

Empfehlung zur Durchführung der direkten Radionuklid-Zystographie bei Kindern

I. Zielsetzung

Zweck dieser Leitlinien ist es, dem nuklearmedizinischen Team Hilfestellung für die tägliche Routine zu geben. Diese Empfehlungen enthalten Informationen über Indikationen, Aufnahmeparameter, Auswertung und Interpretation der direkten Radionuklid-Zystographie (DRC) bei Kindern. Diese Empfehlung wurde angeregt durch den Wunsch der EANM und der amerikanischen Society of Nuclear Medicine nach "Guidelines" für die wichtigsten nuklearmedizinischen Untersuchungsverfahren [1]. Sie fasst die Meinung des Paediatric Committee der EANM zusammen und wurde anhand der aktuellen Gegebenheiten in Deutschland überprüft. Sie sollte immer in Verbindung mit den allgemein gültigen Grundlagen der Nuklearmedizin sowie den lokalen und aktuellen nationalen Regelungen gesehen werden.

II. Hintergrundinformation und Definition

Der vesiko-ureterale Reflux (VUR) ist eine häufige Pathologie bei Kindern mit Harntraktinfektionen (urinary tract infection, UTI). Bei Kindern mit UTI geben verschiedene Autoren eine Inzidenz des VUR zwischen 22 und 52% an [1-5].

Mit Größenzunahme und Reifung des vesiko-ureteralen Systemes verschwinden bis zu 79% aller vesiko-ureteralen Refluxe spontan [6, 7]. Ein vesiko-ureteraler Reflux ist häufiger bei Zwillingen [8, 9] und bei Kindern, bei deren Eltern ein VUR bekannt ist [10]. Der VUR findet sich ebenfalls nach Nierentransplantation und ist damit einer der wesentlichen ätiologischen Faktoren für eine Pyelonephritis bei diesen Patienten [11]. Die Zystographie wird durchgeführt, um einen VUR zu entdecken oder zu kontrollieren [1, 12-15]. Die allgemein akzeptierte Referenzmethode ist dabei das röntgenologische Miktionszystourethrogramm (MCU), obwohl die direkte Katheter-Radionuklidzystographie (DRC) wahrscheinlich sensitiver ist [16, 17] und eine niedrigere Strahlenexposition aufweist als das MCU [5, 18, 19].

Zwar bedingt die direkte Ultraschall-Kontrastmittelzystographie (DUSC) keine Strahlenbelastung, sie erfordert jedoch auch einen Blasenkatheter. Ihre räumliche Auflösung ist der nuklearmedizinischen Methode überlegen, aber im Gegensatz zu dieser ist sonographisch ein dynamisches Monitoring der Füllungs- und Miktionsphase gleichzeitig in beiden Uretern und Nieren nicht möglich.

Die indirekte Radionuklid-Zystographie (IRC) ermöglicht die Diagnose eines VUR ohne eine Blasenkatheterisierung und die Beurteilung der Miktionsphase unter physiologischen Bedingungen. Einige Autoren haben eine hohe Sensitivität der IRC im Vergleich zur DRC beschrieben [26-28], andere konnten jedoch diese positiven Daten nicht reproduzieren [29, 30]. Einige Institutionen stehen auf dem Standpunkt, dass bei Kindern mit einem Lebensalter von über 3 Jahren, welche die Blase auf Kommando entleeren können, zuerst eine indirekte Radionuklid-Zystographie und dann erst - wenn notwendig - eine direkte Radionuklid-Zystographie durchgeführt werden sollte.

Mit MCU und DRC lassen sich sowohl die Füllungsphase als auch die Miktionsphase untersuchen, während mit IRC und DUSC nur die Miktionsphase der Kinder beurteilt werden kann [20, 25-28]. Einige Studien haben gezeigt, dass ein Reflux nur in der Füllungsphase des DRC auftreten kann und dass die Beurteilung allein der Miktionsphase bei einer großen Zahl von Kindern zu falsch negativen Befunden führt [29, 30].

Die direkte Radionuklid-Zystographie kann bei allen Kindern durchgeführt werden, einschließlich Säuglingen;

jedoch kann bei sehr kleinen Säuglingen eine stark mit Radionuklid gefüllte Blase teilweise die Ureteren, eine ektope Niere und selten auch die Nierenbecken überlagern und damit die Diagnose eines Refluxes erschweren oder unmöglich machen.

