

Konstruktion und messtechnische Charakterisierung komplexer Ultraschallphantome für die inverse magnetomotorische Ultraschallbildgebung

Mittwoch, 19. Juni 2024 11:10 (25 Minuten)

Ein vielversprechender Ansatz für die lokale Tumorthherapie ist das Magnetic Drug Targeting (engl. MDT) mit superparamagnetischen Eisenoxid-Nanopartikeln (engl. SPIONs) in Kombination mit einem auf inverser magnetomotorischer Ultraschallbildgebung (engl. IMMUS) basierendem Überwachungssystem. SPIONs mit gebundenen Chemotherapeutika können über den Blutkreislauf durch ein externes Gradientenfeld in den Tumor gelangen und sich dort verteilen. IMMUS wurde entwickelt, um diese Verteilung der SPIONs quantitativ zu erfassen. Die Idee von IMMUS besteht darin, die simulierte magnetisch induzierte Gewebeverschiebung mit der sonografisch ermittelten realen Gewebeverschiebung zu vergleichen, wenn ein bekanntes magnetisches Wechselfeld angelegt wird, um die SPIONs und damit das umgebende Gewebe in Bewegung zu setzen. IMMUS ist derzeit auf 2D mit einem harmonischen Magnetfeld und vorher bekannten Materialparametern und Tumorgeometrien beschränkt. Da diese Parameter des Tumorgewebes von Fall zu Fall variieren, müssen sie bei einer MDT-Therapie individuell bestimmt werden. Zudem verändert das Einbringen einer für die MDT-Therapie relevanten Menge von SPIONs die Materialparameter nicht signifikant. Daher können quantitative ultraschallbasierte Gewebecharakterisierungstechniken (engl. UTCT) wie die Scherwellenelastographie (engl. SWE) oder die transiente Elastographie (engl. TE) zur einmaligen Charakterisierung des tumorösen Zielgewebes im Vorfeld einer MDT-Therapie eingesetzt werden. Beide Techniken sind bereits klinisch zugelassen und für die Anwendung am Menschen erlaubt. Die Grundidee beider Techniken besteht darin, eine langsame mechanische Scherwelle im biologischen Gewebe zu erzeugen und ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit zu verfolgen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit hängt von den Materialparametern ab und kann daher als Größe zur Materialcharakterisierung verwendet werden.

Für die Entwicklung und Verbesserung von UTCTs können Ultraschallphantome auf Basis von Polyvinylalkohol (engl. PVA), die mit SPIONs und zusätzlichem Streumaterial durchsetzt sind, für Studien verwendet werden. Dieser Beitrag beinhaltet einen Überblick über wichtige Aspekte der Konstruktion von PVA-Phantomen und die experimentelle Bestimmung der mechanischen Parameter Elastizitätsmodul, Dichte und Scherwellengeschwindigkeit.

Hauptautor: Herr HEIM, Christian (Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK, Professur für Elektrische Messtechnik und Eingebettete Systeme, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland)

Co-Autoren: Herr HUBER, Christian (Hals-Nasen-Ohren-Klinik –Kopf- und Halschirurgie, Sektion für Experimentelle Onkologie und Nanomedizin (SEON), Professur für KI-gesteuerte Nanomaterialien, Universitätsklinikum Erlangen, Deutschland); Dr. ULLMANN, Ingrid (Department Elektrotechnik-Elektronik-Informationstechnik (EEI), Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik (LHFT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland); Prof. LYER, Stefan (Hals-Nasen-Ohren-Klinik –Kopf- und Halschirurgie, Sektion für Experimentelle Onkologie und Nanomedizin (SEON), Professur für KI-gesteuerte Nanomaterialien, Universitätsklinikum Erlangen, Deutschland); Prof. RUPITSCH, Stefan (Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK, Professur für Elektrische Messtechnik und Eingebettete Systeme, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland)

Vortragende(r): Herr HEIM, Christian (Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK, Professur für Elektrische Messtechnik und Eingebettete Systeme, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland)

Sitzung Einordnung: Medizinische Anwendungen

Track Klassifizierung: Vorträge