



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
Main Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2013

---

## **MR-Neurography - a new imaging modality for the peripheral nervous system**

Andreisek, G ; Farshad-Amacker, Nadja A ; Guggenberger, R

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-85819>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Andreisek, G; Farshad-Amacker, Nadja A; Guggenberger, R (2013). MR-Neurography - a new imaging modality for the peripheral nervous system. *Swiss Medical Forum*, 13(33):639-641.

# MR-Neurographie – eine neue bildgebende Methode zur Abklärung peripherer Nervenleiden

Gustav Andreisek<sup>a</sup>, Nadja Farshad-Amacker<sup>a, b</sup>, Roman Guggenberger<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Radiologie, UniversitätsSpital Zürich, Zürich

<sup>b</sup> Radiology Research Fellow, Hospital for Special Surgery, New York, USA

## Hintergrund



Für die Abklärung peripherer Nervenleiden steht eine neue bildgebende Methode zur Verfügung, die sogenannte «periphere Magnetresonananz-(MR-)Neurographie» [1]. Die Inzidenz peripherer Nervenleiden ist relativ hoch. So leiden ca. 5% der Gesamtbevölkerung an einer peripheren Neuropathie. Zudem gibt es Daten, die zeigen, dass bei ca. 5% aller Traumapatienten eine Verletzung peripherer Nerven vorliegt, wobei meist die Kontinuität der Nerven noch erhalten ist [2]. Die Abklärung peripherer Neuropathien stellt oft eine diagnostische Herausforderung dar, da Symptome untypisch und die klinischen Untersuchungsbefunde zweideutig sein können [3]. Zudem besteht bei akuten peripheren Neuropathien oft ein Zeitfenster, in dem weder eine genaue klinische Untersuchung noch elektrodiagnostische Tests eine abschließende Diagnose ermöglichen können.

Durch erhebliche technische Weiterentwicklungen der MR-Technik ist es seit kurzem möglich, auch kleine periphere Nerven mit guter Ortsauflösung darzustellen und periphere Neuropathien mit hoher Sensitivität zu detektieren [4]. Von MR-Neurographie spricht man, wenn eine

MR-Untersuchung speziell auf die Darstellung peripherer Nerven ausgelegt wird. Grundsätzlich unterscheidet man dabei folgende Techniken:

- Nicht-Nerven-selektive Bildgebung
- Nerven-selektive Bildgebung
- Nerven-selektive funktionelle Bildgebung.

