kognitiven Defizite enger mit der individuellen Läsionslast und dem Grad der zerebralen Atrophie verknüpft zu sein (13, 14).

Das Läsionsvolumen ist jedoch nicht allein für die spezifischen neuropsychologischen Symptome verantwortlich. Vielmehr ist es von der Verteilung der Läsionen abhängig, ob bei dem Patienten vermehrt die

Gedächtnisfunktionen, die Aufmerksamkeit oder das strategische Denken negativ beeinflusst werden (4, 10). Nehmen die Läsionen zu, kann dies zu einer globalen Leistungsminde rung führen (4, 5). Kognitive Ausfälle und abnorme Ermüdbarkeit können mitunter sehr früh bei MS-Patienten auftreten, zum Teil sogar vor einer körperlichen Behinderung bzw. die Symptomenkonstellation dominieren (9). Bereits anhand des Ausgangsprofils kognitiver Störungen sowie anhand der betroffenen Hirnregionen lassen sich jedoch Aussagen hinsichtlich des Typs, der Progredienz und deren Stabilität im Zeitverlauf treffen (3, 7).

Bedarf eines kognitiven, MS-spezifischen Instrumentariums

Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die Untersuchung des kognitiven Status des MS-Patienten als integralen Bestandteil einer ärztlichen Gesamtevaluierung zu betrachten.

Zwar gibt es in der klinischen Praxis bereits einige Verfahren zur Objektivierung der kognitiven Leistungsfähigkeit, jedoch werden die spezifischen Symptome von MS-Patienten in den verfügbaren Instrumentarien nur unzureichend berücksichtigt.

In den letzten zehn Jahren konnten in der Behandlung der MS we-

sentliche Fortschritte erzielt werden. Inzwischen konnte belegt werden, dass die moderne MS-Therapie auch positive Effekte auf die geistige Leistungsfähigkeit und damit auf das Alltags- und Sozialleben der Patienten hat (8). Auf neurorehabilitativer Seite konnte gezeigt werden, dass die gezielte Behandlung kognitiver Defizite auch bei MS-Patienten erfolgreich sein kann (11).

Der MUSIC-Test als kognitives Screening Verfahren

Im Rahmen eines klinisch-neuropsychologischen Forschungsprojektes wurde ein kognitiver Screening Test (MUSIC) entwickelt, mit dem Ziel, die im Rahmen einer MS am häufigsten beeinträchtigten kognitiven Leistungsbereiche zuverlässig und zeitökonomisch (8–10 Min.) bei maximalem Informationsgewinn zu überprüfen und so zu gestalten, dass auch ärztliches Personal das Screening durchführen und auswerten kann.

Aufbau des Screening-Tests

Der MUSIC besteht aus fünf kognitiven Subtests und einer Fatigue Skala und damit aus insgesamt sechs zu bearbeitenden Testteilen. Der erste Subtest prüft das verbale Gedächtnis. Im zweiten Subtest wird die verbale Interferenzanfälligkeit überprüft. Beim dritten Subtest werden die verbale Fluidität, das mentale „set-shifting“ sowie das kognitive Informationsverarbeitungstempo erfasst. Die vierte Aufgabe überprüft die kognitive Inhibitionsfähigkeit bei inkongruenter Reiz-Antwort-Konstellation i.S. eines „Stroop-Effektes“ und damit die mentale Kontrolle. Zur Überprüfung des Langzeitgedächtnisses und damit der Lernfähigkeit wird im fünften Subtest der freie Abruf der im ersten Testteil vorgegebenen Wortliste gefordert. Zuvor wird den Testpersonen eine aus drei Fragen bestehende Fatigue-Skala mit siebenstufiger Ausprägung, auf welcher körperliche, sozial-interaktive und geistig induzierte Fatigue-Dimensionen repräsentiert sind, vorgelegt.

