

STANDARD ÉS A DIURETIKUS RENOGRÁFIA GYERMEKEKBEN

MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

(EANM guidelines for standard and diuretic renogram in children)

Gordon I., Colarinha P., Feticch J., Fischer S., Frökier J., Hahn K., Kabasakal L., Mitjavila M., Olivier P., Piepsz A., Porn U., Sixt R., van Velzen J.

Fordította: Bártfai Katalin

Célkitűzés

A protokoll célja, hogy a nukleáris medicina területén dolgozóknak útmutatást adjon a napi gyakorlatban. A protokoll a gyermekkori standard renográfia indikációjáról, a felvételek készítésének módjáról, a képfeldolgozásról és a vizsgálatok értékeléséről tartalmaz információt. Jelen dokumentum elkészítését az EANM és az American Society of Nuclear Medicine azon szándéka inspirálta, hogy a nukleáris medicina eljárások többségéhez legyen szakmai útmutató. E protokoll egy részét befolyásolta a vesefunkciók kvantitatív mérésének minőségellenőrzéséről, az International Scientific Committee of Radionuclides in Nephro-Urology által, az 1998. májusi koppenhágai konferenciát követően kiadott konszenzus, mely ugyancsak az európai gyakorlatot tükrözi. Standard renográfiát már jó ideje végzünk, miközben a renográfia számos vonatkozásában különbségek vannak, bizonyos szempontok tekintetében egység született. Az International Radionuclides in Nephro-Urology által kiadott konszenzus dokumentum ajánlást tartalmaz a differenciált vesefunkció becslésére vonatkozóan (DRF). Ahol a megoldás egyértelmű volt, ott ez került a dokumentumba, egyébként a konszenzus dokumentum egy szakértői bizottság véleményét tükrözi, amit nagy szakmai gyakorlatokra és nem publikált tudományos eredményeikre alapoztak. Néhány, jelenleg is alkalmazott gyakorlatot azonban, kevés adat támaszt alá. Ez a protokoll a Pediatric Committee of the European Association of Nuclear Medicine nézeteit is összefoglalja. A nukleáris medicina helyes klinikai gyakorlatával és a helyi szabályzatokkal összefüggésben kell értelmezni.

1. Háttér-információk és definíciók

1. 1. Vese clearance

A standard renográfiával két tekintetben lehet megközelíteni a veseműködést. Az első a vese clearance, a radiofarmakon kiválasztása a vérből. E protokollban csupán a relatív clearance-t, vagyis a differenciált vesefunkciót (DRF) tárgyaljuk. A Pediatric Committee (Gyermekgyógyászati Munkacsoport) szerint lényeges hibalehetőséget rejt magában a csupán gamma kamera használatával kivitelezett clearance meghatározás, ezért erre a célra a vérvételes technikát ajánlja. DRF meghatározás optimális ideje a radiofarmakon iv. adása utáni 1. és 2. perc között van.(4); 2 perc után fennáll annak a lehetősége, hogy a radiofarmakon kis része már elhagyta a vesét, valótlan DRF meghatározást eredményezve. Az 1.-2. perc között nyert információ is tartalmaz nem vese eredetű aktivitást (szöveti háttér), amit korrigálni kell. A szöveti komponens eltávolítható, a vese körüli ROI kivonásával. (lásd Értékelés); a vaszkuláris komponens fennmaradó része eltávolítható a Patlak/Rutland korrekcióval (5). Nincs egyetértés, hogy egyik, vagy mindkét korrekció szükséges-e. A két korrekció együttes használata javítja az értékelést, ha alacsony extrakciós rátával bíró radiofarmakont (DTPA) használunk. A háttérkorrekció különösen fontos, ha a veseműködés aszimmetrikus, vagy egészében csökkent működésről van szó.

1. 2. Kiválasztás

A második, renográfiával vizsgálható funkció a kiválasztás, vagyis a radiofarmakon eltűnése a veséből. Az eltűnés egyszerűen a renográfiás görbe megtekintésével követhető: Korai csúcs, amit gyorsan csökkenő szakasz követ, normális kiválasztásra típusos. A kiválasztás jelentős elhúzódasát folyamatosan emelkedő renogram jellemzi. A radiofarmakon vesén való áthaladásának számszerűsítésére több módszert is javasoltak. Ezek között megtalálható az egyszerű Tmax (a görbe maximumig eltelt idő), de olyan kifinomultabb paraméter is, mint a deconvolúciós analízis, output efficiency (OE)/pelvic excretion efficiency PEE) vagy normalizált reziduális aktivitás (NORA)(lásd V. További megbeszélést igénylő témakörök). A normális tranzit idő (3 perc körül) és a jelentősen megnyúlt tranzit idő (20 perc, vagy ennél több) közötti differenciáláshoz elegendő információt biztosít a renogram alakja és a Tmax. Nincs arra bizonyíték, hogy az ennél precízebb technikák a klinikai gyakorlatban nagyobb információtartalommal bírnának. Ha üregrendszeri tágulat áll fenn, a standard renogram folyamatosan emelkedő tendenciájú, jelezve a vizeletelvezetés zavarát. Ebben az esetben Furosemidet kell adni, ami a vizelet-kiválasztást növeli, és lehetővé teszi a differenciálást rossz, közepes és jó vizeletelvezetés között.

1. 3. A gyermek hidrálása

A gyermeknek megfelelően hidrált állapotban kell lennie, mind a standard, mind a diuretikus renográfiához. Nincs egyetértés abban, hogyan érjük el ezt az állapotot. A szülőket az előzetes informáló levélben arra biztatják, hogy forszírozzák a per os folyadékbevitelt a vizsgálat napján.

Tovább, mivel sok gyermeknek anesztetikus krémet is használnak és a hatás kialakulásához optimálisan 60 perc kell, második lehetőség adódik a folyadékbevitel forszírozására. Csecsemők ez idő alatt egy extra táplálást kaphatnak (anyatej/tápszer), nagyobb gyermeket ösztönözni kell 250-500 ml víz/narancslé megivására. Így az előzetes intravénás hidrálás a gyermekek legnagyobb részénél szükségtelen. Csaknem valamennyi, diuretikus renográfiára érkező gyermek járóbeteg, és betartva a fenti előírásokat sem só, sem vízhiány nem fordul elő a vizsgálatkor.

