

## IŠEMINIO INSULTO DIAGNOSTIKA MAGNETINIO REZONANSO TYRIMU

Rugilė Valentinaitė<sup>1</sup>, Inesa Galiniatyte<sup>1</sup>, Tomas Budrys<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Medicinos akademija, Medicinos fakultetas,

<sup>2</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Medicinos akademija,  
Medicinos fakulteto Radiologijos klinika

**Raktažodžiai:** išeminis insultas, MRT tyrimas, radiologija, diagnostika.

### Santrauka

Pagrindinis išeminio insulto diagnostikos metodas yra kompiuterinė tomografija (KT). Tobulėjant tyrimo metodams, vis dažniau praktikoje naudojamas magnetinio rezonanso tomografijos (MRT) tyrimas, kuris padeda nustatyti tikslesnį išemijos laiką ir parinkti tinkamiausią gydymo taktiką. Tyrimo tikslas – išanalizuoti ir apžvelgti įrodymais grįštoje mokslinėje literatūroje išeminio insulto diagnostiką MRT tyrimu.

### Įvadas

Išeminis insultas yra židininis galvos smegenų kraujotakos sutrikimas, kuris pasireiškia nutūkus ar sumažėjus kraujotakai. Insultas yra viena pagrindinių mirties ir neįgalumo priežasčių išsivysčiusiose šalyse. Kiekvienais metais beveik 1,1 milijonas žmonių Europoje patiria insultą, iš jų 80 proc. nustatomas išeminis insultas. Manoma, kad nuo 2025 metų insultu susirgs 1,5 milijono žmonių [1]. Būtent todėl ankstyva išeminio insulto profilaktika, diagnostika ir gydymas yra svarbiausi, siekiant pagerinti paciento prognozę. KT yra plačiai naudojamas insulto diagnostikos metodas, tačiau pastaraisiais metais vis dažniau naudojamas MRT tyrimas [2].

**Tyrimo tikslas** – išanalizuoti ir apžvelgti įrodymais grįštoje mokslinėje literatūroje išeminio insulto diagnostiką MRT tyrimu.

### Tyrimo medžiaga ir metodai

Atlikta sisteminė mokslinės literatūros apžvalga. Duomenų ieškota PubMed, Google Scholar, UpToDate duomenų bazėse. Naudoti raktažodžiai: MRI, ischemic stroke imaging (liet. MRT tyrimas, išeminis insultas). Analizuotos publikacijos anglų kalba.

### Tyrimo rezultatai

**Insulto diagnostika.** Insulto diagnostika pradama nuo neurologinio klinikinio įvertinimo. Neurologiniai simptomai ne visada gali būti nustatomi tik įvykus insultui, o nustatyti simptomai ne visada padeda identifikuoti insulto rūšį. Insultas skirstomas į dvi rūšis - hemoraginį ir išeminį. Identifikuoti insulto priežastį yra labai svarbu siekiant paskirti tinkamą gydymą [3]. Pagrindinis insulto simptomas yra židininė neurologinė simptomatika, kuri priklauso nuo okliuzijos vietos, tačiau tai nėra specifinis simptomas, kadangi jis gali būti nustatomas ir esant kitai patologijai [4]. Labai svarbu įvertinti ir paciento gyvybinius parametrus. Įvykus insultui, arterinis kraujo spaudimas gali padidėti, dažnai sutrinka paciento sąmonė, gali atsirasti parėzė. Dėl hemoragijos, vertebrobaziliarinės ar bihemisferinės išemijos gali padidėti intrakranijinis slėgis, todėl padažnėja kvėpavimo. Siekiant diferencijuoti simptomų priežastis, svarbu įvertinti paciento anamnezę, ypač nustatyti tikėtiną insulto laiką, atlikti išsamų objektyvų ištyrimą bei radiologinius tyrimus [5]. Dažniausias pradinis radiologinis diagnostikos metodas, padedantis diferencijuoti hemoraginį insultą nuo išeminio, yra KT, arba, esant galimybei, MRT. Abu tyrimai yra jautrūs nustatant hemoraginius pokyčius. Nustatyti ūmią hemoragiją ir kitą patologiją dažniausiai pasirenkamas lengviau prieinamas, greičiau atliekamas, pigesnis, jautrus KT be kontrasto metodas. Jo jautrumas mažesnis nustatant mažus ar užpakalinės duobės insultus, jis mažiau jautrus nustatant labai ankstyvus išeminio insulto pakitimus [6]. Pagrindinis MRT privalumas, lyginant jį su KT be kontrasto, yra gebėjimas greičiau įvertinti ūmaus išeminio insulto radinius [5].