Probanden und Methoden

Für die Normierung des MUSIC wurde eine Kontrollgruppe (KG) von

Tab. 1 Klinische und soziodemographische Charakteristika der untersuchten Stichprobe

Merkmal		KG n=158	MS n=80
Alter in Jahren	MW (SD)	36,9 (10,9)	39,2 (11,3)
Bandbreite		19–62	18–68
Geschlecht	männlich%	38	37
Bildung	Hauptschule%	23	31
	Mittlere Reife%	28	35
	Abitur%	49	36
Beruf	ungelernt%	20	11
	Lehrberuf%	46	46
	Akademiker%	34	14
Erkrankungsdauer in Monaten			
Median (Bandbreite)		-	10 (0–300)
MS-Typ	schubförmig remittierend%		25
	schubförmig progredient%		16
	chronisch progredient%		12
	Erstmanifestation%		14
	keine Angaben%		33
KG = Kontrollgruppe; MS = MS-Patientengruppe			

158 hirngesunden Probanden, die mittels der Clinical Dementia Rating Scale als kognitiv unbeeinträchtigt eingestuft wurden (CDR=0), sowie 80 Patienten mit Multipler Sklerose im schubfreien Intervall untersucht (MS-Pat.). Eine Charakterisierung der Stichproben nach klinischen und soziodemographischen Merkmalen findet sich in Tabelle 1. Alle Probanden führten neben den MUSIC-Aufgaben auch den Mini-Mental-Status-Test (MMST) durch.

Durchführung des MUSIC

- **Subtests 1: Wortliste A1 und A2:** Der Testperson (TP) wird eine Liste (Liste A1) mit 10 Wörtern vom Testleiter (TL) vorgelesen. Die TP soll sich die Wörter so gut wie möglich einprägen und dann möglichst alle Wörter unmittelbar nachdem sie vorgelesen wurden, unabhängig von ihrer Reihenfolge wiedergeben. Hiernach liest der TL die gleiche Wortliste noch einmal vor. Die Aufgabe der TP ist es wieder, so viele Wörter wie möglich zu wiederholen (Liste A2). Auswertung: Alle korrekt genannten Wörter aus beiden Listen werden zu einem Punktwert aufsummiert (max. 20 Punkte)
- **Subtest 2: Wortliste:** Der TL liest nun eine andere Liste mit 10

Wörtern vor (Liste B). Wieder ist es die Aufgabe der TP, anschließend so viele Wörter wie möglich zu wiederholen. Auswertung: Alle korrekt genannten Wörter der Wortliste B werden aufsummiert (max. 10 Punkte)

- **Subtest 3: Verbale Flüssigkeitsaufgabe:** Der TL nennt zwei Oberbegriffe, zu denen die TP abwechselnd passende Beispiele nennen soll. Ein Beispiel: Es werden die Begriffe „Gemüse“ und „Kleidungsstücke“ vorgegeben, die TP kann dann „Kartoffeln – Hose oder Lauch – Hemd“ usw. nennen. Wichtig ist, dass immer abwechselnd ein Wort aus der einen und dann aus der anderen Kategorie genannt wird. Die TP hat insgesamt eine Minute Zeit. Auswertung: Für das Ergebnis „korrekte Wörter“ werden alle zu den beiden Begriffen passenden Wörter gezählt. Wortwiederholungen werden nicht gewertet. Als „Regelverstöße“ werden fehlende Wechsel zwischen den Kategorien gezählt. Werden z.B. drei Wörter korrekt genannt, jedoch erst zwei aus der einen, dann eins aus der anderen Kategorie, liegt ein Regelverstoß vor
- **Subtest 4: Interferenz-Test:** Der TL zeigt auf einer Vorlage insgesamt 30 Silhouetten von vier ver-

Tab. 2 Gesamtdarstellung der Ergebnisse der Stichproben in den MS-Untertests

	KG	MS
	MW (SD) ¹	MW (SD) ¹
Wortliste gesamt	14,4 (2,3)	13,0 (2,5)
Wortliste verzögerte Abfrage	5,9 (1,9)	3,4 (1,9)
Wortliste B	5,4 (1,7)	5,1 (1,3)
Verbale Flüssigkeitsaufgabe, Anzahl Wörter	14,9 (5,5)	12,9 (4,6)
Verbale Flüssigkeitsaufgabe, Anzahl Fehler im Kategorienwechsel	0 (0-1) ²	0 (0-1) ²
Interferenztest Zeit Benennen	21,2 (3,3)	28,9 (6,9)
Interferenztest Zeit Interferenzbedingung (Sekunden)	26,6 (4,9)	39,7 (10,8)
Interferenztest Differenz (Sekunden)	5,3 (4,2)	10,9 (7,3)
Fatigue-Skala Gesamtwert ²	8 (3-16)	11 (5-21)