1. 4. Hólyag státusz és gravitációs hatás

Teli hólyag késleltetheti a vese ürülését, még normális vese esetén is, a renogram lapos lesz. Kisgyermektől nem várható el, hogy közvetlenül a vizsgálat előtt tudjon pisilni, de a diuretikum általában mikciót eredményez, az iv. adás után 15-20 percen belül. Rutinszerűen folytatni kell a vizsgálatot miután a hólyag kiürült, hogy a veseműködést üres hólyag mellett is vizsgálhassuk. A diuretikum beadása után a gyermek pozícióját is változtassuk meg, azért, hogy függőleges testhelyzetben a gravitáció is megtehesse a hatását, elkerülve a rossz ürülés látszatát, amit csupán a fekvő helyzet okozott. A helyzetváltatás kb. 5 perc legyen, mielőtt a kései, egy perces dinamikus képsort felvennénk. (Post Micturition Images, PM).

Ha a standard renográfia (0-20 perc) után az elfolyás közepes és az anamnézis alapján ezt nem obstrukció okozza, néhány intézetben először a PM felvételeket készítik el, és, csak ha továbbra sem megfelelő ez ürülés, adnak Furosemidet, amit újabb PM képsorozat követ.

A hólyagkatéterezést a diuretikus renográfiához ajánlották, üres hólyag biztosítása céljából. A PM képsorozat mellett a katéterezés nem szükséges, a legtöbb európai nukleáris medicina laboratóriumban nagyon ritkán használják. Ritka esetben (pl. neurogén hólyag) katéter behelyezése tanácsos, de ez elhalasztható a Furosemid teszt és a PM felvételsor utánra, ha mikció nem következik be.

1. 5. Furosemid utáni ürülés értékelése

Az ürülés értékelése ellentmondásos, az ürülési görbe alakja alapján javasolták az értékelést (4). A diuretikum utáni görbe értékelésének klasszikus módja a görbe meredekségének értékelése; azonban a meredekség meghatározása nem egyértelmű és sok, egymástól eltérő eredményt adó variációt javasoltak (7). A Furosemid utáni görbe önmagában való értékelése nem elegendő, mert fontos fiziológiai variációkat figyelmen kívül hagyhatunk; ilyen a vese funkciója, a hólyag státusz, a gravitáció hatása és a vesemedence térfogata. Nem számíthatunk azonos ürülési görbére egy rosszul, illetve jól működő vese esetében, így új értékelő algoritmusok vannak kipróbálás alatt. (lásd. További megbeszélést igénylő témakörök). A PM felvételsor figyelembe veszi a hólyag státuszt és a gravitáció

hatását. Nincs olyan izotópmódszer, ami a vesemedence térfogatát figyelembe veszi (lásd További megbeszélést igénylő témakörök).

1. 6. A nem megfelelő elfolyás értékelése

Jó vizeletelvezetés megállapítása könnyű, hiszen a sorozatfelvétel, a görbék és a számszerű adatok alapján kevés radiofarmakon marad a vesében és a vizeletelvezető rendszerben a vizsgálat végére. Ha azonban az elfolyás lassult, kevés egyetértés van arra nézve, hogy ez mikor jelent valódi elfolyási zavart. Kétséges, hogy mikor beszélünk szignifikáns elfolyási akadályozottságról, és az elfolyási zavar és a különböző terápiás megoldások közti összefüggés sem világos. Az ismételt renográfia és az így ismételt DRF segíthet a kezelési stratégiában, mert a DRF progresszív csökkenése, az elfolyási akadály mértékétől függetlenül, a sebészi megoldáshoz vezethet.

Ezek a protokollok csupán a jó elfolyás meghatározását tehetik meg és további megfontolásra vár, hogy hogyan lehetne legjobban megközelíteni az elfolyási zavart.

1. 7. Radiofarmakonok tulajdonságai

Három, tubuláris kiválasztással ürülő radiofarmakon létezik, a ^{123}I -Hippurán, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Mercaptoacetyltriglycin ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3) és a $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Ethyléndicistein ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -EC) és egy radiofarmakon, ami filtráció függő, a $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA. A tubuláris transzport útján ürülő radiofarmakonoknak nagyobb az extrakciós rátájuk mind a DTPA-nak, ezért alacsonyabb a szöveti háttéraktivitás és magasabb a háttér/vesearány. Emiatt a tubuláris ágenseket előnyben részesítik a DTPA-val szemben, különösen csecsemőkorban, a DRF vizsgálatában, a diuretikus renográfiánál és indirekt cisztográfiánál. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA hasznos lehet transzplantáció után, ha a perfúzió és a glomeruláris filtrációs ráta (GFR) meghatározása is történik (vérvételekkel).

Fiatal csecsemők veseműködése éretlen, a vese clearance, még a testfelszínre korrigált érték is, folyamatosan növekedik hozzávetőlegesen két éves korig. Ennek következtében csecsemőkben a vese radiofarmakon kiválasztása alacsony, a szöveti háttér magas. Fiatal csecsemőknél előnyben kell részesíteni a magas extrakciós rátával bíró radiofarmakonokat, mint a ^{123}I -Hippurán és a $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3. Ezek a radiofarmakonok értékelhető felvételeket biztosítanak és már az első élethét végén megítélhető a DRF. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA-val vizsgálva a DRF meghatározás pontatlan lehet fiatal csecsemőkorban.

2. Leggyakoribb indikációk

2. 1. Szeparált veseműködés és az elfolyás megítélése

Minden olyan nefro-uropátia, aminél a szeparált veseműködés és az elfolyás megítélésére van szükség a diagnózis felállításakor, illetve a sebészi vagy konzervatív kezelés bármelyik fázisában. Ide tartoznak többek között az üregrendszeri tágulatok, (pl.: vesemedence vagy uréter tágulat), hólyag dízsfunkció, komplikált kettős vese, vesetrauma utáni állapot, feltételezett aszimmetrikus veseműködés és reflux nefropátia vizsgálata. Ha a vizeletelvezető rendszer tágulata fennáll, a standard renográfia kiegészítendő diuretikus renográfiával.

