

DIGITÁLNÍ SUBTRAKČNÍ ANGIOGRAFIE S GADOLINIOVÝMI KONTRASTNÍMI LÁTKAMI A LITERÁRNÍ PŘEHLED

DIGITAL SUBTRACTION ANGIOGRAPHY WITH GADOLINIUM CONTRAST MEDIA
AND REVIEW OF LITERATURE

kazuistika

Filip Cihlář¹
Milouš Derner¹
Milan Řehořek¹
Vladimír Pavlov¹
Josef Smetana²
Martin Sauer²

¹Radiologické oddělení, Masarykova nemocnice, Ústí nad Labem

²Chirurgická klinika IPVZ, Masarykova nemocnice, Ústí nad Labem

Přijato: 30. 5. 2007

Korespondenční adresa:

MUDr. Filip Cihlář
Radiologické oddělení, Masarykova nemocnice
Sociální péče 3316/12A,
401 13 Ústí nad Labem
email: filip.cihlar@mnul.cz

SOUHRN

Cihlář F, Derner M, Řehořek M, Pavlov V, Smetana J, Sauer M. Digitální subtrakční angiografie s gadoliniovými kontrastními látkami a literární přehled

Cíl. Pro intervenčního radiologa tvoří pacienti se závažnou alergoidní reakcí na jóduovou kontrastní látku (JKL) nebo s renální insuficiencí problematickou skupinu při plánování diagnostické digitální subtrakční angiografie (DSA) či terapeutické intervence. Jako použitelná alternativní kontrastní látka pro DSA je k dispozici pouze oxid uhličitý (CO₂) a gadoliniové kontrastní látky (GdKL). Cílem je zhodnotit použití GdKL jako alternativní kontrastní látky při DSA u pacientů se závažnou alergoidní reakcí na JKL nebo s renální insuficiencí.

Metoda. Prezentujeme dva pacienty se závažnou alergoidní reakcí na JKL, u nichž byla GdKL použita k diagnostické a terapeutické DSA. Na základě vlastních a literárních zkušeností diskutujeme výhody a nevýhody použití GdKL při DSA.

Výsledky. Pro diagnostické a terapeutické výkony lze získat obraz s dostatečnou kvalitou při DSA s gadoliniovými cheláty. Bezpečnost GdKL při intravenózní aplikaci je vysoká. Intraarteriální aplikace GdKL v dávce nepřesahující 0,3–0,4 mmol/kg je velmi dobře tolerována. Několik studií poukázalo na nefrotoxicitu GdKL u pacientů s renální insuficiencí při použití dávek přesahujících 0,3 mmol/kg. Dle současných poznatků při DSA u pacientů s renální insuficiencí není prokázáno snížení výskytu kontrastní nefropatie u dávky GdKL pod 0,3 mmol/kg ve srovnání s ekvivalentní dávkou JKL.

SUMMARY

Cihlář F, Derner M, Řehořek M, Pavlov V, Smetana J, Sauer M. Digital subtraction angiography with gadolinium contrast media and review of literature

Aim. Patients with a history of severe allergic reaction to iodinated contrast media or a history of renal insufficiency present serious dilemma to the interventional radiologist when diagnostic angiographic or interventional procedures are planned. Of the contrast media investigated to date, only carbon dioxide (CO₂) and gadolinium chelates have been shown to be viable alternatives for digital subtraction angiography (DSA) examinations. The aim of this report was to evaluate gadolinium contrast media as an alternative contrast agents for DSA in patients with a history of severe allergic reaction to iodinated contrast media or a history of renal insufficiency.

Method. In the present report, gadolinium was used as the contrast agent for diagnostic and interventional DSA in two patients with severe allergic reaction to iodinated contrast media. A literature review was performed and the advantages and drawbacks were discussed.

Results. DSA with a gadolinium chelate as contrast medium can provide image of suitable quality for diagnosis and intervention. The overall safety profile of gadolinium contrast agents is excellent in intravenous application. Gadolinium-based contrast media are well tolerated in patients when administered intraarterially in doses of less than 0.3–0.4 mmol/kg. Several studies have reported the nephrotoxic potential of

Závěr. GdKL jsou použitelnou alternativou pro pacienty se závažnou alergoidní reakcí na JKL. Podle našeho názoru je použití GdKL při DSA u pacientů s renální insuficiencí diskutabilní.

Klíčová slova: digitální subtrakční angiografie, kontrastní látka, gadolinium.

gadolinium-based contrast agents in doses of more than 0.3 mmol/kg in patients with renal insufficiency. To our knowledge, there is no evidence indicating that the use of gadolinium-based contrast agents for DSA instead of iodinated contrast media in equi-attenuating doses, decreases incidence of contrast induced nephropathy in patients with renal insufficiency.

Conclusion. Gadolinium-based contrast media are useful alternative in selected high risk patients with a history of severe allergic reaction to iodinated contrast media. In our opinion the use of gadolinium-based contrast agents for DSA is controversial in patients with renal insufficiency.

Key words: digital subtraction angiography, contrast media, gadolinium.

