

# PADRONIZAÇÃO DO MÉTODO PARA CÁLCULO DA CAPTAÇÃO RENAL ABSOLUTA DO $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA EM CRIANÇAS\*

Carla Rachel Ono<sup>1</sup>, Marcelo Tatit Sapienza<sup>1</sup>, Beatriz Marcondes Machado<sup>2</sup>, Márcia Melo Campos Pahl<sup>3</sup>, Waldyr de Paula Liberato Jr.<sup>4</sup>, Miriam Roseli Yoshie Okamoto<sup>5</sup>, Alexandre Teles Garcez<sup>6</sup>, Tomoco Watanabe<sup>1</sup>, Paulo Luiz Aguirre Costa<sup>1</sup>, Carlos Alberto Buchpiguel<sup>7</sup>

**Resumo** **OBJETIVO:** O trabalho teve por objetivo padronizar o método e estabelecer valores normais da captação renal absoluta do  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA em crianças. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Vinte e duas crianças (idade de 7 meses a 10 anos; média de 4,5 anos) sem doença renal prévia foram submetidas a cintilografia renal estática com  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA. Dezoito apresentavam ultra-sonografia, uretrocistografia miccional, "clearance" de creatinina e padrão visual da cintilografia renal estática normais. Quatro crianças foram excluídas por não terem completado ou por apresentarem redução do "clearance" de creatinina. A captação absoluta de DMSA (DMSA-Abs) foi calculada como a porcentagem da atividade administrada retida em cada rim após seis horas da administração do radiofármaco. **RESULTADOS:** Os valores de DMSA-Abs foram de  $21,8\% \pm 3,2\%$  para o rim direito e de  $23,1\% \pm 3,3\%$  para o rim esquerdo. Os valores da captação absoluta não mostraram correlação com a idade dos pacientes estudados, apesar da tendência de aumento do "clearance" de creatinina com a idade. **CONCLUSÃO:** A definição de valores normais da DMSA-Abs permite o emprego deste parâmetro na avaliação inicial e acompanhamento de doenças renais, principalmente em pacientes com acometimento bilateral ou com rim único (nos quais a função diferencial direita  $\times$  esquerda tem valor limitado). **Unitermos:** Quantificação; Função renal;  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA; Crianças; Cintilografia.

**Abstract** *Standardization of a method to calculate absolute renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA in children.*

**OBJECTIVE:** To standardize a method and determine normal values for absolute renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA in children with normal creatinine clearance. **MATERIALS AND METHODS:** Twenty-two children (between 7 months and 10 years of age; mean 4.5 years) without clinical evidence of renal disease were studied using  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA scintigraphy. Eighteen had normal renal ultrasonography, micturating urethrocytography, creatinine clearance and visual interpretation of the scintigraphy with  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA. Four children were excluded, one with incomplete creatinine clearance and three due to reduction in the creatinine clearance. Absolute renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA (DMSA-Abs) was expressed as the fraction of the administered dose retained by each kidney six hours after administration of the radiopharmaceutical. **RESULTS:** DMSA-Abs was  $21.8 \pm 3.2\%$  for the right kidney and  $23.1 \pm 3.3\%$  for the left kidney. There was no correlation between renal uptake and the age groups studied, although there was a tendency to an increase in the creatinine clearance with age. **CONCLUSION:** Normal values of DMSA-Abs can be used as an additional parameter for the initial diagnostic evaluation and during follow-up of renal diseases, mainly when bilateral impairment of renal function is suspected or in a patient with a single functioning kidney (in which renal differential function is of limited value).

**Keywords:** Renal function; Quantification;  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA; Children; Scintigraphy.

## INTRODUÇÃO

A infecção do trato urinário é doença comum em pediatria<sup>(1)</sup>. Ela pode ser limitada à bexiga (cistite), e às vezes envolver o sistema coletor (ureterite ou pielite) e/ou o parênquima renal (pielonefrite)<sup>(2)</sup>. A pielonefrite aguda é a maior causa de morbidade em crianças com infecção do trato urinário e pode resultar em cicatriz renal<sup>(3)</sup>, com eventual progressão para insuficiência renal crônica<sup>(1)</sup>. O diagnóstico de pielonefrite aguda tradicionalmente é feito com base em sintomas e sinais clínicos, como febre, dor lombar associada a piú-

ria<sup>(1,3-7)</sup>, e por testes laboratoriais, como o exame de urina tipo I com urocultura, aumento do nível de proteína C reativa<sup>(4)</sup> e velocidade de hemossedimentação<sup>(6)</sup>. Porém, estes sinais clínicos e testes laboratoriais são inespecíficos, principalmente para a faixa etária pediátrica<sup>(4,6,7,8)</sup>.