2. 2. Indirekt radionuclid cystográfiát megelőző vizsgálat.

2. 3. Hypertonia

Magas vérnyomás kivizsgálása. Ha renovaszkuláris hypertonia gyanúja fennáll, Captopril provokáció alkalmazható (3).

2. 4. Vese trauma

2. 5. Vesetranszplantáció után követése.

Ekkor a radiofarmakon dózisa nagyobb, és gyors dinamikus felvételsor is készül, (a részletes leírás meghaladja e protokoll kereteit (8)).

3. Kontraindikáció

A vizsgálatnak kontraindikációja nincs, korlátozások azonban vannak: beszűkült vesefunkció esetén a DRF és/vagy az elfolyás pontos meghatározása nem mindig lehetséges. Kifejezett hydronefrózisban az elfolyási akadályozottság értékelése nehéz, mert háttérben állhat részleges retenció, vagy egyszerűen a vesemedence rezervoár funkciója. Kövesség okozta elfolyási akadály esetében a renográfitát végezzük el, de Furosemidet ne adjunk.

4. Módszertan

4. 1. Információ a renográfia szempontjából lényeges előző vizsgálatokról

- Anamnézis
- Ultrahang és előző izotópvizsgálatok eredményeinek áttekintése. Ez segíti annak eldöntését, hogy standard renogram vagy diuretikus renográfia készüljön.

4. 2. A beteg előkészítése

4. 2. 1. Betegtájékoztatás

A szülő/gyermek kapjon részletes írásbeli tájékoztatót, ami az egész vizsgálatot elmagyarázza. A szülő figyelmét fel kell hívni arra, hogy a gyermeket korlátozás nélkül itassa a vizsgálatra érkezésig. Ez különösen meleg időben fontos. Ha Furosemidet adunk, a szülő figyelmét fel kell hívni arra, hogy a szobatiszta gyermeknek a vizsgálat után sürgető vizeletelési ingere lesz és többször is, kell majd.

4.2.2. Teendők az injekció előtt

- Hidrálás: A gyermeket buzdítani kell, hogy igyon, a vizsgálatra érkezéstől a radiofarmakon beadásáig (9,10,11,12). A gyermek (amennyiben képes kooperálni) pisiljen a vizsgálat előtt (9,10,11,12).
- Érzéstelenítő kenőcs: Be lehet kenni előzetesen az injekció helyét, hogy kissé csökkentsük a kellemetlenségét. A kenőcs hatásának kialakulásához 60 percre van szükség, ez lehetőséget ad a megfelelő hidrálásra.
- ¹²³I-Hippurán használata esetén a pajzsmirigyet a vizsgálat előtt 60 perccel adott perkloráttal blokkolni kell.
- E protokoll nem ajánlja a hólyag katéter használatát.

4.2.3. Elővigyázatossági szabályok

- Nincsenek

4.3. Radiofarmakonok

4.3.1. Radionuklid

- Technécium-99m (^{99m}Tc),
- (Jód-123 (¹²³I) csak Hippurán jelzésére)

4.3.2. Farmakonok

- MAG3 (Mercaptoacetyltriglycin)
- EC (Ethylendicistein)
- DTPA (diethylen triamin pentaacetát)
- Hippurán

4.3.3. Alkalmazott aktivitás

Radiofarmakon	Minimum (MBq)	Maximum (MBq)
^{99m} Tc-MAG3	15	70
^{99m} Tc-DTPA	20	200
¹²³ I-Hippurán	10	75

A beadandó aktivitást a testfelszínre kell kiszámítani (13).

4. 4. Az injekció technikája

A beteg hanyatt fekdjön, indítsuk el a felvételt a számítógépen, majd adjuk be a radiofarmakont intravénás bolusként.

5. Sugárterhelés

(5 éves gyermek)

Radiofarmakon	Effektív dózis /vizsgálat mSv
^{99m} Tc-MAG3 (14, 15).	0,20 és 0,38
^{99m} Tc-DTPA	0,54 - 0,82 az alacsonyabb érték óránkénti vizeletürítés mellett értendő.
¹²³ I-Hippurán	0,41

Az újabb közlemények azt ajánlják, hogy a sugárkorlát kisebb legyen, mint az ICRP 62.-szerint.

6. Adatgyűjtés

6.1. Az injekció beadásától eltelt idő

A begyűjtés közvetlenül a bólusban adott injekció előtt indul.

6. 2. Kollimátor

LEAP kollimátor

6. 3. A detektor pozicionálása

A kamerát felfelé néző kollimátorral állítsuk be. A kivételt a vesetranszplantált beteg jelenti. Ebben az esetben előlnézetből készülnek a felvételek.

6. 4. A gyermek elhelyezése

Hanyatt fekvő helyzet, ebben a helyzetben a legkisebb a vesék mélység-különbsége, és legkevesebb a mozgás. A mozgás csökkentése érdekében használjunk homokzsákokat vagy „Velcro” szalagot, vagy tegyük a gyermeket vákuum matracba. A gyerek fekdjön direkt a kollimátoron, ha ez megoldható. Bizonyosodjunk meg, hogy a szív, vese és hólyag benne van a látómezőben. A renogram Patlak/Rutland szerinti analizálásához feltétlenül szükséges, hogy a szív is a látómezőben legyen. A magasabb kamaszoknál valószínűleg választanunk kell, hogy a hólyag vagy a szív legyen a látómezőnkben. Ellenőrizzük pontforrással a gyermek elhelyezkedését, a forrást az axillához és a symphysishez téve.