**MRT išeminio insulto diagnostika.** Diagnozuojant išeminį insultą, vertinama parenchima, kraujagyslės, perfuzija, penumbra [7]. Dažniausiai naudojamos šios sekos: DWI/ADC, T2, T2\_FLAIR bei MR angiografija ir MR perfuzijos tyrimai [8]. Išeminis insultas skirstomas pagal įvykimo laikotarpius. Šie laikotarpiai labai svarbūs parenkant gydymo

taktiką. Įvykus išeminiam insultui, fibrinolizė gali būti atlikta per ~4,5 valandos nuo insulto pradžios [9]. Dažniausiai insultas įvyksta paryčiais, prie paciento ne visada būna artimieji, todėl dažnai sunku įvertinti tikslų insulto laiką. Būtent MRT galima ir nežinant tikslaus laiko pastebėti tam tikrus pakitimus, būdingus skirtingiems insulto laikotarpiams, ir pritaikyti tinkamiausią gydymo taktiką.

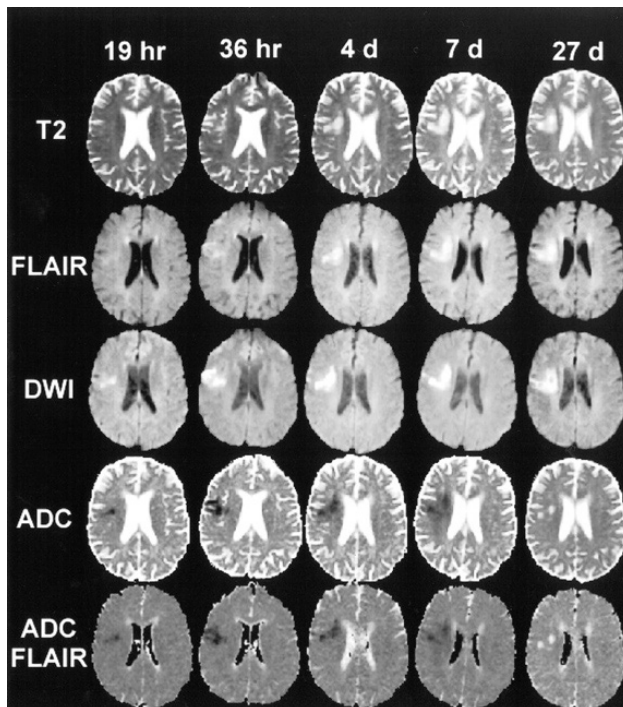
Ankstyvasis hiperūmus laikotarpis yra nuo 0 iki 6 valandų; vėlyvasis hiperūmus laikotarpis nuo 6 iki 24 valandų; ūmus laikotarpis nuo 24 valandų iki 1 savaitės; poūmis 1-3 savaitės ir lėtinis – daugiau nei 3 savaitės (1 pav.) [10].

**MRT išeminio insulto radiniai ankstyvuojū (hiperūmiu laikotarpiu.** Šis laikotarpis yra svarbiausias, nes jo metu galima paskirti fibrinolizę bei išgelbėti daugiausiai smegenų audinio. Iškart įvykus insultui ADC sekoje atsiranda žemo intensyvumo zona. Insulto zonoje atsiranda hipoperfuzija (12 mL/100 g audiniui/min), sumažėjus medžiagų su-trinka membranos kanalų veika, todėl ekstraceliulinis vanduo patenka į intraceliulinį tarpą, prasideda citotoksinė edema, ląstelių pokyčiai tampa negrįžtami [8]. DWI yra svarbiausia MRT seka diagnozuojant išeminį insultą. Šiuo metodu identifikuojama išemijos vieta, dydis, šioje zonoje matomas padidėjęs intensyvumas [12]. Abi sekos lyginamos kartu - ADC ir difuzijos restrikcijos sekų radiniai geriausiai išryškėja praėjus