ÚVOD

Pacienti se závažnou alergoidní reakcí na JKL nebo pacienti s renální insuficiencí jsou problematickou skupinou při provádění DSA. První skupina má zvýšené riziko vzniku opakované hypersenzitivní reakce na JKL, která může nastat podle typu reakce ve 25–100 %. Z velkých prospektivních registrů je zřejmé, že při aplikaci premedikace (kortikoidy, antihistaminika) lze zabránit lehčím opakovaným reakcím, nicméně nelze předejít opakování závažných reakcí. Při opakovaném podání JKL u nemocných s prodělanou reakcí na JKL je charakter a závažnost reakce totožná v 85 % případů. Alternativou může být aplikace jiného typu kontrastní látky (1–3). Riziko kontrastní nefropatie po aplikaci JKL u pacientů s normální hladinou sérového kreatininu je v rozmezí 0–10 %. Při přítomnosti rizikových faktorů (např. renální insuficience, diabetická nefropatie, dehydratace) stoupá riziko až na 25 % (4).

Jako použitelná alternativní kontrastní látka pro DSA je k dispozici CO₂ nebo GdKL. Mezi výhody CO₂ patří absence nefrotoxického a alergoidního efektu, dalším pozitivem je nízká cena. CO₂ je méně kontrastní než JKL a GdKL, během

nástřiku dochází k fragmentaci kontrastního bolu s vyššími nároky na postprocessing. Použití CO₂ je dále limitováno rizikem embolizace do CNS s potenciálním neurotoxickým efektem. Běžně je použití omezeno na oblast pod bránicí, případně za určitých podmínek na venózní systém horních končetin. Aplikace CO₂ je hůře tolerována ve srovnání s JKL a GdKL (5, 6). Další možností je použití GdKL, které se používají jako kontrastní látky pro magnetickou rezonanci (tab. 1). V této indikaci, při intravenózním použití v dávce do 0,3 mmol/kg jsou považována za velmi bezpečná a téměř bez nefrotoxických účinků. Rovněž výskyt nežádoucích reakcí je velmi nízký (7). V posledních 13 letech byla publikována v zahraniční literatuře řada kazuistických sdělení a prezentováno několik souborů pacientů, u kterých byla provedena DSA s GdKL (8–25). Hlavní indikací k použití GdKL byla přítomnost renální insuficience a v menšině případů závažná alergoidní reakce na JKL.

Naším cílem je zhodnotit vlastní a literární zkušenosti s použitím GdKL při DSA a endovaskulárních intervencích, jejich rizika a potenciální přínos.

Tab. 1. **Gadoliniové kontrastní látky**
Tab. 1. **Gadolinium contrast agents**

Název GdKL	Gd-DTPA	Gadodiamide	Gadobutrol	Gadoteridol
koncentrace (mmol/ml)	0,5	0,5	1,0	0,5
max. doporučená dávka (mmol/kg)	0,3	0,3	0,3	0,3
odpovídající objem k.l. v ml (75 kg pacient)	45	45	22,5	45
osmolalita (mOsm/kg H ₂ O) 37° C	1960	650	1603	630
molekulární struktura	lineární, iontový	lineární, neiontový	cyklický, neiontový	cyklický, neiontový
viskozita (mPa.s) 37° C	2,9	1,4	4,96	1,3
cena doporučené dávky v Kč (0,3 mmol/75 kg)	cca 5400	cca 5400	cca 5100	cca 5400
Obchodní název (výrobce)	Magnevist (Schering AG)	Omniscan (Amersham Health)	Gadovist (Schering AG)	ProHance (Bracco Diagnostics)

KAZUISTIKY

DSA s GdKL jsme provedli u dvou pacientů se závažnou alergoidní reakcí na JKL. DSA následovala po předchozím vyšetření neinvazivními metodami (ultrasonografie, magnetická rezonance). MR angiografii provádíme na 1,5T MR přístroji Magnetom Symphony Maestro Class (Siemens, Erlangen, Německo), s použitím GdKL v T1 FLASH vážených obrazech. DSA provádíme na přístroji Axiom Artis (Siemens, Erlangen, Německo) s matricí 1024×1024. Nebyla provedena úprava napětí na rentgence. Před vyšetřením byli nemocní seznámeni s riziky a povahou vyšetření, s použitím alternativní kontrastní látky a podepsali informovaný souhlas. Nebyla použita premedikace kortikoidy. Renální funkce byly před i po DSA v mezích normy.

Kazuistika 1

U 50leté pacientky, u které došlo k rozvoji námahových bolestí levé horní končetiny (LHK), jsme provedli DSA při uzávěru a. subclavia vlevo za odstupem a. vertebralis vlevo a uzávěru

náštíkem proximální a. subclavia vlevo (objem GdKL orientačně 9 ml aplikován během 2 sekund) se zobrazením uzávěru a. subclavia a a. axillaris vlevo (obr. 1B). Aplikace Gd-DTPA byla v rozporu s dostupnými literárními údaji provázena intenzivní bolestí v LHK (9), která byla způsobena vysokou osmolitou kontrastní látkou. Množství GdKL aplikované při výkonu nepřesáhlo 0,15 mmol/kg.

