

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

Bakalářská práce

**Porovnání zobrazovacích metod při diagnostice onemocnění
renálních tepen.**

18.8.2008

**Ivana Pavlišová
Vedoucí práce: as. Jiří Lisý CSc.**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Porovnání zobrazovacích metod při diagnostice onemocnění renálních tepen jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č.111/1998Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích

.....

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce as.MUDr. Jiřímu Lisému CSc., že byl dobrým a trpělivým rádčem a za jeho cenné rady a připomínky při mém zpracování bakalářské práce.

Též chci poděkovat dalším lékařům i kolegům radiologickým asistentům, kteří byli vždy ochotni mi odpovídat na mé otázky.

Také bych chtěla poděkovat Fakultní nemocnici za možnost nahlédnout do databáze UNIS.

Synopsis

The present brings much information on development and course of various health disorders, including those of renal arteries. These disorders may be in the majority of cases both the cause and effect of serious diseases. The disorders of renal arteries represent risks to the patients undergoing their diagnostics.

With development of technical and testing procedures, and with acquiring of new experience, the new, ionizing-radiation-free methods become more available. My bachelor's thesis maps the available methods carried out at the Department of Imaging Methods in the Motol University Hospital. The thesis describes the methods applying imaging by ionizing radiation (digital subtraction angiography and computer tomography), as well as the methods using other physical principles for imaging, i.e. magnetic resonance and ultrasonic diagnostics.

The thesis explores the algorithm of testing according to the indications and contraindications to the specific examination, and according to the age and sex of the patient. I have pointed out both advantages and disadvantages of the individual methods that might influence the expected results of examination.

I concentrated on the contemporary situation of magnetic resonance in the diagnostics of renal arteries, which is gradually replacing the digital subtraction angiography.

The hypothesis consists of the role of the magnetic resonance in diagnostics of renal arteries, which is minimally limited by contraindications.

The description of diagnostic procedures is based on medical literature and specialized sources. The information on the patients' examination has been drawn from the UNIS hospital information system in the Motol University Hospital.

The conclusions shall serve as the basis for the internal methodical approach in diagnostics of the disorders of renal arteries.

Keywords: renal artery stenosis, digital subtraction angiography, magnetic resonance of renal arteries, contrast medium

Obsah

Úvod	7
1.Současný stav dané problematiky	8
1.1.Indikace k vyšetření obecně	8
1.2.Psychologický přístup k pacientovi	9
1.2.1. <i>Dospělý pacient</i>	9
1.2.2. <i>Dětský pacient</i>	10
1.2.3. <i>Rizikový pacient</i>	11
1.3.Vyšetřovací techniky	12
1.3.1. <i>Ultrasonografie a dopplerovské měření</i>	13
1.3.1.1.Tecnika měření	13
1.3.1.2.Úloha radiologického asistenta	14
1.3.2. <i>Magnetická resonance</i>	14
1.3.2.1.Indikace MRA	15
1.3.2.2.Příprava pacienta	15
1.3.2.3.Kontraindikace MR vyšetření	15
1.3.2.4.Tecnika provedení	16
1.3.2.5.Typy metod, jejich výhody a nevýhody	17
1.3.2.5.1.Time-of-flight (zkr.TOF)	17
1.3.2.5.2.Fázový kontrast (zkr. PC)	18
1.3.2.5.3.Kontrastní MRA	18
1.3.2.6.MRA má výhody i nevýhody	19
1.3.2.7.Úloha radiologického asistenta	19
1.3.3. <i>Počítačová tomografie</i>	21
1.3.3.1.Princip počítačové tomografie	21
1.3.3.2.Přístrojové vybavení počítačové tomografie	22
1.3.3.3.Tecnika provedení	24
1.3.3.4.Úloha radiologického asistenta	25
1.3.4. <i>Digitální substrakční angiografie</i>	26
1.3.4.1.Přístrojová technika	26
1.3.4.2.Parametry ovlivňující kvalitu obrazu (obecně)	27
1.3.4.3.Příprava pacienta na vyšetření	28
1.3.4.4.Kontraindikace angiografického vyšetření	29
1.3.4.5.Instrumentárium a další pomůcky pro angiografii	30
1.3.4.6.Tecnika provedení	31
1.3.4.7.Péče o nemocné po angiografii	33
1.3.4.8.Komplikace v místě punkce	34
1.3.4.9.Úloha radiologického asistenta	34
1.4.Kontrastní látky	34
1.4.1. <i>Ultrasonografie</i>	35
1.4.2. <i>Magnetická resonance</i>	35
1.4.3. <i>Počítačová tomografie</i>	35
1.4.4. <i>Angiografie a Digitální substrakční angiografie</i>	36

1.4.4.1.Prevence nežádoucích reakcí rizikových pacientů	36
1.4.4.2.Léčba nežádoucích reakcí	37
1.5.Výhody a nevýhody	38
1.6. Perkutánní transluminální angioplastika	41
2.Cíl práce a hypotéza	44
3.Metodika	45
4.Výsledky	48
5.Diskuse	55
6.Závěr	57
Přehled literatury	58
Klíčová slova	59

Úvod

Renální tepny jsou jednou malou součástí celku zvaného lidské tělo. Tvoří součást cévního systému, který má za úkol buňkám těla dodat důležité látky a plyny (hlavně kyslík), ale zároveň přivádí i škodlivé látky (z metabolických procesů, nadbytek soli, aj.) do orgánů, které pomáhají organismu se těchto škodlivin zbavit. Renální tepny přivádí krev do ledvin. Jelikož jsou u většiny lidstva ledviny párovým orgánem, jsou renální tepny součástí viscerálních (tzv.párových) tepen abdominální aorty. Zatímco postižení tepen srdce, mozku nebo dolních končetin je věnována značná pozornost, ateroskleróza renálních tepen je opomíjena.

Postižení renálních tepen může být příčinou i následkem závažných chorobných stavů. Mezi nejčastější příčiny postižení patří: stenózy, aneurysma, vrozené abnormality, získaná onemocnění, která svým rozvojem nemoci mohou postihnout tyto cévy druhotně (např. diabetes mellitus, srdeční postižení, aj.). Postižení renálních tepen přináší nemocnému nebezpečí rizika při snaze o jejich vyšetření.

Vyšetření, která nemocný absolvuje by měla začít již vyšetřením klinických projevů. Poté by měly následovat laboratorní vyšetření. U nemocných, kterým chceme ozřejmit tu správnou příčinu daného onemocnění, indikuje ošetřující lékař některou z vyšetřovacích metod. Nemusí se provádět zrovna na naší klinice, protože jsou známy i jiné zobrazovací metody, které se dají provádět například na klinice nukleární medicíny.

V radiodiagnostickém oboru však máme mnohem více možností vyšetření, která můžeme rozdělit na invazivní a neinvazivní. Některé vyšetření můžeme provádět jen nativně, některá i s použitím kontrastní látky, ale některá mají přínos jen za pomoci kontrastní látky.

V některých případech je užití kontrastních látek limitováno alergickou reakcí, nebo celkovým stavem pacienta.

1. Současný stav dané problematiky

Hypertenzní choroba patří mezi vedoucí příčiny nemocnosti a úmrtnosti v naší populaci. Většina nemocných trpí esenciální hypertenzí. Jednou z nezanedbatelných příčin sekundární hypertenze je stenóza renální tepny. Výskyt renovaskulárního typu sekundární hypertenze je poměrně řídký, odhaduje se na 1-2% mezi všemi nemocnými dospělými hypertoniky. V populaci má 16-29% jedinců akcesorní renální tepnu, její stenóza může být příčinou RVH.

V současnosti máme mnoho možností jak detekovat postižení renálních tepen. Můžeme začít od klinického vyšetření ošetřujícím lékařem, který hodnotí nejen subjektivní, ale hlavně objektivní příznaky. Přes odběry krve, kde můžeme hodnotit například hladinu urey a kreatininu.

Rozvoj technických přístrojů, ale i počítačového zpracování nám umožňuje zobrazení jednotlivých úseků cévního systému. Máme možnosti využít invazivní metody, ale i neinvazivní zobrazovací metody. Každá z těchto metod dokáže zobrazit renální tepny na různých fyzikálních principech, které mají své přednosti, ale i nedostatky.

1.1. Indikace k vyšetření obecně

Níže uvedené příčiny a onemocnění jsou nejčastějším důvodem provést vyšetření renálních tepen obecně.

Renovaskulární hypertenze

Renovaskulární hypertenze bývá na podkladě stenózy renálních tepen. Nejčastější příčinou stenózy je ateroskleróza a fibromuskulární dysplázie. Jsou i příčiny méně obvyklé.

Aterosklerotické zúžení se vyskytuje u osob starších 50let, ale formulují se o mnoho let dříve. Bývají častěji u mužů než u žen. Ve 33% až 43% je postižení oboustranné. Průběh může být různě rychlý a vést až k uzávěru. Poměrně často vede k renální insuficienci. Ateroskleróza tvoří asi dvě třetiny všech renálních stenóz.

Fibrodysplázie má největší výskyt ve 3. a 4. dekadě života, ale může postihovat i děti. Je třikrát častěji u žen než u mužů. Etiologie je neznámá. Dle histologie můžeme

rozlišit hyperplazii muskulární, fibrózní či fibromuskulární. V různých kombinacích pak může postihovat intimu, medii a adventicii. Fibrodysplázie tvoří zhruba jednu třetinu všech stenóz ledvinných tepen.

Mezi další méně časté příčiny stenóz patří vrozené stenózy včetně koarktace aorty, dále direkce, aneurysmata, hematomy renálních tepen, posttraumatické trombózy, embolie do renálního řečiště. Také ischemie vyvolaná renální arteriovenózní píštělí.

Expanze ledvinných tepen

Jsou stenózy, které mohou vzniknout zevním útlakem artérie u některých abdominálních a retroperitoneálních expanzí (například lymfosarkom, hydatidózní cysta, některými nádory ledvin).

Dalším podkladem stenóz jsou různé arteritidy u syphilitické aortitidy, trombangiitis obliterans, či Takayashuově chorobě, u neurofibromatózy aj.

Transplantace ledvin

Není sice onemocnění tepen, ale jejich vyšetření u dárce před plánovanou operací (transplantací) je nezbytné.

1.2. Psychologický přístup k pacientovi

1.2.1. Dospělý pacientovi

Psychika pacienta je v době nemoci ovlivněna vyřazením z jeho každodenních činností a vztahů, úzkostmi a obavami z dalšího průběhu nemoci a strachem z nepříjemného či bolestivého diagnostického výkonu. Z toho vyplývá, že správně provedený psychologický přístup by měl odstranit klientovy nežádoucí pocity.

Pacienta bychom měli na radiodiagnostickém pracovišti přijímat zdvořile, laskavě a přátelsky. Zároveň bychom ho měli ušetřit od působení všech negativních vlivů z neznámého prostředí. Na radiodiagnostickém pracovišti má vládnout naprostý klid, se soustředěním personálu nejen na budoucí výkon, ale také na pacienta. V žádném případě není na místě hlučná zábava nesouvisející s následným výkonem, nezájmem o pacienta, nevhodné vtipy, atd.

Při kontaktu s pacientem bychom měli dodržovat zásady slušného chování (především úcta a ohleduplnost, současně bychom měli respektovat jeho slovní i mimoslovní projevy).

Z hlediska vytvoření správného vztahu mezi lékařem (nejen s ním – radiologický asistent, instrumentující sestra) a pacientem je vhodné, aby si lékař vždy našel dostatek času k tomu, aby pokud možno v klidném a nerušeném prostředí, vysvětlil pacientovi přiměřeně k jeho věku, znalostem a inteligenci průběh, význam a možná rizika daného (např. angiografického) vyšetření. V úvodu rozhovoru bychom se měli lékař, (radiologický asistent) pacientovi představit. Tím získá pacient konkrétní představu, kdo ho bude vyšetřovat a co od něho může očekávat. V průběhu rozhovoru by si měl lékař (i radiologický asistent) všimnout slovních i mimoslovních projevů pacienta, které nám umožní poznat jeho osobnost.

Rozhovor nám dále umožňuje získat pacienta pro aktivní spolupráci a jeho důvěru při diagnostickém výkonu. V případě zjišťování údajů z jeho nynější anamnézy by lékař (též i radiologický asistent) neměl používat tzv. sugestivní otázky, které by nám neposkytly objektivní odpovědi. Pokud to okolnosti dovolí, měl by lékař předběžně navštívit klienta na oddělení za účelem jeho zklidnění a zajištění jeho dostatečného spánku před vyšetřením (týká se spíše angiografického vyšetření). Tento rozhovor by lékař neměl podceňovat, neboť nemá jistotu, že byl nemocný dostatečně informován o výkonu svým ošetřujícím lékařem.

Ošetřující personál by měl s pacientem komunikovat v průběhu celého vyšetření. Zejména je nutné zdůrazňovat nutnost jeho spolupráce k získání kvalitního záznamu.

1.2.2. Dětský pacient

Děti do 15let připravuje k radiodiagnostickému vyšetření po stránce duševní dětský psycholog (též pediatr), který by měl dítěti vysvětlit přiměřeně jeho věku, vědomostem a inteligenci průběh celého vyšetření. Na radiodiagnostické pracoviště přichází dítě společně s dětským psychologem (hlavně při angiografickém výkonu) eventuálně s matkou nebo otcem, pokud není jejich přítomnost nežádoucí. Rodiče

mohou na své dítě přenést svůj strach, který mají v souvislosti s vyšetřením svého dítěte.