6. 5. Felvételi irány

Posterior

6. 6. Felvételi paraméterek

- Matrix: 128 x 128 word (vagy byte) mód ajánlott elsősorban, 64 x 64 mátrix és word mód másodsorban.
- Zoom: a gyermekvizsgálatokhoz 1-2 zoom ajánlott, a gyermek méreteitől függően.
- Frame idő: 10-20 mp/frame. Néhány intézet perfúziós képsort is készít, ez gyors frameket kíván (0,5 mp./frame 40 mp.-ig). Bármilyen metodikát használunk, a DRF meghatározás független a frame-időtől, értéke nem változik, akár 10, akár 20 mp.-es frameket használunk.
- A vizsgálat időtartama: A minimális hossz 0-20 perc. Ha diuretikumot is adunk, további 15-20 perces begyűjtés szükséges, a fentiekkel megegyező módon és beállításban, amit a PM felvételek követnek (lásd lent). Az ajánlott begyűjtési idők alapján standardizálható a renográfia technikája.

6. 7. Kiegészítő beavatkozások

6. 7. 1. Diuretikum alkalmazása

6. 7. 1. 1. Furosemid adagja: 1 mg/kg maximum 20 mg.

6. 7. 1. 2. Beadásának ideje:

- F+20 A Furosemidet a radiofarmakon beadása után 20 perccel adjuk.
- F-15 A Furosemidet a radiofarmakon beadása előtt 15 perccel adjuk.
- F-0 A Furosemidet a vizsgálat kezdetekor adjuk. Ez a módszer egyre népszerűbb, mert egy iv. injekcióval jár, ami főleg kisgyermeknél lényeges.
- F+2 Néhány laboratóriumban, ahol a Patlak/Rutlan metodikát használják, a Furosemidet 2 perccel a radiofarmakon után adják, mert a Furosemid hatására felgyorsuló radiofarmakon áthaladási idő miatt megbízhatatlanná válhat a DRF ily módon történő meghatározása.

Nincs bizonyíték egyelőre arra vonatkozólag, hogy a fenti időzítések közül bármelyik jobb lenne, mint a másik. Ha a véna-helyzet nehéz, az egy injekciós módszer ajánlott.

6. 7. 1. 3. Post-Furosemid begyűjtés

Begyűjtési paraméterek: Ugyanazt a frame-időt, zoom faktort és mátrix méretet használjuk, mint a renográfia során.

6. 7. 2. Post-mikciós felvételek (PM)

6. 7. 2. 1. A gyermek elhelyezése: Hanyatt fekvő helyzetben, miután legalább 5 percet függőleges testhelyzetben töltött és pisilt, legalább egy percig folytassuk a vizsgálatot.

6. 7. 2. 2. Felvételi paraméterek: Ugyanazt a frame-időt, zoom faktort és mátrix méretet használjuk, mint a renográfia során.

6. 7. 2. 3. Indikáció

- Ez a képsorozat feltétlenül szükséges a diuretikus renogram végén, ha az ürülés nem teljes mértékű.
- Olyan ismert kórállapotokban, ahol a diuretikus renogramra valószínűleg nincs szükség, a PM felvételek elegendőek lehetnek. Ebben az esetben a PM felvételek közvetlenül a 0-20 perces renogram után készülhetnek.

Mindazonáltal, a megismételhetőség érdekében a PM felvételnek a radiofarmakon beadása után 60 percen belül kell elkészülnie.

Ez teszi lehetővé a különböző klinikai vizsgálatok és a különböző gyermekek összehasonlítását.

Táblázat:

A diuretikum beadásának időpontja	A begyűjtés időtartama		
	Renogram	Post-diuretikum	Post-mikciós felvételek 60 percen belül
F-15	20 perc	-	1 perc
F-0 vagy F+2	20 perc	-	1 perc
F+20	20 perc	15-20 perc	1 perc

6. 7. 3. ACE-gátlók (Captopril)

6. 7. 3. 1. Magasvérnyomás esetén indikált, renovaszkuláris hipertonia gyanújakor.

7. Adatfeldolgozás

A protokoll készítői tudatában vannak, hogy néhány laboratóriumban nincs lehetőség a kamera/komputer program változtatására. E felhasználóknak is tisztában kell lenniük, azonban a hibalehetőségekkel és ismerniük kell a renogram analízis ajánlott módszereit. Az adatfeldolgozás előtt minőség-ellenőrzés szükséges. (lásd Minőségellenőrzés).

7. 1. ROI

Minden begyűjtési szériában szükséges ROI kijelölés.

7. 1. 1. Vese ROI

A vese ROI-t összegképen kell kijelölni (beszűkült vesefunkció esetén későbbi szériából készüljön az összegkép, hogy a jel/zaj arány minél jobb legyen)(4). Ajánljuk, hogy a vese ROI foglalja magába a vesét és a vesemedencét valamennyi begyűjtés során. Egy nagyobb ROI javasolt semmint szűkebb, ami esetleg belevág a vesébe. (17, 18, 19, 20).

7. 1. 2. Háttér ROI

A különböző háttér ROI-k, amelyek jól alkalmazhatók a publikációk alapján

- Négyszögletes
- Elliptikus
- A vese külső széle körüli, a vesétől megfelelő távolságban (pl. egy-két pixel, a mátrix mérettől függően), hogy elkerüljük a veseaktivitás beszórását. A vese körüli ROI a legjobb kompromisszum a vese körüli különböző komponensű háttéraktivitás szempontjából (4).
Fiatal csecsemő nagyfokú vesemedence tágulata esetén perirenális ROI nem mindig lehetséges, mert a vese látszólag túlér a gyerek kontúrján, ekkor a vese fölött és alatt kijelölt ROI a legjobb kompromisszum.

7.1.3. Szív ROI

- Patlak/Rutland metodikát használó intézetekben szív ROI-ra is szükség van (a bal kamra legaktívabb területére centrálva).

7.2. Háttér korrekció

A háttérkorrekciót a renogram görbékre alkalmazzuk. Ha diuretikus és/vagy PM felvételek is készülnek, ezek görbéire is alkalmazandó a háttérkorrekció. A háttér ROI beütésszámát a vese ROI méretére kell korigálni, mielőtt a vese ROI beütésszámából kivonjuk (21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31).