2-4 valandoms po insulto. Vertinant FLAIR seką hiperūmiu (*hyperacute*) laikotarpiu, jokių specifinių radinių nebūna, tuo tarpu difuzijos restrikcijos sekoje randami pokyčiai, kurie gali padėti nustatyti, kad insultas įvyko mažiau nei prieš 4,5 valandos, kai nėra žinoma insulto pradžia [13]. Kai kuriais atvejais FLAIR sekoje praėjus 3-6 valandoms gali būti randa-pama parenchimos pokyčių, todėl gali būti sudėtinga parinkti tinkamą gydymo taktiką [14]. Buvo nustatyta, kad pacientų, kurių nežinoma išemijos pradžia ir nustatytas FLAIR/DWI nesutapimas, po fibrinolizės gydymo buvo geresnė funkcinė būklė, nei tų, kuriems taikytas placebo [15]. MR perfuzijos restrikcijos seka įvertina penumbros zoną. Penumbros zona yra hipoperfuzinė dalis, kuri supa išemijos zoną. Šioje vietoje esantis neuronų pažeidimas gali atsikurti, jeigu bus atkurta kraujotaka. Jos neatkūrus, įvyksta išemija [8]. Kai yra PWI ir DWI didelis nesutapimas (perfuzijos restrikcijos zona yra didesnė nei difuzijos restrikcijos zona), pacientui indikuotinas gydymas, kadangi perfuzijos zonoje sutrikusi kraujotaka gali būti atkurta. Neatkūrus perfuzijos, zona gali tapti išeminė [12,16]. T2, T1 sekose hiperūmiu laikotarpiu pažeistoji zona yra izointensinė. MRT angiografija padeda įvertinti intrakranijines ir ekstrakranijines kraujagysles, okliuzijos lokalizaciją [14]. Kartais hiperūmiu laikotarpiu SWI arba *grading echo* sekose gali būti matomos hemoraginės transformacijos zonos. Hemoraginė transformacija yra terminas, apimantis kraujavimus nuo mikro-pakraujavimo iki plačių parenchiminio hematomų. Ji atsiranda dėl antrinės raudonųjų kraujo kūnelių diapedezės per pažeistą hemato-encefalinį barjerą [15].

**MRT išeminio insulto radiniai vėlyvuojū hiperūmiu laikotarpiu.** Atlikus MRT vėlyvuojū hiperūmiu laikotarpiu, ADC sekoje vis dar randamas žemas intensyvumas, o DWI nustatomas aukštas intensyvumas išemijos zonoje. Svarbi seka šiuo laikotarpiu yra FLAIR. Įvykus insultui, po 6-12 valandų šioje sekoje nustatoma aukšto intensyvumo zona išemijos vietoje. Aukšto intensyvumo zona dažniausiai nustatoma praėjus 8 valandoms po išeminio insulto T2 sekoje. Žemo intensyvumo zona nustatoma T1 sekoje praėjus maždaug 16 valandų, įvykus insultui [7,19]. Gali atsirasti hemoraginių transformacijos zonų. Šios zonos dažniausiai atsiranda praėjus 12 ar daugiau valandų, įvykus insultui [19].

**MRT išeminio insulto radiniai ūmiu laikotarpiu.** Išeminio insulto ūminis laikotarpis yra nuo 24 valandų iki 1 savaitės. ADC sekose matomas žemo intensyvumo signalas, o DW ir FLAIR sekose stebimas aukšto intensyvumo signalas. T1W sekoje matomas žemo intensyvumo signalas, hiperintensyvus signalas kartu su žievine nekroze gali būti stebimas po 3-5 dienų. T2W sekose matomas aukšto intensyvumo signalas, kuris laipsniškai didėja pirmąsias keturias dienas po išeminio insulto [17].



1 pav. MRT tyrimu nustatyti išeminio insulto radiniai [21]

### MRT išeminio insulto radiniai poūmiu laikotarpiu.

Išeminio insulto poūmis laikotarpis yra nuo 1 iki 3 savaičių. 7-10 dieną ADC sekose matomas žemo intensyvumo signalas, 10-15 dieną gali būti stebima pseudonormalizacija, o vėliau matomas aukšto intensyvumo signalas išeminio insulto vietoje. FLAIR sekoje matomas aukšto, o T1W sekoje – žemo intensyvumo signalas, hiperintensyvus signalas kartu su žievine nekroze dažniausiai matomas po 2 savaičių. T2W sekoje matomas aukšto intensyvumo signalas [8,20,21].

