

# Influência dos métodos de correção de atenuação na quantificação da função renal relativa em cintigrafia renal com $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA

Andreia Amaro<sup>1</sup>, H. Silva<sup>1</sup>, A. I. Santos<sup>2</sup>, Elisabete Carolino<sup>3</sup>, Tânia Vaz<sup>4</sup>, Lina Vieira<sup>4,5</sup>

1. Licenciatura em Medicina Nuclear, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa. andreamaro92@gmail.com
2. Serviço de Medicina Nuclear, Hospital Garcia de Orta, Almada.
3. Área Científica de Matemática, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.
4. Área Científica de Medicina Nuclear, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.
5. Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

**RESUMO: Introdução** – A estimativa da função renal relativa (FRR) através de cintigrafia renal (CR) com ácido dimercaptossuccínico marcado com tecnécio-99 metaestável ( $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA) pode ser influenciada pela profundidade renal (PR), atendendo ao efeito de atenuação por parte dos tecidos moles que envolvem os rins. Dado que raramente é conhecida esta mesma PR, diferentes métodos de correção de atenuação (CA) foram desenvolvidos, nomeadamente os que utilizam fórmulas empíricas, como os de *Raynaud*, de *Taylor* ou de *Tonnesen*, ou recorrendo à aplicação direta da média geométrica (MG). **Objetivos** – Identificar a influência dos diferentes métodos de CA na quantificação da função renal relativa através da CR com  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA e avaliar a respetiva variabilidade dos resultados de PR. **Metodologia** – Trinta e um pacientes com indicação para realização de CR com  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA foram submetidos ao mesmo protocolo de aquisição. O processamento foi efetuado por dois operadores independentes, três vezes por exame, variando para o mesmo processamento o método de determinação da FRR: *Raynaud*, *Taylor*, *Tonnesen*, MG ou sem correção de atenuação (SCA). Aplicou-se o teste de Friedman para o estudo da influência dos diferentes métodos de CA e a correlação de *Pearson* para a associação e significância dos valores de PR com as variáveis idade, peso e altura. **Resultados** – Da aplicação do teste de *Friedman* verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os vários métodos ( $p=0,000$ ), excetuando as comparações *SCA/Raynaud*, *Tonnesen/MG* e *Taylor/MG* ( $p=1,000$ ) para ambos os rins. A correlação de *Pearson* demonstra que a variável peso apresenta uma correlação forte positiva com todos os métodos de cálculo da PR. **Conclusões** – O método de *Taylor*, entre os três métodos de cálculo de PR, é o que apresenta valores de FRR mais próximos da MG. A escolha do método de CA influencia significativamente os parâmetros quantitativos de FRR.

*Palavras-chave: profundidade renal, cintigrafia renal ( $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA), método Raynaud, método Taylor, método Tonnesen, média geométrica.*

## Relative renal function estimate by renal scintigraphy with $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA: influence of attenuation correction methods

**ABSTRACT: Introduction** – The estimate of relative renal function (RRF) through scintigraphy with dimercaptosuccinic acid labelled with Technetium-99 metastable ( $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA) may be influenced by kidney depth (KD), due to attenuation by soft tissue surrounding the kidneys. Considering that rarely this KD is known, several methods for attenuation correction (AC) have been developed, namely those using empirical formulae, such as *Raynaud*, *Taylor* or *Tonnesen* methods, or by direct calculation of the geometric mean (GM). **Objectives** – To identify the influence of different AC methods on RRF estimate

by scintigraphy with  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA and to evaluate the respective KD variability. **Methods:** Thirty-one patients were referred for  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA scintigraphy and underwent the same acquisition protocol. Processing was performed by 2 independent operators, three times per exam, changing for the same processing the methods for the FRR determination: Raynaud's method, Taylor's method, Tonnesen's method, GM and without AC (WAC). Friedman's test was used to identify the influence of the different AC methods on RRF estimate and Pearson's correlation test was used to evaluate the association and significance between KD and the variables age, weight and height. **Results** – Friedman's test indicated that there were significant differences between methods ( $p=0.000$ ), except for WAC/Raynaud, Tonnesen/GM and Taylor/GM ( $p=1.000$ ) comparisons, for both kidneys. Pearson's test showed a strong positive correlation between weight and the three methods of KD estimation. **Conclusions** – Taylor's method, regarding the three methods of KD calculation, is the closest to GM. The choice of the attenuation correction method influences significantly the quantitative parameters of FRR.