Kazuistika 2

Druhý, 57letý pacient byl vyšetřován sonograficky a pomocí MR angiografie dolních končetin pro klaudikace obou dolních končetin po 50 metrech (obr. 2A). Byly detekovány oboustranné filiformní stenózy ve větvení společných ilických tepen (AIC) a významná stenóza povrchové stehenní tepny vpravo (AFS). V anamnéze měl tento nemocný reakci na JKL při DSA dolních končetin se srdeční zástavou a následnou kardiopulmonální resuscitací. Vzhledem k charakteru postižení byl indikován k endovaskulárnímu ošetření výše popisovaných lézí. Byl zvolen přístup z levého třísla a obvyklým způsobem byla provedena i PTA AIC vlevo (obr. 2B).



▲ Obr. 1A



▲ Obr. 1B

Obr. 1A. 3D MR angiografie, MIP rekonstrukce vyšetření supraaortálních tepen s patrným uzávěrem a. subclavia vlevo za odstupem vertebrální tepny. Dále je uzavřen karotidoaxilární bypass s drobným plněním pahýlu na a. carotis communis vlevo.

1B. DSA a. subclavia vlevo, selektivní manuální nástřik cca 9 ml Gd-DTPA za 2 sekundy

Fig. 1A. 3D MR angiography, MIP image of supraaortic arteries with occlusion of left subclavian artery located distal to vertebral artery origin. There is also carotid-axillary by-pass occlusion with residual minimal filling at the common carotid artery.

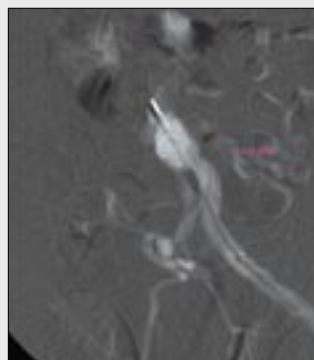
1B. DSA of left subclavian artery, selective manual injection of 9 ml of Gd-DTPA within 2 seconds

karotido-axilárního bypassu vlevo. V anamnéze měla pacientka reakci na JKL s generalizovanou urtikou a rozvojem obstrukce dýchacích cest s nutným medikamentózním zásahem. Jako iniciační vyšetření byla provedena MRA supraaortálních tepen (obr. 1A) a poté byla chirurgem vyžádána selektivní DSA a. subclavia vlevo. Jako kontrastní látku jsme použili Gd-DTPA (Gadopentetate dimeglumine, Magnevist, Schering AG, Berlín, Německo). První sériogram byl proveden manuálním

Následně byl zaveden Arrow sheath (Arrow International Inc., Reading, USA) do pravostranné AIC a provedena PTA stenózy AIC vpravo. Během této intervence při znalosti MR nálezu byly stenózy lokalizovány orientačním nástřikem 2 ml GdKL (obr. 2C), kontrolní nástřiky byly provedeny 5–6 ml za 1–2 sekundy (obr. 2D). Byla opět použita Gd-DTPA a vyšetření bylo provázeno pocitem tepla až mírné bolestivosti, která však byla tolerovatelná. Výkon byl v této fázi ukončen,



▲ Obr. 2A



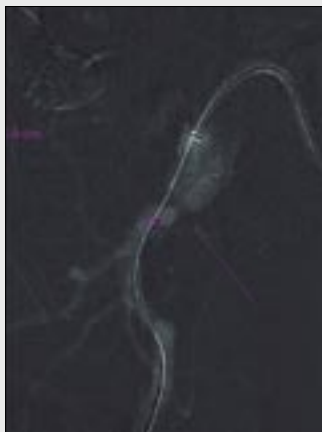
▲ Obr. 2B

Obr. 2A. 3D MRA, MIP rekonstrukce. Zobrazení pánevních tepen s filiformními stenózami ve větvení AIC oboustranně, nápadná dilatace obou AIC.

2B. DSA AIC vlevo, kontrola po PTA, manuální nástřik cca 5 ml Gd-DTPA za 1–2 sekundy

Fig. 2A. 3D MR angiography, MIP image. Iliac arteries show tight stenoses at the bifurcations of both common iliac arteries which are markedly dilated.

2B. Left common iliac artery DSA after PTA, manual injection of 5 ml of Gd-DTPA within 1-2 seconds.