### MRT išeminio insulto radiniai lėtiniu laikotarpiu.

Išeminio insulto lėtinis laikotarpis – nuo išeminio insulto praėjusios daugiau nei trys savaitės. ADC sekose matomas aukšto signalo intensyvumas. DWI sekose matomas variabilus signalo intensyvumas: gali būti izointensinis, hiperintensinis arba hipointensinis, tačiau laikui bėgant signalas palaipsniui mažėja. T2W sekoje matomas aukšto signalo intensyvumas. Žievėje matomas išryškėjimas paprastai išlieka 2-4 mėnesius [19].

### Išvados

1. Literatūros duomenimis, MRT tyrimas yra vis plačiau naudojamas insulto diagnostikos metodas. Jis galėtų būti naudojamas ir pacientams, kurių neaiškus insulto pradžios laikas. Naudojant šį tyrimą galima įvertinti, ar insultas įvyko mažiau ar daugiau nei prieš 4,5 valandos. Įvykus insultui mažiau nei prieš 4,5 valandos, pacientui galima paskirti intraveninę trombolizę.

2. Svarbiausi radiniai ankstyvuojų hiperūmiu laikotarpiu išemijos zonoje yra ADC žemas ir DWI aukštas signalo intensyvumas, FLAIR/DWI nesutapimas. Vėlyvuojų hiperūmiu laikotarpiu jau nustatomas padidėjęs FLAIR signalo intensyvumas. Poūmiu laikotarpiu ADC sekose iš pradžių matomas žemas signalo intensyvumas, vėliau nustatoma pseudonormalizacija, laikotarpio pabaigoje išemijos zonoje atsiranda aukšto intensyvumo signalas. T1W nustatomas žemas, o T2W auštas signalo intensyvumas. Lėtiniu laikotarpiu ADC sekose išlieka aukštas signalo intensyvumas, DWI nustatomas įvairus signalo intensyvumas. T1W nustatomas žemas, T2W auštas signalo intensyvumas.

### Literatūra

- Béjot Y, Bailly H, Durier J, Giroud M. Epidemiology of stroke in Europe and trends for the 21st century. *Presse Med* 2016;45(12 Pt 2):e391-8. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2016.10.003>
- Feske SK. Ischemic Stroke. *Am J Med* 2021;134(12):1457-64. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2021.07.027>
- Rennert RC, Wali AR, Steinberg JA, Santiago-Dieppa DR, Olson SE, Pannell JS, et al. Epidemiology, Natural History, and Clinical Presentation of Large Vessel Ischemic Stroke. *Neurosurgery* 2019;85(Suppl 1):S4. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyz042>
- H. Buck B, Akhtar N, Alrohimi A, Khan K, Shuaib A. Stroke mimics: incidence, aetiology, clinical features and treatment. *Ann Med* 2021;53(1):420. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1890205>
- Yew KS, Cheng EM. Diagnosis of Acute Stroke. *Am Fam Physician* 2015;91(8):528-36. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2015/0415/p528.html>
- Wintermark M, Sanelli PC, Albers GW, Bello J, Derdeyn C, Hetsch SW, et al. Imaging Recommendations for Acute Stroke and Transient Ischemic Attack Patients: A Joint Statement by the American Society of Neuroradiology, the American College of Radiology, and the Society of NeuroInterventional Surgery. *AJNR Am J Neuroradiol* 2013;34(11):E117. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3690>
- Kloska SP, Wintermark M, Engelhorn T, Fiebach JB. Acute stroke magnetic resonance imaging: current status and future perspective. *Neuroradiology* 2010;52(3):189. <https://doi.org/10.1007/s00234-009-0637-1>
- Fast MRI in Acute Ischemic Stroke: Applications of MRI Acceleration Techniques for MR-Based Comprehensive Stroke Imaging. 2021. <https://doi.org/10.13104/imri.2021.25.2.81>
- Goyal M, Menon BK, Van Zwam WH, Dippel DWJ, Mitchell PJ, Demchuk AM, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016;387(10029):1723-31. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00163-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00163-X)
- Allen LM, Hasso AN, Handwerker J, Farid H. Sequence-specific MR imaging findings that are useful in dating ischemic stroke. *Radiographics* 2012;32(5):1285-97. <https://doi.org/10.1148/rg.325115760>
- Astrup J, Siesjö BK, Symon L. Thresholds in cerebral ischemia - the ischemic penumbra. *Stroke* 1981;12(6):723-5. <https://doi.org/10.1161/01.STR.12.6.723>
- Kim BJ, Kang HG, Kim HJ, Ahn SH, Kim NY, Warach S, et al. Magnetic resonance imaging in acute ischemic stroke treatment. *J Stroke* 2014;16(3):131. <https://doi.org/10.5853/jos.2014.16.3.131>
- McGarry BL, Kauppinen RA. Timing the Ischemic Stroke by Multiparametric Quantitative Magnetic Resonance Imaging. *Stroke* 2021;79-96. <https://doi.org/10.36255/exonpublications.stroke.timingischemicstroke.2021>
- Emeriau S, Serre I, Toubas O, Pombourcq F, Oppenheim C, Pierot L. Can diffusion-weighted imaging-fluid-attenuated inversion recovery mismatch (positive diffusion-weighted imaging/negative fluid-attenuated inversion recovery) at 3 Tesla identify patients with stroke at. *Stroke* 2013;44(6):1647-51.