Estudos clínicos e experimentais têm demonstrado que a probabilidade de se desenvolver cicatriz renal pode ser prevenida ou diminuída com o diagnóstico precoce e tratamento rigoroso da pielonefrite aguda<sup>(8)</sup>. Este fato é importante, dado que ainda hoje é reportada incidência de 22,7% de doença renal terminal relacionada à

\* Trabalho realizado no Serviço de Medicina Nuclear do Instituto de Radiologia (InRad) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP) e no Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (HU-USP), São Paulo, SP

1. Médicos Doutores do Serviço de Medicina Nuclear do InRad/HC-FMUSP.

2. Médica do HU-USP.

3. Médica Doutora do HU-USP.

4. Ex-Médico Residente do Serviço de Medicina Nuclear do InRad/HC-FMUSP.

5. Farmaceuta do Serviço de Medicina Nuclear do InRad/HC-FMUSP.

6. Físico do Serviço de Medicina Nuclear do InRad/HC-FMUSP.

7. Médico Professor Livre-Docente do Serviço de Medicina Nuclear do InRad/HC-FMUSP.

Endereço para correspondência: Dra. Carla Rachel Ono, Centro de Medicina Nuclear, InRad/HC-FMUSP, Travessa da Rua Doutor Ovídio Pires de Campos, s/nº, Cerqueira César, São Paulo, SP, 05403-010. E-mail: crachelo@usp.br

Recebido para publicação em 30/12/2003. Aceito, após revisão, em 10/6/2005.

infecção do trato urinário, apesar do emprego de antibióticos mais efetivos<sup>(7)</sup>.

A cintilografia renal estática com ácido dimercaptossuccínico marcado com tecnécio-99m (<sup>99m</sup>Tc-DMSA) é um método sensível<sup>(1,3-5)</sup> e específico<sup>(3)</sup> para a detecção e localização de pielonefrite aguda, tanto em estudos experimentais quanto em estudos clínicos. Portanto, alguns autores recomendam a cintilografia renal estática com <sup>99m</sup>Tc-DMSA como método de imagem inicial no arsenal de investigação de infecção do trato urinário em crianças do sexo masculino e feminino, na investigação do primeiro episódio de infecção ou quando se está procurando infecções do trato urinário de repetição<sup>(6,7)</sup>.

A cintilografia renal com <sup>99m</sup>Tc-DMSA é procedimento seguro, a dose de radiação total é de aproximadamente 30 mrad para uma criança, utilizando-se dose de 2 mCi (74 MBq). Esta dose de radiação absorvida é bem inferior a outros procedimentos de diagnóstico por imagem, principalmente quando comparamos com a dose de radiação de corpo inteiro imposta pela urografia excretora, que é de 3.000 mrad<sup>(8)</sup>.

O <sup>99m</sup>Tc-DMSA concentra-se ativamente nas células renais do túbulo contorcido proximal por meio de dois mecanismos: 1) captação peritubular – o <sup>99m</sup>Tc-DMSA é extraído diretamente do capilar peritubular e liga-se ao grupo sulfidrila das proteínas corticais; 2) filtração glomerular com reabsorção pelas células do túbulo contorcido proximal. Portanto, o estudo cintilográfico renal com <sup>99m</sup>Tc-DMSA fornece imagem funcional da massa cortical dos rins e também permite a avaliação quantitativa da função renal individual. O grau de acúmulo do <sup>99m</sup>Tc-DMSA depende principalmente do fluxo sanguíneo renal, da taxa de filtração glomerular, da extração e fixação tubular<sup>(9)</sup>.

Os mecanismos fisiopatológicos que explicam as anormalidades renais observadas na cintilografia com <sup>99m</sup>Tc-DMSA são provavelmente multifatoriais. A captação de <sup>99m</sup>Tc-DMSA é determinada pelo fluxo sanguíneo intra-renal e pela função de transporte da membrana celular do túbulo contorcido proximal. Qualquer processo patológico que altere esses parâmetros pode resultar em áreas focais ou difusas de captação diminuída. Demonstrou-se que,

durante o processo inflamatório agudo intratubular, neutrófilos liberam toxinas de enzimas e produzem o superóxido, que causa dano direto não somente à bactéria, mas também às células tubulares renais. Há também isquemia evidenciada indiretamente por aumento da renina na veia renal, que ocorre precocemente na resposta inflamatória da pielonefrite aguda devido à agregação intravascular de granulócitos, levando à oclusão arteriolar ou capilar. Então, áreas com captação diminuída de <sup>99m</sup>Tc-DMSA refletem disfunção focal ou difusa da célula tubular e isquemia local ou alteração do fluxo sanguíneo<sup>(2,3)</sup>.

Ao lado da avaliação de alterações regionais da captação do radiofármaco, outro critério freqüentemente empregado na análise da cintilografia renal com <sup>99m</sup>Tc-DMSA é a determinação da função renal relativa. A função renal relativa é definida como a porcentagem do radiofármaco captada por cada rim em relação ao total de atividade captada por ambos os rins (rim direito + rim esquerdo = 100%). A avaliação da função renal relativa é útil quando existe acometimento de apenas um rim, assumindo-se o contralateral como normal, porém é inadequada para pacientes com rim único ou com acometimento bilateral. Nestas situações, a determinação da captação renal absoluta do <sup>99m</sup>Tc-DMSA seria de grande utilidade.