U dětí do 10-ti let se doporučuje provést vyšetření (např. CT, MRA, angiografie), ve většině případů v celkové anestézii za přítomnosti anesteziologa.

U dětí mezi 10.-15.rokem je velký rozdíl v jejich osobnostech. Podle míry ochoty spolupracovat a strachu z vyšetření se volí druh anestézie.

Ošetřující personál nesmí dětem vyšetřovaným (pokud jsou v lokální anestézii) lhat ohledně bolestivosti výkonu. Pokud by podaná informace byla nepravdivá, mohlo by dítě ztratit důvěru ve zdravotníky všeobecně. Opětovné získání jeho důvěry je za těchto podmínek velmi obtížné.

1.2.3.Rizikový pacient (pro aplikaci jódové kontrastní látky)

Rizikový pacient je osoba, u které se předpokládá vyšší možnost vzniku negativní reakce.

► Alergie (polyvalentní, asthma bronchiale, předchozí alergická reakce na kontrastní látku).

-pacienti s alergií mají 2x vyšší riziko vzniku alergické reakce po podání kontrastní látky, pacient s asthma bronchiale mají riziko 4-5x vyšší, pacienti s alergií na kontrastní látku mají riziko 3-8x vyšší.

► Diabetes mellitus(DM)

U DM léčeného inzulínem se doporučuje, aby pacient před vyšetřením nejedl a dostal polovinu dávky inzulínu a zároveň se mu pomalu podala intravenózní infúze glukózy. Pokud je vyšetření plánované před jídlem, přichází pacient na vyšetření lačný a jídlo dostane až po výkonu.

U DM II. typu se doporučuje vysadit metforminové deriváty 48hodin před podáním kontrastní látky.

► Věk nad 70let

► dehydratace

► poškozené ledvinné funkce (hyperurikémie, kreatinin nad 150-200μmol/l).

Množství 60%kontrastní látky u klientů s poškozenými renálními funkcemi:

$$\text{Objem(ml)} = 5\text{ml} \times \text{váha(kg)} / \text{hodnota kreatininu v séru (mg/100ml)}$$

Množství kontrastní látky u klientů s normálními ledvinnými funkcemi:

Objem(ml)= 4 ml x váha(kg)

Nefropatie po aplikaci kontrastní látky se projeví zvýšenou hladinou kreatininu v séru za 1 – 2dny s maximem 7.den. Hodnoty kreatininu se vrací k normálu asi za 14dní.

► Chronická dialýza

► Užívání nefrotoxických léků.(např. nesteroidní antiflogistika)

► Poruchy štítné žlázy

U klientů se strumou či hyperthyreozou může vést podání kontrastní látky k dekompenzaci hypertyreózy až k tyreotoxikóze. Prevenci hypertyreózy je užívání Carbimasolu zahájené 2-3dny před vyšetřením a trvající asi 2 týdny.

► Koagulopatie a chronická koagulační léčba

Před vyšetřením je nutné vysadit antikoagulační léky. Pokud je výkon urgentní, lze podat koncentrát s hemikoagulačními faktory popřípadě čerstvou zmrazenou plazmu. Pokud nelze krvácení zastavit, lze přebytek Heparinu vyvázat podáním protaminsulfátu. U DM léčeného inzulínem může protaminsulfát způsobit fatální anafylaktickou reakci

► Vrozená onemocnění se sklonem ke krvácení (např.hemofilie)

► Závažná srdeční selhání.

Toto vše je nutné sledovat při vyšetření hlavně DSA

1.3. Vyšetřovací techniky

Rozvoj technických přístrojů, ale i počítačového zpracování nám umožňuje zobrazení jednotlivých úseků cévního systému. Máme možnosti využít neinvazivní metody, ale i invazivní zobrazovací metody . Každá z těchto metod dokáže zobrazit renální tepny na různých fyzikálních principech, které mají své přednosti, ale mohou mít i své nedostatky.

Radiodiagnostický obor nabízí vyšetřovací techniky, a to ultrasonografií, magnetickou resonanci, počítačovou tomografií, DSA či prostou arteriografií(dnes se již neprovádí tak často).

1.3.1. *Ultrasonografie a dopplerovské měření.*

Ultrasonografické (ultrazvukové) vyšetření, který pracuje na principu mechanického vlnění, kde sonda, která je součástí ultrazvukového přístroje funguje jako vysílač vln určité frekvence a přijímač odražených vln.

1.3.1.1. *Technika vyšetření*

Vyšetření renální tepen zahrnuje dva způsoby, které provádíme zpravidla současně v rámci jediného sezení. Prvním je přímá insonace kmene renální tepny (PDUS), druhým je hodnocení distálního intrarenálního řečiště (IDUS). U dospělých používáme vzhledem k nutnosti dostatečné penetrace UZ vlnění sondy s nízkou nosnou zobrazovací i dopplerovskou frekvencí (2-3,5MHz), sektorového nebo konvexního uspořádání. Provedení nevyžaduje speciální přípravu, není nutno vysazovat antihypertenzíva.

PDUS vždy začínáme běžným morfologickým zhodnocením ledvin. Hodnotíme tvar, velikost, uložení, echostrukturu, dutý systém. Vždy zobrazujeme celou ledvinu ve dvou na sebe kolmých rovinách. Poté přistupujeme k insonaci vlastní renální tepny. Provádíme transverzální transabdominální řez z předního přístupu, dále transverzální či koronární řezy z laterálního přístupu v závislosti na příhodném akustickém okně. K rychlejší orientaci využíváme zobrazení barevným dopplerem. Vždy se snažíme zobrazit celý průběh renální tepny, přitom pátráme po barevném aliasingu. Poté následuje měření maximální systolické rychlosti (V_{max}) ve spektrálním záznamu v místě aliasingu a v celém průběhu kmene renální tepny. Za normální považujeme $V_{max} < 150 \text{ cm/s}$ pro incidenční úhel menší než 60° . K hodnocení lze použít také tzv. aortorenální index: to je, poměr mezi V_{max} v oblasti suspektní stenózy renální tepny vůči V_{max} v aortě. Hodnoty indexu vyšší než 3,5 jednoznačně ukazují na hemodynamicky závažnou stenózu.

Vzhledem k obtížným akustickým podmínkám u řady dospělých hypertoniků dosahujeme hodnotitelných výsledků při PDUS pouze zhruba u 60-70% vyšetřovaných.

IDUS principem vyšetření je zpomalení vzestupu iniciální části dopplerovské spektrální křivky, měřené na distálním tepenném řečišti (segmentální a intralobární tepny).

Vyšetření provádíme při poloze pacienta vleže na zádech, břiše či boku řezem vedeným rovnoběžně s uložením ledviny.

Nutností je použití barevného dopplerovského zobrazení, které umožní při vlastním měření úhlovou korekci. Měření provádíme tak, že při zadržení dechu vyšetřovaného umístíme vzorkovací objem do barevně znázorněné interlobární či segmentální tepny, získáme spektrální křivku a korigujeme incidenční úhel. Měříme v oblasti horní, střední a dolní části ledviny, což umožňuje zachytit i případnou stenózu na akcesorní renální tepně, která při PDUS nebývá zobrazitelná. Na získaných spektrálních křivkách měříme hodnotu akceleračního času (AT) vyjádřenou v ms a akcelerace (A) v cm/s^2 . Akcelerační čas udává dobu od začátku systoly po časný systolický vrcholek, akcelerace vyjadřuje strmost vzestupu iniciální části spektrální křivky. Za normální považujeme hodnoty $\text{AT} < 70\text{ms}$ a $\text{A} > 300\text{cm/s}^2$.

V praxi spoléháme především na měření AT, protože stanovení hodnoty A podléhá chybě při subjektivní korekci dopplerovského úhlu; měření AT je na úhlu nezávislé. Je třeba vědět, že typické změny křivky při IDUS je možno zachytit až u stenóz nad 75% redukce průměru.

1.3.1.2. Úloha radiologického asistenta

Tento druh vyšetření na našem pracovišti provádí lékař. Radiologický asistent provede administrativní práci – zaeviduje pacienta do počítače (dle osobních dat na žádance), provede předběžný zápis indikovaného vyšetření a informuje pacienta, jak si má odložit (oblečení), průběh vyšetření, atd. Poté na požádání lékaře uvede pacienta do vyšetřovny.

Po skončení vyšetření, kdy lékař zpracovává nález do počítače, vydezinfikuje vyšetřovací lůžko a dá novou podložku.

1.3.2. Magnetická resonance

Jednou z atributů magnetické resonance je provedení nativního zobrazení krve proudící v cévách. Tuto vlastnost je možné využít k získání cílených, selektivních informací o stavu cévního řečiště. Pro podobnost výsledných obrazů s klasicky a

digitálně zpracovanými rentgenovými angiogramy a také pro technologické postupy vedoucí k zobrazení cév, se vžil název MR angiografie.

1.3.2.1. Indikace MRA

Klinické využití MRA se v současné době obecně koncentruje do tří hlavních proudů: převládá zobrazení arteriálních výdutí nebo AV malformací a prokazování tepenných stenóz.

Pohybové artefakty z dýchání jsou zdrojem největších obtíží při vyšetření této oblasti.

1.3.2.2. Příprava pacienta

Na MR vyšetření nebývá žádná speciální příprava. Pouze pacient před vstupem na vyšetřovnu vyplní a vlastnoručně podepíše speciální dotazník. Tento dotazník nám pomáhá zjistit, zda vyšetřovaná osoba:

- nemá implantován kardiostimulátor,
- neprodělal srdeční, či cévní, mozkovou operaci (pro přítomnost cévních svorek)
- nemá v těle kovové předměty (osteosyntetický materiál, kloubní protézy, inzulinové pumpy, stomatologické implantáty, nitroděložní tělíška.)
- neprodělala operaci středního a vnitřního ucha, případně oka (středoušní protéza)
- není těhotná (ačkoli nebyl dosud prokázán žádný negativní vliv MR vyšetření na vývoj plodu, doporučuje se provádět toto vyšetření v prvních třech měsících těhotenství jen tehdy, není-li možné použít např. ultrazvukové vyšetření, nebo bylo-li by jinak nutné použít některé z rentgenových technik, kde naopak reálné riziko prokazatelně existuje).
- netrpí nepřiměřeným strachem z uzavřených prostorů (klaustrofobií), atd.

1.3.2.3. Kontraindikace MR vyšetření

Absolutní kontraindikace

Vyšetření pacienta s absolutní kontraindikací je nejen velmi závažnou a někdy i fatální chybou, ale může mít vážné právní důsledky pro indikujícího lékaře, radiologického lékaře a radiologického asistenta na MR pracovišti.

Mezi tyto kontraindikace patří: kardiostimulátor, elektricky řízené implantáty, cévní svorky s ferromagnetického nebo neznámého materiálu, kovová cizí tělesa v oku.

Vyšetření pacienta s kardiostimulátorem může způsobit jeho smrt v důsledku přerušení funkce elektronického zařízení. Novější typy těchto přístrojů již s možností vyšetření v MR přístroji počítají, takže riziko je menší, ale stále je to kontraindikace zcela jednoznačná. Další drahé přístroje jako je kochleární implantát, inzulinová pumpa, neuromodulační aparát, jiné druhy infúzních pump jsou vybaveny velmi drahou mikroelektronikou. Jejich zničení nemusí mít bezprostřední důsledek na zdraví pacienta, ale ztráta přístroje znamená mnohdy statisícové až milionové škody.

A. Relativní kontraindikace

Relativní kontraindikace jsou nejčastějším tématem diskuze mezi radiology a indikujícími lékaři. Většinou jde o obavy, že zavedený implantát – totální kloub = endoprotéza, stenty, kava filtry, svorky a podobně se mohou zahřát a tím se poškodit, nebo mohou změnit polohu a tím těžce poškodit pacienta. Moderní výrobci již dělají implantáty z materiálů, které jsou kompatibilní s MR vyšetření. Týká se to umělých srdečních chlopní, pacienti jsou zkontrolováni do konce po operaci na MR.

1.3.2.4. Technika provedení

Radiologický asistent provede s pacientem kontrolu speciálního dotazníku, zda rozuměl všem otázkám v dotazníku a díky tomu jej i spolu s pacientem zkontroluje.

Pacient si odloží všechny kovové předměty, které by mohly ohrozit nejen jeho samotného, ale i zdravotní personál. Též si odloží nadbytečné vrstvy oblečení, které by mohlo zavázat při vyšetření (ne však být nahý).

Pacienta uloží do polohy na znak se vzpaženými horními končetinami, přiložíme cívku. Zavezeme pacienta do gantry přístroje, přiložíme sluchátka, aby pacienta neobtěžoval hluk vycházející z přístroje.

Na ovládací konzoli, které je hodně podobná konzoli CT přístroje i angiografii, je spojena s řídicím počítačem. Základními funkcemi MRA jsou:

- zadávání základních dat vyšetřovaného pacienta: jméno, datum a typ vyšetření.
- příprava vyšetření: nejprve se provedou 3 úvodní řezy, nazýváme je – lokalizér nebo pilotní scan
- volba jednotlivých sekvencí, úprava TR a TE, počet akvizic, volba cívky, velikost matrix.
- vyhodnocování obrazu a manipulace s daty /postprocessing/
- archivace PACS,CD.
- odesílání obrazů do sítě PACSu.

