

Increased Displacement in Magnetomotive Ultrasound Imaging by Adding a Homogeneous Magnetic Field

Master Thesis

Student : Jules Reniaud, ju2250re-s@student.lu.se
Supervisor : Tomas Jansson, tomas.jansson@med.lu.se
Examiner : Magnus Cinthio, magnus.cinthio@bme.lth.se

Populärvetenskaplig sammanfattning

Ökad undersökningsdjupet i magnetomotoriskt ultraljud med hjälp av ett homogent magnetfält.

Medicinska bilder spelar en stor roll för att ställa diagnoser och styra terapi. Olika discipliner som radiologi, endoskopi eller mikroskopi används för att skapa bilder på människan, alla med olika syften. Diagnostiskt ultraljud är en av dessa bildgivande metoder. En så kallad prob sänder ut ljud i olika riktningar och med ledning av de mottagna ekona kan en bild byggas upp av kroppens inre. Jämfört med andra tekniker är ultraljud icke-invasiv, billig, ger realtidsbilder och avger inte joniserad strålning. Metoden är en av de vanligaste inom dagens sjukvård men har fortfarande sina begränsningar och utmaningar.

En ny metod som är under utveckling kallas magnetomotoriskt ultraljud, eller MMUS efter engelskans magnetomotive ultrasound. Magnetiska nanopartiklar injiceras i kroppen och kan tas upp av specifik vävnad. Dock är partiklarna för små för att synas i ultraljudsbilder. För att komma runt det kan partiklarna sättas i rörelse med hjälp av ett varierande magnetfält. De sätter då också sin närmaste omgivning i rörelse, och den rörelsen kan detekteras med ultraljud. MMUS gör det möjligt att skapa en helt ny typ av bilder som baseras på molekylära processer snarare än anatomiska förändringar. Detta eftersom man kan märka nanopartiklarna så att de fastnar på olika signalmolekyler som är karakteristiska för en typ av sjukdom. Molekylär avbildning, som angreppssättet kallas, har tidigare bara gjorts med ett begränsat antal tekniker, såsom exempelvis Positronemissionstomografi (PET).

Denna utveckling av medicinskt ultraljud erbjuder nya användningar som till exempel för kolorektalcancer. Kolorektalcancer är den tredje vanligaste cancerformen i världen och den andra orsaken till cancerrelaterad död. Behandlingen innefattar en kombination av kirurgi, strålbehandling, kemoterapi och riktad behandling. Dock dör många patienter även efter behandlingen eftersom cancer har spridit sig utan att det kunnat upptäckas. Därför blir det kritiskt att veta om cancer har redan spridit sig vilket sker med metastaser till intilliggande lymfnoder. Tanken är att injicera nanopartiklar nära tumören, varvid partiklarna följer samma väg i lymfbanorna som tumörcellerna. Sedan kan man med MMUS se nanopartiklarnas upptag i lymfnoder, och därigenom bättre bedöma patientens risk för tumörspridning.

En av begränsningarna med MMUS idag är undersökningsdjupet. I fallet med kolorektalcancer används en roterande permanentmagnet, vilket fungerar väl för den tillämningen. Dock avtar fältstyrkan avtar relativt snabbt med avståndet. För att kunna använda tekniken för andra tillämpningar hade det varit värdefullt att kunna utöka mätdjupet.

Under mitt exjobb har jag undersökt hur rörelse av partiklar påverkas när de finner sig i ytterligare ett homogent magnetfält. Först visade jag med en teoretisk modell att ett homogent magnetfält ökar kraften som verkar på partiklarna och att ökningen sker i båda rörelseriktningarna. Sedan

byggde jag en Helmholtzspole, som är en vanlig lösning som används för att alstra ett i princip homogent magnetfält, och mätte rörelsen av partiklar i en fantom med MMUS-tekniken. Jag observerade att rörelsen var större med det extra magnetfältet i både rörelseriktningarna enligt vad teorin förutspått. Med den ökade rörelsen förbättras detektionsförmågan hos MMUS vilket kan vara en lösning för andra tillämpningar som exempelvis kolorektalcancer.