▲ Obr. 2C



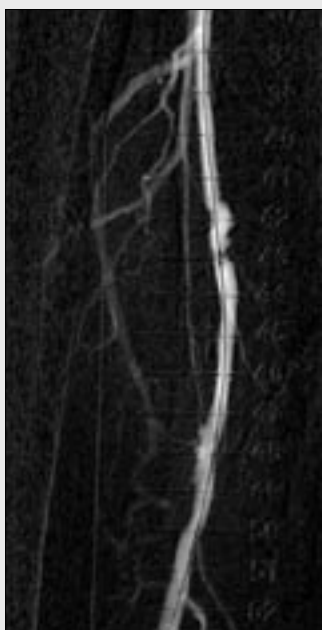
▲ Obr. 2D

2C. DSA AIC vpravo, orientační nástřik 2 ml Gd-DTPA verifikující lokalizaci stenózy

2C. Right common iliac artery DSA, injection of 2 ml of Gd-DTPA for verifying stenosis location

2D. DSA AIC vpravo, kontrola po PTA, manuální nástřik cca 5 ml Gd-DTPA za 1-2 sekundy

2D. Right common iliac artery DSA, manual injection of 5 ml of Gd-DTPA within 1-2 seconds



▲ Obr. 2E

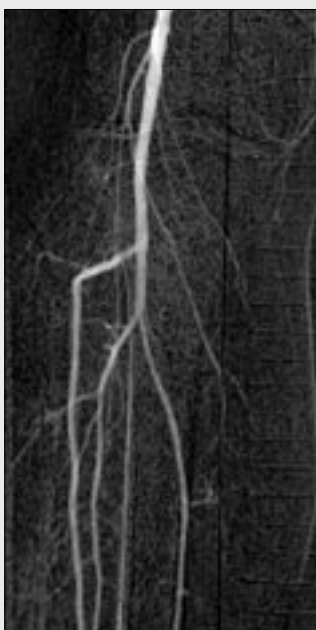


▲ Obr. 2F

2E. DSA AFS vpravo, manuální nástřik 5 ml gadodiamidu zobrazující významnou stenózu proximální AFS vpravo

2F. DSA AFS vpravo, kontrolní vyšetření po PTA AFS vpravo

2G. DSA a. poplitea a proximální části bérceových tepen vpravo, kontrolní vyšetření po intervenci, manuální nástřik ze sheathu - 9 ml gadodiamidu za 2 sekundy



▲ Obr. 2G

2E. Right superficial femoral artery DSA, manual injection of 5 ml of gadodiamide showing significant stenosis of the artery

2F. Right superficial femoral artery DSA, control examination after PTA of superficial femoral artery

2G. DSA of popliteal artery and proximal crural arteries, control examination post intervention, manual injection via the sheath - 9 ml of gadodiamide within 2 seconds

intraarteriálně bylo aplikováno 30 ml GdKL, 10 ml bylo použito pro dilataci PTA balónku. Ve druhé době byla provedena PTA AFS vpravo progradním vpichem v pravém třísele (obr. 2E, 2F). Vzhledem k horší toleranci Gd-DTPA při předchozích vyšetřeních byl použit gadodiamide (Omniscan, Amersham Health, Oslo, Norsko). Výkon byl proveden standardním způsobem, celkově bylo použito 40 ml GdKL, z toho 10 ml k dilataci PTA balónku. Výkon s gadodiamidem byl výborně tolerován, bez nepříjemných pocitů při aplikaci GdKL. Vedl k úpravě klinického stavu, nemocný je bez klaudikací. Množství GdKL aplikované při výkonu dosáhlo 0,18 mmol/kg.

V obou případech jsme získali snímky, které byly dostatečně kvalitní pro úspěšný průběh vyšetření a intervence. Vyšetření nízkosmolární GdKL (gadodiamid) bylo jednoznačně lépe to-

lerováno. Množství GdKL v obou případech jen lehce přesáhlo obvyklou dávku při vyšetření magnetickou rezonancí.

DISKUZE

GdKL jsou kontrastní látky určené pro intravenózní použití při vyšetření magnetickou rezonancí. Jejich použití intraarteriálně není oficiálně schváleno výrobcem, nicméně četné kazuistiky svědčí pro bezpečné použití při katetrizační angiografii. GdKL jsou komerčně dostupné v koncentracích 0,5 mmol/ml a 1,0 mmol/ml. V koncentraci 1 mmol/ml je dostupný pouze gadobutrol (Gadovist, Schering AG, Berlín, Německo). Po podání se vyloučí glomerulární filtrací 50 % GdKL přibližně za 90 minut.

U pacientů s normální funkcí ledvin dojde za 24 hodin k vyloučení přibližně 98 % gadolinia. Poločas eliminace z plazmy stoupá se stupněm poškození renálních funkcí, ale neexistují žádná doporučení, při jaké hladině sérového kreatininu by již GdKL neměla být podána. Pokud je to nutné, lze GdKL odstranit dialýzou. Farmakokinetika je obdobná jako u JKL (26).

Kvalita obrazu při použití koncentrace 0,5 mmol/ml GdKL odpovídá kvalitě obrazu při DSA JKL o obsahu cca 75–150 mgI/ml, při vzrůstající hmotnosti pacienta relativně stoupá atenuace GdKL ve srovnání s JKL. Vzhledem k nízkému kontrastu GdKL je skiaskopický obraz málo kvalitní a je nutné použít DSA (14). Při vyšetření je vhodné zvýšit napětí na rentgence (27), což používá pouze část citovaných autorů. Manipulace s GdKL během výkonu se neliší od JKL, což je výhodou proti CO₂.

