

## Magnetresonanz-Spektroskopie der Prostata

### Patienteninformation

#### Was versteht man unter Magnetresonanz-Spektroskopie?

Neben der Erzeugung von Schnittbildern verschiedenster Organsysteme (Magnetresonanz- bzw. Kernspintomographie, MRT bzw. KST) können die unterschiedlichen Magnetresonanz- (MR)-Eigenschaften von Molekülen auch zur Analyse von Stoffgemischen eingesetzt werden. Die einzelnen molekularen Bestandteile auch von Geweben lassen sich anhand ihrer unterschiedlichen Resonanzfrequenzen identifizieren und quantifizieren (Spektroskopie). Die Spektroskopie erzeugt also keine Abbildungen der Gewebsstrukturen wie die MRT, sondern misst die Gewebszusammensetzung.

#### Wie kann man die MR-Spektroskopie an der Prostata nutzen?

Bislang war der Einsatz der MR-Spektroskopie in der Medizin aber auf Messungen von Gewebeproben oder von großen Organen beschränkt. Erst in den letzten Jahren konnte die Technik der MR-Spektroskopie so verbessert werden, dass nichtinvasiv auch kleine Organe wie die Prostata in allen drei Raumrichtungen (3D) mit hoher räumlicher Auflösung ( $<0,5\text{cm}^3$ ) untersucht werden können.

Gesundes Prostatagewebe produziert Citrat. Bei Prostataerkrankungen *sinkt der Citratgehalt* des Gewebes ab. *Bösartige Prostatatumoren* führen zusätzlich durch die Zellvermehrung zu einer *Erhöhung von Cholin*, einem Bestandteil der Zellmembran. Citrat und Cholin lassen sich mit der MR-Spektroskopie (MRS) messen. Mit der 3D-MRS wird die gesamte Prostata in kleine Volumenelemente von unter  $0,5\text{cm}^3$  unterteilt und in jedem Volumenelement Citrat und Cholin bestimmt. Bösartige Tumoren können anhand einer Erniedrigung von Citrat und einer Erhöhung von Cholin mit der 3D-MRS erkannt werden (Abb. 1).

#### Was sind die Voraussetzungen für die 3D-MR-Spektroskopie?

Für die 3D-MRS wird ein Hochleistungs-MR-Gerät benötigt. Die Untersuchung der Prostata sollte mit einer Kombination aus Oberflächen- (sog. Phased-Array) und Endorektalspule erfolgen. Eine Endorektalspule ist ein spezieller Empfänger der MR-Signale, der in den Enddarm des Patienten eingeführt wird und direkt der Prostata anliegt. Durch die Nähe zur Prostata wird ein hohes Signal empfangen, welches erst hochauflösende Untersuchungen möglich macht. Für die Auswertung der Signale ist eine spezielle Workstation und Software erforderlich.

Wichtigste Voraussetzung für eine wegweisende Diagnostik ist die Erfahrung mit dieser neuen Technik. Die 3D-MR-Spektroskopie der Prostata hat gerade erst das experimentelle Stadium verlassen. Nur wenige Zentren sind bislang in der Lage, 3D MR-Spektroskopien der Prostata durchzuführen. Das Radiologische Zentrum München-Pasing besitzt langjährige Erfahrung in der Anwendung der MRT zur Prostatadiagnostik. Seit 1993 wurden von den

Ärzten des Zentrums mehr als 7000 Patienten an der Prostata untersucht. Herr Priv. Doz. Dr. Scheidler hat sich während eines zweijährigen Forschungsaufenthaltes an der University of California – San Francisco spezielle Kenntnisse in der MR-Spektroskopie erworben und sich über deren Einsatz zur Diagnose des Prostatakarzinoms habilitiert. Im September 2003 wurde am Radiologischen Zentrum München-Pasing der 1. Europäische Prostata-MR-Spektroskopie-Kurs abgehalten.