- <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.001001>
15. Schwamm LH, Wu O, Song SS, Latour LL, Ford AL, Hsia AW, et al. Intravenous thrombolysis in unwitnessed stroke onset: MR WITNESS trial results. *Ann Neurol* 2018;83(5):980-93. <https://doi.org/10.1002/ana.25235>
  16. Tatlisumak T, Strbian D, Ramadan U, Li F. The role of diffusion- and perfusion-weighted magnetic resonance imaging in drug development for ischemic stroke: from laboratory to clinics. *Curr Vasc Pharmacol* 2004;2(4):343-55. <https://doi.org/10.2174/1570161043385493>
  17. Warren DJ, Musson R, Connolly DJA, Griffiths PD, Hoggard N. Imaging in acute ischaemic stroke: essential for modern stroke care. *Postgrad Med J* 2010;86(1017):409-18. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2010.097931>
  18. Allen LM, Hasso AN, Handwerker J, Farid H. Sequence-specific MR Imaging Findings That Are Useful in Dating Ischemic Stroke. *RadioGraphics* 2012;32(5):1285-1297. <https://doi.org/10.1148/rg.325115760>
  19. Grossman RI, Yousem DM. *Neuroradiology: the requisites*. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Mosby 2003;183-196, 217. *Neuro-Ophthalmology* 2011;35(1):55. <https://doi.org/10.3109/01658107.2010.539764>
  20. O'Brien P, Sellar RJ, Wardlaw JM. Fogging on T2-weighted MR after acute ischaemic stroke: How often might this occur and what are the implications? *Neuroradiology* 2004;46(8):635-41. <https://doi.org/10.1007/s00234-004-1230-2>
  21. Lansberg MG, Thijs VN, O'Brien MW, Ali JO, De Crespigny AJ, Tong DC, et al. Evolution of apparent diffusion coefficient, diffusion-weighted, and T2-weighted signal intensity of acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001;22(4):637-44. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11290470/>

## MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN ISCHEMIC STROKE

**R. Valentinaitė, I. Galinaitytė, T. Budrys**

Keywords: ischemic stroke, MRI, radiology, diagnostics.  
Summary

Ischemic stroke is one of the leading causes of mortality and disability in developed countries. Ischemic stroke can be detected by MRI within the first few hours of onset. Multimodal imaging can provide information for the diagnosis of ischemic stroke, patient treatment options and prognosis.

The aim of this study is to analyze and review the evidence-based scientific literature for the diagnosis of ischemic stroke by MRI. Electronic literature review was conducted in PubMed, Google Scholar, UpToDate databases, using keywords: MRI, ischemic stroke, diagnostics.

According to the literature, the use of MRI for stroke diagnostics is increasing. Mostly, it could be used in patients with unknown stroke onset time. MRI is useful in determining stroke periods. The most important findings in the early hyperacute period in the ischemic zone are ADC low and DWI high signal intensity, FLAIR/DWI mismatch. In the late hyperacute period increased FLAIR signal intensity can be seen. In the subacute period ADC sequences initially show a low intensity, then pseudo-normalization and at the end of this period a high-intensity signal appears in the ischemic zone. During the chronic period, high signal intensity remains in ADC sequences.

Correspondence to: [valentinaite.rugile@gmail.com](mailto:valentinaite.rugile@gmail.com)

Gauta 2023-04-21