MRA máme možnost využít několik metod pro snímání dat, které mají své výhody i nevýhody. Rychlost proudění silně ovlivňuje výběr měření a výsledek.

1.3.2.5. Typy metod, jejich výhody a nevýhody⁽¹¹⁾

1.3.2.5.1. Time-of-flight (zkr. TOF)

Principem této metody je přítok „čerstvých“ (nenabuzených) spinů do oblasti zájmu (snímané vrstvy).

Výhody:

- dobré prostorové rozlišení (zejména 3D).
- jednoduché potlačení nežádoucích cév (selektivní MRA)
- nativní zobrazení
- rozumná doba měření.

Nevýhody:

- signál statické tkáně (tuk) není zcela nulový.
- saturace pomalého toku a tím ztráta kontrastu.
- směrovost „efekt“ a nutnost přizpůsobit orientaci.
- problémy při turbulenci toku.

1.3.2.5.2. Fázový kontrast (zkr. PC)

Princip je fáze signálu proudících spinů v gradientním poli lineárně závisí na rychlosti pohybu.

Výhody:

- dokonalé potlačení pozadí (fáze statické tkáně)
- selektivita rychlosti toku, možnost volby typu proudění.
- nezávislost na orientaci vrstev a na směru proudění
- rychlá je ve 2D: silná vrstva a tvoří přímo MRA projekci.

Nevýhody:

- dlouhá doba měření ve 3D a to i při redukovaném prostorovém rozlišení
- možnost „přetékání“ fáze při nesprávném nastavení kódování rychlosti.
- artefakty při pulsaci toku.
- obtížné potlačení nežádoucího toku (prostorovou presaturací)
- problém při turbulenci toku.

1.3.2.5.3.Kontrastní MRA

Principem je při aplikaci kontrastní látky dojde k výraznému zkrácení T1 protékající krve a ani při velmi krátkém TR (3-5ms) nedojde k jejich saturaci, takže dává silný signál. V tomto případě je tedy zásadní koncentrace kontrastní látky.

Výhody:

- nezávislost na charakteru a směru proudění
- nezávislá na orientaci vrstev (pouze časová závislost)
- velmi rychlá.

Nevýhody:

- mírná invazivita (zavedení kanyly do žíly)
- cena kontrastní látky
- nižší prostorové rozlišení
- technicky složitější
- vyšší nároky na Hardware.

Vyšetření renálních tepen na magnetické resonanci se může provádět s kontrastní látkou, ale i bez ní. Při podávání kontrastní látky bychom se měli řídit opatřeními pro intravenózní aplikaci. Tím předejít komplikaci, která nemusí při správném postupu vzniknout.

1.3.2.6.MRA má své výhody i nevýhody

MRA má své výhody i nevýhody v porovnání podle toho, zda je vyšetření provedeno nativně nebo s kontrastem.

Nativní vyšetření	Kontrastní vyšetření
Výhody: - neinvazivní a levnější - možnost selektivity - potlačení nežádoucího toku - selekce podle rychlosti - dobré prostorové rozlišení - absence ionizujícího záření Nevýhody: - turbulence - pulsace - příliš pomalý tok (u periferních oddílů tepen) - delší doba měření = pohybové artefakty.	Výhody: - nezávislost na rychlosti a charakteru proudění krve. - krátká doba měření (zadržení dechu). Nevýhody: - použití kontrastní látky - dosud omezené prostorové rozlišení (1,3x1,5x1,7mm³) - složitější (kritické) časování bolusu kontrastní látky a měření. - nelze aplikovat kontrastní látku u těhotných žen po prvním trimestru.

1.3.2.7.Úloha radiologického asistenta

Při tomto vyšetření má radiologický asistent oproti ultrasonografii mnohem více práce.

1.Představit se pacientovi a projít s ním dotazník, který pacient dostal při nahlašování se v evidenci MR. Pokud pacient všemu rozuměl, tento protokol podepíše.

2.Informujeme pacienta o průběhu vyšetření, co vše si má odložit (ne však oblečení) - kovové a jiné předměty, které by mohly poškodit MR přístroje, případně zranit pacienta nebo personál.

3. Uložíme pacienta na vyšetřovací lůžko přístroje, vzpaží a my přiložíme povrchovou cívku na vyšetřovanou oblast. Pacient si nasadí sluchátka, aby ho hluk z gradientových cívek nerušil a nezneklidňoval. Zavezeme pacienta do přístroje. Je dobré před zavezením pacienta do přístroje zavést intravenózní kanylu již před započítáním vyšetření (v případě, že 100% víme, že budeme podávat kontrastní látku).

4. Provedeme zaevidování pacienta na pracovní konzoli – jméno, příjmení, rodné číslo, atd.

5. Naplánujeme úvodní sekvenci pro zobrazení 3 úvodních řezů.

6. Provedeme naplánování jednotlivých sekvencí dle datových protokolů na ovládací stanici (úprava TR a TE, počet akvizic, volba cívky, velikost matrix, atd.). Naplánuje i rovinu pro snímání dostatečného nasycení v oblasti zájmu. Provedeme spuštění sekvencí.

7. Na tomto pracovišti jsou vždy dva radiolog. asistenti. Jeden spouští sekvence a druhý asistuje lékaři při zavádění a podávání kontrastní látky.

8. Spolu s lékařem provedou kontrolu nasnímaných dat a poté provedeme vyšetření přeposílání na pracovní stanici.

9. Pacientovi vyndáme kanylu a stlačíme místo vpichu.

10. Po skončení vyšetření pacienta vyveze z vyšetřované polohy, pomůže mu vstát a zavede ho zpět do kabinky. Odpoví na běžné otázky, které pacient má a v případě žádosti pacienta zavolá lékaře ke konzultaci nálezů.

11. Dále radiologický asistent vymění jednorázovou podložku na vyšetřovacím lůžku a otře povrchovou cívku.

12. Poslední fází vyšetření je nasnímání vzniklých obrazů na filmový materiál. K získání obrazové dokumentace využíváme termoprinter Drystar 3000 (AGFA).

13. Po skončení celodenního programu provede vypálení všech provedených vyšetření na zálohové medium (nejčastěji CD-ROM). Když je čas provádí vypalování vyšetření průběžně během dne.

Kromě bezchybného ovládání samotného přístroje (absolutní kontraindikace, relativní kontraindikace vyšetření správné nastavení dechového senzoru, protokoly pro jednotlivá vyšetření, význam jednotlivých parametrů sekvence, použití a dávkování

kontrastních látek, správné nastavení okna pro obrazovou dokumentaci, základy 3D rekonstrukcí, atd.), musíme umět provést ošetření při náhle vzniklé alergické reakci, vědět, kde je uložen kufřík pro poskytnutí první pomoci. Znat základní postupy při vyšetření prováděné v celkové anestézii. Mít základní anatomické znalosti. Znat řešení krizových situací způsobených například úrazem v silném magnetickém poli.

1.3.3. Počítačová tomografie (CT)

1.3.3.1. Princip počítačové tomografie

Tomografie pochází z řeckého slova tomeo-řezat. Při klasické tomografii pořizujeme vrstvené snímky - tomogramy. Na rozdíl od klasické (analogové) tomografie počítačová tomografie využívá pro dokumentaci paměťové médium místo přímého záznamu na filmový materiál. Snímání prošlého rentgenového záření scintilačními, plynovými a keramickými detektory. Detektor u CT registruje oslabení záření po průchodu strukturami těla.

Vlastní záznam se skládá z celé řady dílčích registrací prošlého rentgenového záření v odlišných polohách rentgenky a detektorů ve zvolené axiální rovině.

Zaváděním nových konstrukčních prvků u přístrojů výpočetní tomografie se dosahuje zvyšování rozlišovací schopnosti, zmenšuje se tloušťka vyšetřované vrstvy a zkracuje se doba expozice. Nahrazení původních matematických postupů rekonstrukce obrazu jinými se zkracuje doba nutná pro rekonstrukci jednotlivých vrstev, takže dnes již přístroje výpočetní tomografie pracují v takřka reálné čase. Revolučním konstrukčním prvkem bylo zavedení kontinuální rotace rentgenky (v roce 1987) a následný vznik spirálního (nelokálního) CT (1989). Vývoj výpočetní tomografie se ale stále nezastavil a prakticky každý rok se objevují další a další inovace této diagnostické metody.

Nejmodernější přístroje zvané MDCT (z anglického Multidetector CT) již nemají detektory jen v jedné řadě, ale v několika řadách. To umožňuje současné vyšetření několik tenkých vrstev současně, vyšetření je tak nejen rychlejší, ale umožňuje i detailnější zobrazení tkání.

1.3.3.2. *Přístrojové vybavení počítačové tomografie*

1. Vyšetřovací stěna – gantry, obsahující snímací systém detektorů, RTG zářič, pohonná a řídicí ústrojí, kolimační systémy, u některých přístrojů i generátor RTG záření.
2. Polohovací (úložné) lůžko klienta
3. řídicí a zobrazovací počítač
4. obslužný pult s monitory
5. generátor vysokého napětí
6. dokumentační zařízení.

1. RTG zářič je rentgenka, která musí být konstruována tak, aby nejen byla mechanicky, ale i tepelně odolná. Při vlastní činnosti je velmi namáhán rotující anodový kotouč rentgenky. Protože rotuje i celý systém včetně rentgenky, jenž ve velmi krátkém čase vykoná kruhový oběh kolem klienta, výsledný vektor každého pohybu je orientován jinak a je tedy třeba i maximální mechanická odolnost rentgenky.

Detektory záření registrují absolutní množství záření prošlého pacientem. Intenzita záření je oslabena. Dopadající intenzitu detektory přeměňují na elektrický analogový signál, úměrný dopadajícímu záření. Analogové hodnoty jsou přeměněny na digitální (číselná) hrubá data a předána ke zpracování do obrazového počítače. Tato číselná data jsou základními stavebními kameny budoucího obrazu. Detektory máme plynové, scintilační a keramické.

Keramické detektory dosahují nejlepších výsledků, jsou výrobně náročné a proto také drahé.

2. Gantry je vyšetřovací tunel, u kterého je úložné lůžko.

3. Řídicí a zobrazovací počítače, digitálně-analogový převodník.

Moderní CT přístroje pracují se dvěma vysoce výkonnými počítači. Řídicí počítač synchronizuje a koordinuje soubor funkcí celého zařízení. Do zobrazovacího zařízení přichází údaje v číslicové podobě a prodělávají v něm potřebná matematická zpracování a korekce. Na pomyslném konci je analogově digitální převodník, který

absolutní číselné hodnoty převádí na viditelný obraz podle nastavení šířky okénka a středu okénka na relativní hodnoty odstínů šedi. Všechna zpracovaná data se archivují dočasně v digitální formě v operační paměti nebo na pevném disku počítače.

4. Obslužný pult, záznamová zařízení

Ovládací pult CT přístroje (ovládací konzola) je rozhodující obslužnou a komunikační složkou CT zařízení, pomocí které se zadávají základní podmínky vyšetření. Klávesnice ovládacího pultu je obdoba počítačové klávesnice rozšířené o speciální povelová tlačítka, digitální pero, myš. Dialog s počítačem je uskutečněn pomocí monitoru, kde se objevují možnosti dalšího postupu, poruchy přístroje. Komunikace s vyšetřovnou jsou rozhlasem, průmyslovou televizí.

Obslužný pult je dále napojen na dokumentační složky (multiformátová či laserová kamera, optický disk). Může být propojena i s vyhodnocovacím pultem.

Pro diagnostickou výtěžnost CT vyšetření určité tělesné oblasti závisí na optimální volbě celé řady technicko-metodických prvků.

Mezi tyto technicko-metodické aspekty patří:

- určení rozsahu oblasti zájmu (nastavení orientace roviny, vrstev jsou přednastaveny v protokole přístroje)
- nastavení skenovacích parametrů
- nastavení obrazových parametrů
- intravaskulární podání kontrastní látky (může být i intrathekální nebo perorální podání obecně)
- následné zpracování obrazů a zhotovení definitivní obrazové dokumentace ve správném nastavení šíře a středu okénka

Schopnost denzitního rozlišení normálních a patologických tkání při nativním CT vyšetření je v současném světle potencionálních diagnostických možností metody velmi často nedostatečná. Ve většině případů je nutné denzitní rozdíly zvýraznit pomocí podané kontrastní látky. Největší podíl v rutinním použití kontrastní látky mají intravenózní aplikace nefrotropní neionické kontrastní látky.

Kontrastní látka bývá aplikovaná přes povrchové žíly, nejčastěji přes kubitální v loketní jamce (tzv. intravenózní-.i.v.). Pomocí tlakové stříkačky, která by měla být ze základních vybavení vyšetřovny. Po zavedení kanyly do žíly je napojena na tlakovou stříkačku, kde nastavíme rychlost aplikace (3-4ml/s) a množství podané látky (dle daného protokolu asi 120-150ml.), Nejčastěji podávanou kontrastní látkou je Optiray 300, 400. Je to nefrotropní neionická kontrastní látka.