A definição de valores normais de captação absoluta pode ter, portanto, grande relevância no diagnóstico e acompanhamento das crianças com infecção do trato urinário e outras doenças renais, sobretudo por fornecer uma análise quantitativa da função renal individual, possibilitando a avaliação de alterações mesmo na doença bilateral ou em pacientes com rim único.

Este trabalho teve por objetivo avaliar e estabelecer os limites normais da captação renal absoluta do <sup>99m</sup>Tc-DMSA em crianças com função renal normal, estabelecendo os limites de normalidade para a captação renal individual e absoluta deste radiofármaco.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Pacientes

Foram estudadas 22 crianças, seis delas do sexo masculino, com idade variando

entre 7 meses e 10,4 anos (média = 4,6 anos ± 2,9 anos). Os pacientes foram encaminhados a partir de consulta no ambulatório de pediatria, onde realizavam acompanhamento após episódio já resolvido de infecção do trato urinário.

Os critérios para inclusão no estudo foram: função renal normal, definida através de “clearance” de creatinina corrigido pela superfície corpórea normal para a faixa etária; ausência de sinais clínicos de infecção do trato urinário ou outra afecção renal no mês anterior ao exame (febre, disúria, hematúria, dor lombar ou edema); duas uroculturas negativas consecutivas (a última realizada no máximo uma semana antes); ausência de alterações morfológicas no ultra-som de vias urinárias e uroretrocistografia miccional.

### Cálculo do “clearance” de creatinina

Foram obtidas amostras sanguíneas e urinárias de todos os pacientes e anotados os volumes urinários, coletados num período de três horas, para a realização do cálculo do “clearance” de creatinina (Clcr):

$$\text{Clcr} = \text{Ucr} \times \text{volume urinário} / \text{Ccr} \times \text{tempo} \quad (1)$$

onde: Ucr = concentração urinária de creatinina; Ccr = concentração sérica de creatinina; tempo = dado em minutos.

Foi também feito o cálculo do “clearance” de creatinina corrigido pela superfície corpórea, utilizando-se a fórmula de Schwartz, considerando-se a concentração sérica de creatinina e a estatura da criança:

$$\text{Clcr} (\text{min}^{-1}/1,73 \text{ m}^2) = 0,55 \text{ E}/\text{C} \quad (2)$$

onde: E = altura da criança em cm; C = concentração sérica de creatinina em mg/dl.

### Determinação da quantidade injetada de <sup>99m</sup>Tc-DMSA

A atividade administrada de <sup>99m</sup>Tc-DMSA ao paciente foi previamente medida em um calibrador de dose. Porém, para permitir uma comparação direta com a atividade detectada na cintilografia renal, foi necessário medir a atividade injetada do radiofármaco também com a câmara de cintilação.

Com esta finalidade, foi adquirida uma imagem da seringa contendo o radiofármaco na câmara de cintilação, mantendo-se a distância fixa de 30 cm entre a seringa e

o detector da câmara, sendo a seringa posicionada no centro do campo de visão, por um tempo de aquisição de um minuto, sendo anotada a hora exata da aquisição. Outra imagem foi adquirida com os mesmos parâmetros após a injeção (atividade residual da seringa).

As contagens injetadas foram calculadas por:

$$\text{Contagens injetadas} = (\text{cpm pré}) - (\text{cpm pós} * k) \quad (3)$$

onde: cpm pré = contagens por minuto detectadas na seringa antes da injeção; cpm pós = contagens por minuto detectadas na seringa após a injeção; k = fator de correção do decaimento do <sup>99m</sup>Tc.

### Cintilografia renal estática com <sup>99m</sup>Tc-DMSA

A cintilografia renal foi realizada seis horas após a injeção intravenosa do <sup>99m</sup>Tc-DMSA (produzido pela CIS Bio International – TCK-12) na dose de 2 MBq/kg (0,05 mCi/kg), com dose mínima de 20 MBq (0,5 mCi). As imagens planas foram adquiridas em câmara de cintilação de amplo campo de visão (Orbiter Siemens ZLC75) equipada com colimador LEAP (“low energy all purpose”) e sistema computacional Power Macintosh 8100 – 110 MHz, “software” v.ICON 6.02. As imagens estáticas foram obtidas na projeção anterior e posterior de abdome, estabelecendo-se o tempo de aquisição por imagem de 120 segundos (Figura 1).

