

přehledový článek

Doporučený MR protokol v průběžném monitorování bezpečnosti u anti-amyloidní terapie časně Alzheimerovy nemoci – role neuroradiologa

Recommended MR protocol in ongoing safety monitoring of anti-amyloid therapy for early Alzheimer's disease – role of the neuroradiologist

Martin Kynčl¹, Filip Cihlář², Josef Vymazal³, Pavel Ryška⁴, Marek Mechl⁵, Jiří Ferda⁶

¹Klinika zobrazovacích metod 2. LF UK a FN Motol a Nemocnice Na Homolce, Praha

²Radiologická klinika Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní, a.s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

³Radiodiagnostické oddělení, Nemocnice Na Homolce, Praha

⁴Radiologická klinika FN, Hradec Králové

⁵Klinika radiologie a nukleární medicíny LF MU a FN, Brno-Bohunice

⁶Klinika zobrazovacích metod, FN, Plzeň-Lochtotín

Hlavní stanovisko práce

MR je klíčovým nástrojem bezpečnostní monitorace ARIA u anti-amyloidní léčby, neuroradiolog přispívá ke standardizaci protokolu, přesnému gradingu a tvorbě nálezu pro klinického lékaře.

SOUHRN

Kynčl M, Cihlář F, Vymazal J, Ryška P, Mechl M, Ferda J. Doporučený MR protokol v průběžném monitorování bezpečnosti u anti-amyloidní terapie časně Alzheimerovy nemoci – role neuroradiologa

Magnetická rezonance (MR) zůstává základním vyšetřením u pacientů s podezřením na Alzheimerovu nemoc (AN), v éře anti-amyloidních monoklonálních protilátek však získává nový význam i jako nástroj bezpečnostního monitorování. Nejčastější specifickou komplikací anti-amyloidní terapie jsou amyloid-related imaging abnormalities (ARIA), které se dělí na ARIA-E (vazogenní edém a povrchová efuze) a ARIA-H (mikrokrvácení a kortikální povrchová sideróza). Většina ARIA je asymptomatická a zachytí se při plánovaných kontrolách, část případů však může být symptomatická a imitovat akutní neurologické stavy. Bezpečná implementace léčby proto vyžaduje standardizovaný MR protokol (zejména začlenění T2-

Major statement

MRI is a vital tool for ARIA safety monitoring in anti-amyloid therapy, with neuroradiologists assisting in protocol standardisation, precise grading, and reporting for clinicians.

SUMMARY

Kynčl M, Cihlář F, Vymazal J, Ryška P, Mechl M, Ferda J. Recommended MR protocol in ongoing safety monitoring of anti-amyloid therapy for early Alzheimer's disease – role of the neuroradiologist

Magnetic resonance imaging (MRI) remains the primary examination for patients with suspected Alzheimer's disease (AD), but in the era of anti-amyloid monoclonal antibodies, it is gaining new importance as a safety monitoring tool. The most common specific complication of anti-amyloid therapy is amyloid-related imaging abnormalities (ARIA), which are divided into ARIA-E (vasogenic edema and superficial effusion) and ARIA-H (microbleeds and cortical surface siderosis). Most ARIA is asymptomatic and detected during scheduled check-ups, but some cases may be symptomatic and mimic acute neurological conditions. Safe implementation of treatment therefore requires a standardized MR protocol (espe-

Přijato: 15. 2. 2026

Korespondenční adresa:

doc. MUDr. Martin Kynčl, Ph.D.
Klinika zobrazovacích metod 2. LF UK
a FN Motol
V Úvalu 84, 150 06 Praha 5
e-mail: martin.kyncl@fnmotol.cz

Konflikt zájmů: žádný.

-FLAIR a SWI/T2* GRE sekvencí), konzistentní porovnání s výchozím vyšetřením, jednotné hodnocení závažnosti a rychlou komunikaci klinicky významných nálezů. Tento přehled shrnuje nálezy u ARIA, doporučení MR protokolu pro jejich detekci a popis a praktické aspekty role neuroradiologa v multidisciplinární péči o pacienty léčené antiamyloidní terapií.

Klíčová slova: Alzheimerova choroba, anti-amyloidní protilátky, magnetická rezonance, mikrokrvácení, povrchová sideróza.

cially the inclusion of T2-FLAIR and SWI/T2* GRE sequences), consistent comparison with baseline examinations, uniform assessment of severity, and rapid communication of clinically significant findings. This review summarizes ARIA findings, MR protocol recommendations for their detection and description, and practical aspects of the neuroradiologist's role in multidisciplinary care for patients treated with anti-amyloid therapy.