Absolutní kontraindikace nejsou žádné, relativní kontraindikací je těhotenství, dalšími kontraindikacemi jsou alergie na jód, porucha renální funkce, hyperthyreotikóza.

1.3.3.3.Technika provedení

Před vstupem do vyšetřovny bychom měli pacienta informovat, co toto vyšetření obnáší a co od něho budeme potřebovat. Necháme ho vysvléknout, tak aby se v oblasti zájmu pokud možno nevyskytoval žádný kovový předmět, který tam nemusí být. Informujeme se, zda pacient není na něco alergický. V tomto případě na kontrastní látku.

Před samotným začátkem vyšetření, podání kontrastní látky a zavezením pacienta do gantry, bychom měli pacientovi zavést kanylu o dostatečně velkém průměru, aby vydržela nápor při podání. Je to 3-4ml/s. Provedeme kontrolní proplach fyziologickým roztokem, zda žíla vydrží. Zavedení kanyly před vyšetření nám umožní snížit riziko pohybu pacienta během vyšetření (pohyb mimo naplánovanou oblast zájmu). Poté se pacient položí na znak a vzpaží horní končetiny a zavezeme ho do gantry a nastavíme na ovládací konzole základní tomogram. Provedeme nativní zobrazení tomogramu a poté provedeme na plánování arteriální a venózní fáze. Kromě těchto sekvencí se nastaví tzv. zkušební řez bolus timing (přednastavené měření asi každé 2-4 sekundy do doby dostatečného nasycení cévy). Ten nám umožní automatické spuštění sekvence při nasycení do určitých Hausfieldových hodnot i s odpočtem času pro venózní fázi. Současným spuštěním snímání a aplikace kontrastní látky, je automaticky provedeno vyšetření, které se nám zároveň během snímání rekonstruuje v transverzálních rovinách. Díky tomu můžeme poté provést kontrolu, zda kontrastní

látka se dostala tam, kam měla. Lékař může rozhodnout o případném doplnění vyšetření tzv. pozdní vylučovací fáze (u vyšetření ledvin).

Tím práce radiologického asistenta ve většině případů nekončí. Pacienta vyvezeme s gantry přístroje a zkontrolujeme, zda je pacient v pořádku (zjistíme, zda nemá nějaké obtíže po podání kontrastní látky). Pokud nemá, kanylu vyjmeme a posadíme pacienta v čekárně. Pokud je pacient v pořádku může si po 30 minutách odejít, nebo jej odešleme na příslušné oddělení, odkud přišel. Objeví-li se však nějaký sebemenší náznak obtíží, ponecháme si kanylu (pro rychlé podání léků přes žilní přístup). Ve většině případů příznaky odezněly a pacient si mohl odejít domů (po vyndání kanyly). Dostal však instrukce pro příští vyšetření, kde bychom mu mohli podat kontrastní látku, aby upozornil na možnou reakci.

Softwarové vybavení CT Somatomu (od poloviny roku 2007) umožňuje provést následnou rekonstrukci i v dalších rovinách (koronární, sagitální, i 3D rekonstrukci). Poté je vyšetření posláno na pracovní stanici k popisu a zároveň vypáleno na CD či jiné zálohové medium (DVD optický disk, Flash disk).

1.3.3.4. Úloha radiologického asistenta

Nároky pro radiologického asistenta na CT vyšetřovně jsou podobné jako na MR. Jen při CT vyšetření není radiologický asistent ohrožen silou magnetického pole (kde i sebemenší kovový předmět může mít sílu letícího projektilu), ale X paprsky. Pacient nepodepisuje žádný dotazník podobný jako je na MR. Ptáme se, zda pacient nemá nějakou alergii na kontrastní látky, nebo na jód.

Aplikace kontrastní látky zde provádíme pomocí injektomatu (tlakové stříkačky). Musíme proto znát, jak jej obsluhovat (např. výměnu prázdných lahviček od kontrastní látek za novou, provádět odstřikování fyziologického roztoku spojovací hadičkou, abychom předešli vzniku vzduchové embolie, atd). Je nezbytné umět pracovat s ovladačem injektomatu (nastavení požadovaného objemu, rychlost aplikace, atd).

Koordinujeme dovezení a odvezení pacientů na vyšetření a z vyšetření.

Asistujeme lékaři nejen při zavádění kanyly, ale i při jiných intervenčních výkonech.

1.3.4. Digitální substrakční angiografie

Je arteriografie, která již během vyšetření získává substrahovanými arteriogramy. Je označována zkratkou DSA.

Princip digitální substrakční angiografie je podobný jako při prosté angiografii. Pro její provedení, co se týče snímání angiografického záznamu, je však ještě zapotřebí výkonný počítačový systém pro zpracování snímků během vyšetření.

1.3.4.1. Přístrojová technika

Jednotlivé části angiografického kompletu jsou:

A. DSA (digitální substrakční angiografie) je kombinace skiaskopického zařízení společně se zesilovačem rentgenového obrazu a se zařízením na digitalizaci obrazu. Výsledkem této metody je lepší obraz kontrastně naplněných cév.

Výhody DSA oproti velkoformátové angiografii:

- okamžitý obraz na monitoru (není třeba čekat na vyvolání snímků mezi nástříky),
- snadnější programování zpoždění při aplikaci kontrastní látky,
- rychlejší centrování,
- možnost použití zředěné kontrastní látky,
- ekonomická stránka (nižší náklady na použité rentgenové filmy),
- možnost uchování obrazu v paměti počítače.

B. C -rameno. Rentgenka a zesilovač rentgenového obrazu (popřípadě s měničem filmů) jsou umístěny proti sobě. Pacient zůstává nehybný, pohybuje se C rameno. Existují dva typy:

- pevné C rameno, které je upevněno k podlaze nebo ke stropu.
- pohyblivé C rameno.

C. Angiografický stůl s plovoucí deskou, která umožňuje pohyb do stran a v podélné ose stolu.

D. Zesilovač slouží ke zvýšení jasu, rozlišovací schopnosti a kontrastu rentgenového obrazu.

Výhody zesilovače:

- snížení dávky záření,
- větší jas obrazu (není nutné pracovat ve tmě),
- možnost použití rentgentelevize, spot kamery nebo kinokamery.

E. Digitalizace rentgenového obrazu je převedení rentgenogramu na obrazové jednotky (pixely).

F. Subtrakce je odečtení původního snímku (bez kontrastní náplně cév) tzv. masky od jakéhokoliv snímku s aplikovanou kontrastní látkou. Při spontánních pohybech (pohyb srdce, střev, atd.) vznikají pohybové artefakty, které můžeme zčásti nebo úplně odstranit:

- postupným přidáváním pozadí,
- vzájemným posunem masky a snímku s kontrastní náplní cév,
- použitím nové masky, kterou můžeme vytvořit i z kontrastní náplní.

G. Televizní monitory.

Zpravidla se používají 3 druhy monitorů:

- přídavný pohyblivý monitor se používá v případech, kdy jsou hlavní monitory zakryty C ramenem.
- hlavní monitor slouží ke skiaskopii a ke zmrazení posledního skiaskopického obrazu.
- referenční monitor slouží k uložení obrazu předchozího vstříku a následně k jeho porovnání s posledním vstříkem.

H. Tlaková stříkačka umožňuje vstříknout pod tlakem různé množství kontrastní látky do srdeční dutiny nebo tepny. Před vstříkem se na tlakové stříkačce nastavuje rychlost vstříku a celkové množství aplikované látky.

1.3.4.2. Parametry ovlivňující kvalitu obrazu (obecně)

► kV (kilovolty- vliv na kvalitu obrazu) ovlivňují kontrast snímku.

- pro břišní angiografii se používá 70kV.(též se užívá při mozkové a hrudní angiografii)
- pro bočnou aortografii a spinální angiografii se používá 85kV.
- pro končetinovou angiografii se používá 50-65kV.

► mAs(miliampérsekunda- vliv na množství záření) ovlivňuje sytost obrazu(zčernání). Vyšší tok proudu umožňuje zkrátit expozici a snížit pohybové artefakty. Maximální délka expozice je 0,1s.

► velikost ohniska rentgenky ovlivňuje ostrost zobrazených kontur. Čím je ohnisko menší, tím je větší ostrost.

1.3.4.3. Příprava pacienta na vyšetření

K přípravě pacienta na vyšetření patří nejen samotná anamnéza pacienta, z jakého důvodu je toto vyšetření indikováno. Dotazujeme se i na přítomnost koagulopatií (léčba antikoagulační, jaterní či krevní onemocnění), na ledvinné funkce, na diabetes mellitus a jeho závažnost. Pacient by měl mít provedeny odběry pro kontrolu koagulačních hodnot→ krevního obrazu, INR, APTT, trombocyty. Odběry pro kontrolu ledvinných funkcí → urea, kreatinin. Dále zjišťujeme alergickou anamnézu, zda pacient prodělal již někdy toto nebo podobné vyšetření, při kterém byla podána kontrastní látka. Zda se neobjevila alergická reakce.

Toto vyšetření by mělo být plánované, abychom jej mohli nechat včas premedikovat. (Například úprava antikoagulační léčby, u diabetiků upravit dávky antidiabetik či inzulínu, také u hypersenzitivních.) Pacient přichází na vyšetření premedikován antihistaminiky a nalačno od půlnoci. Pokud je vyšetření naplánováno na odpolední hodinu, může pacient snídat a vynechá oběd. Pacient může jíst až do čtyř hodin před podáním kontrastní látky, vydatně hydratován by měl být až do dvou hodin před vyšetřením.

Angiografie u dětí do 15let se provádí v analgosedaci za přítomnosti anesteziologa.

Míra spolupráce i strachu je u každého různá. Nejen u dětí záleží na individuálním přístupu k nemocnému.

- pacient před angiografií musí mít vyholená obě třísla (především dospělí- sekundární ochlupení).
- pacienti ze sousedních nemocnic musí mít zdravotní doprovod.
- oddělení, které odesílá pacienta k vyšetření musí mít řádně vyplněnou žádanku, veškerou rentgenovou dokumentaci (hlavně předchozí angiografie, UZ vyšetření cév) a chorobopis.

Zajištění pacienta těsně před vyšetřením spočívá:

- vyndat umělý chrup,
- uvést pacienta do polohy vleže,
- zkontrolovat či zajistit periferní přístup i.v. kanylou (pokud není z oddělení a ponechat 10-15minut po aplikaci kontrastní látky).
- monitorovat TK a puls, zajistit saturaci krve kyslíkem, přiložit elektrody a spustit měření EKG.
- kontaktovat ARO.

1.3.4.4. Kontraindikace angiografického vyšetření

Pokud je angiografie u klienta absolutně kontraindikována, pak se vyšetření za těchto podmínek nesmí provést. Angiografie se provede po úpravě zdravotního stavu klienta nebo po jeho řádné přípravě

Absolutní kontraindikace

K absolutním kontraindikacím angiografie patří:

- hodnota INR nad 2.
- počet trombocytů pod 75×10^9 .
- rizikový klient bez řádné premedikace a přípravy.
- ostatní klienti bez řádné přípravy (např. klient není nalačno).

Relativní kontraindikace

Pokud je angiografie u klienta relativně kontraindikována, vyšetření lze provést pouze jako urgentní výkon (tzv. život zachraňující výkon). K relativním kontraindikacím angiografie patří:

- hodnota INR od 1,5 do 2.

- gravidita nebo podezření na graviditu.

1.3.4.5. Instrumentarium a další pomůcky pro angiografii

- sterilní plášť a rukavice pro lékaře a asistující sestru.
- Dezinfekce
- Sterilní roušky včetně perforovaných
- Jehla s injekční stříkačkou a anestetikem (Mesokain)
- Skalpel
- Injekční stříkačka sloužící k proplachování katétrů
- Fyziologický roztok s Heparinem ve sterilní nádobce
- Kontrastní látka ve sterilní nádobce
- Punkční jehla
- Vodič nejčastěji Bentsonův s dlouhým ohebným koncem
- Dilatátor k rozšíření cévy
- Sheathy
- Katétr
- Obvazový materiál

Katétry

Vlastnosti diagnostických katétrů:

- bezpečnost. Katétr se nesmějí při zavádění zlomit nebo roztrhnout při aplikaci kontrastní látky.
- Přiměřená měkkost. Katétr nesmí poranit cévu.
- Dobrá ovladatelnost umožňuje zavedení katétru na požadované místo. Katétr se z tohoto místa nesmí samovolně dislokovat při aplikaci kontrastní látky.
- Antitrombogenita zevního a vnitřního povrchu zabraňuje srážení krve.
- Stabilita tvaru. Katétr se musí po vytažení vodiče vrátit do původního tvaru.
- Dobrá viditelnost. Katétr jsou rentgenkontrastní.
- Sterilita
- Přijatelná cena

Cévy se vyrábějí ze syntetických materiálů (např. z polyethylenu, polyvinylu, teflonu atd.) s přídavkem nerozpustných solí (např. bismutu, olova, barya atd.) Jejich zevní průměr se udává v jednotkách French (F). Jeden French je 1/3mm. Vnitřní průměr cévky se udává v jednotkách inch. Většina cévek má ve stěně kovovou síťku. Jsou to tzv. opřadané (braided) katétry. Hroty cévek jsou hladce zaoblené tak, aby neporaňovaly stěnu cévy. Cévy sloužící ke vstřiku kontrastní látky mají postranní otvory, které snižují riziko disekce cévní stěny tryskem kontrastní látky. Na opačném konci cévek jsou konusy, které slouží k připojení na injekční nebo tlakovou stříkačku. Katétry se při angiografii proplachují fyziologickým roztokem s Heparinem.