### Quantificação da captação relativa do <sup>99m</sup>Tc-DMSA

Regiões de interesse foram desenhadas sobre cada rim na cintilografia obtida na projeção posterior, da forma habitualmente realizada na rotina clínica (Figura 2). A função renal relativa foi definida como o percentual que cada rim representava sobre o total de contagens detectado em ambos os rins:

$$\text{DMSA-Rel} = \text{rim} \times 100 / (\text{RD} + \text{RE}) \quad (4)$$

onde: rim = contagens detectadas no rim avaliado; RD + RE = contagens detectadas em ambos os rins. *Obs.*: contagens corrigidas pela radiação de fundo (ver adiante).

O cálculo de função relativa também foi realizado considerando-se a média geomé-

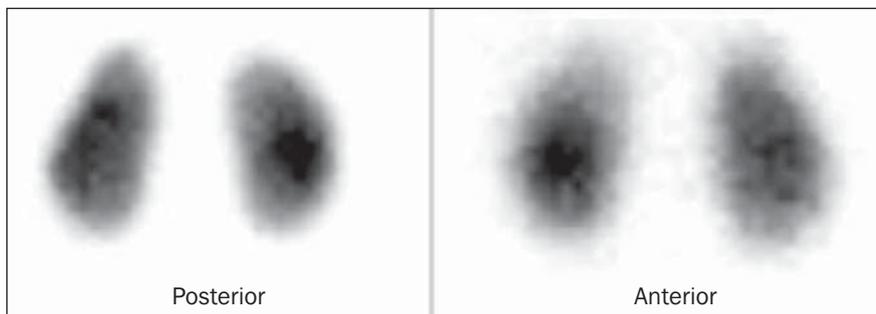


Figura 1. Cintilografia renal com <sup>99m</sup>Tc-DMSA, imagens adquiridas nas projeções posterior e anterior de abdome.

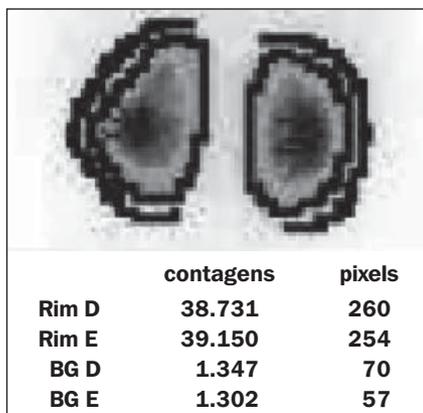


Figura 2. Definição de áreas de interesse na cintilografia renal com <sup>99m</sup>Tc-DMSA e determinação das contagens sobre os rins e sobre as estruturas de fundo.

trica das contagens renais detectadas nas projeções anterior e posterior.

### Quantificação da captação absoluta do <sup>99m</sup>Tc-DMSA

Regiões de interesse foram desenhadas sobre cada rim na cintilografia obtida na projeção posterior, registrando-se o número de contagens detectadas. Devido aos motivos expostos adiante, essas contagens de cada rim foram corrigidas pela fórmula:

$$\text{Contagens corrigidas} = (\text{contagens por minuto do rim} - \text{BG}) / \text{Ka} \times \text{Kd} \quad (5)$$

onde: Ka = fator de correção de atenuação; Kd = fator de correção de decaimento do <sup>99m</sup>Tc; BG = contagens da radiação de fundo.

A porcentagem absoluta de captação renal do <sup>99m</sup>Tc-DMSA (DMSA-Abs) foi calculada pela relação entre as contagens detectadas em cada rim e o total de contagens injetadas no paciente pela relação:

$$\text{DMSA-Abs} = \text{contagens corrigidas do rim} \times 100 / \text{contagens injetadas} \quad (6)$$

### Fatores de correção

a) Ka = fator de correção de atenuação

É aplicado porque parte da radiação é barrada pelas estruturas do próprio paciente que se interpõem entre o rim e o detector da câmara, sendo dado pela expressão:

$$\text{Ka} = e^{-(\text{constante de atenuação} \times \text{profundidade renal})} \quad (7)$$

onde: e é a constante de Neper = 2,71; constante de atenuação de partes moles = 0,12/cm.

A profundidade renal foi determinada através da fórmula proposta por Raynaud e Knipper<sup>(2)</sup>:

$$\text{PR} = \text{A} + (\text{B} \times \text{P}) + (\text{C} \times \text{A}) \quad (8)$$

onde: PR = profundidade renal; A,B,C = constantes que variam com o grupo etário (Tabela 1); P = peso em kg; A = altura em metros.

Tabela 1. Valores das constantes A, B e C, de acordo com a faixa etária.

Idade	A	B	C
0-9 anos	+ 2,364	+ 0,083	- 0,281
9-19 anos	+ 3,686	+ 0,028	- 0,248
> 19 anos	- 1,017	+ 0,049	+ 2,198

b) Kd = correção do decaimento do <sup>99m</sup>Tc-DMSA

O <sup>99m</sup>Tc apresenta redução da sua atividade ao longo do tempo, sendo necessário corrigir as contagens obtidas nos rins (aquisição da imagem cerca de seis horas após a injeção) em relação às contagens da seringa. O intervalo entre as aquisições é

corrigido pela constante de decaimento do  $^{99m}\text{Tc} = 0,001925 \text{ min}^{-1}$ .