¹MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung; ²Median (Bandbreite)

schiedenen Tieren (Pferd, Hase, Schaf, Katze). Die Aufgabe der TP ist es, die Tiere so schnell wie möglich zu benennen. Der TL stoppt die Zeit, die dafür benötigt wird. Anschließend wird der TP eine zweite Vorlage präsentiert, auf welcher wieder die 30 Tiersilhouetten abgebildet sind. Bei diesem Durchgang stehen aber in den Bildern Tierwörter, wobei Bild und Wort nicht zusammenpassen (so steht z.B. das Wort „Hase“ in einer Katzenzeichnung). Die Aufgabe der TP ist es wieder, die Tiere zu benennen, und nicht, die Wörter zu lesen. Die hierfür benötigte Zeit wird vom TL gestoppt. **Auswertung:** Das Ergebnis für die Aufgabe „Benennen“ ist die für die erste Vorlage benötigte Zeit in Sekunden. Das Ergebnis „Differenz“ ist die für die zweite Vorlage benötigte minus die für die erste Vorlage benötigte Zeit in Sekunden. Hierbei drückt sich in der Differenz der durch den Stroop-Effekt (Inkongruenz zwischen Bild und Wort) erzeugte Inhibitionseffekt aus

- **Fatigue-Skala:** Vor der fünften kognitiven Aufgabe, die als Maß

für die verzögerte Wiedergabeleistung dient, wird das Zeitintervall durch die Vorlage dreier fatigue-bezogener Fragen ausgefüllt. Bei der Fatigue-Skala soll sich die TP selbst hinsichtlich möglicher Erschöpfungszustände in bestimmten Lebensbereichen beurteilen, indem drei vorgegebene Aussagen jeweils selbständig durchgelesen und auf der 7-stufigen Skala von „1“ (trifft überhaupt nicht zu) bis „7“ (trifft vollständig zu) eingeschätzt werden. **Auswertung:** Die Werte der drei Aussagen werden zu einem Gesamtpunktwert aufsummiert (max. 21 Punkte)

- **Subtest 5: Wortliste A – verzögerte Abfrage:** Schließlich fordert der TL die TP auf, die zu Beginn des Tests vorgelesene Wortliste (A1) aus dem Gedächtnis ohne Hilfestellung abzurufen. **Auswertung:** Gewertet werden alle korrekt genannten Wörter der Wortliste A (max. 10 Punkte).

Ergebnisse

Die Durchführung des MUSIC beträgt einschließlich Instruktionen und Auswertung etwa acht bis zehn

Minuten. Die Aufgaben fanden bei den Untersuchungsteilnehmern durchweg Akzeptanz, und die Instruktionen wurden von allen Probanden gut verstanden.

Rohwerte im MUSIC

Die Ergebnisse der Stichproben in den MUSIC-Untertests sind in Tabelle 2 aufgelistet. Die Werte der Patienten lagen mit Ausnahme der Ergebnisse in der Wortliste B (vgl. Tab. 2 u. Abb. 1) signifikant unterhalb denen der Kontrollgruppe KG (alle mind. p<0,01). In der weiteren Auswertung wurden der Kognitionsteil und die Fatigue-Skala getrennt voneinander bewertet.

Auswertung

Die Rohwerte in den kognitiven MUSIC-Subtests der gesunden Probanden wurden anhand der Mittelwerte und Standardabweichungen und an der durch Diskriminanzanalysen ermittelten Sensitivitäten und Spezifitäten der einzelnen Subtests unterschiedlich gewichtet. Anders als bei Demenz-Screeningverfahren ist die Nennung von Sensitivität und Spezifität nicht sinnvoll, da wie bereits aufgeführt die Hälfte der MS-Patienten kognitiv nicht beeinträchtigt ist. Hierbei wurden je nach Wichtung pro Subtest maximal sieben transformierte Punkte vergeben, so dass der maximale transformierte Gesamtwert 30 Punkte beträgt. Für Regelverstöße bei der Wortgenerierungsaufgabe wurde eine Punktekorrektur definiert. Dabei werden ab einer Fehleranzahl, die über das Maß an Fehlern bei gesunden Kontrollprobanden hinausgeht, Punktabzüge vom Gesamtwert vorgenommen. Hierbei wurden für zwei Fehler ein Punkt abgezogen, für drei bis vier Fehler zwei Punkte und für fünf oder mehr Fehler insgesamt drei Punkte abgezogen. Aufgrund einer bei der KG festgestellten Altersabhängigkeit des Gesamtwerts wurde weiterhin eine Alterskorrektur mit Punktzugaben für ältere Personen bestimmt. Individuen zwischen 35 und 49 Jahren erhalten einen Bonuspunkt, ab 50 Jahren zwei Bonuspunkte. Der sich so ergebende Gesamtwert des MUSIC mit einer maximalen Punktzahl von 30 ist un-