*Keywords: kidney depth, renal scintigraphy ( $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA), Raynaud's method, Taylor's method, Tonnesen's method, geometric mean.*

## Introdução

A cintigrafia renal (CR) com ácido dimercaptossuccínico radiomarcado com tecnécio-99 metaestável ( $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA) é um método de imagem de medicina nuclear (MN) que permite o estudo da dimensão, morfologia e localização renal; a avaliação do córtex renal, nomeadamente a deteção de lesões corticais focais em contexto infeccioso (pielonefrites agudas ou sequelas/cicatrices das mesmas, de obstrução do fornecimento sanguíneo renal e/ou trauma, ou de transplante renal) e a quantificação da função renal relativa (FRR)<sup>1</sup>. A importância da quantificação deste último parâmetro pode ser coadjuvante no diagnóstico e seguimento de patologias renais unilaterais, assim como na decisão terapêutica<sup>2</sup>.

Numa abordagem quantitativa, a FRR corresponde à percentagem de radiofármaco captado por cada rim, em relação ao total de atividade captada por ambos os rins, conforme a Equação 1 exemplifica para o rim direito (RD)<sup>3</sup>.

$$FRR = RD \times 100 / (RD+RE) \quad \text{Equação 1}^3$$

Onde: RD corresponde às contagens detetadas no rim direito, RE às contagens detetadas no rim esquerdo e RD+RE são as contagens detetadas em ambos os rins, sendo que estas devem estar corrigidas pela radiação de fundo (cf. Equação 2)<sup>3</sup>.

$$\text{Contagens corrigidas} = (\text{rim-fundo}) / (Ka \times Kd) \quad \text{Equação 2}^3$$

Onde: rim designa a taxa de contagens no rim, fundo a taxa de contagens de fundo normalizadas em área, Ka o fator de correção de atenuação (CA) e Kd o fator de correção de decaimento do  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA<sup>3</sup>.

A estimativa da FRR passa pelo delineamento de regiões de interesse (ROI, *Region of Interest*), contornando cada rim e, para a redução da interferência das contagens provenientes de outros órgãos de captação ou fundo vascular,

definem-se ROI de fundo<sup>3</sup>. Além disso, a correção do decaimento radioativo do  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA deve ser realizada ( $Kd = 0,001925 \text{ min}^{-1}$ )<sup>3</sup>. Adicionalmente, torna-se necessária a CA pelos tecidos moles, dado que parte da radiação é atenuada pelas estruturas do próprio paciente que se interpoem entre o rim e o detetor da câmara gama devido à profundidade renal (PR)<sup>3-5</sup>. Deste modo, através da Equação 3, determina-se o valor de Ka.

$$Ka = e^{-(\mu \times PR)} \quad \text{Equação 3}^3$$

Onde: e é a constante de Neper, igual a 2,71;  $\mu$  corresponde ao coeficiente de atenuação dos tecidos moles, com valor médio de 0,12/cm, podendo variar entre 0,099/cm e 0,14/cm<sup>3-4</sup>.

Na CR com  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA são preferencialmente adquiridas imagens em projeção posterior (POST), mas também recomendadas imagens oblíquas posteriores<sup>6</sup>. Com o paciente em decúbito dorsal obtêm-se imagens com melhor resolução, uma vez que não só se minimizam os artefactos resultantes dos movimentos respiratórios<sup>3</sup> como também, dada a localização renal mais próxima da parede posterior do tronco, se reduz a interferência da atenuação<sup>3</sup>. Nos casos de rins pélvicos ou em ferradura, e no paciente adulto, é fundamental a aquisição de imagens nas projeções anterior (ANT) e POST para aplicação do método da média geométrica (MG) ou a aquisição de imagens na projeção lateral para CA<sup>6</sup>.

Os rins não estão situados a igual distância da superfície corporal e, perante uma diferença significativa de PR, a estimativa de FRR pode induzir a um diagnóstico incorreto ou pouco preciso se for baseada em imagens na projeção POST sem correção de atenuação (SCA)<sup>7</sup>.

## Software de processamento para correção de atenuação

A CA em CR com  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA pode ser realizada por medições diretas para obtenção do valor de PR, como a ul-

trassonografia (US), a cintigrafia na projeção lateral ou a técnica de duplo isótopo ou através de *software* de processamento<sup>7</sup>. Perante aquisições em projeções posteriores únicas, os métodos computacionais de Raynaud, Taylor ou Tonnesen efetuam a CA com base numa estimativa do valor de PR, obtida a partir de uma combinação de parâmetros facilmente medidos<sup>8</sup>. O método da MG efetua a CA através das contagens nas projeções ANT e POST, manualmente ou através de *software*, adaptados a câmaras gama de duplo detetor, constituindo um método mais personalizado para cada paciente<sup>9</sup>.