### c) Contagens da radiação de fundo

Dentro da área de interesse definida sobre cada rim existe a sobreposição de outras estruturas, que podem contribuir com uma pequena parte da radiação detectada. Para reduzir esta interferência, definiu-se uma área de interesse adjacente ao rim, determinando-se as contagens provenientes das estruturas de fundo sobre a área renal.

## RESULTADOS

Dos 22 pacientes encaminhados para estudo, quatro foram excluídos por apresentarem “clearance” de creatinina reduzido (três pacientes) ou incompleto (um paciente). Os 18 pacientes estudados apresentavam ultra-sonografia, uretrocistografia miccional, “clearance” de creatinina e avaliação visual da cintilografia renal estática normais. A média do “clearance” de creatinina foi de  $95,5 \pm 23,9 \text{ ml/min/1,73 m}^2$  (média  $\pm$  desvio-padrão). Os dados individuais de cada paciente são apresentados na Tabela 2.

A captação relativa pela projeção posterior de abdome foi de  $48,5\% \pm 1,9\%$  para o rim direito e  $51,5\% \pm 1,9\%$  para o rim esquerdo (média  $\pm$  desvio-padrão), com relação entre a captação relativa do rim direito e esquerdo de  $0,95 \pm 0,07$ . A estimativa de captação relativa a partir da média geométrica foi de  $50,0\% \pm 2,1\%$  para ambos os rins, com a relação entre o rim direito e esquerdo de  $1,00 \pm 0,08$ .

A captação absoluta de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA pelo rim direito foi de  $21,8\% \pm 3,2\%$  e para o rim esquerdo foi de  $23,1\% \pm 3,3\%$  da dose injetada. A relação entre a captação absoluta do rim direito e esquerdo foi de  $0,95$ , com desvio-padrão de  $0,07$ .

A captação absoluta de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA não apresentou correlação significativa com a idade das crianças (coeficiente de correlação linear  $< 0,2$ ), conforme apresentado no Gráfico 1.

No Gráfico 2 temos a relação do “clearance” de creatinina com a idade, observando-se a tendência de aumento do “clearance” nas crianças mais velhas ( $71 \text{ ml/min} + \text{idade} \times 4,7$ ; com coeficiente de correlação linear de  $0,54$ ).

**Tabela 2** Dados gerais dos pacientes.

Paciente	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	Sexo	“Clearance” (ml/min)	DMSA-Abs		DMSA-Rel	
						RD	RE	RD	RE
1	2,4	13,4	0,80	F	88,0	23,9%	24,4%	49,5%	50,5%
2	4,3	24,6	1,10	F	86,4	22,6%	23,8%	48,7%	51,3%
3	4,8	18,9	1,07	F	73,6	24,0%	26,5%	47,6%	52,4%
4	8,9	32,6	1,33	F	104,5	25,7%	25,2%	50,6%	49,4%
5	10,4	26,9	1,40	M	128,3	24,2%	25,9%	48,4%	51,6%
6	3,3	13,8	0,98	F	135,4	12,2%	13,2%	48,2%	51,8%
7	4,8	20,9	1,05	F	96,3	19,6%	21,1%	48,2%	51,8%
8	3,8	14,1	0,97	F	76,2	20,1%	20,6%	49,4%	50,6%
9	4,9	22,8	1,17	M	91,9	22,9%	25,6%	47,3%	52,7%
10	1,6	10,5	0,84	F	63,0	21,5%	21,2%	50,4%	49,6%
11	3,8	13,3	0,94	M	129,3	23,1%	21,0%	52,3%	47,7%
12	6,3	22,5	1,19	F	122,7	22,9%	23,3%	49,5%	50,5%
13	2,9	16,4	0,98	F	67,7	19,1%	24,5%	43,9%	56,1%
14	5,5	24,8	1,19	F	81,8	21,0%	21,9%	49,0%	51,0%
15	8,0	23,6	1,24	F	85,9	23,5%	24,7%	48,7%	51,3%
16	5,9	31,6	1,17	F	107,3	19,7%	22,0%	47,3%	52,7%
17	0,8	8,8	0,68	F	61,2	26,6%	28,3%	48,5%	51,5%
18	9,8	26,0	1,31	M	120,5	20,1%	23,7%	45,9%	54,1%
19*	0,6	11,3	0,80	M	55,0	25,0%	23,9%	51,1%	48,9%
20*	0,5	7,5	0,65	M	41,8	19,8%	20,6%	49,0%	51,0%
21*	1,3	9,1	0,76	F	35,1	23,1%	24,1%	48,9%	51,1%
22*	5,9	27,8	1,15	F		21,5%	22,2%	49,1%	50,9%

\* Pacientes excluídos por terem “clearance” de creatinina reduzido ou incompleto; DMSA-Abs, captação absoluta de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA; DMSA-Rel, captação relativa de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA; RD, rim direito; RE, rim esquerdo; F, feminino; M, masculino.