Key words: Alzheimer disease, amyloid-related imaging abnormalities, anti-amyloid antibodies, magnetic resonance imaging, microbleeds.

ÚVOD

Zavedení antiamyloidních monoklonálních protilátek do léčby časné Alzheimerovy nemoci (AN) rozšiřuje roli neuroradiologa i s ohledem na paletu možných nálezů na MR během monitorace léčby. MR již neslouží jen k vyloučení alternativních příčin kognitivní poruchy a k popisu neurodegenerativního fenotypu, ale stává se důležitým nástrojem průběžného bezpečnostního dohledu (1). Nejčastější specifikou komplikací jsou amyloid-related imaging abnormalities (ARIA), které představují spektrum změn viditelných na MR v souvislosti s mobilizací amyloidu z cévní stěny (2–4). V praxi jde o posun od jednorázového diagnostického vyšetření k opakovanému monitorování, kde kvalita a srovnatelnost vyšetření v čase přímo ovlivňuje klinická rozhodnutí o pokračování či přerušení léčby.

VÝCHOZÍ MR, SCREENING RIZIKA A REFERENČNÍ VYŠETŘENÍ

Výchozí MR má vytvořit referenci pro následné kontroly a identifikovat

nálezy zvyšující riziko ARIA, zejména detekci hemosiderinu kompatibilní s cerebrální amyloidovou angiopatií. Pro tento účel je klíčová kvalitní susceptibilně vážená sekvence (susceptibility-weighted imaging – SWI) nebo T2* GRE (gradient-echo), protože počet mikrokrvácení a přítomnost kortikální povrchové siderózy hrají důležitou roli při posouzení vhodnosti léčby i v interpretaci nových lézí. Doporučení pro klinickou praxi zdůrazňují standardizaci protokolu a maximální srovnatelnost vyšetření v čase, ideálně na stejném MR přístroji a se stejnými parametry (5). Neuroradiolog má zodpovědnost nejen za samotnou interpretaci, ale i za nastavení lokálního protokolu, aby se minimalizovaly například nálezy typu falešné progresse dané rozdíly v technických nastaveních protokolu.

ARIA NA MR, OBRAZ, DIFERENCIÁLNÍ DIAGNOSTIKA A KLINICKY ODPOVÍDAJÍCÍ ZÁVĚR

ARIA se dělí na ARIA-E a ARIA-H. ARIA-E se na T2-FLAIR typicky manifestuje jako ložiskové nebo multifokální

Tab. 1. Grading ARIA na MR (radiologická závažnost)

Table 1. ARIA grading on MRI (radiological severity)

	Mírná	Střední	Těžká
ARIA-E (sulokální a/nebo kortikální/subkortikální FLAIR hyperintenzita)	1 lokalizace < 5 cm	1 lokalizace 5–10 cm nebo > 1 lokalizace, každá < 10 cm	1 nebo více lokalizací > 10 cm
ARIA-H (povrchová sideróza)	1 oblast	2 oblasti	> 2 oblasti
ARIA-H (počet nových mikrohemoragií)	≤ 4	5–9	≥ 10

Pozn.: Počet nových mikrohemoragií hodnotit vždy v porovnání s baseline vyšetřením (5).

ARIA – amyloid-related imaging abnormalities, ARIA-E – edém/efuze, ARIA-H – hemosiderin/hemoragické změny, FLAIR – fluid-attenuated inversion recovery

Tab. 2. Doporučení MR zobrazení pro monitoraci ARIA při anti-amyloidní léčbě časně Alzheimerovy nemoci

Table 2. MR imaging recommendations for monitoring ARIA during anti-amyloid treatment of early Alzheimer's disease

Časový bod	Minimum MR sekvencí	Co hodnotit a uvést v závěru (pro rozhodnutí o léčbě)
výchozí (baseline)	T2-FLAIR (ideálně 3D), SWI (alt. T2* GRE), DWI (\pm 3D T1)	referenční vyšetření: počet mikrohemoragií (celkem), přítomnost kortikální povrchové siderózy; označit jako baseline pro srovnání
rutinní kontrola během léčby	stejně jako baseline (FLAIR + SWI/T2* + DWI)	ARIA-E: lokalizace/rozsah FLAIR hyperintenzit (\pm sulkální efuze) ARIA-H: počet nových mikrohemoragií oproti baseline, nová/progredující sideróza vždy vyjádření: nově / bez změny / regrese
kontrola při symptomech/nejasném nálezu	FLAIR + SWI/T2* + DWI (případně cílené rozšíření dle DDx)	rozlišit ARIA vs. ischemie/PRES/zánět (DWI + distribuce změn) v závěru: „obraz kompatibilní s ARIA v kontextu léčby“ vs. „atypické pro ARIA“ (s uvedením pravděpodobné DDx)