O método Raynaud é aplicado em aquisições estáticas posteriores, multiplicando o índice de função pelo fator  $e^{\mu \times PR}$ <sup>5</sup>. Para realizar a CA, a PR é calculada através da fórmula empírica (cf. Equação 4) proposta por Raynaud e Knipper.

$$PR = a + (b \times W) + (c \times H) + (e \times \text{espessura}) \quad \text{Equação 4}^{3,5}$$

Onde: PR (cm), W é a massa do paciente (Kg), H é a altura (m), e a, b, e c são constantes de acordo com a idade dos pacientes (cf. Tabela 1)<sup>3,5</sup>. O último termo da expressão é utilizado para pacientes obesos, sendo  $e=0,267$  e a espessura é a menor medida entre as superfícies da pele ANT e POST a nível do umbigo<sup>5</sup>.

$$RD: PR = 15,13 \times W/H + 0,022 \times A + 0,077 \quad \text{Equação 5}^4$$

$$RE: PR = 16,17 \times W/H + 0,027 \times A - 0,94 \quad \text{Equação 6}^4$$

Onde: W é o peso (Kg), H é a altura (cm) e A é a idade (anos)<sup>4</sup>.

O método Tonnesen é desenvolvido com base em medições obtidas por US, tendo os seus autores proposto as Equações 7 e 8 para o cálculo da PR<sup>10</sup>.

$$RD: PR = 13,3 (W/H) + 0,7 \quad \text{Equação 7}^{10}$$

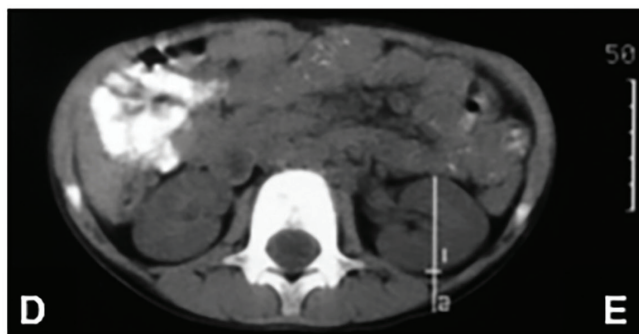
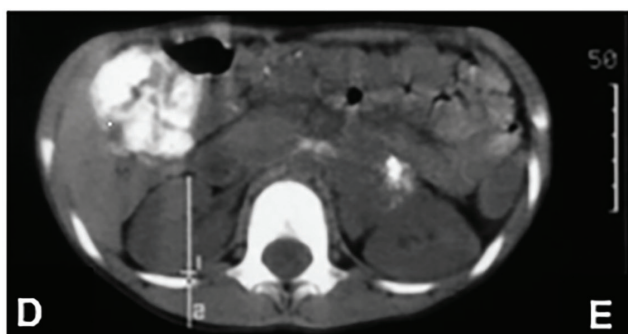
$$RE: PR = 13,2 (W/H) + 0,7 \quad \text{Equação 8}^{10}$$

Onde: W é o peso (Kg) e H é a altura (cm)<sup>10</sup>.

O método da MG efetua a CA através das contagens obtidas nas projeções ANT e POST, corrigidas para o fundo normalizado à área renal<sup>3,9</sup>. A Equação 9 traduz a fórmula de cálculo da FRR para o RD<sup>9</sup>.

$$FRR_{MG} (\%) = \frac{\sqrt{RD(POST) \times RD(ANT)}}{\sqrt{RD(POST) \times RD(ANT) + RE(POST) \times RE(ANT)}} \times 100$$

$$\text{Equação 9}^9$$



**Figura 1:** Exame de TC, em que são apresentadas as distâncias desde a superfície da pele em posterior até às superfícies anterior e posterior de cada rim, ao nível do hilo renal (adaptação<sup>7</sup>).

**Tabela 1:** Valores das constantes a, b e c, do método de Raynaud, de acordo com a faixa etária<sup>3</sup>

Idade (Anos)	a	b	c
0 – 9	+ 2,364	+ 0,083	- 0,281
9 – 19	+ 3,686	+ 0,028	- 0,248
> 19	- 1,017	+ 0,049	+ 2,198

O método Taylor tem como base a informação fornecida pela tomografia computadorizada (TC), cujo valor da distância pele-centro do rim é obtido através do valor médio das duas medições representadas na Figura 1<sup>4,7</sup>. Desta forma, os seus autores apresentam como fórmulas de estimativa da PR as representadas nas Equações 5 e 6<sup>4</sup>.