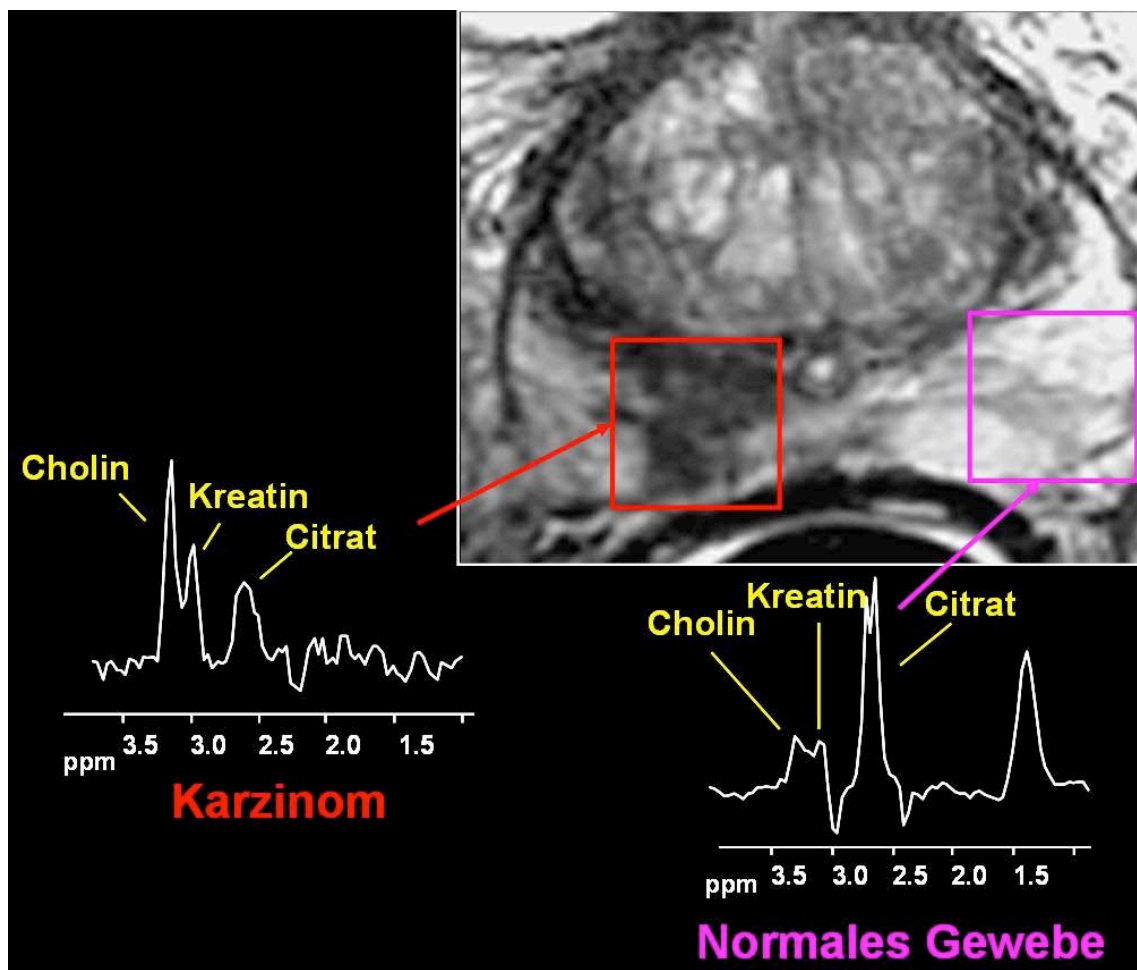


Abbildung 1: Vergleich von normaler Prostata und Prostatakarzinom mit MRT und 3D-MRS. Prostatakarzinome, aber auch z.B. Prostataentzündungen sind dunkel in der MRT, während normales Prostatagewebe ein sehr helles Signal aufweist. Der hohe Cholin- und der niedrige Citratgehalt, entsprechend der Höhe der Spitzen (Peaks) in der 3D-MRS, sind typisch für ein Prostatakarzinom.

## Ist die MR-Spektroskopie zur Tumorfürherkennung geeignet?

Die derzeit empfindlichste Untersuchung zur Tumorfürherkennung an der Prostata ist die Bestimmung eines Tumormarkers, des prostataspezifischen Antigens (PSA), und des Verhältnisses zwischen freiem und gebundenem PSA (PSA-Quotient) aus dem Blut. Ein normaler PSA-Wert schließt einen bösartigen Tumor an der Prostata (Prostatakarzinom) mit hoher Wahrscheinlichkeit aus. Bei einer PSA-Erhöhung muss zunächst eine ausführliche urologische Untersuchung erfolgen, mit der versucht wird, ein Prostatakarzinom zu finden bzw. andere Erklärungen für eine PSA-Erhöhung, wie z.B. eine gutartige Prostatavergrößerung oder eine Prostataentzündung auszuschließen.

