

Charakterystyka układów porowatych metodami obrazowania magnetyczno-rezonansowego ze szczególnym uwzględnieniem analizy rozkładów tensora dyfuzji wody i czasów relaksacji T1 i T2.

Artur T. Krzyżak

Zjawisko Magnetycznego Rezonansu Jądrowego (MRJ) od czasu jego odkrycia w roku 1946 przez Blocha i Purcella jest intensywnie poznawane i wykorzystywane na licznych polach nauki i przemysłu. W ciągu ostatnich 40 lat badanie układów porowatych metodami MRJ stało się jednym z najbardziej istotnych zagadnieniem zastosowania tego zjawiska dla szerokiego obszaru badań naukowych jak i rozwiązań przemysłowych w medycynie, biologii, geologii czy chemii. Jedną z najistotniejszych zalet obrazowania MRJ jest możliwość uzyskania informacji jakościowych oraz ilościowych w sposób nieinwazyjny, bez niszczenia badanego układu. Jedyną ingerencją jest umieszczenie badanej próbki w stałym polu magnetycznym oraz naświetlenie jej falą elektromagnetyczną o niewielkiej energii i częstotliwości z zakresu fal radiowych, odpowiadającej częstotliwości rezonansowej zwanej częstotliwością Larmora. Jest ona wielkością charakterystyczną dla atomów posiadających niezerowy spin jądrowy. Do najczęściej badanych pierwiastków należy przede wszystkim wodór ^1H będący składnikiem wody jak i np. węglowodorów. W dalszej kolejności metodami MRJ są badane układy zawierające izotopy węgla ^{13}C , azotu ^{15}N , tlenu ^{17}O , fluoru ^{19}F , sodu ^{23}Na , fosforu ^{31}P jak również izotop wodoru deuter ^2H . Niniejszy wykład koncentruje się na obrazowaniu obiektów zawierających atomy wodoru ^1H w zakresie niskich (0.05-0.5T) oraz wysokich pól magnetycznych (3-9.4T) ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań innowacyjnych opracowanych przez autora dotyczących obrazowania tensora dyfuzji wody oraz analizy rozkładów czasów relaksacji T1 i T2. Istotą prac innowacyjnych jest opracowanie założeń teoretycznych oraz wdrożenie nowej metody z dziedziny MRJ, nazwanej BSD-DTI (B matrix Spatial Distribution in-Diffusion Tensor Imaging) dotyczącej obrazowania zjawiska dyfuzji w szczególności współczynników dyfuzji i tensora dyfuzji w eksperymentach DWI (Diffusion Weighted Imaging) i DTI (Diffusion Tensor Imaging). Integralną częścią metody BSD-DTI jest nowy rodzaj anizotropowych fantomów ADP (Anisotropic Diffusion Phantoms) charakteryzujących się dobrze zdefiniowaną strukturą oraz anizotropią tensora dyfuzji, niezbędnych w metodzie BSD-DTI, jak również charakteryzujących się szerokim potencjałem badawczym i jak się wydaje komercyjnym. W trakcie prezentacji zostaną przedstawione najciekawsze wyniki badań dla samych fantomów będących modelami układów porowatych o strukturze kapilarnej i laminarnej, układów biologicznych przede wszystkim rdzenia kręgowego, rdzeni skał piaskowców pochodzących z obszarów gazo i ropośnych Polski i układów mezoporowych (średnice nanometryczne) zbudowanych ze związków silikatowych MCM-41 i SBA-15. Ponadto zostanie przedstawiony rys historyczny związany z tworzeniem założeń metody BSD-DTI, fantomów anizotropowych oraz ich zastosowania do badań układów porowatych w medycynie, biologii, geologii czy inżynierii materiałowej, przy użyciu tomografów MR nisko i wysokopólowych.