

Magnetsysteme für die NMR-Tomographie – Technische Eigenschaften und Betriebskosten

Zu dem Beitrag von Diplom-Physiker Bertold Knüttel
und Dr. Wolfgang Müller
in Heft 14/1985, Seiten 1002 bis 1009

Stellungnahme I

Wir sind der Meinung, daß die von den Verfassern aufgestellten Thesen der Korrektur bedürfen.

1. Die Verfasser unterstellen für alle betrachteten Konzepte den gleichen Patientendurchsatz von 2500 Patienten pro Jahr. Die Erfahrungswerte aus USA und Europa mit supraleitenden Magneten sind heute im Mittel 8 bis 10 Patienten täglich, was zu etwa 2000 Untersuchungen pro Jahr führt. Das bedeutet einen um ca. 20 Prozent höheren Kostenanteil pro Untersuchung, wobei die Honorierung der ärztlichen Leistungen in den angegebenen Kosten nicht enthalten ist. Dieses erscheint uns insbesondere angesichts der heftigen Diskussion um die MR-Abrechnungssätze wichtig.

2. Nicht stichhaltig ist die Behauptung, man benötige nur geringe Feldstärken für die MR-Tomographie und vermeide so hochfrequenztechnische Probleme.

Abgesehen davon, daß diese Probleme im zur Debatte stehenden Feldstärkebereich technisch längst gelöst sind, führen in diesem Bereich höhere Feldstärken zur Möglichkeit, bezüglich Detailauflösung und Kontrast bessere Bilder bei gleichbleibender Meßzeit zu erzeugen. Alternativ kann man bei gleichbleibender Bildqualität die Meßzeiten verkürzen. Damit läßt sich das für Arzt und Patient kritische Problem der MR-Untersuchung entschärfen, näm-

lich die relativ lange Zeit, während der der Patient ruhig liegen muß.

3. Die Annahme gleicher Patientenzahlen für beide Systeme ist nicht aufrechtzuerhalten. Bei den hier verglichenen Konzepten kann bei gleichen Ansprüchen an die Bildqualität von weniger als der halben Meßzeit am 0,5-Tesla-Supraleit-Magneten ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der Rüstzeiten beträgt der Patientendurchsatz des Widerstandsmagneten nur etwa 65 Prozent des 0,5-Tesla-Kryomagneten. Damit wird jedoch auch der vermeintliche Kostenvorteil des Widerstandsmagneten aufgehoben. Dabei ist noch nicht in Betracht gezogen, daß die Kostenaufstellung bezüglich Energie und Wasser ohnehin zugunsten des Widerstandssystems „geschönt“ ist. Eine gewisse Chance für das propagierte Widerstands-Konzept mag es in Zukunft bei geringen Ansprüchen an Bildqualität oder Patientenzahl geben.

4. Der Widerstandsmagnet stand bei fast allen medizintechnischen Großfirmen am Anfang der MR-Entwicklung und wurde zugunsten der supraleitenden Systeme aufgegeben.

Dr. Fritz Jensen
Dr. Jürgen Heinzerling
C. H. F. Müller
Unternehmensbereich
der Philips GmbH
Alexanderstraße 1
2000 Hamburg 1

Stellungnahme II

Der Übersichtsaufsatz von Knüttel und Müller stellt unter anderem fest, daß für die Bilddarstellung Feldstärken zwischen 0,2 und 0,3 Tesla zu bevorzugen sind. Als Begründung werden neben wissenschaftlichen auch ökonomische Gesichtspunkte aufgeführt. Der Aufsatz geht nicht auf die für die Praxis so eminent wichtige Frage der Bildqualität ein.

Es ist eine immer wieder bestätigte Erfahrung, daß die Sicherheit der Befundung in kritischen Fällen von der Bildqualität, das heißt neben anderem vom Signal-zu-Rausch-Verhältnis abhängt. Dieses Signal-zu-Rausch-Verhältnis steigt bei Feldstärken über 0,1 T immer noch mit der Wurzel aus der Feldstärke an, ist also zum Beispiel bei 1 T deutlich besser als bei 0,2 T. Selbstverständlich läßt sich durch Verlängerung der Meßzeit auch bei niedrigen Feldstärken das Signal-zu-Rausch-Verhältnis verbessern, jedoch wächst dadurch die Gefahr von Bewegungsartefakten, und der Patientendurchsatz geht zurück.

Darüber hinaus ist die von den Autoren durchgeführte Kostenabschätzung zu bezweifeln. Der von der DFVLR im Oktober 1984 vorgelegte Ergebnisbericht „Kernspin-Tomographie“ kommt unter den realistischen Annahmen 1400 Patienten/Jahr beim Widerstandsmagneten und rund 200 Patienten/Jahr beim 1-T-Kryomagneten zu fast gleichen Kosten je Untersuchung. Bei gleich groß angenommenem Patientendurchsatz (1800 Patienten/Jahr) schneidet der Widerstandsmagnet nur unwesentlich günstiger ab.

Neben der entschieden besseren Bildqualität bei vorgegebener Meßwertersparungszeit haben supraleitende Magnete neuester Bauart ein Homogenitätswolumen ($\Delta B/B = 10^{-5}$) von 50 cm (!) Durchmesser. Auch ist mit einem deutlich niedrigeren Kühlmittelver-

brauch als in der Tabelle 1 des Übersichtsaufsatzes angegeben zu rechnen, was die Kostenrechnung weiter zugunsten des supraleitenden Magneten verschiebt. Den Autoren ist bei ihren Feststellungen zur In-vivo-Spektroskopie voll zuzustimmen.