Pozn.: Pro spolehlivé srovnání v čase vyšetřovat na stejném MR přístroji a se shodnými parametry (zejm. SWI/T2*, tloušťka řezu, rekonstrukce); každou kontrolu hodnotit v přímém porovnání s baseline. ARIA-E – edém/efuze, ARIA-H – hemoragické změny, DWI – difúzně vážené zobrazení, FLAIR – fluid-attenuated inversion recovery, GRE – gradient echo, SWI – susceptibility-weighted imaging

kortiko-subkortikální hyperintenzity vazogenního charakteru a/nebo povrchové sulkální hyperintenzity odpovídající efuzím. ARIA-H zahrnuje nové lobární mikrohemoragie a nově vzniklou či progredující kortikální povrchovou siderózu, nejlépe patrnou na SWI/T2* GRE. Většina ARIA je asymptomatická a regreduje při úpravě režimu, avšak menší část případů může být symptomatická a výjimečně provázena i závažnější hemoragií (3). Popisován je překryv s cerebrální amyloidovou angiopatií a možnost současného výskytu ARIA-E i ARIA-H (4). V praxi je zásadní odlišit ARIA zejména od akutní ischemie, PRES a zánětlivých procesů; doporučení American Journal of Neuroradiology (AJNR) klade důraz mimo jiné na DWI sekvence a na přesné zohlednění časové vazby s podáváním léčby (5).

Rozhodující je strukturovaný závěr zobrazení: přítomnost nebo absence ARIA, lokalizace a rozsah ARIA-E a především počet nových mikrohemoragií a přítomnost nové siderózy v porovnání s „baseline“ referenčním zobrazením – tyto údaje určují radiologickou závažnost a podporují klinické rozhodnutí o pokračování nebo přerušení léčby (5). Doporučení pro lék *lecanemab* zdůrazňuje také vyšší riziko ARIA u nosičů alely apolipoproteínu APOE ϵ 4 a doporučuje genotypizaci k informovanému posouzení rizika a k vlastnímu nastavení monitorace (6). Pro klinickou praxi to znamená, že neuroradiolog musí jednoznačně popsat novou přítomnost hemoragických změn a současně poskytnout interpretaci, zda je obraz kompatibilní s ARIA v kontextu aktuální léčby (tab. 1).

Pro bezpečnostní monitorování se v praxi doporučuje konzistentní MR protokol založený na T2-FLAIR (preferenčně 3D) pro detekci ARIA-E a na SWI

(alternativně T2* GRE) pro detekci ARIA-H, doplněný o DWI k odlišení akutní ischemie; pro zachování porovnatelnosti je důležité opakovat vyšetření na stejném přístroji a se shodnými parametry (5).

MR PROTOKOL PRO BEZPEČNOSTNÍ MONITORING ANTIAMYLOIDNÍ TERAPIE, PRAKTICKÉ DOPORUČENÍ

Bezpečnostní monitoring ARIA vyžaduje MR protokol, který je stabilní v čase a zároveň dostatečně citlivý k detekci subtilních změn, zejména mikrohemoragií a povrchové siderózy. Základním principem je porovnatelnost mezi kontrolami; preferuje se vyšetřování na stejném MR přístroji se stejnými parametry a se shodnou tloušťkou řezu a rekonstrukcemi, protože i malé technické úpravy protokolu mohou vést k rozdílu v detekci mikrohemoragií a tím k falešné interpretaci progresu. Doporučení pro klinickou praxi zdůrazňují, že minimum musí bezpečně pokrýt dvě klíčové komponenty ARIA: ARIA-E na FLAIR a ARIA-H na susceptibilních/GRE sekvencích (5). Prakticky se jako standard jeví kombinace vysoce kvalitní T2-FLAIR sekvence (ideálně 3D, pokud je běžně dostupná a stabilní) a SWI (případně T2* GRE tam, kde SWI není dostupná), doplněná o DWI k diferenciální diagnostice akutní ischemie (tab. 2). Strukturální 3D T1 zobrazení je výhodné jako anatomický referenční rámec pro přesnou lokalizaci a pro dlouhodobé sledování komorbidit a atrofie, ačkoliv pro samotnou detekci ARIA není vždy nezbytné (1, 5). V případě

nejasných nálezů či atypického klinického nálezu je vhodné protokol cíleně rozšířit s ohledem na diferenciální diagnostiku, zejména zánětlivých procesů či PRES, nicméně jádro bezpečnostního protokolu by mělo zůstat konzistentní, aby byla zajištěna srovnatelnost v čase.