7.3. Görbe generálása a ROI-k alapján

Minden dinamikus képsorozatból görbét kell generálni.

Renogram görbe: a háttérre korigált idő aktivitás görbét használjuk. A becsült DRF értéket összehasonlítjuk a korai egy perces felvétellel (lásd alább).

7.4. Összegképek

- A clearance vagy uptake fázisból, vagyis 60-120 sec a szív görbe-csúcs után, (vaszkuláris fázis) valamennyi frameből összegképet készítünk. Ez a kép a regionális parenchymafunkciót tükrözi és megjelenhetnek a regionális működési zavarok. Habár a ^{99m}Tc-DMSA konszenzus dokumentum azt mutatja, hogy a DMSA megfelelőbb erre a célra, nem mellőzhetjük a parenchyma defectusok felfedezésének lehetőségét a renográfia során (32).

- Ezen kívül a vizsgálatról összegkép sorozatot készítünk. A legjobb, ha egy perces összegképeket készítünk az egész vizsgálatról, beleértve a PM felvételeket is. A végső eredménylapon vagy 20 egyperces felvétel, vagy 1, 2, 10 és 20-perces felvételek és egy kései széria lehet.
- Furosemid és a F+20 protokoll esetén a post-diuretikus begyűjtésből is összegkép sorozat készül, ugyanolyan paraméterekkel, mint a renográfia összegképei készültek.
- Funkcionális képek a korai fázisban hasznosak lehetnek (lásd :További megbeszélést igénylő témakörök).

7. 5. Mennyiségi értékelés

7. 5. 1. Differenciált vesefunkció (DRF)

Az egyes vesék relatív működése az össz-veseműködés (a bal és a jobb vese összegezve) százalékában kifejezve. A renogram szív (vaszkuláris) csúcstól számított 60-120 mp-es intervallumból kalkulálja a számítógép. Gyermekeknél a vesék mélység korrekciójára nincs szükség (33,34,35). E protokoll vagy az integrál, vagy a Rutland/Patlak metodikát ajánlja (4,18,36,37,38,39). Ha radiofarmakon beadásával egy időben Furosemidet is adunk, a farmakon gyors renális tranzitja miatt a DRF mérést a 40-100 sec. között ajánljuk.

- Az integrál módszer:

A háttér-korrigált renogram görbe alatti területről van szó, ami a választott időintervallumban a kumulatív uptake-t reprezentálja.

- A Patlak/Rutlan metodika:

A becsült paraméter: a háttérrel korrigált, vese ROI beütésszám és szív ROI beütésszám hányadosát ábrázoló görbe felszálló ágának meredeksége, mint a szív ROI és a $[H(t)]$ hányados integráljának függvénye.

Ha a veseműködés jó és a DRF 40%-60% között van, valamennyi módszer beválik és hasonló eredményt ad. Abban az esetben, azonban amikor a globális veseműködés csökkent és/vagy a veseműködés aszimmetrikus, csak a fenti két módszer egyike ajánlott az International Scientific Committee of Radionuclides in Nephro-Urology által. Van azonban egy határ, amikor a veseműködés oly mértékben károsodott, hogy már egyik módszer sem ajánlható a DRF meghatározásra (40,41).

7. 5. 2. A kiválasztás fázisa

Számos módszert tanulmányoztak e protokoll háttérmunkálatai alatt. A legegyszerűbb módszer a görbe megtekintése, normális kiválasztás (korai csúcs és gyorsan csökkenő görbe) és enyhén elhúzóódó kiválasztás egyértelműen megkülönböztethető a kifejezetten lassult kiválasztástól (folyamatosan emelkedő görbe).

7. 5. 3. Diuretikus válasz

A diuretikus válasz értékelése magába foglalja a PM felvételek analízisét is és megjeleníthető mind a felvételek, mind számszerű adatok formájában.

Az ürülés vizuális értékelését elvégezhetjük a renográfiáról és a PM képsorozatról készült egy perces összegképek megtekintésével. Ez a módszer szubjektív, nem kvantifikálható, de a vízajtóra adott válaszról első benyomást kapunk, pl. semmi vagy majdnem semmi ürülés, jó ürülés vagy részleges ürülés.

7.5.4. A PM felvételek utáni reziduális aktivitás számszerűsítése a következő

módszerek valamelyikével történhet:

- a maximális aktivitás (a renogram csúcsa) százalékában kifejezve;
- a Furosemid adása utáni begyűjtés első képéhez viszonyítva;
- a vese által felvett radiofarmakonhoz viszonyítva (44,45)
- a 2-3 perc között felvett aktivitás százalékában kifejezve (46). Ez utóbbi két módszer a standard renogramra és a PM felvételekre is alkalmazható (lásd További megbeszélést igénylő témakörök).

Nincs azonban olyan határérték, ami alapján differenciálni lehetne részleges és rossz ürülés között.

8. Lelet, interpretáció,

8. 1. Lelet

A sorozatfelvételeket figyelmesen tekintjük át és vessük össze a görbékkel és a számszerű adatokkal.

8.1.1. Képi megjelenítés

Feltétlenül megjelenítendő:

- Az injekció ideje
- A kései sorozatfelvételek ideje a radiofarmakon beadásához viszonyítva.
- Összegképek- összegkép sorozat, a teljes vizsgálatról, feltüntetett oldaljelzéssel.
- ROI- az alkalmazott ROI-kat jelenítsük meg egy összegképen.
- Görbék- háttér-korrigált idő-aktivitás görbék a vesékről, a teljes vizsgálatról. A vesék azonosítását különböző színnel, vagy vonalstruktúrával biztosítsuk.

8. 1. 2. Mennyiségi értékelés megjelenítése

- A kalkulált DRF és a Tmax (görbecsúcsig eltelt idő) megjelenítendő. Ha ez a normálistól eltérő, abban az esetben vagy egyedül a PM képsorozat, vagy a diuretikus képsorozat összegképei és az azt követő PM képsorozat, valamint az OE/PEE vagy NORA eredménye kerüljön megjelenítésre.