## DISCUSSÃO

A função individual de cada rim pode ser um dado importante na avaliação e definição de conduta em pacientes com doença renal<sup>(10)</sup>, porém não pode ser medida pelos métodos laboratoriais mais utilizados, tais como o “clearance” de creatinina. Diversos métodos de imagem, tais como a urografia excretora, o ultra-som, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, permitem a caracterização anatômica dos rins e vias excretoras<sup>(10)</sup>, porém são limitados na determinação da função renal de forma quantitativa.

Medidas de “clearance” de creatinina em separado podem ser efetuadas após a cateterização ureteral bilateral. Este método, apesar de apresentar alta acurácia para avaliar a função renal individual, é pouco empregado, pois é invasivo e desconfortável, apresentando risco de trauma e infecção urinária, além da eventual necessidade de sedação ou anestesia na população pediátrica<sup>(10-14)</sup>.

O  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA foi introduzido em 1974, sendo o agente de imagem renal que substituiu os agentes organomercuriais<sup>(12, 15-18)</sup>. O  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA liga-se aos néfrons funcionantes do córtex, sem interferência importante do fluxo urinário neste mecanismo de captação<sup>(16-20)</sup>. O acúmulo preferencial pelo córtex renal permite a obtenção de imagens bem definidas na cintilografia com  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA, associando a caracterização funcional à avaliação morfológica do parênquima. A extração renal é de 4–5% por passagem renal, sendo que os rins concentram cerca de 50% da dose injetada após uma hora<sup>(16)</sup>. A excreção urinária de DMSA varia de 4% a 8% da dose injetada no final de uma hora, de 8% a 17% no final da segunda hora e de 26% a 30% após 14 horas.

A captação de DMSA é bastante empregada na prática clínica para a avaliação da função cortical relativa de cada rim, no diagnóstico e seguimento de infecção do trato urinário e outras doenças renais<sup>(10, 11,13,17-19)</sup>. O índice mais empregado é a

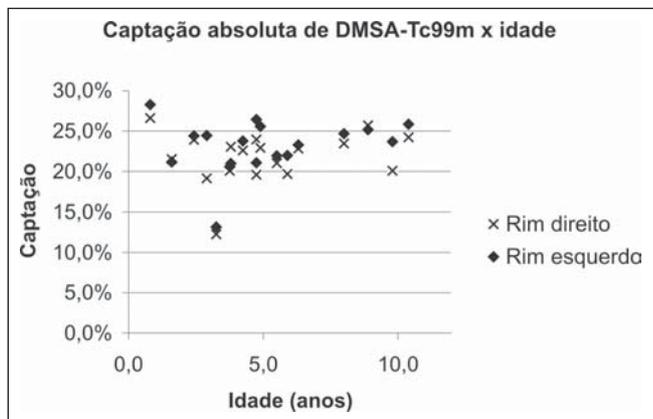


Gráfico 1. Captação absoluta de <sup>99m</sup>Tc-DMSA em função da idade.

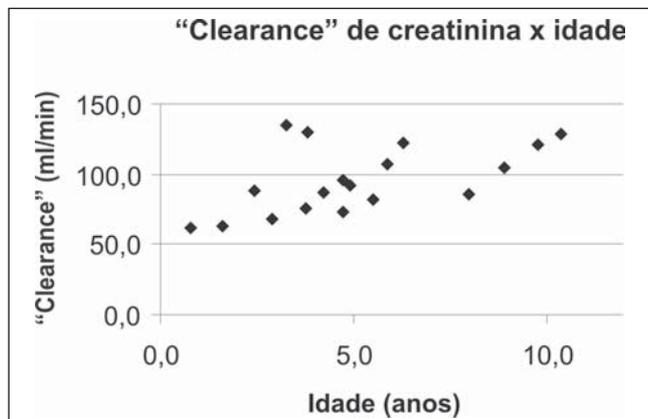


Gráfico 2. "Clearance" de creatinina em função da idade.

função renal relativa, definida como a porcentagem de captação por cada rim em relação ao total da captação renal. A função renal relativa pode ser calculada através da média geométrica das contagens obtidas nas projeções anterior e posterior, procedimento que corrige as diferenças de atenuação entre os rins (pois a maior profundidade em uma projeção corresponde à menor profundidade na projeção complementar)<sup>(21)</sup>. A variação da profundidade entre os rins direito e esquerdo é mínima em crianças, tornando desnecessário o uso da média geométrica para cálculo da função diferencial<sup>(13)</sup>, o mesmo ocorrendo em animais<sup>(13,14,16)</sup>. A pequena modificação da função renal relativa quando se utiliza a média geométrica em crianças também foi confirmada pelo presente estudo. Em adultos, porém, a diferença de profundidade (e, conseqüentemente, de atenuação) entre os rins pode levar a erros na determinação da função renal relativa através da imagem posterior isolada<sup>(20)</sup>, principalmente se as imagens forem adquiridas na posição ortostática<sup>(22)</sup>. Além de reduzir as diferenças de atenuação, a posição supina produz imagens de melhor resolução provavelmente por reduzir os movimentos respiratórios<sup>(23)</sup>.