Nachweis des vesiko-ureteralen Refluxes: Ein VUR ist ein nicht konstant auftretendes Phänomen, daher lässt er sich auch nicht zu jedem Zeitpunkt mit der direkten Radionuklid-Zystographie nachweisen. Auch Kontrolluntersuchungen mit der DRC können, obwohl sie mit gleicher Methodik durchgeführt werden, den Reflux deshalb nicht konstant nachweisen [31-33].

Eine Evaluierung der Wertigkeit einer Technik zum Nachweis des Refluxes wird immer schwierig bleiben, da es keine absolute Referenzmethode gibt. Daher ist das Ergebnis der Zystographie nur dann klinisch wertvoll, wenn sie einen positiven Befund erbringt, wogegen ein negatives Untersuchungsergebnis einen Reflux nicht ausschließen kann.

III. Indikationen

Die direkte Radionuklid-Zystographie ist immer dann indiziert, wenn der Nachweis eines VUR von klinischer Bedeutung ist. Die wichtigsten klinischen Indikationen sind:

- Nachweis eines VUR bei Kindern nach akutem Harnwegsinfekt. Bei Knaben sollte die erste Katheter-Zystographie ein MCU sein, um die Urethra (Harnröhrenklappen) ausreichend beurteilen zu können.
- Kontrolluntersuchung von Kindern mit bekanntem VUR während prophylaktischer antibiotischer/bakteriostatischer Therapie.
- Beurteilung der Ergebnisse von endoskopischen oder operativen Behandlungen.
- Screening von Zwillingen oder von Kindern, deren Eltern einen bekannten VUR haben.

Die DRC kann außerdem verwendet werden, um einen VUR bei Kindern nach Nierentransplantation nachzuweisen und zur seriellen Refluxbeurteilung bei Blasendysfunktion (z.B. neurogene Blase).

Kontraindikationen

Es bestehen keine Kontraindikationen, jedoch sollten Kinder während der aktiven Phase einer akuten Harnwegsinfektion nicht katheterisiert werden.

Bei Senk- und Beckennieren kann ein VUR übersehen werden, wenn ein Reflux in einem erweiterten unteren Ureter untersucht werden soll, vor allem dann, wenn sich der Ureter mit der Miktion entleert.

IV. Durchführung und Untersuchung

A. Information über frühere relevante Untersuchungen

Die Krankengeschichte des Kindes, Laborwerte und die Ergebnisse des Urinbefundes, Ergebnisse der Ultraschalluntersuchung sowie frühere nuklearmedizinische Untersuchungen sollten bei der Szintigraphie vorliegen.

B. Patientenvorbereitung

B.1. Bei der Anmeldung:

Eltern und Kind sollten detaillierte Informationen über die gesamte Untersuchung erhalten, insbesondere über die Katheterisierung der Blase. Dieses sollte am besten mit Hilfe eines Informationsblattes geschehen.

B.2. Vor der Injektion:

Die Technik des Untersuchungsverfahrens sollte im Detail dem Kind und den Eltern, wiederum vor der Untersuchung, erklärt werden, um eine maximale Kooperation des Kindes und der Eltern zu erreichen.

C. Vorsichtsmaßnahmen

Bei tief stehenden Nieren oder Beckennieren ist der Nachweis eines Refluxes wegen der geringen Entfernung zwischen ektope Niere und der Blase schwierig, wenn nicht gar unmöglich. In diesen Fällen wird von der Durchführung einer DRC abgeraten.

Die Katheterisierung muss unter strikten sterilen Bedingungen erfolgen. Zwar ist das Risiko einer Infektion durch die Katheterisierung sehr gering - etwa 0,2% [34] - dennoch wird in manchen Institutionen empfohlen, allen Kindern nach einer Blasen katheterisierung eine prophylaktische antibiotische Therapie zu geben, da die Nieren von Kindern ein höheres Infektionsrisiko aufweisen. Normalerweise ist eine einzige Gabe eines peroralen Antibiotikums - es sollte ein anderes Antibiotikum gewählt werden, als das dem Kind eventuell bereits verabfolgt wird - ausreichend. Liegt

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

ein hochgradiger Reflux vor, kann eine intensive intravenöse antibiotische Behandlung notwendig werden. Die Prophylaxe bei den Katheteruntersuchungen sollte jedoch den jeweiligen uro-nephrologischen Richtlinien entsprechen.