ORGANIZACE MONITORINGU

Intenzivní MR monitorace je v klinické praxi zásadní proto, že většina ARIA je asymptomatická a rozhodnutí o pokračování nebo dočasném přerušení dávkování se opírá o MR nález a jeho závažnost (5, 6). Z organizačního hlediska je klíčové, aby kontrolní vyšetření bylo dostupné v předem definovaných časových bodech a aby jeho vyhodnocení proběhlo bez prodlevy; tím se minimalizují zbytečné odklady léčby a současně se snižuje riziko přehlédnutí časných, subtilních nálezů. Všeobecná diskuse upozorňuje na kapacitní dopady a potenciální riziko přetížení systému, nicméně zároveň potvrzuje, že bez spolehlivého monitoringu nelze bezpečnost anti-amyloidní terapie garantovat (7). Praktická doporučení proto směřují k standardizaci a k vytvoření lokálního workflow, včetně jasně definované odpovědnosti za porovnání s „baseline“, za kvantifikaci nových mikrohemoragií a za urgentní komunikaci klinicky významných nálezů (5, 8). Evropská data naznačují, že právě harmonizace protokolů, edukace radiologů a předdefinované standardy radiologických zpráv jsou klíčové pro překlenutí trvajících heterogenit mezi jednotlivými pracovišti a pro udržitelnost monitorace v rutinní péči (9).

ZÁVĚR

MR zobrazení je v éře antiamyloidní léčby časně AN klíčovým bezpečnostním nástrojem. ARIA jsou dominantní

zobrazovací komplikací a jejich včasná detekce, konzistentní grading a klinicky přesný popis přímo ovlivňují kontinuitu léčby i riziko pro pacienta. Neuroradiolog se podílí na zavedení

standardizovaného MR protokolu, porovnatelnosti kontrol a rychlou komunikaci klinicky významných nálezů v rámci multidisciplinární péče. ●

LITERATURA

1. **Filippi M, Cecchetti G, Agosta F.** MRI in the new era of antiamyloid mAbs for the treatment of Alzheimer's disease. *Curr Opin Neurol.* 2023; 36(4): 239–244.
2. **Agarwal A, Gupta V, Brahmhatt P, et al.** Amyloid-related Imaging Abnormalities in Alzheimer Disease Treated with Anti-Amyloid-beta Therapy. *Radiographics* 2023; 43(9): e230009.
3. **Roytman M, Mashriqi F, Al-Tawil K, et al.** Amyloid-Related Imaging Abnormalities: An Update. *AJR Am J Roentgenol.* 2023; 220(4): 562–574.
4. **Hampel H, Elhage A, Cho M, et al.** Amyloid-related imaging abnormalities (ARIA): radiological, biological and clinical characteristics. *Brain* 2023; 146(11): 4414–4424.
5. **Cogswell PM, Barakos JA, Barkhof F, et al.** Amyloid-Related Imaging Abnormalities with Emerging Alzheimer Disease Therapeutics: Detection and Reporting Recommendations for Clinical Practice. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2022; 43(9): E19–E35.
6. **Cummings J, Apostolova L, Rabinovici GD, et al.** Lecanemab: Appropriate Use Recommendations. *J Prev Alzheimers Dis.* 2023; 10(3): 362–377.
7. **Hoiland-Carlson PF, Alavi A, Perry G, Barrio JR.** MRI Monitoring of Anti-Alzheimer Therapy Amyloid-Related Imaging Abnormalities: Due Diligence or Overkill? *AJNR Am J Neuroradiol.* 2023; 44(1): E4–E5.
8. **Kakeda S, Miki Y, Kudo K, et al.** Practical brain MRI guidelines for anti-A β antibody treatment in early symptomatic Alzheimer's disease. *Jpn J Radiol.* 2025; 43(8): 1231–1238.
9. **Oliveira TG, Vernooij MW, Frisoni GB, et al.** Are we ready for amyloid-related imaging abnormalities (ARIA) monitoring? A European survey among neuroradiologists and neurologists by the ESNR/EAN Working Group. *Eur Radiol.* 2026 Jan 6. doi: 10.1007/s00330-025-12214-8