Sheathy

Sheathy (tzv. pouzdra, zaváděcí sety) jsou 10-15cm dlouhé tenkostěnné cévky.

K jejich výhodám patří:

- mají široké lumen po celé délce katétru.
- Jsou opatřeny hemostatickou chlopní, která zabraňuje krvácení.

Sheathy se používají hlavně k zajištění cévního přístupu. Sheath se nesmí nikdy posouvat bez dilatátoru nebo zavedeného katétru. Mohlo by dojít k poranění cévní stěny ostrým okrajem sheathu.

1.3.4.6. Technika provedení vyšetření

Přehledná angiografie⁽¹²⁾

Břišní (abdominální) aortografie se provádí nástřikem kontrastní látky katétre pigtail 4-5F těsně pod odstup horní mesenterické tepny (nad odstup renálních tepen). Kontrastní látku aplikujeme injektorem v množství 20ml, s průtokem 10ml/sekundu (a nebo 25ml, s průtokem 12ml/sekundu). Provádíme ji v zadopřední projekci (PA). Pouze při podezření na aneurysma či disekci abdominální aorty provádíme ještě bočnou projekci. Rychlost snímání volíme obvykle 2-3 obrázky/sekundu. Přehledná aortografie podá informaci o počtu ledvinných tepen, cévních anomálii a stavu kolaterálního řečiště, přispěje k funkčnímu posouzení v parenchymové a vylučovací fázi.

Lékař si zhodnotí stav renálních tepen a v případě stenózy je možné doplnit selektivní angiografii těchto tepen.

Velikost pole používáme co největší (38-40cm), velikost matice 512x512 či 1024x1024.

Při DSA se kontrastní látka naředí na 76ti% koncentraci v poměru 1:1, 2:1 fyziologickým roztokem.

Výhoda: spotřeba menšího množství kontrastní látky. Sníží se postkontrastní reakce po podání kontrastní látky.

Nevýhoda této metody je, že kontrastní látka při nástřiku může proniknout do horní mesenterické tepny a může nám překrýt oblast zájmu. Rozlišovací schopnost je nižší oproti snímání na velký formát.⁽³⁾

K vyšetření odstupů ledvinných tepen u nemocných s vinutou, rotovanou nebo dilatovanou břišní aortou se doporučuje kromě předozadní projekce provést ještě levou přední šikmou projekci se sklonem 20-40°. Důvodem je anatomické uspořádání odstupů ledvinných tepen. Ze stejného důvodu se doporučuje i použití rotační arteriografie, kdy rentgenka umístěna na C-rameni rotuje okolo nemocného během vstřiku kontrastní látky.

Kvalita břišní aortografie musí umožnit zhodnocení případných kolaterál a poskytnout validní informace pro rozhodování o další léčbě.

Selektivní(cílená) angiografie renálních tepen⁽¹²⁾

Cílená vyšetření provádíme ve více projekcích, až je stenóza optimálně zobrazena. Hledáme další stenózy řečiště. Vzhledem k ischemii ledviny volíme, co nejmenší množství (3-6ml) kontrastní látky s použitím DSA.

Jelikož se pohybujeme v patologicky změněné cévě, kde hrozí uvolnění plátu nebo nasedajícího trombu, kde je vyšší nebezpečí narušení intimy, volíme cévky 5F. Při cílených vyšetřeních počítáme vždy s periferními spazmy, zvláště když pohybujeme vodičem distálně od stenózy (u diagnostických angiografií se tomu snažíme vyhnout). Disekce jsou v těchto úsecích poměrně často.

Při stenóze levé ledvinné tepny je výhodnější zavádět cévku z levého třísla, při pravostranné stenóze z pravého třísla pro zvýšení stability cévky při navazující angioplastice. Zvláštní pozornost je nutná při sondování ostře odstupující renální arterie. Nikdy by se neměla provádět bez vodiče.

Vyšetření se provádí Seldingerovou (katetrizační) technikou, kdy se na vydezinfikované a sterilně zakryté tříslu provede punkce artérie femoralis. Punkce se provede až po aplikaci lokálního anestetika (u dospělých nemocných). O poloze tepny se lékař orientuje pohmatem. Po punkci se zavádí přes jehlu do tepny vodič. Vodič se ponechá v tepně a jehla je opatrně odstraněna. Po vodiči se zavede katétr do tepny na určené místo. Posledním krokem je odstranění vodiče z vnitřního lumen katétru. Provede se proplach katétru a uzavře se trojcestným kohoutem. Katétr je tímto připraven pro aplikaci kontrastní látky.

Po provedení angiografie je výkon ukončen odstraněním instrumentaria. Poté provedeme péči po angiografii.

1.3.4.7. Péče o nemocné po angiografii

Hemostáza (manuální komprimací) po angiografii se provádí po dobu 15-20 minut odstupňovaným tlakem nad místem punkce. Pokud krvácení neustane, pokračuje se v kompresi dalších 20 minut. Po kompresi a. femoralis communis se zhodnotí prokrvení dolních končetin a pulzace na nártu a za kotníkem.

Nerizikový klienti (bez hypertenze, koagulopatie) musí zůstat ležet s nataženou dolní končetinou 8-10 hodin po výkonu, pokud není v dekursu uvedeno jinak.

Je nutné dbát na dostatečnou hydrataci po angiografii.

V pravidelných časových intervalech (4x po 15 minutách, pak 4x po 30ti minutách a 4x po 1 hodině) se kontroluje místo punkce, prokrvení a pulzace periferních tepen na končetině, z které byla angiografie provedena.

Kompresní obvaz se může odstranit 1 hodinu po uložení pacienta na lůžko.

Další pokyny k ošetření pacienta po angiografii jsou uvedeny v dekursu.

1.3.4.8.Komplikace v místě punkce

Druhy komplikací v místě punkce po angiografii:

- hematom je krevní výron do tkání a do podkoží, který tvoří hmatnou rezistenci. Před odvozem klienta z vazografického pracoviště se zakreslí rozsah hematomu na kůži a hematom se popíše jako komplikace do dekursu.
- pseudoaneuryzma se klinicky projevuje jako pulzující hematom v místě punkce, jehož příčinou je příliš distální punkce femorální tepny. K jeho diagnóze a terapii slouží barevný DUS.
- arteriovenózní píštěl vzniká při současné punkci tepny i žíly. Její terapií je chirurgický zákrok.

1.3.4.9.Úloha radiologického asistenta

Radiologický asistent před samotným vyšetřením dohlédne na podepsání informovaného souhlasu, a kontrolními otázkami zjišťuje, zda pacient ví, co toto vyšetření obnáší. Musí zvládnout bezchybnou obsluhu přístroje. Znat jednotlivé vyšetřovací postupy prováděných vyšetření. Umět reagovat na pokyny vyšetřujícího lékaře. (měnit polohu C ramene, zvětšovat a zmenšovat obraz během vyšetření, měnit nastavení a rychlost aplikace kontrastní látky, asistovat při výkonu, pokud chybí instrument.sestra, atd.) I zde, více než kdekoliv jinde (jiných vyšetřovnách) je kladen nárok na zvládnání první pomoci. Musí vědět, kde je uložen kufřík s první pomocí, aby mohl přispěchat a pomoci. Pokud dojde k alergické reakci, jde o minuty, aby se předešlo ještě nějakému závažnějšímu stavu, který ohrozí pacienta na životě.

Ovládá zpracování dat (postprocessing). Zadává vyšetření a vykazuje použité instrumentarium a kontrastní látku. Koordinuje přivezení a odvezení pacienta aj.

1.4.Kontrastní látky

Kontrastní látka je užívaná cizorodá látka, která nám pomáhá zlepšit kvalitu vytvořeného obrazu. V úzkém slova smyslu kontrast obrazu. Jsou to látky, které nám napomáhají odlišit normální nález od patologického nálezu. Podle fyzikálního principu jednotlivých metod se užívají i různé kontrastní látky dané vyšetřením.

1.4.1.Ultrasonografie

Kontrastní látka užívaná v ultrasonografii slouží k zesílení odrazů nejen z tepen, které se vrací zpět k sondě. Největší uplatnění má při dopplerovském typu vyšetření. K zesílení jednotlivých odrazů nastává za pomoci plynových mikrobublin o průměru 2-4 μm . Tato látka se aplikuje výjimečně. Do těla ji aplikujeme intravenózně.

Nejznámější kontrastní látka je dodávána pod firemním názvem Levovist. Nejsou příliš známy vedlejší účinky této kontrastní látky.

Kontraindikací by se mohla stát jen kontrastní látka samotná, či některá ze složek obsažených v kontrastní látce.

Na našem pracovišti se kontrastní látka neužívá. Její cena je vysoká.

1.4.2.Magnetická resonance

Toto vyšetření se může provádět nativně tzv. bez použití kontrastní látky. Ale i tato metoda má svou kontrastní látku, která zvyšuje signál v T1 vážených časech. Tyto kontrastní látky se nazývají paramagnetické. Hlavní součástí je Gadolinium (Gd), které je samostatně prudce jedovaté a proto je vázané na látky zvané cheláty, které mají za úkol udržet pevnou vazbu s Gadoliniem po celou dobu od aplikace až po jejich vyloučení z těla. Firemní název těchto kontrastních látek je Magnevist, Gadovist, ProHance, MultiHance, Omniscan.

1.4.3.Počítačová tomografie

Kontrastní látky užívané při počítačové tomografii jsou pozitivní neionické kontrastní látky podobné těm, co se užívají při klasické angiografii. Množství aplikované látky jsou 1ml/na kilogram tělesné váhy (ve většině vyšetření cév okolo 120-150ml) záleží však na ordinaci radiologa, nebo na tělesné váze pacienta (každý máme jinou konstituci těla). Kontrastní látka se aplikuje nitrožilně, nejčastěji do kubitální žíly. Kontrastní látka je aplikována pomocí injekčního automatu (tlakové stříkačky → s rychlostí aplikace 3-4ml/sekundu). Vyšetření probíhá během aplikace kontrastní látky.

Kontrastní látka používaná na našem oddělení je Optiray 300,400 (firemní název).

1.4.4. Angiografie a Digitální substrakční angiografie

Kontrastní látka pro toto vyšetření byla dříve užívaná pozitivní ionické. Pro velký počet alergických reakcí se začala, čím dál více užívat pozitivní neionické. To nám však nemusí zaručit, že pacient nebude na kontrastní látku alergický, přesto se však celkový počet alergických reakcí snížil. Neionické kontrastní látky mají pevnější vazbu pro jód, který se neuvolní do oběhu. Při DSA se kontrastní látka naředí na 76ti% koncentraci v poměru 1:1, 2:1 fyziologickým roztokem. Firemní názvy kontrastní látek jsou Optiray 300 a 400, Iomeron 300, atd.

U pacientů alergických na jód by se neměla použít vůbec.

Další alternativou pro vyšetření s kontrastní látkou je negativní kontrastní látka, v oblasti vyšetření cév se užívá CO₂. U nás v nemocnici jsem jej nikdy neviděla provádět. Dá se však použít pro oblast břicha a končetin. U CO₂ není známá žádná alergická reakce, protože CO₂ je součástí výměny plynů v těle. CO₂ se vstřebá do těla a pomocí výměny plynů se vyloučí z těla bez jakéhokoli toxického poškození orgánů. Další metodou, kdy se nám zobrazí renální tepny je perkutánní transluminární angioplastika.

1.4.4.1. Prevence nežádoucích reakcí po kontrastních látkách u rizikových pacientů

- dostatečná hydratace před a po vyšetření.
- podání sedativ (diazepam) u neklidných klientů a klientů s epilepsií.
- premedikace rizikových klientů spočívá v dlouhodobém užívání perorálních kortikoidů a antihistaminik a i.v. podaným Dithiadenem a Hydrocortisonem.
- Prednison tbl. 20mg p.o. po 6 hod.(13, 7 a 1 hodinu před vyšetřením).
- Dithiaden tbl.2mg p.o. minimálně 1 hod před podáním kontrastní látky nebo Dithiaden inj. 1mg těsně před vyšetřením.
- Hydrocortison solubile 200mg i.v. minimálně 1 hod před podáním kontrastní látky event. lze podat i Primamet inj. 200mg před výkonem.
- zklidnění klienta těsně před vyšetřením.

- použití neionické kontrastní látky.