## Für welche Patienten ist die 3D-MR-Spektroskopie interessant?

Nachteil der PSA-Bestimmung ist die relativ niedrige Spezifität, d.h. PSA kann auch bei Patienten erhöht sein, die kein Prostatakarzinom haben. Andererseits gibt es Patienten, bei denen eine PSA-Erhöhung vorliegt, aber der Urologe mit seinen Untersuchungsverfahren keinen Tumor und keine anderweitige Erklärung für die PSA-Erhöhung finden kann.

Besonders sinnvoll ist die 3D-MRS bei Patienten

- mit erhöhtem PSA-Wert/erniedrigtem PSA-Quotient, bei denen sich die Werte im Verlauf immer weiter in den krankhaften Bereich verschieben.
- bei denen schon eine Biopsie (Probenentnahme) aus der Prostata erfolgt ist und kein Tumor gefunden werden konnte, PSA aber weiter ansteigt.

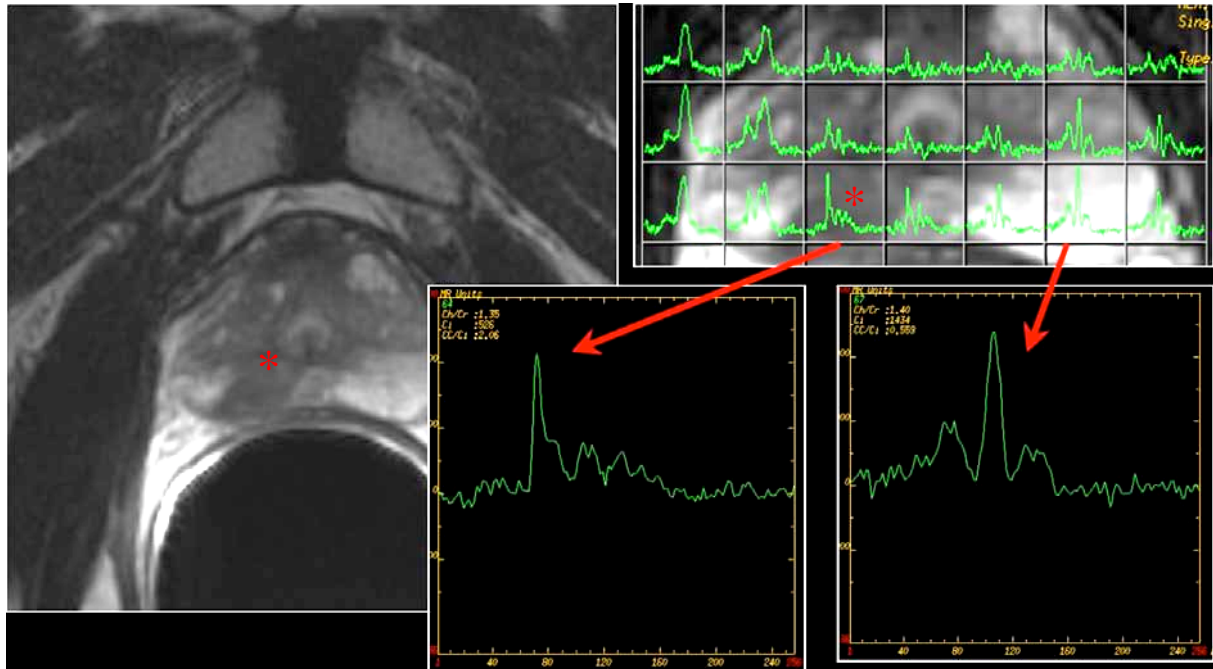


Abbildung 2: Beispiel einer 3D-MRS bei einem 61-jährigen Patienten mit Prostatakarzinom rechts \*. Mit der 3D-MRS wird die Prostata Schicht-für-Schicht mit kleinen Volumenelementen abgedeckt. Im Areal des Tumors erkennt man den hohen Cholin- und den niedrigen Citrat-Peak (vergleiche Abb. 1).

## Wie läuft die Untersuchung ab? Muss ich mich besonders auf die Untersuchung vorbereiten?

Eine besondere Vorbereitung ist nicht erforderlich. Sie sollten kurz vor der Untersuchung auf die Toilette gehen und Darm und Blase entleeren, damit die Endorektalspule problemlos in den Enddarm eingeführt werden kann. Es ist nicht erforderlich, dass Sie nüchtern sind. Ein Kontrastmittel wird Ihnen für die Untersuchung nicht verabreicht.