Ein Foley-Katheter sollte nicht verwendet werden.

D. Radiopharmazeutikum

D.1. Isotop:

Technetium-99m (^{99m}Tc).

D.2. Pharmazeutikum:

Markiertes Kolloid oder DTPA (diethylene triamine pentaacetic acid) ist zu bevorzugen. Pertechnetat (TcO_4) kann verwendet werden.

Die Blasenwand, insbesondere die geschädigte Blasenwand (Entzündung), kann Technetiumpertechnetat absorbieren, das, nachdem es in die Blutbahn aufgenommen wurde, durch die Niere ausgeschieden wird und daher falsch positive Befunde erzeugen kann, wenn es im Bereich der ableitenden Harnwege gespeichert wird [35]. Die Blasenwand absorbiert jedoch nicht ^{99m}Tc -Kolloide oder ^{99m}Tc -DTPA.

D.3. Erforderliche Aktivitätsmengen

20-40 MBq in 500 ml Kochsalzlösung oder 20 MBq für direkte Instillationstechniken.

D.4 Technik

Die Katheterisierung der Kinder sollte unter aseptischen Bedingungen und Verwendung eines dünnen Katheters (F6 oder F8) entsprechend der Größe des Kindes erfolgen, nachdem die Blase entleert wurde. Die Katheterisierung sollte nur von gut ausgebildetem Personal durchgeführt werden. Es wird empfohlen, ein Anästhesie-Gel in die Urethra von Knaben einige Minuten vor der Katheterisierung zu geben.

Bei kleinen Kindern und Säuglingen, die noch nicht die Blase auf Kommando entleeren können, sollten besonders saugfähige Windeln unter dem liegenden Kind auf der Gammakamera angebracht werden, um Kontaminationen zu verhindern.

Es können zwei verschiedene Techniken eingesetzt werden:

1. Das Technetium wird in 500 ml steriler isotonischer Kochsalzlösung, die auf Körpertemperatur angewärmt wurde, verdünnt und langsam unter hydrostatischem Druck in die Blase instilliert, wobei die Blasenfüllung bis zum Maximum etwa 10 Minuten andauern sollte. Das Instillationsgefäß sollte nicht höher als 40-60 cm über dem Blaseniveau angebracht werden. Eine langsame Füllung ist erforderlich, um einen Anstieg der Blasenspannung und damit eine vorzeitige Miktions zu verhindern. Ebenfalls sollte ein unregelmäßiger Fluss des Kontrastmittels vermieden werden.
2. Eine Alternativmethode ist es, die gesamte Aktivitätsmenge in einem kleinen Volumen in die Blase zu instillieren und anschließend mit nicht radioaktiver Kochsalzlösung aufzufüllen.

Wenn die maximale Blasenkapazität erreicht ist, wenn das Kind die Blase dringend entleeren muss oder wenn der Fluss aus dem Instillationsgefäß in die Blase endet, sollte die Füllung beendet und dem Kind erlaubt werden, die Blase zu entleeren.

Das verwendete Instillationsvolumen sollte nicht wesentlich folgende Formel übersteigen:

$$\text{Alter} \times 30 + 30 \text{ ml} = (\text{Alter in Jahren} + 1) \times 30 \text{ ml}.$$

Radioaktive Kontaminationen sollten vermieden werden durch Verwendung von Urinflaschen, Bettpfannen und eine Abdeckung des Untersuchungstisches mit gut absorbierendem Zellstoff oder Windeln. Während der Miktionsphase wird bei kooperativen Kindern die aufrechte Körperhaltung auf der Bettpfanne mit Rücken zur Kamera empfohlen. Bei Kindern, die auf Kommando die Blase entleeren können, ist es sinnvoll, das Miktionsvolumen bei jeder Miktions und das Volumen der radioaktiven Instillationslösung - wenn die erste Methode (^{99m}Tc verdünnt mit Kochsalzlösung) verwendet wurde - zu messen.

Varianten:

Serien DRC: Die direkte Radionuklidzystographie wird mit mehreren Blasenfüllungen und Miktions durchgeführt. Dabei wird der Katheter nach der ersten Miktions nicht entfernt, sondern für die weiteren Instillationen verwendet. Die Ergebnisse werden kontinuierlich registriert und zwar vom Anfang der ersten Füllung bis nach der zweiten oder dritten Miktions. Die Sensitivität dieses Verfahrens ist höher

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

als die einer einzigen Blasenfüllung [31].