8. 2. Interpretáció

8. 2. 1. Relatív funkció

A DRF normál értéke 45% és 55% között van (4).

Hibalehetőségek:

- A DRF a klinikai adatokkal összefüggésben értékelendő, hiszen kétoldali vesekárosodásnál és/vagy veseelégtelenségben is lehet normális a DRF.
- Abnormális DRF érték lehetséges egyszerű féloldali kettős vese, de féloldali vesekárosodás esetén is.
- Ektópiás vese esetében a DRF az ektópiás vese funkcióját minden módszerrel alábecsüli. Ebben az esetben anterior és posterior ^{99m}Tc-DMSA felvételek ajánlottak. Ha az ektópiás vese a hólyag mögött helyezkedik el, az elfolyás megítélése nehéz.

8. 2. 2. Képsorozat

Összegképeket kell megjeleníteni. A tubuláris ágensekkel a 60-120 sec közötti képeken a fokális parenchymakárosodások felismerhetőek lehetnek (32). Tágult kelyhek és/vagy vesemedence és/vagy a tág uréter felismerhető. Fontos a renogram és a PM képsorozat összehasonlítása, hogy regisztrálhassuk a helyzetváltoztatás és a mikció hatását.

8. 2. 3. Ürülés

A jó ürülést könnyű definiálni, hiszen a felvételek, a görbék és a számszerű adatok valamennyien kevés reziduális aktivitást jeleznek a vesékben és a vizeletelvezető rendszerben a vizsgálat végén.

- Ha azonban az elfolyás lassult, kevés egyértékes van arra nézve, hogyan különböztessük meg a mérsékelten lassult és a rossz elfolyást.
- Az egyértelmű elfolyási akadályozottság meghatározása és ennek, a kezelésre való hatása szintén kétséges. E protokoll csak a jó elfolyás meghatározására vállalkozik és további evidenciákra vár, hogyan interpretáljuk, és hogyan jelenítsük meg a károsodott elfolyást.

9. Minőségellenőrzés

9. 1. Paravénás adás

Paravénás adás nehezíti a kiértékelést, hibás eredményhez vezethet. A szív-ROI alapján generált görbe ellaposodik, vagy teljesen elvész paravénás adáskor.

9. 2. A gyermek elhelyezése

Egyenesen fekszik-e, benne van-e a látótérben a szív, a vesék és a hólyag? A minőség-ellenőrzés egyszerű módja, a vizsgálat „mozi” formájában való lejátszása. A mozgás, a vese radiofarmakon felvétele, a parenchyma transzport és az üregrendszer ürülése könnyen nyomon követhető ily módon.

9. 3. Elmozdulás

Megfelelő immobilizálás és egy segítőkéz szülő együttesen sokkal jobb, mint bármilyen utólagos manipuláció a mozgási artefaktumok korrigálására. Keressük a mozgást a „mozi” lejátszással. Ha van mozgás, tapasztalt operátornak kell eldönteni, hogy a mozgás olyan mértékű-e, hogy semmilyen számszerű és grafikai analízis nem nyerhető, de a képsorozat megtekintése még hasznos információt adhat. Ha kevés a mozgás, az operátor alkalmazhat nagy ROI-t egy összegképen (1 perces), vagy mozgáskorrekciós programot használhat (49,50).

9. 4. Az analízis kezdete

Az analízis kezdete az első frame legyen, amelyen a radiofarmakon a vesében megjelent. Ellenőrizzük, hogy a számítógépet elég korán indítottuk-e el, vagyis, hogy az első framen még nincs a vesében radiofarmakon, de azt is, hogy nem volt-e az indítás túl korai, vagyis, hogy amikor az első 2-3 framen

sincs még aktivitás. Minden időzítést ahhoz a felvételhez kell viszonyítani, amikor a szív- (vaszkuláris) aktivitás a legmagasabb.

10. Nyitott kérdések

10.1. ROI

Szükséges volna definiálni, a vese és háttér ROI- készítésének pontos módját, de nincs adat, amely egyik, vagy másik technikát alátámasztaná.

10. 2. DRF kalkulálás

Várat magára a DRF kalkulálás legjobb módjának meghatározása kifejezetten aszimmetrikus veseműködés és/vagy globálisan csökkent veseműködés esetén.

10. 3. Komplex paraméterek értéke

- Dekonvolúció: Bizonyítani kell még, hogy a károsodott transzportfolyamat renogramon való megjelenésének komplexebb paraméterekkel (dekonvolúciós technika) történő analízise több információt szolgáltat annál, amit a jelenleg használt egyszerű módszerekkel nyerhetünk.
- Parametrikus képek: Adat manipulációval a számítógép pixel-by-pixel parametrikus képeket generál, vagy az uptake funkció, vagy a tranzit funkció alapján. Mostanáig nem bizonyított, hogy a kortikális tranziton alapuló funkcionális képek (T max kép, átlagos áthaladási idő, faktor analízis) hasznosak lennének az egyszerű dilatáció és a nagy valószínűséggel obstrukció elkülönítésében. Meggondolandó, hogy az 1-2 perc közötti összegkép, mint parametrikus kép, hasznos információt szolgáltathat a kortikális defektusok tekintetében. Alternatívaként, használható a pixel-by-pixel Patlak/Rutland ábrázolás, ami a vaszkuláris korrekció előnyét kínálja.
- Technikák, amelyek az ürülést a vese-uptake viszonylatában vizsgálják:

Az output efficiency (OE) (44) vagy pelvic excretion efficiency (PEE) (45) a renogram korai fázisát a szív görbéhez igazítják, hogy az adott időintervallumban a vesét elhagyó aktivitás százalékát megadják. Bár a normális kiválasztásra vonatkozólag a gyerekgyógyászat rendelkezik adatokkal (45), az elfolyási zavarok fokozataira vonatkozólag nem áll rendelkezésre elegendő adat. Nincs olyan, általánosan elfogadott kritérium, aminek alapján az elfolyási zavar obstrukciónak véleményezhető (51,52,53).