Generell können MR-Untersuchungen bei Patienten mit Herzschrittmacher nicht durchgeführt werden. Sind bei Ihnen künstliche Herzklappen oder Innenohrprothesen implantiert worden, muss vor der Untersuchung geklärt werden, ob diese kernspintauglich sind. Dazu benötigen wir Ihren Implantatausweis. Bei Platzangst (Klaustrophobie) kann Ihnen ein Beruhigungsmittel vor der Untersuchung verabreicht werden. Die Reaktionszeit wird durch das Medikament aber verlangsamt, so dass Sie nach der Untersuchung nicht mehr Auto fahren dürfen und sich abholen lassen müssen.

Zu Beginn der Untersuchung platziert der Arzt zunächst die Endorektalspule im Enddarm. Zunächst werden hochauflösende MRT-Aufnahmen der Prostata in mehreren Ebenen angefertigt. Diese dienen in erster Linie zur Planung der spektroskopischen Messung, die im Anschluss erfolgt, sind aber auch zur Tumordiagnostik geeignet, d.h. es wird eine Kombination aus MRT und 3D-MRS durchgeführt. Für die Untersuchung liegen Sie in bequemer Rückenlage im Kernspintomographen. Die Untersuchung ist sehr aufwändig und dauert daher ungefähr eine Stunde.

Nach Abschluss der Untersuchung werden die Aufnahmen mit Ihnen besprochen. Das Ergebnis der Spektroskopie kann Ihnen nicht direkt mitgegeben werden, sondern wird Ihrem Arzt zugesandt, da die Auswertung bis zu zwei Stunden in Anspruch nimmt.

## **Wie genau ist die 3D-MR-Spektroskopie?**

Die bisherigen Ergebnisse der 3D-MRS beim Prostatakarzinom sind viel versprechend. In Kombination mit der Magnetresonanztomographie (MRT) kann eine Treffsicherheit von ca. 80-85% erzielt werden. Falsch negative Ergebnisse, d.h. ein Tumor wird nicht erkannt, sind gelegentlich zu beobachten. Dies liegt in erster Linie daran, dass Tumoren mit niedrigem Malignitätsgrad sich nur wenig von normalem Prostatagewebe unterscheiden und daher auch kein erhöhtes Cholin zu finden ist. Auch gibt es Prostatakarzinome, die nicht als umschriebener Herd wachsen, sondern als einzelne Tumorzellen in normales Gewebe eingestreut vorliegen und daher nur in der Gewebeprobe mikroskopisch erkannt werden.

## **Werden die Kosten von der Krankenkasse übernommen?**

Nach den derzeit gültigen gesetzlichen Bestimmungen ist die MR-Spektroskopie im Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen nicht enthalten, d.h. eine Abrechnung über Überweisungsschein ist nicht erlaubt. Die Abrechnung erfolgt daher nach der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ). Private Krankenkassen übernehmen im Regelfall die Kosten der Untersuchung, insbesondere wenn sie auf Veranlassung Ihres Urologen geschieht. Gesetzlich versicherten Patienten bieten wir die Untersuchung als sog. Individuelle Gesundheitsleistung (IGEL) an. Ggf. schicken wir Ihnen gerne einen Kostenvoranschlag zu.

## **Veröffentlichungen von Autoren des Radiologischen Zentrums zur MRT und 3D-MR-Spektroskopie des Prostatakarzinoms (Auswahl)**

- Prostate cancer: localization with three-dimensional proton MR spectroscopic imaging—clinicopathologic study. J. Scheidler et al., *Radiology* 1999;213:473-480  
<http://radiology.rsna.org/cgi/content/abstract/213/2/473>
- Prostate cancer: prediction of extracapsular extension with endorectal MR imaging and three-dimensional proton MR spectroscopic imaging. K. Yu, J. Scheidler et al., *Radiology* 1999;213:481-488
- MR-Tomographie beim Prostatakarzinom. A. Heuck, J. Scheidler, B. Sommer et al., *Radiologe* 2003;43:464-473
- Combined MRI and MRS in Prostate Cancer: Improvement of Spectral Quality by Susceptibility Matching. J. Scheidler, A.F. Heuck et al., *RöFo Fortschr Röntgenstr* 2009; 181: 531-535  
<https://www.thieme-connect.com/ejournals/abstract/roefo/doi/10.1055/s-0028-1109182>