DRC nach suprapubischer Blasenpunktion: Die Blase wird wie oben beschrieben mit dem radioaktiven Tracer gefüllt, jedoch wird statt der Katheterisierung eine suprapubische Blasenpunktion verwendet. Einige Autoren halten diese Methode für sicherer und weniger traumatisch als die Blaskatheterisierung [36].

D.5. Strahlenexposition

Die effektive Dosis beträgt etwa 0,048 mSv bei 20 MBq ^{99m}Tc. Die geschätzte Blasenexposition bei Kindern zwischen 1 und 10 Jahren und bei Verwendung von 20 MBq ^{99m}Tc in 500 ml beträgt 0,09-0,14 mGy, mit einer Exposition der Ovarien zwischen 0,005-0,01 mGy und einer noch geringeren Gonadenbelastung [37-39].

Die Verdünnung des Radiopharmazeutikums in Flüssigkeit vor der Instillation und eine vollständige Blasenentleerung nach der Untersuchung [39] können die Exposition der Blasenwand reduzieren. In seltenen Fällen muss bei Kindern, die ihre Blase vor der Kamera nicht entleeren können, eine Blaskatheterisierung erfolgen, bevor die Kinder die Abteilung verlassen.

E. Durchführung der Untersuchung

E.1. Kamera

Waagerechte Stellung des Kamerakopfes mit Kollimator nach oben oder senkrechte Stellung des Kamerakopfes mit Kollimator im Rücken zur Miktion bei sitzenden Kindern (siehe E.3. Patientenposition).

E.2. Kollimator

General Purpose.

E.3. Patientenposition

Liegend während Füllung und Miktion, insbesondere bei kleinen Kindern. Bei älteren kooperativen Kindern wird eine Miktion in sitzender Stellung des Kindes auf einer Bettpfanne mit dem Rücken zur Kamera empfohlen.

E.4. Aufnahmerichtung

Dorsal

E.5. Computervorgaben

Matrix: 64 x 64 oder 128 x 128

Zoom: Der Zoom sollte so gewählt werden, dass ein Areal von der Symphyse bis zum Xyphoid sich im Gesichtsfeld befindet.

Statisch/dynamisch: Dynamisch

Bildrate: 5 Sekunden pro Bild. Wenn komprimierte Bilder erstellt werden, sollte die Aufnahmezeit 1 Sekunde pro Bild betragen.

Dauer der Untersuchung: Diese ist abhängig von der Zeit, die das Kind bis zur Miktion benötigt. Es ist wichtig, dass die dynamische Aufnahme gleichzeitig mit der Füllung der Blase beginnt und andauert, bis die Miktion abgeschlossen ist.

F. Interventionen

Nicht vorhanden.

G. Auswertung

Die Bilder sollten im "cine mode" als 5-Sekunden-Bilder sorgfältig in einer niedrigeren Impulsraten-Schwelle von etwa 10-30% der maximalen Blasenaktivität betrachtet werden.

Wenn das Kind sich während der Untersuchung nicht bewegt hat, können ROIs über Blase und Nierenregion gezeichnet werden, um Zeitaktivitätskurven zu erhalten. Eine ROI über der Ureterregion ist normalerweise nicht sinnvoll, da hier die Bilder bessere Informationen über den Ureterstatus ergeben.

Das Miktionsvolumen kann bestimmt werden (Volumen oder Gewicht); die Differenz der Impulse zwischen der Blasenaktivität vor und nach Miktion kann in ml umgerechnet werden, was ermöglicht, sowohl den verbliebenen Restharn als auch das Refluxvolumen in ml abzuschätzen. Wenn Sequenzaufnahmen mit einem Bild pro Sekunde angefertigt werden, können auch komprimierte Bilder errechnet werden (siehe V, weitere wissenschaftliche Studien sind erforderlich).

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

H. Ergebnisausgabe

Ausgewählte Bilder, die den Reflux darstellen, sollten mit 5 Sekunden pro Bild unter Einschluss des Miktionszeitpunktes dargestellt werden. Um den Reflux sichtbar zu machen, ist es sinnvoll, eine niedrige Impulsraten-Schwelle zu verwenden.