No entanto, a medida da função renal diferencial possui valor limitado quando existe comprometimento bilateral da função (caso em que a função relativa pode ser normal, por exemplo, 50% para cada rim) ou em pacientes com rim único (que, por definição, apresenta 100% da captação). A quantificação absoluta da captação renal de <sup>99m</sup>Tc-DMSA pode ser empregada como um índice da função cortical

mesmo nesses casos, pois a captação renal é comparada com a dose administrada do radiofármaco e não com o rim contralateral. O valor da quantificação absoluta da captação renal de <sup>99m</sup>Tc-DMSA corresponde à porcentagem da dose administrada que foi captada por cada rim e apresenta boa correlação com outros parâmetros da função renal individual estimados pela medicina nuclear (fluxo plasmático obtido com Hippuran-<sup>131</sup>I<sup>(12,17,18,20,24)</sup> ou outras técnicas laboratoriais ("clearance" de creatinina<sup>(14,16)</sup>).

O cálculo da captação absoluta pode ser realizado a partir de imagens planas ou tomográficas. Ao realizarmos este estudo, optamos por não adquirir imagens por técnica tomográfica (SPECT – "single photon emission computed tomography"), que tem seu uso limitado pela necessidade de maior colaboração ou mesmo de anestesia das crianças (devido à possibilidade de artefatos decorrentes da movimentação durante a aquisição).

Realizamos, portanto, imagens planas, sendo neste caso necessária a correção da

atenuação da radiação pelas partes moles interpostas entre o rim e a câmara de cintilação<sup>(10-12,14,21,24)</sup>. A atenuação é diretamente proporcional à profundidade renal, que pode ser determinada por medidas diretas (ultra-som, cintilografia em projeção lateral, tomografia computadorizada) ou, como no presente estudo, estimada por fórmula baseada na idade, peso e altura dos pacientes<sup>(2)</sup>. Além da correção de atenuação, também foram efetuadas as correções do decaimento físico do <sup>99m</sup>Tc (devido ao intervalo entre as aquisições das imagens das seringas e dos pacientes) e a correção das contagens da radiação de fundo.

O valor de captação absoluta encontrado no presente estudo (rim direito = 21,8% ± 3,2% e rim esquerdo = 23,1% ± 3,3%) é comparável ao obtido por outros autores (Tabela 3), não se notando correlação entre este valor e a idade das crianças.

A exclusão de quatro dos 22 pacientes encaminhados foi decorrente de medidas reduzidas (três casos) ou incompletas (um caso) do "clearance" de creatinina. Considerando a história e evolução clínica dos

Tabela 3. Valores de captação absoluta renal de <sup>99m</sup>Tc-DMSA na literatura.

Autor	Método	Captação renal (um rim)	Rim direito	Rim esquerdo
Moretti <sup>(6)</sup>	Cintilografia plana		25,7% ± 2,5%	24,4% ± 2,9%
Kawamura et al. <sup>(18)</sup>	Cintilografia plana		27,8% ± 5,5%	26,2% ± 6,5%
Raynaud et al. <sup>(2)</sup>	Cintilografia plana		27,2% ± 6%	27,2% ± 4,8%
Groshar et al. <sup>(12)</sup>	SPECT		20,8% ± 4,4%	20,0% ± 4,6%
Groshar et al. <sup>(14)</sup>	SPECT	24,8% ± 3,9%		
Goodgold et al. <sup>(15)</sup>	Plana-pinhole	28,7% ± 9,9%		
Este estudo	Cintilografia plana		22,0% ± 3%	23,0% ± 3%

SPECT, "single photon emission computed tomography".

pacientes, é provável que mesmo os três casos com “clearance” reduzido sejam resultantes de coleta incompleta ou perda de parte do volume urinário, situação infelizmente freqüente na prática clínica.

## CONCLUSÃO

O estudo permitiu padronizar o método de cálculo e determinar o intervalo normal da captação renal absoluta de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA em crianças com função renal normal, sendo que  $21,8\% \pm 3,2\%$  da dose injetada foi captada pelo rim direito e  $23,1\% \pm 3,3\%$  pelo rim esquerdo.

A medida da captação renal absoluta de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA pode ser útil no acompanhamento de doenças renais, principalmente em casos com suspeita de acometimento bilateral ou em pacientes com rim único.