Másik lehetőség, a mikció utáni reziduális aktivitást, a farmakon beadás utáni 2. perc aktivitásának százalékában kifejezni. Ezt normalizált reziduális aktivitásnak hívjuk (NORA) (46). Mindkét paraméter előnye, hogy az uptake mértékét figyelembe veszi, és független a Furosemid beadás idejétől. Több munkát igényel még, a jó-, valamint a közepesen és kifejezetten károsodott elfolyás határértékeinek definiálása. A vesemedence volumene egy másik változó paraméter, amit nem lehet, pusztán a diuretikus renográfia elvégzésével figyelembe venni. A diuretikum utáni ultrahang vizsgálattal mért vesemedence-volumen egy lehetséges módszer, hogy ezt a változót meghatározzuk. Annak kidolgozása, hogy vajon ezek az (UH) adatok hogyan illeszthetők a diuretikus renogramhoz, még további kidolgozást igényel.

10. 4. Műtéti indikáció

Az obstrukció meghatározása, jobban mondva a veseműködés károsodásának rizikófaktorai és az ebből következő műtéti indikáció definiálása még mindig kétséges. A sebész feladata, hogy az izotópvizsgálattal kapott információt integrálja a komplex stratégiába. Ebben a pillanatban csupán gyakorlati tapasztalatokra kell hagyatkoznunk, melyek a clearance értékek különböző kombinációján, az elfolyás dinamikáján, és a vizeletelvezető rendszer dilatációján alapulnak, és egy közleményben részletes tárgyalásukra került sor (54).

10. 5. Captopril-terhelés

A captopril-terheléses vizsgálat klinikai hasznossága, a hipertónia esetén, további megfontolást igényel.

11. Ajánlott irodalom

1. M, Bubeck B, et al: Report of the Radionuclides in Nephrourology Committee on renal clearance. J Nucl Med Blaurock MD, Aurell 1996.37:1883-1890.
2. O'Reilly P, Aurell M, Britton K, et al: Consensus on diuresis renography for investigating the dilated upper urinary tract. J Nucl Med 1996, 37:1872-1876.
3. Taylor A Jr, Nally J, Aurell M, et al: Consensus report on ACE inhibitor renography for detecting renovascular hypertension. J Nucl Med 1996,37:1876-1882.
4. Prigent A, Cosgriff P et al Consensus report on quality control of quantitative measurements of renal function obtained from renogram. International Consensus Committee from the Scientific Committee of Radionuclides In Nephrourology. Semin Nucl Med 1999,29:146-159.
5. Rutland MD: A comprehensive analysis of renal DTPA studies. I. Theory and normal values. Nucl Med Commun 1985, 6:11-20.
6. Piepsz A, Arnello F, Tondeur M, Ham HR: Diuretic renography in children. J Nucl Med 1998,39:2015-2016.

7. Conway JJ. Well-tempered diuresis renography: its historical development, physiological and technical pitfalls, and standardized technique protocol. Review. *Semin Nucl Med*. 22:74-84, 1992. Also published as Well Tempered Renogram *J Nucl Med* 1992, 33:2047-2051.
8. E.V. Dubovsky, C.D.Russell, A. Bischof -Delaloye et al. Report of the radionuclides in nephrourology committee for evaluation of transplanted kidney (review of techniques). *Semin Nucl Med* 1999, 29:175-188.
9. Pintelon H, Jonckheer MH and Piepsz A : Paediatric nuclear medicine procedures : routine sedation or management of anxiety ? *Nucl Med Commun* 1994, 15:664-666.
10. Mandell GA, Cooper JA, Majd M et al: Procedure guideline for pediatric sedation in nuclear medicine. *J Nucl Med* 1997, 38: 1640-1643.
11. Gordon I: Issues surrounding preparation, information and handling the child and parent in nuclear medicine. *J Nucl Med* 1998, 39:490-494.
12. Gilday D: Paediatric issues, in Maisey MN, Britton KE and Collier BD (eds) : *Clinical Nuclear Medicine*. London, Chapman and Hall Medical, pp 85-112, 1998.
13. Piepsz A, Hahn K, Roca I, Ciofetta G, Toth G, Gordon I, Kolinska J, Gwillst J: A radiopharmaceutical schedule for imaging in paediatrics. *Eur J Nucl Med* 1990,17:127-129.
14. Stabin MG, Gelfand MJ. Dosimetry of pediatric nuclear medicine procedures. *Q J Nucl. Med* 1998,42: 93-112.
15. Smith T., Gordon I. An update of radiopharmaceutical schedules in children. *Nucl Med. Commun* 1998, 19: 1023-1036.
16. Pena H, Ham HR and Piepsz A : Effect of the length of the frame time on the ^{99m}Tc -MAG 3 gamma-camera clearance (abstract). *Eur J Nucl Med* 1998, 25:1105.
17. Lythgoe MF; Gordon I; Khader Z; Smith T; Anderson PJ. Assessment of various parameters in the estimation of differential renal function using technetium-99m mercaptoacetyltriglycine. *Eur J Nucl Med* 1999, 26:155-162.
18. Piepsz A, Tondeur M, Ham H : Relative Tc-99m MAG3 renal uptake : reproducibility and accuracy *J Nucl Med* 1999, 40: 972-976.
19. Halkar RK, Chrem Y, Galt BC et al: Interobserver variability in quantitating the MAG3 renal uptake based on semiautomated and manual regions of interest (abstract). *J Nucl Med* 1996, 37:293P.
20. Tomaru Y, Inoue T, Oriuchi N et al: Semi-automated renal region of interest selection method using the double-threshold technique: inter-operator variability in quantitating ^{99m}Tc -MAG3 renal uptake. *Eur J Nucl Med* 1998, 25:55-59.
21. Inoue Y, Machida K, Honda N et al: Background correction in estimating initial renal uptake. Comparison between Tc-99m MAG3 and Tc-99m DTPA. *Clin Nucl Med* 1994, 12:1049-1054.
22. Peters AM, Gordon I, Evans K et al: Background in the ^{99m}Tc -DTPA renogram : analysis of intravascular and extravascular components. *Am J Physiol Imaging* 1987, 2:67-71.
23. Decostre PL and Salmon Y: Temporal behavior of peripheral organ distribution volume in mammillary systems. II. Application to background correction in separate glomerular filtration rate estimation in man. *J Nucl Med* 1990, 31:1710-1716.
24. Moonen M and Granerus G: Subtraction of extra-renal background in ^{99m}Tc -DTPA renography : comparison of various regions of interest. *Clin Physiol* 1992, 12:453-461.
25. Middleton GW, Thomson WH, Davies IH et al: A multiple regression analysis for accurate background subtraction in ^{99m}Tc -DTPA renography. *Nucl Med Commun* 1989, 10:315-324.
26. Piepsz A, Dobbeleir A and Ham HR: Effect of background correction on separate technetium-99m-DTPA renal clearance. *J Nucl Med* 1990, 31:430-435.