Onde: RD(ANT) e RD(POST) são as contagens corrigidas para a radiação de fundo no RD em ANT e POST, respetivamente, e RE(ANT) e RE(POST) são as contagens corrigidas para a radiação de fundo no RE em ANT e POST, respetivamente<sup>9</sup>.

O presente artigo científico tem como principais objetivos identificar a influência dos diferentes métodos de CA na quantificação da função renal e avaliar a variabilidade dos resultados de PR.

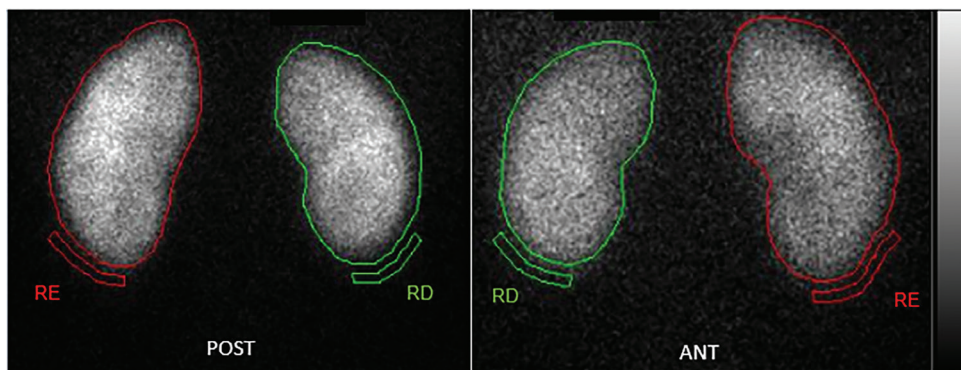
## Metodologia

Efetuiu-se um estudo retrospectivo com recurso a uma amostragem não probabilística, por conveniência<sup>11</sup>, de cintigrafias renais com <sup>99m</sup>Tc-DMSA, realizadas entre julho de 2011 e maio de 2014.

### Amostra

Trinta e um pacientes, entre 9 e 80 anos, clinicamente referenciados para realizarem CR com  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA. Constituíram critérios de inclusão: realização de CR com  $^{99m}\text{Tc}$ -

(SCA). O acesso aos parâmetros quantitativos passou pela delimitação de ROI em torno de cada rim, manualmente, e de ROI de fundo crescentes infero-externos renais<sup>14</sup>, automaticamente, utilizando a escala linear de cinzentos<sup>6</sup> (cf.



**Figura 2:** Imagens estáticas renais em posterior (à esquerda) e em anterior (à direita).

-DMSA, com protocolos de aquisição idênticos em ambas as projeções ANT e POST. Os critérios de exclusão aplicados foram: pacientes com rim único ou com comprometimento bilateral, rins pélvico ou em ferradura.

### Protocolo de aquisição e de processamento de imagem

Foram adquiridas imagens estáticas renais nas projeções ANT, POST e oblíquas posteriores, três a seis horas após a administração de 111 MBq de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA no caso de adultos e, no caso de pacientes pediátricos, seguindo a tabela da *European Association of Nuclear Medicine*<sup>12</sup>. Todos os estudos foram adquiridos com os pacientes posicionados em decúbito dorsal, numa câmara gama de duplo detetor, com colimadores de baixa energia e alta resolução; pico de energia a 140keV; janela de energia de 15% centrada no pico; matriz de 256 x 256 pixels; zoom  $\leq 2,67$ . As imagens estáticas foram adquiridas durante 10 minutos ou 300 kcontagens por imagem. Imediatamente antes do exame, os pacientes efetuaram esvaziamento vesical.

O processamento das imagens foi efetuado com recurso à estação de processamento Xeleris<sup>®</sup> TM 1.0628 (*Xeleris Functional Imaging Workstation*), da *GE Medical Systems*, através da ferramenta *Renal DMSA Uptake Analysis*<sup>13</sup>. O tratamento dos exames foi efetuado por dois operadores independentes, três vezes por exame, variando para o mesmo processamento o método de determinação da FRR: Raynaud, Taylor, Tonnesen, MG ou sem correção de atenuação

(Figura 2).