Incidence závažných a velmi závažných alergoidních reakcí na nízkoosmolární JKL podané intravenózně je asi 1:2500, resp 1:25 000, fatální reakce se vyskytují s četností asi 1:170 000 (2). U GdKL je incidence závažných anafylaktoidních reakcí někde v rozmezí od 1:200 000 až 1:450 000. Je popsáno několik fatálních reakcí. Jednotlivé druhy GdKL se neliší četností ani charakterem alergoidních reakcí. Rizikovější jsou pacienti s alergií či předchozí reakcí na JKL (7, 28).

Četné studie, klinické zkušenosti a doporučení výrobců považují za horní hranici obecně bezpečné dávky 0,3 mmol/kg GdKL. V tomto množství včetně pacientů se zhoršenými renálními funkcemi jsou považovány za bezpečné a téměř bez nefrotoxických účinků (29). V současné době nejsou publikována data většího souboru pacientů, kterým byla aplikována dávka GdKL přesahující 0,3 mmol/kg. Počet takto vyšetřovaných je malý, omezuje se na kazuistiky či menší soubory pacientů. Indikací pro vyšetření s GdKL byla zejména renální insuficience. Ve většině citovaných studií byla použita Gd-DTPA v dávce do 0,4 mmol/kg, pouze s ojedinělými případy zhoršení renálních funkcí u pacientů s renální insuficiencí (15, 30). Byl studován vliv doplňkové aplikace stejného objemu GdKL (0,5 mmol/ml) a JKL (300 mgI/ml) při CO₂ angiografii dolních končetin u nemocných s renální insuficiencí. Průměrně bylo aplikováno 50–55 ml kontrastní látky, sledován byl vzestup sérového kreatininu o více jak 44 μmol/l. Ve skupině GdKL došlo k vzestupu kreatininu u 1/18 pacientů (6 %), u JKL 6/15 pacientů (40 %). Limitací studie je porovnávání stejného objemu kontrastní látky, kdy atenuace GdKL je asi poloviční ve srovnání s JKL (16). U 3,5 % ze 195 nemocných s renální insuficiencí došlo k rozvoji akutního renálního selhání, při MRA 1,9 %, při DSA 9,5 %. Dialýza byla nutná u tří ze sedmi těchto nemocných, množství GdKL dosáhlo 0,27–0,42 mmol/kg. Hladina sérového kreatininu před MRA, či DSA byla v průměru 215 μmol/l, nebyl uveden žádný protokol k prevenci kontrastní nefropatie. Autoři považují podání GdKL za bezpečnější ve srovnání s JKL (17). V prospektivní randomizované studii byla na 20 pacientech porovnávána bezpečnost JKL (iohexol 350) a GdKL (gadobutrol) v ekvivalentní dávce. Nemocní měli hladinu sérového kreatininu v rozmezí 159–522 μmol/l, bylo jim aplikováno v průměru 0,6 mmol/kg kontrastní látky. V obou skupinách došlo k obdobnému poklesu glomerulární filtrace, k akutnímu renálnímu selhání došlo přibližně u 50 % pacientů, bez nutnosti hemodialýzy. Limitací studie je vyšší výskyt diabetiků ve skupině GdKL a fakt, že při stanovení glomerulární filtrace bylo ve skupině GdKL na konci

vyšetření aplikováno 10 ml JKL. U pacientů s poškozením renálních funkcí, tedy GdKL ve vyšších dávkách nemají významný benefit proti JKL v ekvivalentní dávce (18). U 20 pacientů s renální insuficiencí byly při DSA aplikovány vysoké dávky gadodiamidu (80–440 ml), odpovídající 0,5 až 2,9 mmol/kg. Celkem u osmi pacientů došlo k poklesu renálních funkcí (40 %) a u tří z nich nedošlo ke zpětnému poklesu hladiny kreatininu na původní úroveň (31).

Experimentální studie na zvířatech svědčí pro vyšší toxicitu GdKL ve srovnání s JKL v ekvivalentních dávkách, zejména na ischemických modelech ledvin. Aplikovány byly vysoké dávky GdKL přesahující 1 mmol/kg. Nicméně některé studie na krysách neprokázaly nefrotoxicitu GdKL ani při dávce 4,5 mmol/kg. Vysokoosmolární GdKL byly více nefrotoxické než nízkoosmolární GdKL (26, 29, 31).