27. Granerus G and Moonen M: Effects of extra-renal background subtraction and kidney depth correction in the measurement of GFR by gamma camera renography. *Nucl Med Commun* 1991, 12:519-527.
28. Martel AL and Tindale WB: Background subtraction in $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renography using multiple background regions: a comparison of methods. *Nucl Med Commun* 1994, 15:636-642.
29. Peters AM, George P, Ballardie et al: Appropriate selection of background for $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renography. *Nucl Med Commun* 1988, 9:973-985.
30. Taylor A Jr, Thakore K, Folks R et al: Background subtraction in technetium-99m-MAG3 renography. *J Nucl Med* 1997, 38:74-79.
31. Facey PE, Middleton GW, Rees JIS et al: Relative renal function in $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAG3 renography is affected by selection of background region (abstract). *Nucl Med Commun* 1994, 15:199.
32. Gordon I., Anderson PJ, Lythgoe MF., Orton M: Can Tc99m- MAG3 replace Tc99m- DMSA in the exclusion of a focal renal defect? *J Nucl. Med.* 1992, 33: 2090 – 2093.
33. Lythgoe MF, Gradwell MJ, Evans K et al: Estimation and relevance of depth correction in paediatric renal studies. *Eur J Nucl Med* 1998, 25:115-119.
34. Gruenewald SM, Collins LT and Fawdry RM: Kidney depth measurement and its influence on quantitation of function from gamma camera renography. *Clin Nucl Med* 6:398-401, 1985.
35. Ostrowski ST and Tothill P: Kidney depth measurements using a double isotope technique. *Br J Radiol* 1975, 48:291-294.
36. Nimmo BJ, Merrick MV and Allan PL: Measurement of relative renal function - A comparison of methods and assessment of reproducibility. *Br J Radiol* 1987, 60:861-864.
37. Moonen M, Jacobsson L, Granerus G, et al: Determination of split renal function from gamma camera renography : a study of three methods. *Nucl Med Commun* 1994, 15:704-71.
38. Piepsz A, Kinthaert J, Tondeur M et al: The robustness of the Patlak-Rutland slope for the determination of split renal function. *Nucl Med Commun* 1996, 17:817-82.
39. Groothedde RT: The individual kidney function. A comparison between frame summation and deconvolution. *Nucl Med Commun* 1985, 6:513-518.
40. Sennewald K and Taylor A Jr: A pitfall in calculating differential renal function in patients with renal failure. *Clin Nucl Med* 1993, 18:377-381.
41. Samal M, Nimmon CC, Britton KE et al: Relative renal uptake and transit time measurements using functional factor images and fuzzy regions of interest. *Eur J Nucl Med* 1998, 25:48-5.
42. Gordon I, Mialdea Fernandez RM, Peters AM: Pelviuretic junction obstruction: The value of post micturition view in Tc99m DTPA diuretic renography. *Br J Urol* 1988, 61: 409-412.
43. Rossleigh M, Leighton DM, Farnsworth RH: Diuresis renography. The need for an additional view after gravity-assisted drainage. *Clin Nucl Med.* 1993, 18:210-3.
44. Chaiwatanarat T; Padhy AK; Bomanji JB; Nimmon CC; Sonmezoglu K; Britton KE: Validation of renal output efficiency as an objective quantitative parameter in the evaluation of upper urinary tract obstruction. *J Nucl Med.* 1993, 34: 845-8.
45. Anderson PJ, Rangarjan V, Gordon I: Assessment of drainage in PUJ dilatation: Pelvic Excretion efficiency as an index of renal function. *Nucl Med. Commun* 1997, 18: 823-826.
46. Piepsz A, Tondeur M, Ham H: NORA: A simple and reliable parameter for estimating renal output with or without furosemide challenge. *Nucl Med Commun* in press 2000
47. Cosgriff PS, Lawson RS and Nimmon CC: Towards standardization in gamma-camera renography. *Nucl Med Commun* 1992, 13:580-585.
48. Cosgriff P: Quality assurance in renography : a review. *Nucl Med Commun* 1998, 19:711-716.
49. De Agostini A, Moretti R, Belletti S et al: A motion correction algorithm for an image realignment programme useful for sequential radionuclide renography. *Eur J Nucl Med* 1992, 19:476-483.

50. Lee KJ and Barber DC: Automatic motion correction in dynamic renography using image registration. Nucl Med Commun 1998, 19:1159-1167.
51. Kass EJ; Majd M: Evaluation and management of upper urinary tract obstruction in infancy and childhood. Urol-Clin-North-Am. 1985, 12: 133-41.
52. Ransley PG., Dhillon HK., Gordon I., Duffy PG., Dillon MJ and Barratt TM: The postnatal Management of Hydronephrosis Diagnosed by Prenatal Ultrasound. J Urol 1990, 144; 584-587.
53. Koff SA; Campbell KD: The nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis: natural history of poorly functioning kidneys. J Urol 1994, 152: 593-195.
54. Gordon I: Assessment of Paediatric hydronephrosis using output efficiency. J Nucl Med 1997, 38: 1487-1489.

Az útmutató kelte: 2000. október 13.