1.4.4.2. *Léčba nežádoucích reakcí po podání jodových kontrastních látek*

Základní vybavení vazografického pracoviště:

- výbava k zajištění průchodnosti dýchacích cest
- odsávačka
- zdroj kyslíku s redukčním ventilem
- anesteziologický přístroj, ruční dýchací přístroj
- léky pro neodkladnou péči a kardiopulmonální resuscitaci
- výbava k zajištění podpory a monitorování krevního oběhu (fonendoskop a tonometr)
- monitorování pulzním oxymetrem a EKG
- při inspirační dušnosti zajistíme průchodnost dýchacích cest (např. trojitým hmatem či intubací vzduchovodu) s následným podáním kyslíku. Ihned kontaktujeme ARO.
- při expirační dušnosti podáme kyslík a následující léky: Ventolin 2-4 dávky Berotecu, i.v. 200mg (i více) Hydrocortisonu a 240mg Syntophyllinu, který aplikujeme pomalu i.v. nebo v infúzi. Při srdečním selhání aplikujeme s.c. 0,1-0,3mg Adrenalinu.
- při hypotenzi (systolické TK pod 90mmHg) i.v. podáme infúzi a 510 mg Efedrinu, který aplikujeme pomalu. Dále provedeme elevaci dolních končetin a podáme kyslík.
- při vagové reakci (hypotenzi, bradykardii) i.v. podáme 1mg Atropinu (lze opakovat po 3 -5 minutách do celkové dávky 3mg) a infúze. Dále provedeme elevaci dolních končetin a podáme kyslík.
- při hypertenzi (u normotoniců při systolickém tlaku nad 190mmHg) i.v. podáme 5mg Seduxenu a 25mg Ebrantilu, jehož aplikaci můžeme opakovat po 5 minutách. U pacientů s ICHS podáme 0,5mg Nitroglycerínu pod jazyk.
- při bolesti na hrudi se po 15minutách podá 0,5mg Nitroglycerínu pod jazyk (můžeme použít aerosolovou formu). Dále aplikujeme 5mg Seduxenu a podáme kyslík maskou. Při větších bolestech podáme 0,05-0,1mg Fentanylu.
- při křečových stavech i.v. podáme 5mg Seduxenu.
- při kopřivce (urtika) i.v. podáme Dithiaden inj. a pacienta sledujeme až do odeznění příznaků. Při progresi viz léčba alergoidní reakce.

1.5. Výhody a nevýhody daných vyšetření obecně

Ultrazvuk

Výhody:

- je to dostupné vyšetření(vyskytuje se i v menších nemocnicích poliklinikách, soukromých ordinacích, atd.)
- je to neinvazivní metoda, při které není nutné užít kontrastní látku.(Lze provádět i s aplikací kontrastní látky – ve FNM-KZM se neprovádí)
- je to levná vyšetřovací metody (oproti CT, MR, angiografii)
- není nutné dopravovat pacienta na naše oddělení, lze provést u lůžka pacienta.
- nemá žádné závažné vedlejší biologické účinky na organismus, při použití diagnosticky výkonného rozmezí ultrazvuku.
- není zde žádná radiační zátěž.
- lze provést morfologické i dopplerovské vyšetření při jednom sezení
- nebyly prokázány žádné biologické účinky ani na zdravotní personál provádějící vyšetření.
- nemá žádnou kontraindikaci, která by pacienta mohla ohrozit.
- při využití echokontrastů pro ultrasonografickou diagnostiku stenóz renálních tepen jednoznačně zvyšuje celkovou proveditelnost PDUS a kvalitu spektrálního záznamu získaného při IDUS.
- má nízké náklady na pořízení přístroje a stavební úpravy vyšetřovny.
- relativně časově nenáročné (záleží na zkušenosti vyšetřujícího)

Nevýhody:

- je těžce proveditelná u nespolupracujících pacientů a pacientů v bezvědomí.
- je skoro neproveditelná u obézních pacientů. (u nadměrné obezity se nedá provést vůbec, situace je zde kvůli nadměrnému množství tuku nepřehledná.)
- při použití kontrastní látky se i tato metoda stává finančně nákladnou.
- diagnostika stenózy renální tepny je při postižení 75%.

Magnetická resonance

Výhody:

- je neinvazivní metoda, při aplikaci se stává nepřímo invazivní metodou. Kontrastní látka se aplikuje nitrožilně (intravenózní – i.v., stejně jako u CT a UZ, ale méně invazivně jak při DSA.)
- kontrastní látka není jódová, při její aplikaci, však musíme přistupovat k pacientovi jako při aplikaci jodové kontrastní látky. (pokud se objevila alergie na jodovou kontrastní látku, je lepší přistupovat k pacientovi jako k rizikovému pacientovi, provést dobrou přípravu před vyšetření- aplikace antihistaminik)
- prohlédnout si cévu z různých rovin (sagitální, koronární, axiální, atd.)
- možnost tvorbu obrazu 2D i 3D.
- není zde žádná radiační zátěž.
- použití menšího objemu kontrastní látky.

Nevýhody:

- použití síly magnetického pole minimálně 1,5 Tesla pro vyšetření tepen.
- dostupnost vyšetření je omezena nejen pořizovací cenou přístroje, ale vybavením vyšetřovny.
- samotné vyšetření je nákladné nejen finančně, ale i časově, proto by indikace měla být úzce specifikována.
- jsou zde vysoké náklady na stavební úpravy (stavba na způsob Faradayovy klece izolace všech stěn - dveře i okna) pláty nebo pletivem z nemagnetické oceli či mědi.
- nadměrná váha přístroje (supravodivé nejsou tak těžké jako permanentní magnety).
- náklady na chlazení supravodivého MR přístroje (chlazení heliem)
- u supravodivých MR přístrojů se musí počítat i se silovým polem nad a pod přístrojem.
- i zde nelze vyšetřit všechny pacienty (viz kontraindikace k vyšetření)
- vysoké nároky na hardwarové a softwarové vybavení
- dlouhý čas na vyšetření (nejméně 30min)

- při podání kontrastní látky možnost nadhodnocení stenóz.
- náklady na přístrojovou techniku pro anestézii a pro aplikaci kontrastní látky
- další náklady pro speciální cívky pro angiografii (pokud je vyšetření na daném pracovišti prováděno jen vzácně).

Počítačová tomografie

Výhody:

- je rychlé vyšetření (oproti MR), lze provést jak arteriální, tak venózní fázi během 30 vteřin a nejpozději do 15 minut i s rekonstrukcí a posláním a zálohováním vyšetření na paměťový disk (optický, CD, DVD, flash disk)
- je oproti MR levnější, lze provést více vyšetření.
- je zde možnost vyšetření pacienta v celkové anestézii
- u MDCT možnost snímání více vrstev najednou
- díky rychlejšímu snímání dat, vzniká méně pohybových artefaktů.

Nevýhody:

- vysoké náklady na pořízení přístroje, na počítačové jak hardwarové a softwarové vybavení
- je zde vysoká radiační zátěž pacienta.
- vysoká pravděpodobnost výskytu alergických reakcí a zatížení pacienta při podání kontrastní látky

Digitální substrakční angiografie

Výhody:

- od klasické angiografie je snižené množství aplikované kontrastní látky.
- při pozitivním nálezu lze navázat perkutánní angioplastikou (zavést stenty, nebo provést dilataci balónkový katétrem.)
- při zručnosti vyšetřovacího týmu, může být i rychlejším vyšetřením než MRA.
- možnost zálohování jako při ostatních vyšetření

Nevýhody:

- je invazivní metoda (zavedení katétru přes a. femoralis)

- radiační zatížení nejen pacienta, ale vyšetřujícího týmu.
- náklady na instrumentárium, kontrastní látky.
- ochranné pomůcky pro vyšetřující tým.

vysoké náklady na pořízení přístrojové techniky, také na hardware

1.6.Perkutánní transluminální angioplastika (PTA)

Perkutánní transluminální angioplastika je obecně uznávanou standardní intervenční metodou, která hraje významnou roli v terapii tepenných onemocnění.

Mechanismus PTA spočívá v balónkové dilataci, která způsobuje „kontrolované“ poranění atheroskleroticky změněné cévní stěny. Na celkové výsledku PTA se podílí tyto faktory:

- Komprese/ remodelace plátu.
- Ruptura plátu / lokální direkce.
- Roztažení všech vrstev cévní stěny.
- Pulverizace /embolizace plátu.

Na tom, který z mechanismů nejvíce ovlivňuje aktuální výsledek PTA se nejvíce podílí charakter plátu („čistý“atherom, atherotrombus, podíl kalcifikace) a jeho uložení v tepně (koncentrický – excentrický plát, zúžení – uzávěr).

Ačkoli má PTA vysokou primární i dlouhodobou úspěšnost, má samozřejmě i určité procento neúspěšných výkonů. Úspěšnost je ovlivněna zejména šíří dilatované tepny a jejím fyziologickým průtokem (čím větší je průměr tepny a její průtok, tím je primární i dlouhodobá úspěšnost PTA vyšší).

Příčiny selhání PTA se dělí na časné a pozdní.

Mezi příčiny časného selhání PTA je spasmus; disekce (okluzivního charakteru); trombosa; časný elastický „recoil“; poddilatovaná céva; ruptura. Časné selhání je obvykle způsobeno kombinací výše uvedených faktorů (např. dlouhodobý nezrušitelný spasmus vede k trombose apod.), ruptura dilatované tepny je extrémně vzácná.

Mezi příčiny pozdního selhání PTA je restenóza – intimální hyperplasie, chronický elastický „recoil“; progresse aterosklerosy/“ de novo leze“; pseudoaneurysma/ruptura. Hlavní příčinou pozdního selhání je kombinace restenosis a progresse

aterosklerosy ať již v místě dilatace, nebo v nové oblasti. Pseudoaneurysma (či dokonce ruptura) jsou vzácnou komplikací obvykle způsobenou příliš velkým balónkem použitým v abnormální tepně (arthritis, tepny v oblasti po ozařování).

Základní podmínkou úspěšné PTA je intraluminální průnik zúženou/ uzavřenou tepnou, po kterém následuje dilatace. Spolu technickým vývojem instrumentaria se objevují i nástroje umožňující snadnější zavedení vodiče/ cévky obstrukcí. Jsou to : rotační vodič, hydrofilní vodič („glidewire“), rotacs.

Primární úspěch PTA lze zvýšit i různými mechanickými zařízeními, které buď části atherotrombu odstraňují tak, že je vyjmou z cévy (Simpsonův atherocath, TEC) či atherotrombus mikropulverizují (Rotablator). Ačkoli může být takto odstraněna velká část atherotrombu, tepna obvykle reaguje vyšším stupněm restenózy, takže dlouhodobé výsledky se neliší od „prosté“ PTA.

Velmi cennou pomůckou zvyšující úspěšnost PTA jsou stenty. Samoexpandibilní, nebo balónkem – expandibilní kovové „výztuže“ cévní stěny zvyšují primární úspěšnost PTA, protože řeší komplikace výkonu, které mohou vést k akutní okluzi dilatované tepny – okluzivní disekce nebo nedostatečně dilatované („nedilatované“) leze. Zavedení stentu takto jednoznačně zvyšuje úspěšnost asi o 8-10%.

PTA renálních tepen se stala jednoznačnou metodou volby v léčbě vasorenální hypertenze a prakticky nahradila aortorenální bypass. Primární technická úspěšnost je 80- 100%, klinická úspěšnost (příznivé ovlivnění hypertenze) je 65- 70% u atheromatósních lézí a 80- 95% u nemocných s fibromuskulární dysplázií. U části nemocných lze úspěšnou dilatací zúžené ledvinné tepny zabránit ztrátě funkce ledviny. Metoda se užívá i v terapii zúžené tepny transplantované ledviny.

Primární implantace stentu bez ohledu na výsledek PTA je indikován u komplexních lézí, u ostiálních stenóz a uzávěrů i v oblasti renálních tepen, které jsou kontraindikovány k chirurgické léčbě.

Kontraindikací k implantaci stentu jsou hyperkoagulační stavy. Relativní kontraindikací se mohou stát pravděpodobně technické problémy při zavádění stentu

(extrémní vinutí přístupového cévního řečiště nebo cévní řečiště v místě implantace stentu).

Pacienti jsou po výkonu na dále ošetřováni jako po PTA. Jsou heparizováni a dlouhodobě jsou jim ordinovány antiagregancia.

2.Cíl práce a hypotéza

Cíl práce

- a) Porovnat jednotlivě uvedené vyšetřovací postupy. Zaměřit se na indikace a kontraindikace, na použití kontrastních látek a jaké druhy kontrastních látek užíváme při jednotlivých vyšetření.
- b) Poukázat na roli radiologického asistenta při jednotlivých vyšetření.
- c) Zaměřit se na současné postavení Magnetické resonance v diagnostice renálních tepen, zda je vyšetřením postačujícím k potvrzení, či k vyloučení onemocnění renálních tepen a nahradí digitální substrakční angiografii v primární diagnostice.

Hypotéza

Vyšetření magnetickou resonancí je nejméně limitováno kontraindikacemi.

3. Metodika

Na Klinice zobrazovacích metod ve Fakultní nemocnici v Motole provádíme na 250 tisíc vyšetření ročně. Všechna vyšetření jsou evidována v ústavním nemocničním systému (zkr. UNIS). Tento systém je v provozu od roku 1998. Pomocí toho systému mají lékaři z celé nemocnice přístup k výsledkům vyšetření, která byla na našem pracovišti provedena. Sledovaní pacienti byli z toho počtu zúženi jen na určitou oblast zájmu. Sledovaní pacienti při vyšetření MRA byli vybráni z pracoviště z přístrojem Gyroscan od Phillipsu, CTA z pracoviště Somatom definition od Siemensu, DUS z pracoviště s Ultrasonografem Toshiba a DSA z kardioangiografického pracoviště s přístrojem Integris 3000 od Phillipsu.