Celkově lze říci, že u pacientů s renální insuficiencí mají GdKL ve vyšších dávkách přesahující 0,5 mmol/kg přibližně stejný nefrotoxický efekt jako JKL. Při nízkých dávkách GdKL pod 0,4 mmol/kg je nefrotoxita GdKL nižší než u stejného objemu neředěné JKL, ale atenuace JKL je minimálně dvojnásobná. Použití GdKL v množství do 0,3 mmol/kg má minimální riziko vzniku kontrastní nefropatie (19). Nebyly dosud publikovány výsledky probíhající studie u pacientů s renální insuficiencí, porovnávající ekvivalentní množství ředěné JKL a GdKL v dávkách pod 0,4 mmol/kg. Její závěry by měly doplnit informace o riziku kontrastní nefropatie u pacientů s renální insuficiencí (32). U pacientů s normálními renálními funkcemi není popisován vznik kontrastní nefropatie u dávky do 0,3 mmol/kg GdKL. U zdravých dobrovolníků byl gadobutrol aplikován bez vedlejších účinků intravenózně, v jedné dávce odpovídající 0,5 mmol/kg (33). Maximální testovaná denní dávka gadobutrolu u člověka byla 1,5 mmol/kg tělesné hmotnosti a byla snášena dobře. Nelze ji však použít jako doporučenou maximální dávku (informace od výrobce). V roce 1999 v doporučení Evropské společnosti urologické radiologie (ESUR) byla akceptovatelná dávka GdKL s minimálním rizikem vzniku kontrastní nefropatie 0,9 mmol/kg, nyní je doporučené množství 0,3 mmol/kg. Vzhledem k výše uvedeným faktům ESUR nedoporučuje běžně nahrazovat JKL pomocí GdKL, s cílem snížit riziko kontrastní nefropatie při aplikacích mimo MR zobrazování (29).

V roce 1993 Kinno publikoval první použití GdKL při DSA u embolizace krvácejícího hepatocelulárního karcinomu. Poté se gadolinium začalo využívat pro angiografickou diagnostiku a endovaskulární léčbu postižení tepen dolních končetin. V současnosti je publikováno použití pro aortografii, angiografii renálních tepen včetně angioplastiky, zobrazení transplantovaných ledvin, dialyzačních pístů a jejich intervencí, angiografii dolní duté žíly (13). GdKL byly použity pro diagnostiku postižení supraaortálních a intrakraniálních tepen (20–23). Publikovány jsou kazuistiky karotického stentu a embolizace intrakraniálního aneurysmatu (24, 25). GdKL lze použít v jakémkoliv cévním teritoriu, což je výhodou proti CO₂. Další výhodou je, že není nutný speciální nácvik manipulace s GdKL, jako v případě CO₂. Nízkoosmolární GdKL jsou lépe snášeny pacienty, aplikace je méně bolestivá a nejsou přítomny jiné nepříjemné pocity, zejména při selektivních vyšetřeních. Ředění vysokoosmolárních GdKL s cílem zlepšit jejich toleranci redukuje kvalitu obrazu. Vzhledem k omezení objemu aplikovatelné GdKL (45–60 ml/75 kg) je vhodné provádět selektivní DSA či intervenci po předchozím neinvazivním vyšetření, případně v kombinaci s CO₂. Vyšetření velkých

tepen, zejména aorty může být méně kvalitní či vyžadovat příliš velké množství kontrastní látky. Při použití GdKL (1 mmol/ml) a JKL (300 mgI/ml) lze získat obraz se srovnatelnou kvalitou, GdKL s koncentrací 0,5 mmol/ml poskytuje obraz s nižší kvalitou (34). Manuální aplikace kontrastní látky snižuje její celkovou spotřebu (13, 30).

Použití GdKL má několik limitací. Za prvé – zůstává otázkou bezpečný objem GdKL, odvozený od použití v MR zobrazování, který limituje rozsah vyšetření. U pacientů bez poškození ledvin lze patrně překročit hranici 0,4 mmol/kg bez rizika vzniku kontrastní nefropatie, ale jedná se o individuální rozhodnutí se zvážením rizika tohoto postupu. U pacientů s renální insuficiencí překročení hranice 0,5 mmol/kg GdKL již nepřináší redukci incidence kontrastní nefropatie proti JKL. Dále není jednoznačně potvrzeno snížení výskytu kontrastní nefropatie u dávky GdKL pod 0,3 mmol/kg ve srovnání s ekvivalentní dávkou JKL. U pacientů v terminálním stadiu renální insuficience může být GdKL (nejčastěji gadodiamid) kofaktorem vzniku nefrogenní systémové fibrózy, závažné pozdní nežádoucí reakce (35). Opodstatněnost indikace k DSA s GdKL považujeme u pacientů s renální insuficiencí za otevřenou a při použití GdKL by jednoznačně neměl být překročen limit dávky 0,3–0,4 mmol/kg. Za druhé – lze získat obraz stejné kvality jako u JKL 300 mgI/ml pouze při použití 1 mmol/ml GdKL. Za třetí – anafylaktoidní reakce jsou popsány i při použití GdKL, jejich výskyt je velmi vzácný, ale předchází reakce na JKL toto riziko zvyšuje přibližně 3,7× (7). Za čtvrté – cena GdKL

je přibližně desetinásobná ve srovnání s neiontovými JKL. Indikovaných pacientů je ale velmi málo. Převážnou většinu pacientů lze vyšetřit neinvazivními metodami (zejména MR angiografií) a DSA s GdKL rezervovat pro selektivní dovyšetření či doplnění nálezu a pro endovaskulární intervence. Na našem pracovišti byli takto vyšetřeni dva nemocní se třemi výkony za tři roky; indikujeme pouze pacienty se závažnými reakcemi na JKL.