Zeitaktivitätskurven von Blase und Nieren sollten errechnet werden, wobei die Nierenkurven getrennt von der Blasenkurve abgebildet oder die Kurvenparameter so gewählt werden sollen, dass alle drei Kurven deutlich differenziert werden können.

Ist das Miktionsvolumen bestimmt worden, sollte es ebenso wie das Refluxvolumen dokumentiert werden.

Komprimierte Bilder sollten getrennt für die Blase und jede Niere dargestellt werden (siehe V, weitere wissenschaftliche Studien sind erforderlich).

I. Interpretation/Befundung/Fehlermöglichkeiten

Die Befundung sollte direkt am Computerbildschirm erfolgen. Die Diagnose eines vesiko-renalen Refluxes basiert auf einem Anstieg der Aktivität im Nierenbecken, wenn ein bewegungsbedingter Wechsel der Aktivität ausgeschlossen werden kann; dies sollte bei allen Auswerteverfahren beachtet werden. Wenn alle Bilder, Kurven und - falls möglich - komprimierten Bilder einen Anstieg der Aktivität in der Niere zeigen, ist die Diagnose eines Refluxes sehr sicher. Wird nur ein Parameter verwendet, kann dies zu falsch positiven Befunden führen, vor allem dann, wenn die Bilder mit einer niedrigen Impulsraten-Schwelle betrachtet werden. Daher sollte man sehr vorsichtig sein, um nicht statistische Impulsschwankungen als Reflux zu interpretieren. Auch sollte nie die Diagnose eines Refluxes ausschließlich aus dem Kurvenverlauf abgeleitet werden.

Das klassische Erscheinungsbild eines Reflux auf 5-Sekunden-Bildern zeigt während der gesamten Untersuchung eine konstant erhöhte Aktivität in der Region des Nierenbeckens. Bei den Nierenkurven findet sich hier ebenfalls ein Anstieg der Aktivität, in der Regel zu dem Zeitpunkt, an dem die Blasenaktivität abfällt.

Auch während der Füllung der Blase kann Aktivität im Nierenbecken und/oder Ureter nachgewiesen werden, wenn sich das Kind anstrengt, die Blase zu entleeren, wie auch während und nach der Miktion. Dabei findet sich häufig mehr als eine Episode mit erhöhter Aktivität im ableitenden Harnsystem während derselben Untersuchung.

Es ist notwendig, zu dokumentieren, ob Refluxes intermittierend auftreten, nur aktiv, nur passiv oder während Blasenfüllung und Miktion nachweisbar sind und ob die Refluxepisoden mit Blasenkontraktionen korrespondieren (Zeichen einer möglicherweise instabilen Blase).

Bei tief stehenden Nieren oder Beckennieren kann der Nachweis eines Refluxes schwierig oder unmöglich sein, wegen der geringen Distanz zwischen Niere und Blase.

Bei Anwendung der direkten Radionuklid-Zystographie kann der Reflux nicht entsprechend den fünf klassischen radiologischen Gradeinteilungen interpretiert werden. Für die Kliniker, die diese Gradeinteilung des Refluxes zum Therapiemanagement verwenden, ist dies oft ein Grund, auf diese nuklearmedizinische Diagnostik zu verzichten.

In einigen Institutionen wird eine vereinfachte Refluxinteilung mit nur drei Stufen verwendet [31, 40]. Da es schwierig und irreführend sein kann, dieselbe Terminologie für denselben Befund, aber abhängig vom verwendeten Verfahren, z.B. Röntgen- oder Radionuklid-Zystographie zu verwenden, wird die folgende Klassifikation vorgeschlagen, die weitgehend mit den radiologischen Gradeinteilungen korreliert.

Refluxhöhe	nuklearmedizinische Gradeinteilung	radiologische Gradeinteilung
Ureter	A	I
Nierenbecken	B	II und III
Erweitertes Nierenbecken/erweiterter Ureter	C	IV und V

Die Beurteilung aller Techniken zum Nachweis eines Refluxes wird immer schwierig bleiben, da es keine absolute Referenzmethode geben kann. Unter Berücksichtigung der Sensitivität aller Nachweismethoden besteht Übereinstimmung darüber, dass die Ergebnisse der Zystographie nur dann von wesentlicher klinischer Bedeutung sind, wenn der Befund positiv ist, während ein negatives Befundergebnis einen Reflux nicht ausschließen kann.

