



# Perspektywy badań mózgowia z wykorzystaniem MRI

## Prospects for brain research using MRI

Adrian Truskiewicz<sup>1</sup>, Klaudia Dynarowicz<sup>2</sup>, Marian Cholewa<sup>2</sup>, Dorota Bartusik-Aebisher<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Medycznych, al. Rejtana 16c, 35-959 Rzeszów, tel. +48 17 872 10 00, e-mail: atruskiewicz@gmail.com

<sup>2</sup> Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Rzeszów

### Wprowadzenie

W ostatnim dziesięcioleciu od wprowadzenia do praktyki klinicznej rezonansu magnetycznego (MRI), MRI zrewolucjonizował praktykę medyczną, a w szczególności radiologię. W porównaniu z rentgenowską tomografią komputerową (CT) MRI jest zarówno bezpieczniejszy, jak i zapewnia większy kontrast w przypadku większości problemów obrazowych w mózgu. Wynika to zarówno z wielości zmiennych, od których zależy sygnał MR (np. gęstość protonów, T1 i T2), jak i bogactwo dostępnej sekwencji (np. Echo spinowe, ważne T1 i T2, odzyskiwanie inwersji, echo gradientu i częściowego nasycenia). MRI jest komputerową modalnością obrazowania [1-2].

CT i MRI pokazują wiele zmian zarówno w istocie szarej, jak i białej. Normalne wyniki któregokolwiek z powyższych testów mogą sugerować zapalenie naczyń i wykluczają częstsze wyjaśnienia ośrodkowego układu nerwowego. Znajdzenia angiograficzne w arteriach mózgu są klasycznie opisywane jako przerywane zwężenie i rozszerzenie naczyń krwionośnych. Zapalenie naczyń krwionośnych ograniczone do małych naczyń stwierdzono po śmierci w przypadku normalnej angiografii [3-5].

Badania guzów mózgu dostarczyły przydatnego testu klinicznego do opracowania szybszych sekwencji. Przy zmniejszonym kącie przerzutu kontrast zależny od T1 jest zmniejszony. Jeżeli zastosowane zostaną niskie wartości TR i TE, powstanie sekwencja

szybka, ale o niskim kontraście. Sekwencja ta jest wrażliwa na efekty masowe, ale nie porównuje wrażliwości na sekwencję SE silnie zależną od T2. Aby osiągnąć kontrast porównywalny z tym typem sekwencji, TE sekwencji PS musi zostać zwiększony [6-8].

Zobrazowano wiele różnych chorób z sekwencją Partial saturation (PS). Ogólnie sekwencja PS zależna od T2 zapewnia najwyższą czułość. Sekwencja jest szybka i wrażliwa na efekt podatności i jest mniej odporna na ruch [9].

Niewiele aspektów rezonansu magnetycznego jest tak samo mylących, jak wpływ ruchu na obraz MR. Podczas gdy MR jest anatomicznie podobny do obrazu wytwarzanego przez CT, wygląd MR płynącej krwi nie ma korelacji w CT. Następująca krew może wydawać się jasna do ciemnej w zależności od prędkości i kierunku przepływu.

Różnice w czasach relaksacji szarej i białej istoty mózgu zostały po raz pierwszy opisane w 1974 roku, kiedy spektroskopia protonowa próbek autopsji u ludzi przeprowadzona z częstotliwością 60 MHz wykazała, że T1 i T2 istoty białej były mniejsze niż istoty szarej [10-11].

W 1978 roku Clow and Young zastosowali sekwencję odzyskiwania inwersji w wysokim stopniu zależną od T1, aby stworzyć obraz mózgu wykazujący wysoki poziom kontrastu między materią szarą i białą. Poziom kontrastu między tymi dwiema tkankami był większy niż we współczesnych obrazach CT rentgenowskiej,

22

### Streszczenie

Rezonans magnetyczny (MRI) zmodyfikował praktykę radiologii w dziedzinie badań mózgowia. Technika ta opiera się na bezpiecznej interakcji pomiędzy falami radiowymi o określonej częstotliwości i jądrami wodoru w ciele człowieka lub w innym badanym obiekcie. Szczególny postęp zaobserwowano w badaniach ilościowych i jakościowych metabolitów, które z definicji nie są zaburzeniami ośrodkowego układu nerwowego i które nie są spowodowane nieprawidłowościami strukturalnymi, dlatego występują endogenicznie w niewielkich ilościach. W pracy przedstawiono pogląd na obecne wykorzystanie MRI w badaniach mózgowia.