Celkový počet pacientů, kterým byli vyšetřeny renální tepny v období od ledna 2004 do června 2008, bylo 430. Tento počet je rozdělen na jednotlivé vyšetřovací metody. Ultrasonografické a dopplerovské vyšetření má počet 75, při svém počtu bylo provedeno hlavně u osob mladších 30 let. Asi 23 pacientů bylo starších. Ultrasonografické i dopplerovské vyšetření u osob mladších 30let bylo součástí hlavně kontrol renálního štěpu. Jedna třetina pacientů vyšetřených MRA, bylo předtím vyšetřeno DUS. Jelikož má DUS své limity, bylo provedeno MRA vyšetření jako další možnost neinvazivní metody. MRA vyšetření bylo provedeno u další třetiny pacientů, kteří byli vyšetřeni též ultrasonografickým a dopplerovským vyšetřením, ale ne na našem pracovišti (součást výsledku nálezů MRA v UNISu). Vyšetření renálních tepen metodou CTA bylo provedeno 16 a 56 pacientům byli vyšetřeni společně s CTA aorty. Metodou digitální substrakční angiografie renálních tepen bylo ve stejném období vyšetřeno 182 pacientů. (viz.tab.1).

Tabulka 1:

CTA aorty	56
CTA renálních tepen	16
DSA renálních tepen (selektivně)	76

DSA renálních tepen (neselektivně)	106
Ultrazvukové vyšetření a dopplerovské vyšetření renálních tepen	23
Ultrazvukové vyšetření a dopplerovské vyšetření renálního štěpu.	63
MRA renálních tepen s použitím kontrastní látky.	85
MRA bez použití kontrastní látky	5

Nejčastěji indikovaným vyšetřením by se mohla zdát ve většině případů digitální substrakční angiografie, která je stále brána za zlatý standard. Při bližším zkoumání výpisů jednotlivých vyšetření, bylo vyšetření DSA na oblast renálních tepen, ihned o něco nižší v počtu pacientů. Celkem 76. Zbýlý počet vyšetření bylo součástí jiného vyšetření, které nám umožní vyšetřit nejen renální tepny na jeden nástřik kontrastní látky. Důvodem bylo vyloučení případné stenózy renálních tepen. U 81 pacientů bylo současně provedeno vyšetření selektivní koronarografie s nástřikem abdominální aorty s jejími viscerálními tepnami. 25 pacientům vyšetřených digitální substrakční angiografií, byly renální tepny vyšetřeny spolu s vyšetřením tepen pánve a dolních končetin. Při pohledu na počet pacientů vyšetřených DSA lze vidět, že MRA má své místo vyšetřovacím algoritmu. Pokud byl nález z MRA či DUS již zřejmý a pozitivní na řešení intervenční metodou PTRa, byl pacient svým indikujícím lékařem odeslán na kardioangiografické vyšetření a zákrok. Pomocí metody DSA jsme provedli dovyšetření, zda je nález tak vážný pro intervenční řešení. Poté jsme provedli i zákrok.

CTA je nejčastěji prováděno při úrazech a podezření na poranění nejen renálních tepen, ale v oblasti břicha. Vyšetření pacienti jsou dovezeni jako závažná dopravní nehoda (polytraumata), nebo při poranění hrudníku a břicha po napadení (diagnostikována zlomenina žeber, též střelná, či bodná poranění), kdy na UZ nelze s jistotou prokázat místo krvácení do dutiny břišní. Dále zde provádíme vyšetření při kontrole uložení stentu v oblasti renální tepen, aorty. Také při kontrole stentgraftu (kontraindikovaný pro MR vyšetření) zavedeného na dříve diagnostikované aneurysma v břišní aortě.

Z nemocničního systému UNIS jsem si vybrala seznamy pacientů vyšetřených MRA a DSA.

Z nich jsem sestavila statistický soubor. Poté jsem vytvořila tabulky četností dle věku, pohlaví a typu vyšetření.

4. Výsledky

Pro objekt zkoumání jsem si vybrala vyšetření metodou MRA x DSA.

V tabulce 3 –8 jsou zaneseny četnosti jednotlivých vyšetření dle typu (DSA x MRA) a dále jsou rozpracovány i dle pohlaví a věku vyšetřovaných subjektů.

Tabulka 3:

Počet vyšetření MRA

x_i		n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i \cdot n_i$	$x_i^2 \cdot n_i$	$x_i^3 \cdot n_i$	$x_i^4 \cdot n_i$
1	do 30 let	7	0,0778	0,0778	7	7	7	7
2	30-40 let	13	0,1444	0,2222	26	52	104	208
3	40-50 let	12	0,1333	0,3556	36	108	324	972
4	50-60 let	15	0,1667	0,5222	60	240	960	3840
5	60-70 let	27	0,3000	0,8222	135	675	3375	16875
6	70 a více let	16	0,1778	1,0000	96	576	3456	20736
	Σ	90	1,000		360	1658	8226	42638

Tabulka 4:

Počet vyšetření DSA

x_i		n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i \cdot n_i$	$x_i^2 \cdot n_i$	$x_i^3 \cdot n_i$	$x_i^4 \cdot n_i$
1	do 30 let	5	0,0658	0,0658	5	5	5	5
2	30-40 let	3	0,0395	0,1053	6	12	24	48
3	40-50 let	5	0,0658	0,1711	15	45	135	405
4	50-60 let	18	0,2368	0,4079	72	288	1152	4608
5	60-70 let	22	0,2895	0,6974	110	550	2750	13750
6	70 a více let	23	0,3026	1,0000	138	828	4968	29808
	Σ	76	1,000		346	1728	9034	48624

Tabulka 5:

Počet vyšetření MRA - muži

x_i		n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i \cdot n_i$	$x_i^2 \cdot n_i$	$x_i^3 \cdot n_i$	$x_i^4 \cdot n_i$
1	do 30 let	6	0,1304	0,1304	6	6	6	6
2	30-40 let	6	0,1304	0,2609	12	24	48	96
3	40-50 let	8	0,1739	0,4348	24	72	216	648
4	50-60 let	6	0,1304	0,5652	24	96	384	1536
5	60-70 let	13	0,2826	0,8478	65	325	1625	8125
6	70 a více let	7	0,1522	1,0000	42	252	1512	9072
	Σ	46	1,000		173	775	3791	19483

Tabulka 6:

Počet vyšetření MRA - ženy

x_i		n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i \cdot n_i$	$x_i^2 \cdot n_i$	$x_i^3 \cdot n_i$	$x_i^4 \cdot n_i$
-------	--	-------	---------	----------------	-----------------	-------------------	-------------------	-------------------

1	do 30 let	4	0,0909	0,0909	4	4	4	4
2	30-40 let	6	0,1364	0,2273	12	24	48	96
3	40-50 let	4	0,0909	0,3182	12	36	108	324
4	50-60 let	8	0,1818	0,5000	32	128	512	2048
5	60-70 let	13	0,2955	0,7955	65	325	1625	8125
6	70 a více let	9	0,2045	1,0000	54	324	1944	11664
	Σ	44	1,000		179	841	4241	22261

Tabulka 7:

Počet vyšetření DSA - muži

x_i		n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i \cdot n_i$	$x_i^2 \cdot n_i$	$x_i^3 \cdot n_i$	$x_i^4 \cdot n_i$
1	do 30 let	1	0,0256	0,0256	1	1	1	1
2	30-40 let	1	0,0256	0,0513	2	4	8	16
3	40-50 let	2	0,0513	0,1026	6	18	54	162
4	50-60 let	11	0,2821	0,3846	44	176	704	2816
5	60-70 let	16	0,4103	0,7949	80	400	2000	10000
6	70 a více let	8	0,2051	1,0000	48	288	1728	10368
	Σ	39	1,000		181	887	4495	23363

Tabulka 8:

Počet vyšetření DSA - ženy

x_i		n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i \cdot n_i$	$x_i^2 \cdot n_i$	$x_i^3 \cdot n_i$	$x_i^4 \cdot n_i$
1	do 30 let	4	0,1081	0,1081	4	4	4	4
2	30-40 let	1	0,0270	0,1351	2	4	8	16
3	40-50 let	3	0,0811	0,2162	9	27	81	243
4	50-60 let	5	0,1351	0,3514	20	80	320	1280
5	60-70 let	12	0,3243	0,6757	60	300	1500	7500
6	70 a více let	12	0,3243	1,0000	72	432	2592	15552
	Σ	37	1,000		167	847	4505	24595

Pro zpracovaný statistický soubor vycházejí následující výsledky:

Pro MRA vyšetření:

Aritmetický průměr = 4

Směrodatná odchylka = 1,55

Koeficient šikmosti = - 0,44

Koeficient špičatosti = 2,026

Exces = - 0,097

Pro DSA vyšetření:

Aritmetický průměr = 4,55

Směrodatná odchylka = 1,41

Koeficient šikmosti = - 1,03

Koeficient špičatosti = 3,44

Exces = 0,43

Pro MRA vyšetření – muži:

Aritmetický průměr = 3,76

Směrodatná odchylka = 1,64

Koeficient šikmosti = - 0,28

Koeficient špičatosti = 1,83

Exces = - 1,16

Pro MRA vyšetření – ženy:

Aritmetický průměr = 4,07

Směrodatná odchylka = 1,6

Koeficient šikmosti = - 0,54

Koeficient špičatosti = 2,09

Exces = - 0,9

Pro DSA vyšetření – muži:

Aritmetický průměr = 4,64

Směrodatná odchylka = 1,09

Koeficient šikmosti = - 1,11

Koeficient špičatosti = 4,74

Exces = 1,74

Pro DSA vyšetření – ženy:

Aritmetický průměr = 4,51

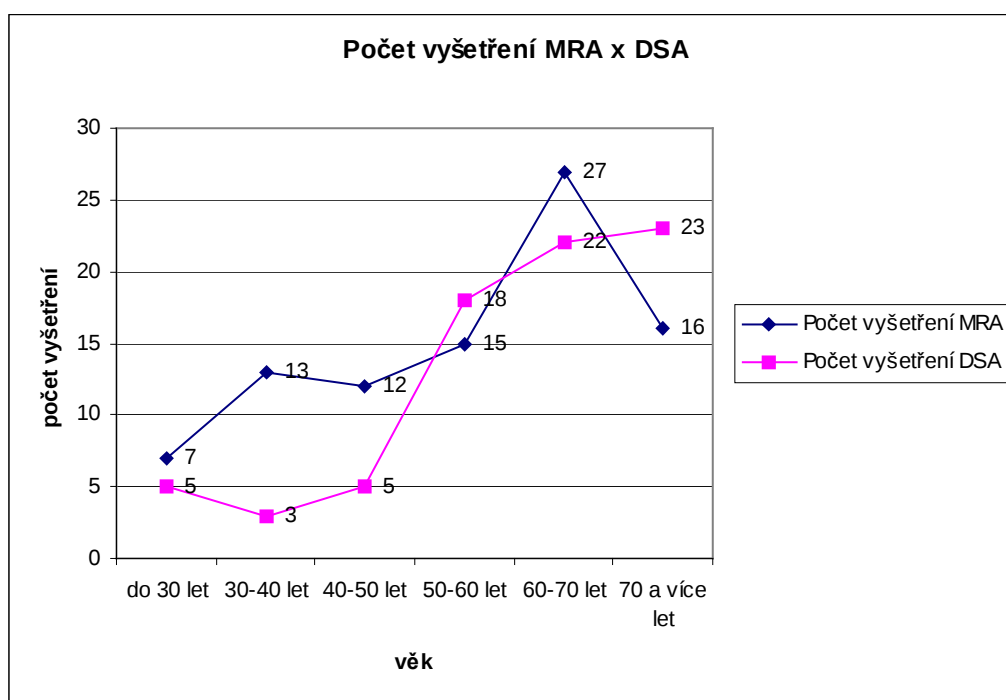
Směrodatná odchylka = 1,58

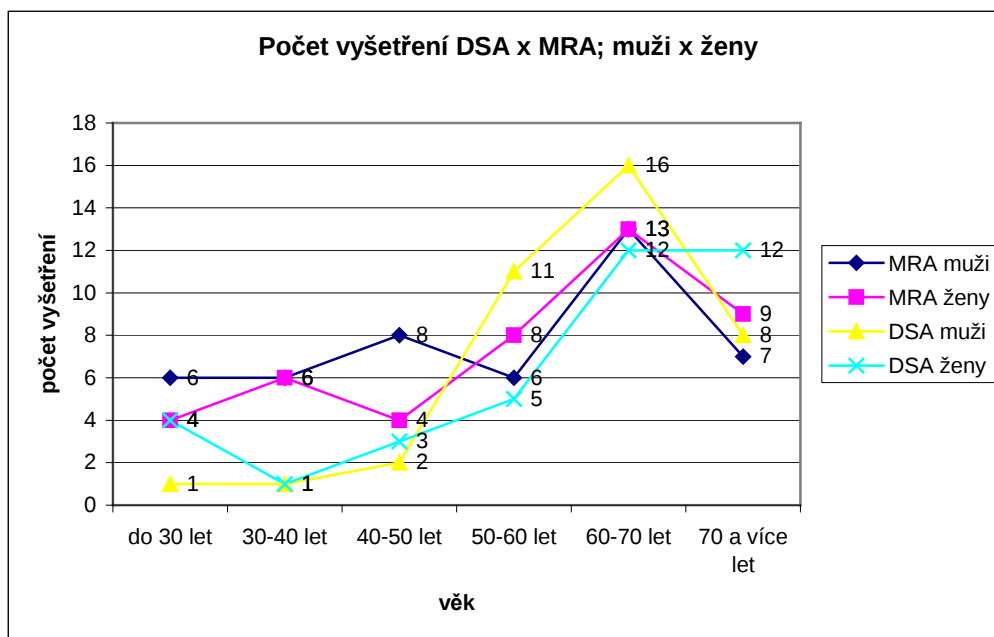
Koeficient šikmosti = - 1,07

Koeficient špičatosti = 3,08

Exces = 0,08

Z dosažených výsledků tohoto souboru vyplývá, že průměrný věk pacienta je mezi 50ti a 60ti lety a se zvyšujícím se věkem je četnost vyšetření vyšší. Věková kategorie mužů vyšetřovaných MRA je nižší než pro ženy . V případě vyšetření DSA je průměrný věk obou vyšetřovaných pohlaví podobný. Zkoumaný soubor je prezentován v přiložených grafech ,tj. graf vyšetření MRA x DSA a souhrnný graf věkových skupin a pohlaví za vyšetření MRA x DSA.