ZÁVĚR

GdKL jsou použitelná alternativa pro DSA a endovaskulární intervence u pacientů se závažnou alergoidní reakcí na JKL. GdKL rozšiřují možnosti především v oblasti zobrazování CNS a neurointervencí, kde nelze použít CO₂. Lze je rovněž použít ke zpřesnění a doplnění nálezu CO₂ angiografie. U pacientů s renální insuficiencí je použití GdKL v dávce do 0,3 mmol/kg při DSA spojeno pouze s minimálním rizikem vzniku kontrastní nefropatie. Opodstatněnost použití GdKL u pacientů s renální insuficiencí ale zůstává otevřenou otázkou, protože dosud není prokázáno snížení výskytu kontrastní nefropatie u dávky GdKL pod 0,3 mmol/kg ve srovnání s ekvivalentní dávkou JKL. Evropská společnost urologické radiologie nedoporučuje u pacientů s renální insuficiencí běžně nahrazovat JKL pomocí GdKL, s cílem snížit riziko kontrastní nefropatie při aplikacích mimo MR zobrazování.

LITERATURA

1. Bettmann MA. Frequently asked questions: Iodinated contrast agents. *RadioGraphics* 2004; 24: 3–10.
2. Morcos SK, Thomsen HS. Adverse reactions to iodinated contrast media. *Eur Radiol* 2001; 11: 1267–1275.
3. Freed KS, Leder RA, Alexander C, DeLong DM, Kliever MA. Breakthrough adverse reactions to low-osmolar contrast media after steroid premedication. *AJR* 2001; 176: 1389–1392.
4. Janoušek R, Krajina A. Nefropatie indukovaná aplikací jódové kontrastní látky (kontrastní nefropatie). *Ces Radiol* 2005; 59: 128–132.
5. Krajina A, Lojík M, Mašková J. Angiografie oxidem uhličitým. *Ces Radiol* 2000; 54: 290–296.
6. Hawkins IF, Caridi JG. Carbon dioxide (CO₂) digital subtraction angiography: 26-year experience at the University of Florida. *Eur Radiol* 1998; 8: 391–402.
7. Runge VM. Safety of approved MR contrast media for intravenous injection. *J Magn Reson Imaging* 2000; 12: 205–213.
8. Kaufman JA, Keller SC, Waltman AC. Renal insufficiency: Gadopentetate dimeglumine as a radiographic contrast agent during peripheral vascular interventional procedures. *Radiology* 1996; 198: 579–581.
9. Hammer FD, Goffette PP, Malaise J, Mathurin P. Gadolinium dimeglumine: an alternative contrast agent for digital subtraction angiography. *Eur Radiol* 1999; 9: 128–136.
10. Spinosa DJ, Matsumoto AH, Hagspiel KD, Angle JE, Hartwell GD. Gadolinium-based contrast agents in angiography and interventional radiology. *AJR* 1999; 173: 1403–1409.
11. Albrecht T, Dawson P. Gadolinium-DTPA as X-ray contrast medium in clinical studies. *Br J Radiol* 2000; 73: 878–882.
12. Wagner HJ, Kalinowski W, Klose KJ, Alfke H. The use of gadolinium chelates for X-ray digital subtraction angiography. *Invest Radiol* 2001; 36: 257–265.
13. Spinosa DJ, Kaufmann JA, Hartwell GD. Gadolinium chelates in angiography and interventional radiology: A useful alternative to iodinated contrast media for angiography. *Radiology* 2002; 223: 319–325.
14. Spinosa DJ, Hagspiel KD, Angle JE, Matsumoto AH, Hartwell GD. Gadolinium-based contrast agents in angiography and interventional radiology: Uses and techniques. *J Vasc Interv Radiol* 2000; 11: 985–990.
15. Gemery J, Idelson B, Reid S, et al. Acute renal failure after arteriography with a gadolinium-based contrast agent. *AJR* 1998; 171: 1277–1278.
16. Spinosa DJ, Angle JE, Hagspiel KD, et al. Lower extremity arteriography with use of iodinated contrast material or gadodiamide to supplement CO₂ angiography in patients with renal insufficiency. *J Vasc Interv Radiol* 2000; 11: 35–43.
17. Sam AD, Morasch MD, Collins J, et al. Safety of gadolinium contrast angiography in patients with chronic renal insufficiency. *J Vasc Surg* 2003; 38: 313–318.
18. Erley CM, Bader BD, Berger ED, et al. Gadolinium-based contrast media compared with iodinated media for digital subtraction angiography in azotemic patients. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 2526–2531.
19. Spinosa DJ, Matsumoto AH, Angle JE, et al. Safety of CO₂- and gadodiamide-enhanced angiography for the evaluation and percutaneous treatment of renal artery stenosis in patients with chronic renal insufficiency. *AJR* 2001; 176: 1305–1311.