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

J. Qualitätskontrolle

Bei Bewegungen des Kindes während der Aufnahme können die Zeitaktivitätskurven nicht sinnvoll interpretiert werden, jedoch kann in der Regel auf den Bildern dennoch ein Reflux beurteilt werden.

V. Weitere wissenschaftliche Studien sind für folgende Punkte erforderlich

1. Bewegungskorrekturprogramme
2. Quantifizierung des Resturins in der Blase nach Miktion und des Refluxvolumens (RV).

Dies ist möglich, wenn das Miktionsvolumen oder das Volumen der in die Blase instillierten Flüssigkeit gemessen wird. Dafür sind "regions of interest" erforderlich, die auf den Prä- und Postmiktionsaufnahmen um die Blase gelegt werden und in denen die Impulse bestimmt werden müssen. Das Refluxvolumen errechnet sich nach folgenden Formeln:

$$RV \text{ (ml)} = \frac{\text{Miktionsvolumen (ml)} \times \text{Blasenimpulse nach Miktion}}{\text{Blasenimpulse vor Miktion} - \text{Blasenimpulse nach Miktion}}$$

oder

$$RV \text{ (ml)} = \frac{\text{Blasenimpulse nach Miktion} \times \text{Instillationsvolumen(ml)}}{\text{Blasenimpulse vor Miktion}}$$

Die Harnblase sollte vor dem Beginn der Instillation vollständig entleert werden, um eine genaue Berechnung des Restharn- und Refluxvolumens bei Verwendung der zweiten Formel zu ermöglichen.

Es besteht kein Konsens über den Wert dieser Volumenbestimmungen. Beim Vergleich von berechneten Refluxvolumina mit den internationalen radiologischen Refluxgradeinteilungen fand sich keine Korrelation zwischen den verschiedenen Refluxgraden und -volumina. Trotzdem wird von einigen Autoren angenommen, dass die Volumenberechnungen nicht nur für das Refluxvolumen sondern auch zur Beurteilung der Blasenkapazität von Bedeutung sind, um Blasendysfunktionen zu erkennen.

3. Komprimierte Bilder können errechnet werden, wenn die Akquisition der Daten mit einer Sekunde pro Bild erfolgte.
Dies erfordert, das Gesichtsfeld der Gammakamera aufzuteilen in eine Blasenregion und in eine Region oberhalb der Blase, die wiederum in rechts und links aufgeteilt werden muss. Auf diese Weise können komprimierte Bilder jeder Niere / jedes Ureters und der Blase erzeugt werden.
Die komprimierten Bilder erlauben es, die ganze Studie als Histogramm mit der Zeit auf der X-Achse und der Anatomie auf der Y-Achse sowie einer Dokumentation der jeweiligen Aktivität in der Region durch die schwarz-weiß-Graduierung darzustellen.
Die Sensitivität der komprimierten Bilder ist noch nicht eindeutig definiert. Einige Untersucher sind der Meinung, dass sie einen sehr empfindlichen Index für den Reflux darstellen, jedoch fehlt hierfür die wissenschaftliche Bestätigung.

Literatur:

1. Mandell GA, Eggli DF, Gilday DL, Heyman S, Leonard JC, Miller JH, Nadel HR, Treves ST. Procedureguideline for radionuclide cystography in children. Society of Nuclear Medicine. J Nucl Med 1997; 38: 1650-1654
2. International Reflux Study Committee. Medical versus surgical treatment of primary vesicoureteral reflux. J Urol 1981; 125: 277-283
3. Savage DCL, Wilson MI, McHardy M et al. Covert bacteriuria in child- hood: A clinical and epidemiological study. Arch Dis Child 1973; 48: 8-20
4. Edwards B, White RHR, Macted H et al. Screening methods for covert bacteriuria in schoolgirls. Br Med J 1975; 2: 463-467
5. Bisset GS III, Strife JL, Dunbar JS. Urography and voiding cystoureterography. Finding in girls with urinary tract infection. AJR 1987; 148: 479±482
6. Eggli DF, Tulchinsky M. Scintigraphic evaluation of pediatric urinary tract infection. Semin Nucl Med 1993; 23: 199-218
7. Edwards D, Normand ICS, Prescod N. Disappearance of vesicoureteral reflux during long term prophylaxis