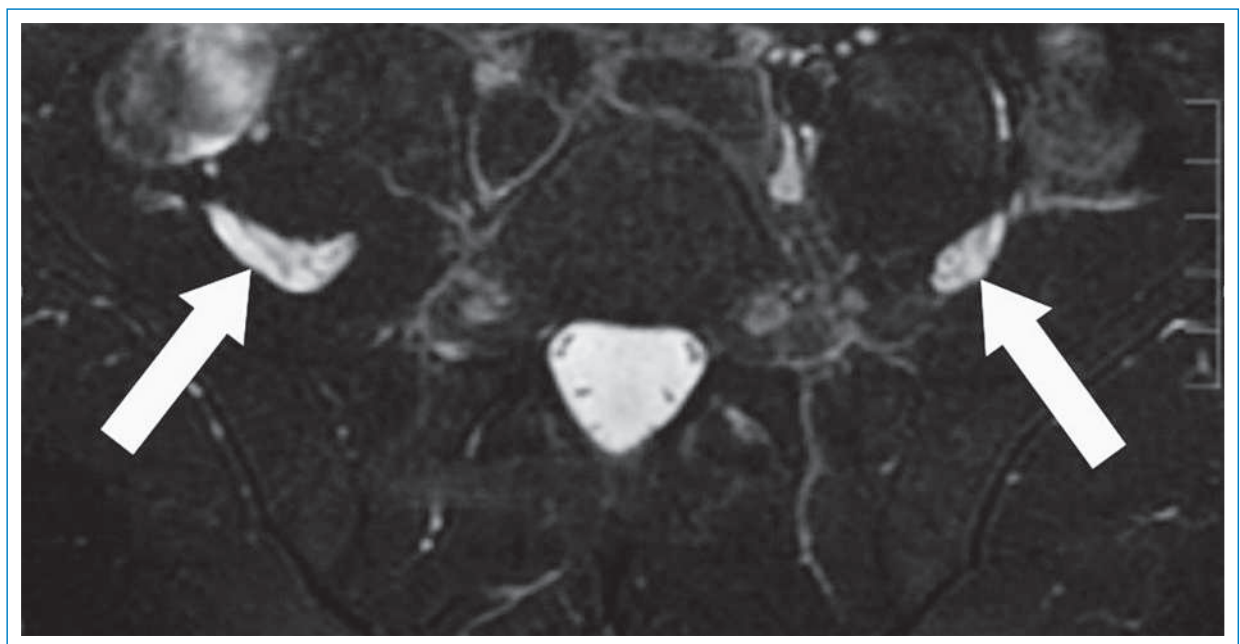
## Nicht-Nerven-selektive Bildgebung

Für die Nicht-Nerven-selektive Bildgebung verwendet man moderne, hochaufgelöste, dreidimensionale (3D) MR-Sequenzen mit sehr gutem Weichteilkontrast in T2-Gewichtung (Abb. 1 ). Die meisten dieser Sequenzen sind vom Spin-echo-Typ und werden zudem mit einem Fett-Saturationspuls oder einer anderen Fettunterdrückungstechnik kombiniert [5]. Typische Sequenz-Akronyme sind 3D SPACE STIR (Siemens) (Abb. 2 ), 3D CUBE (GE Healthcare) oder 3D VISTA (Philips). Diese Sequenzen erlauben es, selbst kleinste Nerven abzubilden. Aufgrund ihrer dreidimensionalen Natur ist es zudem leicht möglich, sekundäre Bild-Rekonstruktionen anzufertigen, mit welchen dann zum Beispiel auch der



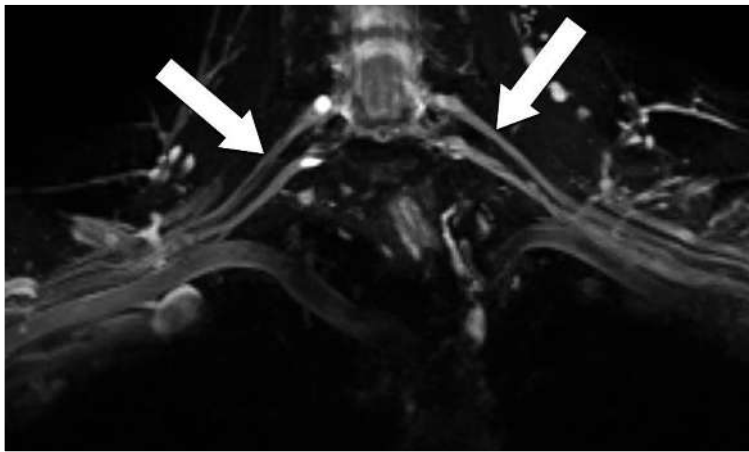
Gustav Andreisek

Die Autoren haben keine finanzielle Unterstützung und keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

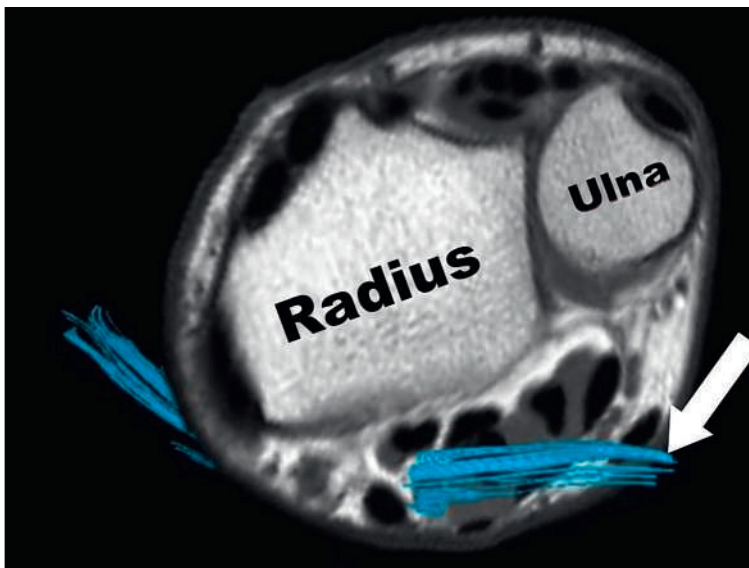


## Abbildung 1

28-jährige Frau mit unklarer, peripherer, distal betonter Polyneuropathie. Das hochaufgelöste, axiale, T2-gewichtete MR-Bild mit guter Fettunterdrückung auf Höhe der Beckenschaukel zeigt beidseits einen massiv hyperintensen (= zu hellen) Nervus femoralis (Pfeile). Zudem sind beide Nerven massiv verdickt, wobei noch angedeutet das faszikuläre Grundmuster erkennbar bleibt. Signalcharakteristik, Morphologie und fehlende Kontrastmittelaufnahme (hier nicht gezeigt) der Nerven im MR sprechen zusammen mit der Anamnese und Klinik für eine chronisch-hereditäre Neuropathie (Charcot-Marie-Tooth).