### Análise estatística

Para o tratamento estatístico dos dados recorreu-se ao *software Statistical Package for the Social Sciences*, versão 21<sup>15</sup>. Aplicou-se a estatística descritiva para caracterizar os pacientes da amostra em estudo, nomeadamente média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mediana e amplitude interquartil (IQR). Aplicou-se também o teste não paramétrico de Friedman para a comparação dos resultados de FRR, uma vez que o pressuposto de normalidade não se verificou<sup>11</sup>. Além disso, utilizou-se a correlação de Pearson para o estudo da relação das variáveis idade, peso e altura com os valores de PR obtidos por cada método<sup>11</sup>. Os resultados são considerados estatisticamente significativos para valores de  $p < 0,05$ <sup>11</sup>.

### Resultados

A Tabela 2 apresenta dados estatísticos descritivos referentes a características dos pacientes em estudo, sob a forma de média, DP, CV, mediana e IQR. Constatam-se três tipos de dispersão: elevada para a variável idade (CV=68%), moderada para a variável peso (CV=26,2%) e baixa para a variável altura (CV=7,3%). Verifica-se que 50% dos valores centrais de idade, de peso e de altura estão inseridos num intervalo com amplitude 43,5 anos, 19,5 Kg e 11cm, respetivamente. De entre as três variáveis, a idade é a que apresenta maior variabilidade na amostra, dado o valor de IQR superior.

**Tabela 2:** Características dos pacientes que integram a amostra em estudo

Variável	Média ± DP	CV (%)	Mediana	Amplitude Interquartil
Idade (anos)	34,9 ± 23,7	68,0	26	43,5
Peso (Kg)	63,6 ± 16,6	26,2	60	19,5
Altura (cm)	163,1 ± 11,9	7,3	162	11

A Tabela 3 evidencia a variabilidade dos resultados de PR obtidos através dos métodos Raynaud, Taylor e Tonnesen. O método Taylor apresenta médias de PR mais elevadas (RE=6,252; RD=6,605), assim como CV superiores

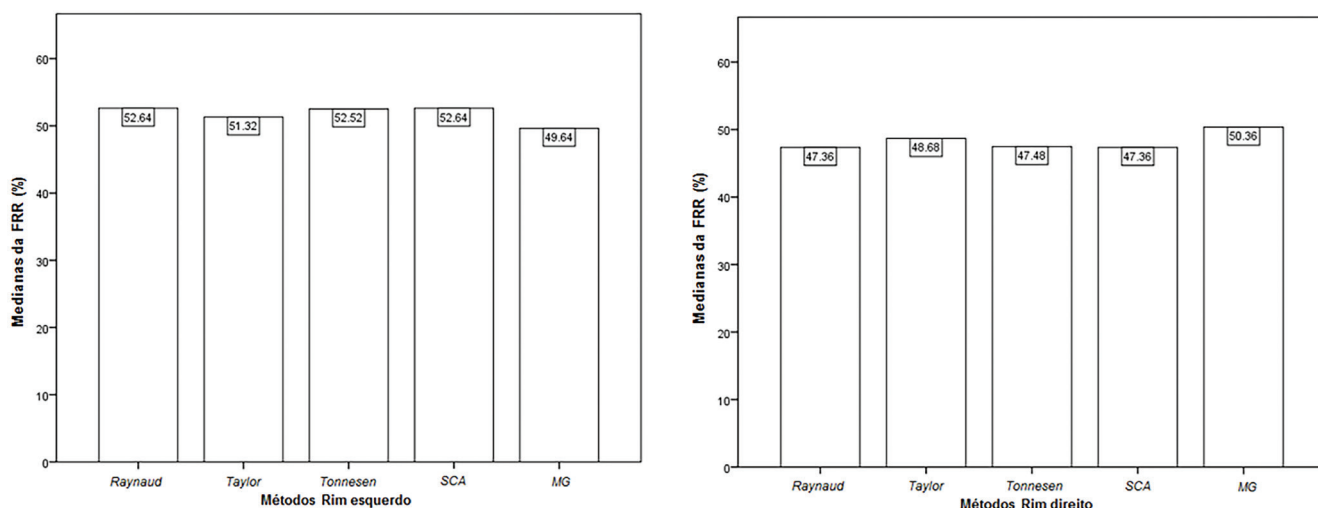
Os resultados percentuais de FRR diferem consoante o método de CA utilizado (cf. Figura 3). O método da MG apresenta o valor de FRR inferior (49,64%) e superior (50,36%) para o RE e RD, respetivamente. O método de Raynaud e