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

- of urinary tract infection in children. *Br Med J* 1977; 2: 285-288
8. Kenda RB, Zupancic Z, Fettich J, Meglic A. A follow-up study of vesicoureteral reflux and renal scars in asymptomatic siblings of children with reflux. *Nucl Med Commun* 1997; 18: 27-31
 9. Noe HN. The long term results of prospective sibling reflux screening. *J Urol* 1992; 148: 1739-1742
 10. Noe HN, Wyatt RJ, Peeden JN, Rivas ML. The transmission of vesicoureteral reflux from parent to child. *J Urol* 1992; 148: 1869-1871
 11. Canivet E, Wampach H, Brandt B, Toupance O, Lavaud S, Lardennois B, Liehn JC, Chanard J. Assessment of radioisotopic micturating cystography for the diagnosis of vesicoureteric reflux in renal transplant recipients with acute pyelonephritis. *Nephrol Dial Transplant* 1997; 12: 67-70
 12. Rothwell DL, Constable AR, Albrecht M. Radionuclide cystography in the investigation of vesico-ureteric reflux in children. *Lancet* 1977; 1: 1072-1075
 13. Maizels M, Weiss S, Conway JJ, Firlit CF. The cystometric nuclear cystogram. *J Urol* 1979; 121: 203-205
 14. Nasrallah PF, Conway JJ, King LR, Belman AB, Weiss S. The quantitative nuclear cystogram: an aid in determining the spontaneous resolution of vesicoureteral reflux. *Trans Am Assoc Genitourin Surg* 1978; 70: 52-55
 15. Saraga M, Stanicic A, Markovic V. The role of direct radionuclide cystography in evaluation of vesicoureteral reflux. *Scand J Urol Nephrol* 1996; 30: 367-371
 16. Nasrallah PF, Sreeramulu N, Crawford J. Clinical applications of nuclear cystography. *J Urol* 1982; 128: 550-553
 17. Kogan SJ, Siger L, Levitt SB. Elusive vesicoureteral reflux in children with normal contrast cystograms. *J Urol* 1986; 136: 325-328
 18. Conway JJ, King LR, Belman AB. Detection of vesicoureteral reflux with radionuclide cystography. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1972; 115: 720-727
 19. Willi U, Treves S. Radionuclide voiding cystography. *Urol Radiol* 1983; 5: 161-173
 20. Kenda RB, Novljan G, Kenig A, Hojker S, Fettich JJ. Echo enhanced ultrasound voiding cystography in children: a novel approach. *Pediatr Nephrol* 2000; 14: 39-41
 21. Bosio M. Cystosonography with echocontrast: a new imaging modality to detect vesicoureteric reflux in children. *Pediatr Radiol* 1998; 28: 250-255
 22. Treves ST, Zurakowski D, Bauer SB, Mitchell KD, Nichols DP. Functional bladder capacity measured during radionuclide cystography in children. *Radiology* 1996; 198: 269-272
 23. Godley ML, Ransley PG, Parkhouse HF, Gordon I, Evans K, Peters AM. Quantitation of vesico-ureteral reflux by radionuclide cystography and urodynamics. *Pediatr Nephrol* 1990; 4: 485-490
 24. van der Vis Melsen MJE, Baert RJM, Rajnherc JR. Scintigraphic assessment of lower urinary tract function in children with and without outflow obstruction. *Br J Urol* 1989; 64: 263-269
 25. Dugal B, Nerdrum HJ. Vesicoureteric reflux at the end of renography. *Clin Nucl Med* 1991; 16: 364
 26. Gordon I, Peters AM, Morony S. Indirect radionuclide cystography: a sensitive technique for the detection of vesico-ureteral reflux. *Pediatr Nephrol* 1990; 4: 604-606
 27. Peters AM, Morony S, Gordon I. Indirect radionuclide cystography demonstrates reflux under physiological conditions. *Clin Radiol* 1990; 41: 44-47
 28. Gordon I. Indirect radionuclide cystography ± the coming of age. *Nucl Med Commun* 1989; 10: 457-458
 29. De Sadeleer C, De Boe V, Keuppens F, Desprechins B, Verboven M, Piepsz A. How good is technetium-99m mercaptoacetyl triglycine indirect cystography? *Eur J Nucl Med* 1994; 21: 223-227
 30. Majd M, Kass EJ, Belman AB. Radionuclide cystography in children: comparison of direct (retrograde) and indirect (intravenous) techniques. *Ann Radiol Paris* 1985; 28: 322-328
 31. Fettich JJ, Kenda RB. Cyclic direct radionuclide voiding cystography: increasing reliability in detecting vesicoureteral reflux in children. *Pediatr Radiol* 1992; 22: 337-338
 32. Tromholt N, Hesse B, Munck S, Veje B. Fallacy in direct cystourethrography. *Clin Nucl Med* 1991; 16: 741-742
 33. Cremin BJ. Observations on vesico-ureteric reflux and intrarenal reflux. A review and survey of material. *Clin Radiol* 1979; 30: 607-621
 34. Conway JJ. Radionuclide cystography. In: Tauxe WN, Dubovsky EV (eds.): *Nuclear medicine in clinical urology*. East Norwalk, Appleton, Century and Crofts 1985; 305-320
 35. Lowe B, Barnes WF, Leonard JC. Absorption of 99m-Tc pertechnetate from augmented bladder during direct nuclear cystography. *Clin Nucl Med* 1989; 14: 347-349
 36. Padhy AK, Gopinath PG, Mitra DK, Bhatnagar V. Direct radionuclide cystogram (DRCG) and urine flowmetry (UFMT) in the evaluation of patients with vesicoureteral reflux (VUR) and/or associated obstructive or neurogenic pathology of the lower urinary tract. *Indian J Pediatr* 1989; 56: 483-492
 37. Stabin MG, Gelfand MJ. Dosimetry of pediatric nuclear medicine procedures. *Q J Nucl Med* 1998; 42: 93-112
 38. Smith T, Gordon I. An update of radiopharmaceutical schedules in children. *Nucl Med Comm* 1998; 19: 1023-1036
 39. Dimitriou P, Fretzayas A, Nicolaidou P. Estimates of dose to the bladder during direct radionuclide cystography. *Concise communication. J Nucl Med* 1984; 25: 792-795
 40. Zhang G, Day DL, Loken M. Grading of reflux by radionuclide cystography. *Clin Nucl Med* 1987; 12: 106-109