**Abbildung 2**

31-jähriger Mann mit partieller linksseitiger Plexussympomatik und mit klinischem Verdacht auf eine Kompressionsneuropathie. Das hochaufgelöste, koronare 3D SPACE STIR-Bild zeigt beidseits eine normale Grösse der Nerven des Plexus cervico-brachialis (hier beispielhaft abgebildet C6 und C7 beidseits), eine normale Signalintensität sowie einen normalen Verlauf ohne Anzeichen für eine Kompression.

**Abbildung 3**

34-jährige gesunde Teilnehmerin einer Studie, bei welcher Diffusion Tensor Imaging (DTI) zur Gewinnung von Normwerten (für FA und ADC) des Nervus medianus durchgeführt wurde. Basissequenz zur Gewinnung des Datensatzes war eine fettunterdrückte Echo-planar-imaging-(EPI)-Sequenz mit einem b-Wert von 1000 s/mm<sup>2</sup>. Das sekundär durchgeführte Fiber-Tracking illustriert die gute anatomische Korrelation des auf Basis der Wassermoleküldiffusion getrackten Nervs (Pfeil) und seines anatomischen Verlaufs.


Verlauf gekrümmter Nerven illustrativ dargestellt werden kann. Die Nicht-Nerven-selektive Bildgebung ist auf den meisten heute am Markt verfügbaren MR-Geräten einsetzbar, sie wird jedoch in der Schweiz bisher nur von wenigen Instituten dezidiert angeboten.

### Nerven-selektive Bildgebung

Die Nerven-selektive Bildgebung beinhaltet die Darstellung peripherer Nerven mittels morphologisch hochauflösender, sehr stark T2-gewichteter Sequenzen, welche

zudem diffusionsgewichtet (DW) sein sollten. Ein typischer Vertreter aus dieser Sequenzfamilie ist die 3D DW PSIF-Sequenz (Siemens), die sich im Alltag und in der Forschung im Bereich peripherer Neuropathien bewährt hat. Andere Akronyme für Sequenzen aus dieser Sequenzfamilie sind SSFP (GE Healthcare) oder T2 FFE (Philips). Die Stärke dieser Sequenzen ist, dass neben der reinen Anatomie zusätzlich noch eine Aussage über die Diffusion von Wassermolekülen im untersuchten Gewebe getroffen werden kann. In der Praxis zeichnet sich zum Beispiel die 3D DW PSIF-Sequenz durch eine exklusive Darstellung der Nerven anatomie aus [6].

### Nerven-selektive funktionelle Bildgebung

Die Nerven-selektive funktionelle Bildgebung ist derzeit noch ein Spezialgebiet innerhalb der peripheren MR-Neurographie [7]. Bei dieser Technik wird nicht nur das Vorhandensein von Wasserdiffusion in Nerven sichtbar gemacht, sondern es werden noch zusätzlich Daten zur Hauptdiffusionsrichtung eben dieser Wassermoleküle erhoben. Diese Methode wird auch als Diffusion Tensor Imaging (DTI) bezeichnet (Abb. 3 ). Sie zeigte vielversprechende Ergebnisse in verschiedenen grundsätzlichen Forschungsarbeiten zu peripheren Neuropathien, stellt im klinischen Alltag bisher allerdings nur eine unterstützende Methode dar, die vor allem an den forschungsaktiven akademischen Zentren angewandt wird [8]. Es gibt noch keine flächendeckende Verfügbarkeit der Methode. Erste klinische Studien zeigen aber bereits das enorme Potential dieser Methode als unabhängiger Biomarker für periphere Nervenleiden [9]. Es wird erwartet, dass diese Technik in der nahen Zukunft eine wichtige Rolle in der Bildgebung peripherer Nerven spielen wird.