## REFERÊNCIAS

- Wallin L, Bajc M. Typical technetium dimercaptosuccinic acid distribution patterns in acute pyelonephritis. *Acta Paediatr* 1993;82:1061–1065.
- Raynaud C, Ricard S, Knipper M. New developments in renal physiopathology acquired using a quantitative renal functional test: the 197 Hg uptake test. *Contrib Nephrol* 1978;11:80–88.
- Rushton HG, Majd M, Chandra R, Yim D. Evaluation of  $^{99m}\text{Tc}$ -dimercaptosuccinic acid renal scans in experimental acute pyelonephritis in piglets. *J Urol* 1988;140(5 Pt 2):1169–1174.
- Stokland E, Hellström M, Jacobsson B, Jodal U, Lundgren P, Sixt R. Early  $^{99m}\text{Tc}$  dimercaptosuccinic acid (DMSA) scintigraphy in symptomatic first-time urinary tract infection. *Acta Paediatr* 1996;85:430–436.
- Jacobsson B, Nolstedt L, Svensson L, Soderlundh S, Berg U.  $^{99m}\text{Tc}$ -dimercaptosuccinic acid scan in the diagnosis of acute pyelonephritis in children: relation to clinical and radiological findings. *Pediatr Nephrol* 1992;6:328–334.
- Benador D, Benador N, Slosman DO, Nussle D, Mermillod B, Girardin E. Cortical scintigraphy in the evaluation of renal parenchymal changes in children with pyelonephritis. *J Pediatr* 1994;124:17–20.
- Conway JJ, Cohn RA. Evolving role of nuclear medicine for the diagnosis and management of urinary tract infection. *J Pediatr* 1994;124:87–90.
- Moretti JL. DMSA update. *Hospital Avicenne-Bobigny, France*, 1990;44.
- Peters AM, Jones DH, Evans K, Gordon I. Two routes for  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA uptake into the renal cortical tubular cell. *Eur J Nucl Med* 1988;14:555–561.
- Groshar D, Embon OM, Frenkel A, Front D. Renal function and technetium-99m-dimercaptosuccinic acid uptake in single kidneys: the value of *in vivo* SPECT quantitation. *J Nucl Med* 1991;32:766–768.
- Groshar D, Moskovitz B, Gorenberg M, *et al.* Quantitative SPECT of technetium-99m-DMSA uptake in the kidneys of normal children and in kidneys with vesicoureteral reflux: detection of unilateral kidney disease. *J Nucl Med* 1994;35:445–449.
- Groshar D, Frankel A, Iosilevsky G, *et al.* Quantitation of renal uptake of technetium-99m DMSA using SPECT. *J Nucl Med* 1989;30:246–250.
- Wujanto R, Lawson RS, Prescott MC, Testa HJ. The importance of using anterior and posterior views in the calculation of differential renal function using  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA. *Br J Radiol* 1987;60:869–872.
- Powers TA, Stone WJ, Grove RB, *et al.* Radionuclide measurement of differential glomerular filtration rate. *Invest Radiol* 1981;16:59–64.
- Goodgold HM, Fletcher JW, Steinhardt GF. Quantitative technetium-99m dimercaptosuccinic acid renal scanning in children. *Urology* 1996;47:405–408.
- Taylor A Jr. Quantitation on renal function with static imaging agents. *Semin Nucl Med* 1982;12:330–344.
- Kawamura J, Hosokawa S, Yoshida O. Renal function studies using  $^{99m}\text{Tc}$ -dimercaptosuccinic acid. *Clin Nucl Med* 1979;4:39–46.
- Kawamura J, Hosokawa S, Yoshida O, Fujita T, Ishii Y, Torizuka K. Validity of  $^{99m}\text{Tc}$ -dimercaptosuccinic acid renal uptake for an assessment for individual kidney function. *J Urol* 1978;119:305–309.
- Moretti JL, Meignan M, Dumery JP, Galle P, Auvert J, Lagrue G. Le dimercapto-succinate de technetium en exploration rénale Tc-99m-DMSA. *Nouv Presse Méd* 1975;4:1430.
- Murase K, Tanada S, Ishine M, Yokoyama M, Hamamoto K. Methods for measuring the renal uptake rate of  $^{99m}\text{Tc}$ -dimercaptosuccinic acid (DMSA): a comparative study. *Eur J Nucl Med* 1990;16:725–731.
- Lythgoe MF, Gradwell MJ, Evans K, Gordon I. Estimation and relevance of depth correction in paediatric renal studies. *Eur J Nucl Med* 1998;25:115–119.
- Cosgriff P, Brown H. Influence of kidney depth on the renographic estimation of relative renal function. *J Nucl Med* 1990;31:1576–1577.
- Daly MJ, Milutinovic J, Rudd TG, Phillips LA, Flalkow PJ. The normal  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA renal image. *Radiology* 1978;128:701–704.
- Nimmo MJ, Merrick MV, Allan PL. Measurement of relative renal function. A comparison of methods and assessment of reproducibility. *Br J Radiol* 1987;60:861–864.