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Verfahren zur Konsensbildung:

Autoren der EANM-Leitlinie (2000)*

J. Fettich, University Medical Centre Ljubljana, Slovenien; P. Colarinha, Instituto Portugues de Oncologia, Lisboa, Portugal; S. Fischer, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; K. Hahn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; U. Porn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; J. Frökier, Aarhus University Hospital - Skejby, Dänemark; I. Gordon, Great Ormond Street Hospital for Children, London, Großbritannien; L. Kabasakal, Cerraphasa Tip Fakultesi, Nukleer Tip Ana Bilim Dalı, Aksaray, Türkei; M. Mann, Institute of Child Health, Rondebosh, Red Cross Hospital, Capetown, Südafrika; M. Mitjaviła, Hospital Universitario de Getafe, Madrid, Spanien; P. Olivier, CHU Nancy, Frankreich; A. Piepsz, CHU StPierre, Belgien; I. Roca, Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, Spanien; R. Sixt, The Queen Silvia Children's Hospital, Göteborg, Schweden; J. van Velzen, ARPES, EANM

Deutsche Übersetzung (2002)**

K. Hahn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland

Überprüfung der deutschen Version (2007)

K. Hahn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; A. Piepsz, University Medical Centre Ljubljana, Slovenien; T. Pfluger, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; C. Franzius; Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Münster, Deutschland

Anschrift für die Verfasser:

PD. Dr. Christiane Franzius
Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin
Universitätsklinikum Münster
Albert-Schweitzer-Str. 33
48129 Münster

*Leitlinie des Paediatric Committee der European Association of Nuclear Medicine (EANM)

**Der Nuklearmediziner 2002; 25: 106-111

Erstellungsdatum:

??/2007

Letzte Überarbeitung:

Nächste Überprüfung geplant:

k. A.

Zurück zum [Index Leitlinien der Dt. Ges. f. Nuklearmedizin](#)

Zurück zur [Liste der Leitlinien](#)

Zurück zur [AWMF-Leitseite](#)

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - **insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung** übernehmen.

Stand der letzten Aktualisierung: ??/2007

© **Dt. Ges. f. Nuklearmedizin**

Elektronische Publikation im Auftrag der Dt. Ges. f. Nuklearmedizin: AWMF online

HTML-Code optimiert: 08.01.2008; 14:11:34

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.