Dalším zkoumaným souborem jsou pacienti, které jsem vybrala z toho celkového počtu pacientů a ještě více zúžila. Pacienti v tomto souboru prodělali nejen jedno vyšetření, ale MRA i DSA. Tento soubor má jen malý počet pacientů pro 100% závěry. Celkový počet je 25.

Indikace k jednotlivým vyšetřením v tomto souboru byla různorodá. Nejčastěji se opakovala diagnóza chronická ischemická choroba srdce, esenciální (primární)hypertenze, jiná (arteriální) hypertenze. Na dalších místech, co do počtu se objevila aterosklerotická nemoc srdce, dolních končetin, i renálních tepen pro vyšetření DSA. U MRA se nejčastěji objevuje diagnóza renovaskulární hypertenze, konečné stadium ledvinného onemocnění, či jiné akutní selhání ledvin. (viz tab.9). I když byly indikace různorodé v diagnostice, v tzv. úzké otázce byl dotaz, zda v dané oblasti detekujeme stenózu, která by mohla být příčinou daných potíží vyšetřených pacientů.

Tabulka 9:

	diagnóza	DSA	MRA
1.	I 259 ^{*)}	8	4
2.	I251,I700,I702 ^{*)}	5	2
3.	I150 ^{*)}	3	6

4.	I10	6	3
5.	I639	0	3
6.	N178	0	2
7.	N180	0	5
8.	I159	3	0
	celkem	25	25

*) identifikační číslo jednotlivých diagnóz dle všeobecné zdravotní pojišťovny

1.Chronická ICHS; 2.Aterosklerotická nemoc tepen srdce, aorty a dolních končetin.; 3.Renovaskulární hypertenze; 4.Esenciální(prim.)hypertenze;5.mozkový infarkt; 6. jiné akutní selhání ledvin; 7.konečné stádium ledvin.onemocnění; 8.jiná hypertenze.

Tabulka 10:

Skupina pacientů	Vyšetření dle pohlaví	DSAxMRA	Muži	Ženy
Do 30 let věku		3	1	2
31-40 let věku		0	0	0
41-50let věku		1	1	0
51-60let věku		4	3	1
61-70let věku		9	6	3
70let a více		8	6	2
Celkem		25	17	8

V mém zkoumaném souboru, kde jsem chtěla porovnat MRA a DSA vyšetření (viz.tab.10), jsem našla jen tři pacienty, kteří měli pozitivní nález a zároveň shodný výsledek z obou vyšetření. V jednom případě nešlo ani tak o stenózu renální tepny, ale o anomálii aorty. Z nálezu DSA jsem se dočetla, že nebylo možné provést sondáž pravé renální tepny, která v nálezu MRA byla popsána, že se nezobrazuje. Ledvina byla zásobena krví tzv. kolaterální oběhem přes pravou lumbální tepnu (touto cestou byla zobrazena pravá ledvina). Druhým dvěma byla provedena PTRa. U jiných dvou pacientů se nálezy neshodují, co se týče procent zúžení renální tepny. MRA označuje stenózu za 50%, ale DSA jen 30%. Ostatní pacienti zařazení v mém souboru měli

shodně s obou vyšetření negativní nález, co se týče stenózy renálních tepen. Aritmetickým průměrem vychází, že MRA má shodu s DSA asi 92,0%. I když výsledek není úplně 100%, tak při porovnání kolik let výzkumu a praxe má DSA a kolik má MRA není tento výsledek zanedbatelný.

5.Diskuse

Ze zobrazovacích metod se k diagnostice stenóz renálních tepen v současnosti využívá dopplerovská ultrasonografie (DUS), multidetektorová CT angiografie (MDCTA), MR angiografie (MRA) a digitální subtrakční angiografie (DSA), která je stále považována za zlatý standard. Kromě rizik podání jódové kontrastní látky a expozice ionizujícímu záření jsou hlavními důvody snahy najít a využít méně invazivní či neinvazivní zobrazovací techniky k detekci stenóz renálních tepen především invazivita katetrizační angiografie s možnými komplikacemi výkonu, nutnost přípravy a hospitalizace nemocného před vlastním vyšetřením a sledováním jeho stavu po výkonu. Je rovněž důležité si uvědomit, že DSA renálních tepen poskytuje sumační zobrazení prostorové struktury, navíc ostiální stenózy při nevhodně volené projekci mohou být překryty kontrastní náplní v aortě, a mohou tak uniknout pozornosti. Problémem DUS je především nižší senzitivita a specificita udávaná mezi 80-90% a dále fakt, že i více než 10% vyšetření⁽¹⁰⁾ je nediagnostických. Senzitivita a specificita MDCTA je vysoká (přes 90%). Pomocí submilimetrové kolimace jsou zobrazitelné tepénky do průsvitu kolem 1mm. Nevýhodou je však radiační zátěž během vyšetření, sklon k nadhodnocování stenóz v místě hrubých kalcifikací. V neposlední řadě zatížení zpravidla již dysfunkčních ledvin nefrotoxickou kontrastní látkou.

MRA je miniinvazivní metoda, kterou lze provést ambulantně, vykazuje minimální riziko jak nefrotoxicity, tak alergoidní reakce a nevystavuje nemocného ionizujícímu záření. Přes tyto nesporné výhody MRA je však nutno brát v úvahu i její úskalí. Jedním z nich je vznik artefaktů. Kromě dechových a pulzačních pohybových artefaktů a artefaktů ze ztráty signálu v místě turbulence se můžeme setkat i s artefaktem z pohybu renálních tepen, způsobeným dodatečným pohybem bránice během apnoe a ovlivňujícím distální úseky renálních tepen. Redukován může být zkrácením celkové doby akvizice. Známým faktem je také sklon MRA k nadhodnocování, ale současně i podhodnocování stupně některých stenóz⁽¹⁰⁾. Tato tendence je pozorována nejvíce u hraničně významných zúžení (40%-60%), zatímco stenózy nad 80% a pod 20% vykazují mnohem větší shodu s nálezy na DSA. Tento jev má dvě hlavní příčiny: vinutý průběh renální tepny a excentrické umístění AS plátů,

které se vyskytují predilekčně na přední a zadní stěně tepny, a lumen tak získává oválný či nepravidelný tvar. Proto je důležité hodnotit stupeň stenózy vždy ve více rovinách, včetně roviny kolmé k podélné ose renální tepny, která je těmito jevy nejméně ovlivněna.

„Ačkoli prostorové rozlišení kontrastní MRA je stále nižší než v případě MDCTA (průměru 0,6x0,6x1,0mm), není mezi oběma metodami staticky významný rozdíl ve schopnosti odhalit hemodynamicky významnou stenózu a senzitivity a specifity se většině studií pohybují nad 90%.

Nižší prostorové rozlišení může činit obtíže v detekci stenóz na akcesorních renálních tepen a v distálních úsecích či větvích hlavních renálních tepen. Nicméně některé studie dokumentují více než 90% senzitivitu i v detekci stenóz těchto drobných tepének“⁽¹⁰⁾.

Dalším úkolem zobrazovacích metod (MRA) je mimo stanovení vlastního stupně stenózy také odhadnutí její funkční významnosti, případně určení etiologie. Za signifikantní je obvykle považována stenóza nad 50%- 60%. Důležité je také zhodnotit opacifikační charakteristiky jednotlivých oblastí ledvinného parenchymu, velikost ledviny a tloušťku kortexu a tyto nálezy porovnat s druhou stranou.

6. Závěr

Má hypotéza, že MRA metoda při vyšetření renálních tepen je nejméně limitována kontraindikacemi, se mi nepotvrdila. V porovnání s DUS jich má až dost. Ani jedna s těchto metod nemá zapotřebí příliš složitou přípravu, jako je to v případě DSA. To by mělo být plus pro neinvazivní metody. DUS nemá kontraindikace, pokud opomenou možnost vzniku alergické reakce na podanou kontrastní látku, která se na našem oddělení neužívá (hlavně kvůli ceně). Technika kontrastní MRA s vysokým geometrickým rozlišením poskytuje dostatečnou senzitivitu a specifitu v diagnostice hemodynamicky významné stenózy renálních tepen. MRA je vzhledem k minimální invazivně a minimální nefrotoxicitě vhodnou metodou pro screening renovaskulární hypertenzní nemoci u vybrané populace. Pro svoji neinvazivnost a rozšiřující se dostupnost se dostává stále více do popředí. Jeho výhodou je selekce pacientů s negativním nálezem před angiografickým vyšetřením, kde se při vyšetření aplikuje neoinická kontrastní látka. Lze předpokládat, že s dalším zlepšením prostorového rozlišení (pokrokem v MR technologii nebo např. s možností použití intravaskulárních blood pool kontrastních látek se přesnost při kvantifikaci nálezů na kontrastní MRA bude dále zlepšovat⁽¹⁰⁾).

DSA by se v současnosti měla být vyhrazena pro cílené terapeutické výkony u nemocných s prokázanou stenózou renálních tepen.

Pro interní metodický postup je tato práce nedostatečnou hnací silou. Při dodržování postupů od nejlevnější a nejjednodušší metody DUS až po finančně i co do pracnosti složitější metody DSA a PTA, může nastat i zlom. Bohužel bychom zdraví, jak naše tak budoucích pacientů neměli přepočítávat na peníze. Pokud se však změní přístup indikujících lékařů a jejich algoritmus, které vyšetření provedou jako následné aniž by počkali na výsledek jednoho provedeného vyšetření, pak tu reálná možnost existuje.

Při dostatečném počtu pracovišť se může také snížit tlak na objednávací termíny.

Přehled literatury

1. ELIÁŠ, P., ŽIŽKA, J.: *Dopplerovská ultrasonografie*, 1. vyd., Hradec Králové: Nucleus, 1981, str. 152-173, ISBN 80-901753-5-X.
2. NEKULA, Josef a kol. *Radiologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. 205 s. ISBN 80-244-0259-9
3. EISNER, Tomáš. *Úloha radiologického asistenta při angiografických výkonech*. České Budějovice: JCU ZSF, 2007. 78 str.
4. KRAJINA, A., PEREGRIN, J. M.: *Intervenční radiologie a miniinvazivní terapie*, 1. vyd., Hradec Králové, 2005, str. 27-29; str. 51-52; ISBN 80-86703-08-8.
5. HLAVA, A., KRAJINA, A.: *Intervenční Radiologie*, Hradec Králové: Nukleus, 1996, str. 324-350, ISBN 80-901753-1-7.
6. VÁLEK, V., ŽIŽKA, J., *Moderní diagnostické metody III. díl, Magnetická resonance*, Brno: IDVYP, 1996, str. 28-34
7. HAVRÁNEK, J., HAVRÁNKOVÁ, R., VURM, Vladimír, ZÁŠKODNÝ, Přemysl: *Základy zdravotnické statistiky*. České Budějovice: JČU, 2004.
8. HRAZDIRA, I.: *Stručné repetitorium ultrasonografie*, www.zdravcentra.cz, 27.2.2008
9. DRLÍK, P., KOČÁREK, J., KÖHLER, O.: *Atypický průběh fibromuskulární dysplázie renální tepny*; www.czechurol.cz/savepdfs/cur/2006/01/10PDF; 8.6.2008.
10. SLANINA, M., ŽIŽKA, J., KLZO, L.: *Kontrastní MR angiografie s použitím paralelních akvizčních technik v diagnostice stenózy renálních tepen*; www.CesRadiol.cz/dwnld/CesRad0701 11. PDF, 8.6.2008.
11. TINTĚRA, J., *MR angiografie-zobrazení krevního řečiště*, Brno, MR kurz, 11.-13.9.2003, CD-R.
12. KRAJINA, A., HLAVA, A.; *Angiografie*, Hradec Králové, Nukleus, str. 371-423 z KRA2005@seznam.cz/ virtuální skriptárna., PDF., 28.2.2008

Klíčová slova:

magnetická resonance renálních tepen, digitální substrakční angiografie, stenóza renální tepny, kontrastní látka