Professor Dr. med. Josef Lissner
Direktor der Radiologischen
Universitäts-Klinik
im Klinikum Großhadern
Marchioninistraße 15
8000 München 70

Schlußwort

Zu Stellungnahme I

Zu 1.: Die von uns angegebenen 2500 Untersuchungen pro Jahr sind eine beispielhaft zu verstehende Rechengröße. Nach unseren Informationen beträgt heute in Europa und den USA der Durchschnitt der Untersuchungen pro Jahr zwischen 2000 und 2500. (Legt man die Zahl 2000 zugrunde, so erhöht sich die Differenz in den Kosten pro Aufnahme sogar noch weiter zugunsten des Eisenmagneten.) Im übrigen bezog sich die Abschätzung ausdrücklich auf die Betriebskosten und enthielt weder Arzthonorar noch Verdienst, geschweige denn Risikozuschlag – eine Tatsache, die dem gründlichen Leser des Artikels nicht entgehen und zu keinen falschen Schlußfolgerungen bei der anstehenden Diskussion über die Honorierung der ärztlichen Leistungen führen konnte.

Zu 2. und 3.: Bei Ausnützung der größeren apparativen Möglichkeiten resistiver Systeme besteht zwischen einem resistiven 0,28 T-System und einem supraleitenden 0,5 T-System nach unserer Erfahrung kein für die Diagnosefindung signifikanter Empfindlichkeitsunterschied. Dazu kommt noch, daß bekanntlich die Verlängerung der Relaxationszeit T_1 beim Übergang zu höheren Feldern zusätzlich kontrastverringert wirkt. Es ist daher bei vergleichbarer diagno-

stischer Information mit gleichen Meßzeiten zu rechnen. Zudem benötigt man heute auch bei Niederfeldsystemen (0,2 bis 0,3 T) praktisch nur einen, maximal zwei Scans pro Aufnahme, das heißt auch eine eventuell vorhandene höhere Empfindlichkeit ließe sich nicht in eine kürzere Meßzeit umsetzen, da diese Zahl nicht mehr verringert werden kann.

Zu 4.: Es ist zutreffend, daß fast alle medizinischen Großfirmen Anfang der 80er Jahre mit Widerstandsmagneten begonnen haben, die Weiterentwicklung jedoch zu einem sehr frühen Zeitpunkt, als die Geräte noch nicht ausgereift waren, wieder aufgegeben haben. Man sollte nicht zirka vier Jahre zurückliegende Ergebnisse mit ausgereiften Bildern der heutigen Tomographen vergleichen. So können zum Beispiel die vier Jahre alten Ergebnisse unserer resistiven Luftspulen (0,14 T) qualitätsmäßig in gar keiner Weise mit heutigen Resultaten der 0,28 T-resistiven Eisenmagneten verglichen werden. In unserer Firma werden sowohl resistive als auch supraleitende Magnete entwickelt; jedoch setzen wir letztere, wesentlich teureren Systeme primär in jenen Bereichen (In-vivo-Spektroskopie und Imaging in der Forschung) ein, wo sie technisch zwingend notwendig sind.

Zu Stellungnahme II

Herr Prof. Lissner bezieht sich in seiner Zuschrift auf den Ergebnisbericht „Kernspintomographie“ der DFVLR, in dem für resistive Systeme als Annahme für die Kostenabschätzung 1400 Patienten pro Jahr zugrunde gelegt wurden. Dieser Bericht beruht größtenteils auf Anfangserfahrungen mit resistiven 0,14 T-Geräten der ersten Generation. Zum damaligen Zeitpunkt der Umfrage wurden keine Ergebnisse eisenabgeschirmter resistiver Geräte bei 0,28 T berücksichtigt. Neuere Erfahrungen bestätigen, daß mit diesen Geräten und 0,5 T-Supraleitungssystemen

gleicher Patientendurchsatz erreicht wird und praktisch kein Unterschied in der diagnostischen Einsetzbarkeit besteht. Weiterhin sind einige entscheidende Punkte der Kostenabschätzungen des DFVLR-Berichts zu korrigieren (zum Beispiel der mit 510 000 DM angenommene Betrag für Streufeldabschirmung, welcher bei eisenabgeschirmten Systemen gleich Null anzusetzen wäre).

Der von uns angegebene Kühlmittelverbrauch bei supraleitenden Systemen entspricht den Garantiewerten des derzeit größten Lieferanten solcher Systeme. Aber auch bei Zugrundelegung optimaler Verhältnisse erkennt man aus Tabelle 2 des Artikels, daß die Summe der Verbrauchskosten, die bei allen Systemen nur etwa 10 Prozent der Fixkosten beträgt, unabhängig von der Magnetausführung keinen wesentlichen Einfluß auf die Kosten der Aufnahme hat.

Zusammenfassend möchten wir hervorheben, daß hier keineswegs die Zunahme des Signal/Rausch-Verhältnisses mit wachsender Feldstärke bestritten werden soll, wenn auch dieser Gewinn bei hohen Feldstärken mehr und mehr abflacht und schließlich in einen Sättigungsbereich übergeht. Der dadurch erzielbare zusätzliche diagnostische Nutzen ist jedoch bei der heutigen Bildqualität der resistiven Eisensysteme nicht mehr sehr groß und steht in keiner sinnvollen Relation zu den entstehenden Zusatzkosten. Im Zeichen der Kostendämpfung sollte man nicht nur den immer teureren, aufwendigeren und schwieriger zu installierenden Geräten das Wort reden, sondern sich die Frage stellen, welches das ökonomisch optimale Gerät für einen breiten Einsatz ist, das über 90 Prozent der diagnostischen Probleme bei vernünftigt gesetzten, hohen Qualitätsansprüchen löst.

Bertold Knüttel, Silberstreifen
7512 Rheinstetten 4 / Karlsruhe