**Słowa kluczowe:** rezonans magnetyczny, sekwencje, badanie OUN

### Abstract

Magnetic resonance imaging (MRI) has modified radiology in the field of brain research. This technique is based on the safe interaction between radio waves of a certain frequency and hydrogen nuclei in the human body or other object being tested. Particular progress has been observed in the quantitative and qualitative studies of metabolites which by definition are not disorders of the central nervous system, and which are not caused by structural abnormalities and therefore occur in small amounts endogenously. The paper presents the view on the current use of MRI in brain research.

**Key words:** magnetic resonance imaging, sequences, CNS examination

otrzymano / received:

22.01.2020

poprawiono / corrected:

29.01.2020

zaakceptowano / accepted:

03.02.2020



co stymulowało znaczne zainteresowanie potencjałem MRI w wykrywaniu zmian w chorobie demielinizacyjnej. W tym czasie wiadomo było, że w stwardnieniu rozсіяnym (SM) w mózgu zwykle występuje wiele mniejszych zmian niż podejrzewano. Wiadomo również, że badania CT rentgenowskie były stosunkowo intensywną techniką wykrywania tych zmian. W ciągu dwóch lat udowodniono, że MRI wykazało więcej zmian niż CT z kontrastem. Zastosowanie kliniczne sekwencji spin-echo na początku 1982 roku dostarczyło nowego podejścia do diagnozy blaszek stwardnienia rozсіяnego za pomocą MRI. Sekwencje te dały obrazy o niższym kontraście między materią szarą i białą, ale o wysokiej czułości na wiele różnych zmian patologicznych. Ze względu na niższy poziom kontrastu między materią szarą i białą z tymi sekwencjami częściowe efekty objętościowe między tymi dwiema tkankami nie utrudniały diagnozy [12].

Rezonans magnetyczny jest bardzo czuły w wykrywaniu sarkoidozy i jest dobry do oceny obszaru płątka, dołu tylnego i rdzenia kręgowego. Rezonans magnetyczny wykazał zmiany podwzgórzowe niewidoczne na skanie tomografii komputerowej i ujawnił klinicznie niepodejrzewaną chorobę obejmującą istotę białą w istocie białej w okotokomorowej w obszarach okotokomorowych. Chociaż zarówno skanowanie CT, jak i MRI łatwo wykazało wodogłowie, MRI może lepiej zdefiniować przeszkodę na poziomie akweduktu mózgowego lub czwartej komory. Co więcej, MRI może uzyskać dostęp do przepływu płynu mózgowo-rdzeniowego w miejscach możliwej niedrożności zmiany na poziomie akweduktu mózgowego. MRI ze środkiem kontrastowym jest preferowaną techniką oceny sarkoidozy. Ulepszone obrazy często wskazują na rozproszoną lub ogniskową chorobę leptomeningalną i mogą wykazywać stan zapalny. Normalny wzmacniony skan MRI nie wyklucza rozpoznania sarkoidozy. Angiografia MRI ma niewielki wkład w sarkoidozę [13-14].

Dzisiaj MRI należy do podstawowych metod badania tej jednostki chorobowej, jak również w badaniu jej przebiegu. W piśmiennictwie światowym można zauważyć ogromny wzrost liczby publikacji mówiącej o SM. Badacze w publikacji dowodzą, iż perfuzja ASL może być pomocna w diagnostyce SM i zwracają uwagę na potrzebę dalszych badań parametrów perfuzji jako biomarkerów tej jednostki chorobowej. ASL jest metodą badania, która nie wymaga środka kontrastowego, co czyni MRI dobrym narzędziem do badania SM. Podobne wnioski wysuwają badacze, którzy to na parametry tensora dyfuzji (DTI) wskazują jako te, które będą pomocne w diagnostyce stwardnienia rozсіяnego.

Przeprowadzono wczesne badania, które wskazały, że sekwencja echa spinowego jest bardziej czuła niż sekwencje odwracania i odzyskiwania. Inne badania następnie potwierdziły ten wynik, z wyjątkiem pnia mózgu, w którym przywrócenie inwersji może mieć zaletę. Wybór sekwencji echa spinowego jest bardziej podyktowany zachowaniem CSF. Sekwencja, w której sygnał CSF jest niższy niż mózgu, ma wartość w rozdzielczości efektów częściowej objętości między mózgiem a CSF.