20. Erly WK, Zaetta J, Borders GT, et al. Gadopentetate dimeglumine as a contrast agent in common carotid arteriography. *Am J Neuroradiol* 2000; 21: 964–967.
21. Nussbaum ES, Casey SO, Sebring LA, Madison MT. Use of gadolinium as an intraarterial contrast agent in digital subtraction angiography of the cervical carotid arteries and intracranial circulation. *J Neurosurg* 2000; 92: 881–883.
22. Arat A, Cekirge HS, Saatci I. Gadodiamide as an alternative contrast medium in cerebral angiography in a patient with sensitivity to iodinated contrast medium. *Neuroradiology* 2000; 42: 34–37.
23. Slaba SG, El-Hajj LF, Abboud GA, Gebara VA. Selective angiography of cerebral aneurysm using gadodiamide in polycystic kidney disease with renal insufficiency. *AJR* 2000; 175: 1467–1468.
24. Amar AP, Larsen DW, Teitelbaum GP. Percutaneous carotid angioplasty and stenting with use of gadolinium in lieu of iodinated contrast medium: Technical case report and review of the literature. *Neurosurgery* 2001; 49: 1262–1266.
25. Chedid GHA, Slaba SG, Saikali IC, et al. Use of gadodiamide-enhanced angiography during endovascular occlusion of a ruptured cerebral aneurysm. *J Neurosurg* 2002; 97: 229.
26. Thomsen H, Armén T, Morcos SK, et al. Gadolinium-containing contrast media for radiographic examinations: a position paper. *Eur Radiol* 2002; 12: 2600–2605.
27. Krajina A., Janoušek R. Kontrastní látky v intervenční radiologii. In Krajina A, Peregrin JH, et al. *Intervenční radiologie*. Hradec Králové: Olga Čermáková 2005; 57–69.
28. Shellock FG, Kanal E. Safety of magnetic resonance imaging contrast agents. *J Magn Reson Imaging* 1999; 10: 477–484.
29. Thomsen H, Morcos SK. ESUR guidelines on contrast media. *Abdom Imaging* 2006; 31: 131–140.
30. Strunk HM, Schild H. Actual clinical use of gadolinium–chelates for non-MRI applications. *Eur Radiol* 2004; 14: 1055–1062.
31. Nyman U, Elmstahl B, Leader P, et al. Are gadolinium-based contrast media really safer than iodinated media for digital subtraction angiography in patients with azotemia? *Radiology* 2002; 223: 311–318.
32. Spinosa DJ, Kaufmann JA, Hartwell GD. Commentary on the viewpoint of Nyman et al. *Radiology* 2002; 223: 328–329.
33. Staks T, Schuhmann-Giamperi G, Frenzel T, et al. Pharmacokinetics, dose proportionality, and tolerability of gadobutrol after single intravenous injection in healthy volunteers. *Invest Radiol* 1994; 29: 709–715.
34. Kalinowski M, Kress O, Wels T, et al. X-ray digital subtraction angiography with 1mol/l gadobutrol: results from a comparative porcine study with iodinated contrast agents. *Invest Radiol* 2002; 37: 254–262.
35. Thomsen HS. Nephrogenic systemic fibrosis: a serious late adverse reaction to gadodiamide. *Eur Radiol* 2006; 16: 2619–2621.

H. Imhof, et al.

DIRECT DIAGNOSIS IN RADIOLOGY SPINAL IMAGING / Zobrazení páteře

Stuttgart – New York: Thieme 2008; 302 s., 327 obr., cena 44,95 Euro. ISBN 978-3-13-144071-16.



Anglický překlad díla vydaného v německém jazyce v roce 2006 byla vytvořena autorským kolektivem z vídeňské Všeobecné nemocnice (AKH) pod vedením profesora H. Imhofa. Publikace je zařazena do edice příruček diagnostického zobrazování, které mají umožnit rychlou orientaci a nalezení stěžejních diagnostických a diferenciálně diagnostických informací. Je členěna do šesti oddílů – kongenitální malformace, poranění, degenerativní změny, zánětlivá onemocnění, nádory a cévní onemocnění. Každá z diagnóz je nejprve uvedena definicí, následuje popis typických nále-

zů pomocí jednotlivých metod – prostý snímek, výpočetní tomografie, magnetická rezonance eventuálně i angiografie. Typické klinické manifestace onemocnění spolu s výčtem diferenciálně diagnostických možností podávají ucelený obraz o jednotlivých onemocněních či skupinách diagnóz. Jak už bývá u publikací vydavatelství Thieme zvykem, vynikající kvalitu mají schematické nákresy. Jejich didaktická hodnota je nesporně vynikající, vyzdvihnout je však třeba také jejich mimořádnou výtvarnou kvalitu. Excelentní jsou zejména schémata zlomenin páteře.

Vzhledem k formátu a velikosti publikace jde o neocenitelného, rychlého, avšak podrobného průvodce zobrazením páteře, nepochybně schopného uspokojit potřeby všech neuroradiologů na jakémkoliv stupni vývoje zkušeností, v jakoukoliv denní i noční dobu.

doc. MUDr. Jiří Ferda, PhD.