Tab. 3 Interpretation des MUSIC-Gesamtwerts für kognitive Leistungen

Punktebereich	Interpretationshinweis
20-30 Punkte	Leistungen im Normbereich
16-19 Punkte	allenfalls leichte kognitive Dysfunktion
11-15 Punkte	mittelgradige kognitive Dysfunktion
≤10 Punkte	deutliche kognitive Dysfunktion

abhängig von soziodemographischen Variablen wie Alter, Geschlecht und Bildung. Er beträgt bei der Kontrollgruppe in der Summe aller Subtests im Mittel 24,3 (SD=2,2) und bei der MS-Gruppe im Mittel 15,9 (SD=2,4) ($p < 0,001$).

Anhand der Mittelwerte und der Standardabweichungen der transformierten Gesamtwerte wurden Cut-Offs erstellt, die orientierend darüber Auskunft geben, wie die kognitive Leistung eines Patienten zu bewerten ist, d.h. ob sie im Normbereich liegt oder leichte, mittelgradige oder deutliche kognitive Dysfunktionen zu vermuten sind (vgl. Tab. 3). In Tabelle 4 sind die dazugehörigen Transformationsroutinen aufgeführt.

Der Median der Fatigue-Skala (Summe aller drei Fragen) lag in der KG bei acht Punkten (Bandbreite: 3–16), in der MS-Gruppe bei elf Punkten (Bandbreite 5–21); die Mittelwerte lagen in der KG bei 8,1

(SD=3,3), in der MS-Gruppe bei 11,6 (SD=4,1). Aufgrund dieser Datenbasis wurde der Cut-Off für eine Fatigue-Symptomatik bei zehn Punkten angesetzt, d.h. ab einem Summenscore von elf ist von einer im Vergleich zur Normpopulation erhöhten Fatigue-Symptomatik auszugehen.