### Stärken und Limitationen

Die periphere MR-Neurographie hat wie alle Methoden Limitationen. Zum einen ist eine gute technische Ausstattung Grundvoraussetzung. Hochfeldgeräte mit Feldstärken von 3.0T sowie dezidierte Empfangsspulen und die genannten Sequenzen sind praktisch unabdingbar [10]. Zudem sind bislang nur wenige Radiologen in der Beurteilung von MR-Neurographie-Bildern geschult. Das notwendige Wissen dürfte sich aber in der Zukunft rasch verbreiten, da die Radiologien an den akademischen Zentren der Schweiz auf diesem Gebiet in Forschung und Lehre sehr aktiv sind. Einzelne Zentren zählen derzeit sogar zu den weltweit führenden Einrichtungen im Bereich MR-Neurographie-Forschung.

Als neue Methode muss sich die periphere MR-Neurographie zudem bekannt machen. Aus der persönlichen Erfahrung der Autoren zeigt sich aber, dass in vielen klinisch unklaren Fällen wichtige Zusatzinformationen für den Zuweiser generiert werden können und die Methode schnell Eingang in den klinischen Abklärungsalgorithmus findet, der nach wie vor ein ausführliche klinisch-neurologische und funktionelle neurophysiologische Untersuchung beinhalten sollte. Welche Rolle die beschriebene Nerven-selektive funktionelle Bildgebung

in Zukunft im Hinblick auf die Ergänzung der elektro-neurographischen und myographischen Untersuchungen haben wird, kann zum heutigen Zeitpunkt noch nicht bewertet werden; dies ist aktuell Fokus intensiver Forschung. Wissenschaftliche Berichte zeigen aber, dass das Patientenmanagement bereits heute durch die vorhandenen Methoden der MR-Neurographie erheblich beeinflusst wird [3]. Eine besondere Stärke ist sicherlich auch die objektive Dokumentierbarkeit der Befunde mittels eines MR-Bilds.

## Fazit

Die MR-Neurographie zur Abklärung von peripheren Neuropathien ist eine hervorragende, sich rasch verbreitende, bildgebende Methode, die auf grosse Resonanz bei den mit diesen Krankheitsbildern vertrauten klinischen Kollegen stösst. Moderne Geräte und Sequenzen sind Grundvoraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz dieser Methode, die bei entsprechender radiologischer Expertise in vielen Fällen dem Zuweiser wichtige Zusatzinformationen liefert und so ultimativ das Patientenmanagement beeinflusst.

---

### Korrespondenz:

PD Dr. med. Gustav Andreisek  
Executive MBA HSG  
Head of MSK and MR imaging  
Department für Radiologie  
UniversitätsSpital Zürich  
Rämistrasse 100  
CH-8091 Zürich  
[gustav\[at\]andreisek.de](mailto:gustav[at]andreisek.de)

---

### Literatur

- 1 Chhabra A, Andreisek G. *Magnetic Resonance Neurography*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2012.
- 2 England JD, Asbury AK. Peripheral neuropathy. *Lancet*. 2004; 363(9427):2151–61.
- 3 Andreisek G, Burg D, Studer A, Weishaupt D. Upper extremity peripheral neuropathies: role and impact of MR imaging on patient management. *Eur Radiol*. 2008;18(9):1953–61.
- 4 Chhabra A, Andreisek G, Soldatos T, et al. MR neurography: past, present, and future. *AJR American journal of roentgenology*. 2011; 197(3):583–91.
- 5 Chhabra A, Chalian M, Soldatos T, et al. 3-T high-resolution MR neurography of sciatic neuropathy. *AJR American journal of roentgenology*. 2012;198(4):W357–64.
- 6 Chhabra A, Soldatos T, Subhawong TK, et al. The application of three-dimensional diffusion-weighted PSIF technique in peripheral nerve imaging of the distal extremities. *Journal of magnetic resonance imaging: JMRI*. 2011;34(4):962–7.
- 7 Filler AG. MR Neurography and Diffusion Tensor Imaging: Origins, History & Clinical Impact. *Nature Precedings*. 2009:2877.
- 8 Andreisek G, White LM, Kassner A, Sussman MS. Evaluation of diffusion tensor imaging and fiber tractography of the median nerve: preliminary results on intrasubject variability and precision of measurements. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194(1):W65–72.
- 9 Guggenberger R, Markovic D, Eppenberger P, et al. Assessment of median nerve with MR neurography by using diffusion-tensor imaging: normative and pathologic diffusion values. *Radiology*. 2012; 265(1):194–203.
- 10 Chhabra A, Lee PP, Bizzell C, Soldatos T. 3 Tesla MR neurography – technique, interpretation, and pitfalls. *Skeletal radiology*. 2011; 40(10):1249–60.