## Podsumowanie

Obrazowanie przy pomocy rezonansu magnetycznego należy do najbardziej dynamicznie rozwijających się metod diagnostycznych. Wciąż powstające nowe aplikacje, jak również sekwencje pozwalają na coraz to dokładniejsze obrazowanie mózgowi zarówno pod względem morfologicznym, jak również funkcjonalnym.

## Podziękowania

Dorota Bartusik-Aebisher otrzymała grant od Narodowego Centrum Nauki (*New drug delivery systems-MRI study*, Grant OPUS-13 number 2017/25/B/ST4/02481)

## Bibliografia

1. J. Leupold, J. Neubauer, M. Bock: *Spin echo and gradient echo: Methodological duo of MRI*, Radiologe, 58(8), 2018, 769-784.
2. M. Markl, J. Leupold: *Gradient echo imaging*, J Magn Reson Imaging, 35(6), 2012, 1274-1289.
3. P. Cao, F. Hyder, I.Y. Zhou, J.W. Zhang, V.B. Xie, A. Tsang, E.X. Wu: *Simultaneous spin-echo and gradient-echo BOLD measurements by dynamic MRS*, NMR Biomed., 30(9), 2017.
4. X. Wang, D. Hernando, S.B. Reeder: *Phase-based T2 mapping with gradient echo imaging*, Magn Reson Med, 2019.
5. J.J. Chen, F. Carletti, V. Young, D. Mckean, G. Quaghebeur: *MRI differential diagnosis of suspected multiple sclerosis*, Clin Radiol., 71(9), 2016, 815-827.
6. M.J. de la Peña, I.C. Peña, P.G. García, M.L. Gavilán, N. Malpica, M. Rubio, R.A. González, V.M. de Vega: *Early perfusion changes in multiple sclerosis patients as assessed by MRI using arterial spin labeling*, Acta Radiol Open., 8(12), 2019, 2058460119894214.
7. M. Kolasa, U. Hakulinen, A. Brander, S. Hagman, P. Dastidar, I. Elovaara, M.L. Sumelahti: *Diffusion tensor imaging and disability progression in multiple sclerosis: A 4-year follow-up study*, Brain Behav., 9(1), 2019, e01194.
8. R.J. Dury, Y. Falah, P.A. Gowland, N. Evangelou, M.G. Bright, S.T. Francis: *Ultra-high-field arterial spin labelling MRI for non-contrast assessment of cortical lesion perfusion in multiple sclerosis*, Eur Radiol. 2019 Apr;29(4):2027-2033
9. A. Velasco González, P. Stracke, H. Nordmeyer, M. Heddier, S. Saleme, C. Sauerland, S. Berkemeyer, B. Buerke, W. Heindel, R. Chapot: *Low rates of recanalization for wide-necked aneurysms treated with stenting after balloon-assisted coiling: combination of techniques delivers stable and improved results during follow-up*, Neuroradiology, 60(11), 2018, 1223-1230.
10. K.M. Kim, C.U. Jeong, S.G. Shim, H. Jang, Y.G. Song, T.G. Kim, J.H. Ji: *Efficacy and safety of compound tri-metal stent placement for malignant perihilar biliary obstruction*, Niger J Clin Pract., 21(9), 2018, 1121-1126.
11. M.M. Salem, G.A. Maragos, A. Enriquez-Marulanda, L. Ascanio, K. Ravindran, A.Y. Alturki, C.S. Ogilvy, A.J. Thomas, J.M. Moore: *Statin Therapy and Diabetes Do Not Affect Aneurysm Occlusion or Clinical Outcomes After Pipeline Embolization Device Treatment: A Preliminary Study*, World Neurosurg., 120, 2018, e525-e532.
12. Y. Iwamoto, T. Kitano, S. Matsubara, M. Uno, Y. Yagita: *In-stent thrombosis after carotid artery stenting in a patient with protein C deficiency*, Neurol Sci., 39(12), 2018, 2229-2230.
13. S.A. Goroshchenko, A.E. Petrov, L.V. Rozhchenko, G.P. Blagorazumova, E.M. Vyazgina, A.Y. Ivanov: *Surgical treatment of large and giant vertebralbasilar aneurysms manifested by brainstem compression symptoms*, Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko, 82(4), 2018, 32-37.
14. K.L. Huang, T.Y. Chang, M.Y. Ho, W.H. Chen, M.Y. Yeh, Y.J. Chang, H.F. Wong, C.H. Chang, C.H. Liu, T.H. Lee, C.W. Wu: *The correlation of asymmetrical functional connectivity with cognition and reperfusion in carotid stenosis patients*, Neuroimage Clin., 2018, 9(20), 476-484.