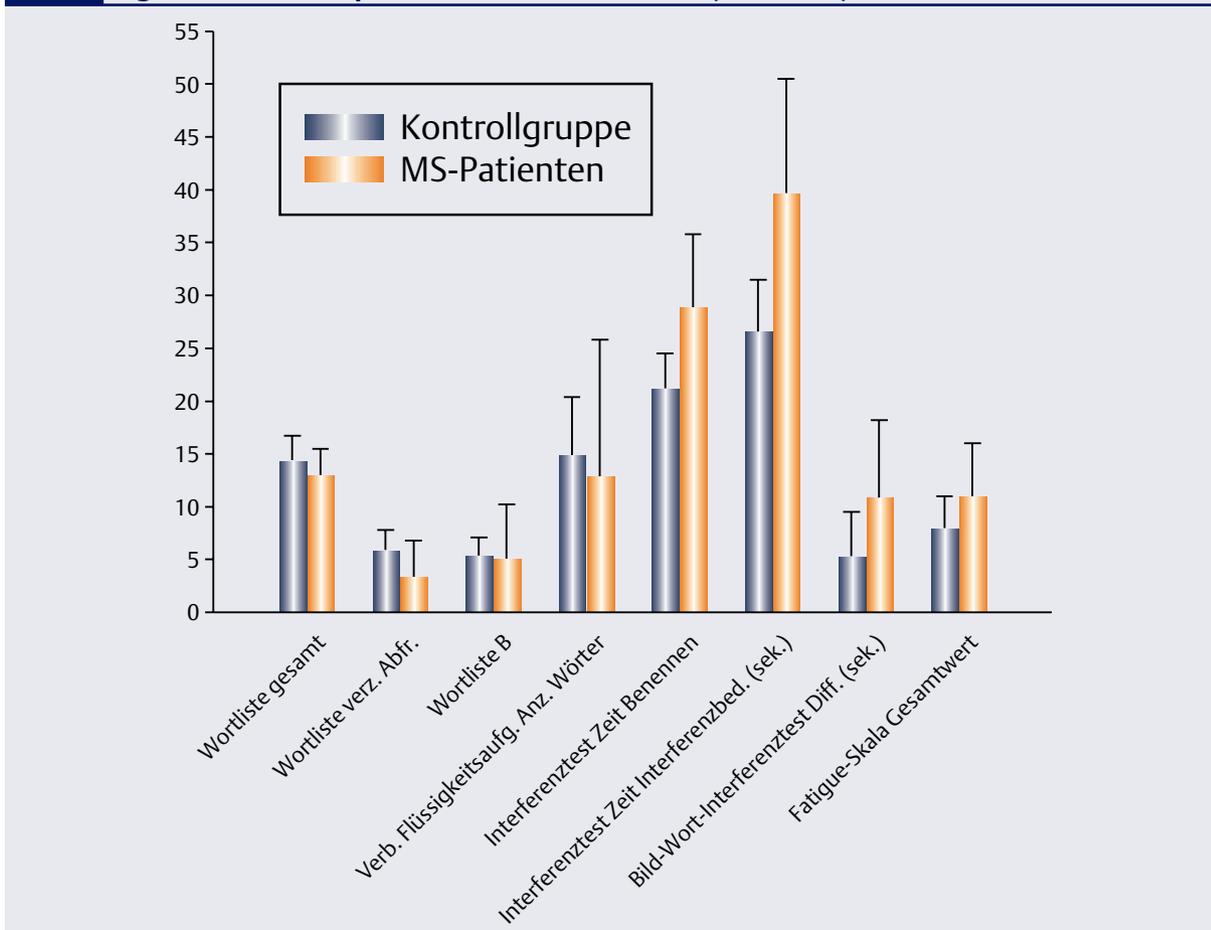
■ Diskussion

Die Identifikation kognitiver Störungen als relevanter Faktor für die tägliche Praxis erfordert die Entwicklung praktikabler Testverfahren, die als zuverlässige und zeitökonomische Indikatoren dienen, um die subjektiven Beschwerden der Patienten auf einer objektiven Untersuchungsbasis einordnen zu können. Selbstverständlich können sog. „Screening-Verfahren“ nicht das ganze Spektrum der kognitiven Leistungsfähigkeit abbilden. Jedoch können diese auf wissenschaftlicher Basis erarbeiteten Tests dazu beitragen, die MS-relevanten Zielsymp-

tome zu identifizieren, und erfüllen somit eine wichtige Selektionsfunktion. Durch den routinemäßigen Einsatz derartiger Verfahren kann eine zeit- und kostenökonomische Vorabselektion jener Patienten erfolgen, die im Einzelfall einer eingehenderen neuropsychologischen Untersuchung bedürfen (z.B. zur Erstellung eines spezifischen neurorehabilitativen Therapieplanes). Mit dem Kurztests MUSIC liegt nun ein Screening-Verfahren vor, welches durch die Fokussierung der Subtests auf MS-relevante Teilleistungsstörungen eine derartige Selektionsfunktion erfüllt.

Durch die Hinzunahme eines kurzen Selbstbeurteilungsbogens wird darüber hinaus eine allgemeine Einschätzung einer etwaig bestehenden Fatigue-Symptomatik gewährleistet. Diese kann getrennt vom kognitiven Test beurteilt werden und dient der qualitativen Gesamteinschätzung des Patienten.

Abb. 1 Ergebnisse der Stichproben in den MS-Untertests (Rohwerte)



Tab. 4 Umrechnungstabellen

Wortliste A gesamt					
Rohwerte	14	12–13	11	10	0–9
Transformierte Punkte	4	3	2	1	0
Wortliste B					
Rohwerte	5	4	3	2	0–1
Transformierte Punkte	4	3	2	1	0
Verbale Flüssigkeitsaufgabe					
Rohwerte	15	10–14	6–9	4–5	0–3
Transformierte Punkte	4	3	2	1	0
Interferenz-Test Bedingung 1					
Rohwerte	21	22–24	25–26	27–28	29
Transformierte Punkte	6	4	3	1	0
Interferenz-Test Differenz Bedingung 1–2					
Rohwerte	5	6–7	8–9	10–11	12
Transformierte Punkte	5	3	2	1	0
Wortliste A verzögert					
Rohwerte	6	4–5	3	2	0–1
Transformierte Punkte	7	5	3	1	0

Schließlich erlaubt die in diesem Verfahren angewendete alterskorrigierte Transformation der Testrohwerte eine abgestufte Einordnung des individuellen Testwertes (von Normalleistung bis deutliche kognitive Einschränkung). Hierdurch können im Abhängigkeit vom Testergebnis sowohl weitere Untersuchungen veranlasst (z.B. Vorstellung beim Neuropsychologen) oder subjektive Klagen, Sorgen und Ängste des Patienten auf einer objektiven Testbasis besprochen und relativiert werden.

