

Magnetresonanz-Elastographie

Magnetic resonance elastography

Autoren

I. Sack¹

Institut

¹ Institut für Radiologie der Charité Berlin, CCM

Einleitung

Seit den Anfängen der Heilkunst spielt die tastende Hand zur Untersuchung und Erkennung von Krankheiten eine wichtige Rolle. Auch heute, in Zeiten medizinischer Bildgebung, ist die Palpation elementar. Beim Tasten werden Gewebeschichten verschoben, gewöhnlich ohne Komprimierung des Gewebes. Diese Art der Verzerrung wird in komplementären Verfahren der Materialprüfung als Scherung bezeichnet. Die Scherelastizität, oder der Schermodul μ (Einheit kPa), hängt in biologischem Gewebe von der Vernetzung zellulärer Schichten ab, die sich gerade im Krankheitsfall, wie bei Nekrose, Tumoren oder kollagenen Durchwachsungen (z.B. fibröse Leber) erheblich ändern kann. Die Sensitivität des Schermoduls wird durch seinen großen Wertebereich unterstrichen: Von viskösem Blut ($\mu=0$ Pa) bis Knochen ($\mu=10$ GPa) umfasst er im menschlichen Körper über 10 Größenordnungen!

kurzgefasst

Der Schermodul im Körper ist sehr variabel.

Palpation versus moderne Bildgebung

Die heute eingesetzten bildgebenden Verfahren beruhen auf unterschiedlichen physikalischen Prinzipien. Die Ultraschalldiagnostik basiert auf Reflektion und Streuung hochfrequenter elastischer Wellen, die ähnlich den Schallwellen in der Luft, eine oszillierende Materialkomprimierung darstellen. Da sich der Wassergehalt aller Weichgewebe im menschlichen Körper mit etwa 75% nur geringfügig unterscheidet, ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen wenig gewebespezifisch, sondern wird in erster Näherung vom sehr hohen Kompressionsmodul des Wassers bestimmt. Ebenso zeigen die Abschwächungskoeffizienten in Röntgen- und CT-Untersuchungen, ähnlich den Relaxationszeiten in der

MRT, eine relativ geringe Spezifität biologischen Gewebes, da die zugrunde liegenden physikalischen Prozesse auf subzelluläre Dimensionen beschränkt sind. Daher werden in der klinischen Routine verschiedene Kontrastmittel eingesetzt, die aufgrund ihrer Transporteigenschaften im Körper die Physik der Bildgebung besser an zelluläre Gewebeeigenschaften koppeln. Allerdings bleiben modernen bildgebenden Verfahren elastische Veränderungen verborgen (▶ Abb. 1).

kurzgefasst

Kontrastparameter in der medizinischen Bildgebung sind nur sekundär mit der Gewebestruktur verbunden.

An diesem Punkt setzt die „Elastographie“ an. 1991 kombinierte J. Ophir erstmals die physikalische Berührung eines Gewebes mit Bildgebung, um daraus mechanische Materialeigenschaften abzuleiten. So stellte er im Ultraschallbild die Deformation eines weichen Phantoms unter einer definierten Druckanwendung dar, um daraus das Bild der Elastizitätsverteilung zu rekonstruieren. Dieses Prinzip der Abbildung der Verzerrung weicher Gewebe bei einer bestimmten mechanischer Spannung, liegt allen modernen Elastographie-Techniken zugrunde. ▶ Abb. 2 stellt das originäre statische Prinzip der Elastographie dem dynamischen Verfahren gegenüber, das auf der Anwendung von Scherwellen beruht. Beide Varianten erlauben die Rekonstruktion von Elastizitätsbildern. Allerdings ist es nur mittels dynamischer Elastographie möglich, auch tief liegende Gewebeschichten abzutasten. Neben dem Ultraschall bietet die Magnetresonanztomographie (MRT) hervorragende Möglichkeiten der Weichteilbildgebung. Der abschattungsfreie, dreidimensionale Bildkontrast der MRT kombiniert mit niederfrequenten akustischen Vibrationen bietet heute die einzige Möglichkeit, beliebige Organe und Gewebe im lebenden Körper elastographisch zu untersuchen. Derzeit wird die dynamische MR-

Radiologie, Grundlagenforschung

Schlüsselwörter

- ▶ MR-Elastographie
- ▶ Grundlagen
- ▶ aktuelle Entwicklungen
- ▶ Leber
- ▶ Gehirn
- ▶ Herz

Key words

- ▶ MR elastography
- ▶ principles
- ▶ recent developments
- ▶ liver
- ▶ brain
- ▶ heart

eingereicht 12.7.07

akzeptiert 4.12.07

Bibliografie

DOI 10.1055/s-2008-1017505
Dtsch Med Wochenschr 2008;
133: 247–251 · © Georg Thieme
Verlag KG Stuttgart · New York ·
ISSN 0012-0472

Korrespondenz

Dr. rer. nat. Ingolf Sack
Institut für Radiologie der
Charité Berlin, CCM
Charitéplatz 1
10117 Berlin
Tel. 030/450-539058
Fax 030/450-539901
eMail ingolf.sack@charite.de