Tatsächlich sollten kognitive Defizite in einem gesamttherapeutischen Konzept aufgrund der hohen Alltagsrelevanz für die Patienten möglichst früh berücksichtigt werden. Gerade im Zuge der Entwicklung moderner pharmakologischer Therapiestrategien sind die kognitiven Störungen ein entscheidender Parameter in der Beurteilung von alltagsrelevanten Effekten der Läsionslast und des Atrophiegrades.

Cognitive disturbances appear in almost 50% of Patients with MS. They refer to attention, memory, conceptual thinking and mental flexibility. Language functions as well as general

intellectual abilities are generally not affected and may thus mask particular cognitive deficits. Cognitive Dysfunctions which may develop during the disease course exert a crucial role on private as well as vocational activities. Therefore a neuropsychological evaluation should be performed as early as possible within the disease course. We present a newly developed screening-instrument (MUSIC) to evaluate cognitive deficiencies in this patient group.

Literatur

1. Amato MP, Ponziani G, Siracusa G, Sorbi S. Cognitive dysfunction in early-onset multiple sclerosis. A reappraisal after 10 years. *Archives of Neurology*, 2001; 58: 1602–1606
2. Amato MP, Ponziani G, Pracucci G, Bracco L, et al. Cognitive impairment in early-onset multiple sclerosis. Pattern, predictors, and impact on everyday life in a 4-year follow-up. *1995 Archives of Neurology*; 52: 168–192
3. Benedict RH, Bakshi R, Simon JH et al. Frontal cortex atrophy predicts cognitive impairment in multiple sclerosis. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience* 2002; 14: 44–51
4. Calabrese P. Neuropsychologische Defizite bei entzündliche Erkrankungen des ZNS. In Sturm W, Herrmann M, Wallesch CW (Hrsg.). *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie*. Lisse: Swets & Zeitlinger Publishers, 2000

5. Calabrese P, Haupts M, Gehlen W. Verlaufsabhängige Gedächtnisstörungen und Läsionsmuster bei multipler Sklerose. *Neurologie und Rehabilitation* 2000; 6: 184–188
6. Calabrese P, Haupts M, Babinsky R et al. Das Alltagsgedächtnis von Multiple Sklerose Patienten. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 1993; 4: 4–16
7. De Sonneville LM, Boringa JB, Reuling IE et al. Information processing characteristics in subtypes of multiple sclerosis. *Neuropsychologia* 2002; 40: 1751–1765
8. Fischer JS, Priore RL, Jacobs LD et al. Neuropsychological effects of Interferon β -1a in relapsing-remitting multiple sclerosis. *Annals of Neurology* 2000; 48: 885–892
9. Krupp LB, Sliwinski M, Masur DM, Friedberg F, Coyle PK. Cognitive functioning and depression in patients with chronic fatigue syndrome and multiple sclerosis. *Arch Neurology* 1994; 51: 705–710
10. Lazeron LHC, Langdon DW, Filippi M et al. Neuropsychological impairment in multiple sclerosis patients: the role of (juxta)cortical lesions on FLAIR. *Multiple Sclerosis* 2000; 6: 280–285
11. Plohmann AL, Kappos L, Ammann W et al. Computer assisted retraining of attentional impairments in patients with multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1998; 64: 455–462
12. Rao SM, Leo GJ, Bernardin L, Unverzagt F. Cognitive dysfunction in multiple sclerosis: I. Frequency, patterns and prediction. *Neurology* 1991, 41: 685–691
13. Rovaris M, Filippi M, Minicucci L et al. Cortical/subcortical disease burden and cognitive impairment in patients with multiple sclerosis. *American Journal of Neuroradiology* 2000; 21: 402–408
14. Zivanidov R, Sepcic J, Nasuelli D et al. A longitudinal study of brain atrophy and cognitive disturbances in the early phase of relapsing-remitting multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 2001; 70: 773–780

Korrespondenzadresse:

Priv.-Doz. Dr. Dipl.-Psych.
Pasquale Calabrese
Neurologische Universitätsklinik
Abteilung für Neuropsychologie und
Verhaltensneurologie
Knappschafts-Krankenhaus Bochum
In der Schornau 23–25
44892 Bochum