**Tabela 3:** Valores de profundidade renal obtidos para os métodos Raynaud, Taylor e Tonnesen para os rins esquerdo e direito

Método de CA	Valores de PR (cm)					
	Média		DP		CV (%)	
	RE	RD	RE	RD	RE	RD
Raynaud	5,512	5,512	0,878	0,878	15,94	15,94
Taylor	6,252	6,605	1,623	1,484	25,97	22,47
Tonnesen	5,803	5,841	1,039	1,046	17,90	17,91

(RE=25,97; RD=22,47). O método Raynaud revela valores de PR iguais para ambos os rins ( $PR_{RE} = PR_{RD} = 5,512$ cm). O método Tonnesen apresenta valores intermédios de PR (RE=5,803; RD=5,841).

SCA apresentam os menores (47,36%) e maiores (52,64%) valores de FRR para o RE e RD, respetivamente. O método Tonnesen mantém uma posição intermédia relativamente aos restantes métodos, através dos resultados obtidos de FRR (RE=52,52; RD=47,48).

**Figura 3:** Mediana dos valores percentuais de FRR em função do método utilizado para o RE (esquerda) e para o RD (direita).

A influência dos diferentes métodos de CA na quantificação renal foi estudada pela aplicação do Teste de Friedman, verificando-se, para o RE, diferenças estatisticamente significativas entre os vários métodos utilizados ( $\chi^2_{F(4)} = 69,324$ ;  $p=0,000$ ), assim como para o RD ( $\chi^2_{F(4)} = 79,322$ ;  $p=0,000$ ), excetuando, em ambos os rins, as comparações SCA/Raynaud, Tonnesen/MG e Taylor/MG ( $p=1,000$ ) (cf. Tabela 4).

**Tabela 4:** Comparações múltiplas obtidas através do teste de Friedman

Comparação de métodos	Valor de p	
	FRR RE	FRR RD
SCA/Raynaud	1,000	1,000
SCA/Tonnesen	0,002*	0,001*
SCA/MG	0,000*	0,000*
SCA/Taylor	0,000*	0,000*
Raynaud/Tonnesen	0,023*	0,002*
Raynaud/MG	0,000*	0,000*
Raynaud/Taylor	0,000*	0,000*
Tonnesen/MG	1,000	1,000
Tonnesen/Taylor	0,038*	0,038*
Taylor/MG	1,000	1,000

\*Diferenças estatisticamente significativas, ao nível de significância de 5%.

Aplicou-se a correlação de Pearson para relacionar as variáveis idade, peso e altura com a PR (cf. Tabela 5). A variável idade correlaciona-se positivamente com todos os métodos, sendo esta estatisticamente significativa para os métodos Taylor, Raynaud e Tonnesen para ambos os rins. Relativamente à variável peso, verifica-se uma correlação forte positiva com todos os métodos de cálculo da PR, evidenciando-se o método Tonnesen com maior valor de coeficiente de correlação de Pearson ( $r=0,974$ ;  $p=0,000$ ) para ambos os rins. Quanto à variável altura, observa-se uma correlação moderada positiva com todos os métodos, sendo o método de Tonnesen o que apresenta maior correlação ( $r=0,599$ ;  $p=0,000$ ) para ambos os rins.

**Tabela 5:** Coeficiente de correlação de Pearson obtido entre a associação dos valores de profundidade renal as variáveis idade, peso e altura

Métodos PR		Variáveis			
		Idade	Peso	Altura	
Raynaud	RE	r	,478**	,859**	,576**
		Valor p	,007	,000	,001
	RD	r	,478**	,859**	,576**
		Valor p	,007	,000	,001
Taylor	RE	r	,688**	,888**	,527**
		Valor p	,000	,000	,002
	RD	r	,657**	,903**	,538**
		Valor p	,000	,000	,002
Tonnesen	RE	r	,374*	,974**	,599**
		Valor p	,038	,000	,000
	RD	r	,375*	,974**	,599**
		Valor p	,037	,000	,000

\* Correlação significativa se  $p < 0,05$ .

\*\* Correlação significativa se  $p < 0,01$ .

## Discussão dos resultados

Os valores de PR obtidos pelo método Tonnesen são inferiores comparativamente ao método Taylor (cf. Tabela 3), dado que, e de acordo com a literatura, as equações de Tonnesen tendem a subvalorizar os valores de PR por se basearem em medições US, obtidas num ângulo oblíquo POST na posição de sentado<sup>4,8</sup>. Como as imagens em CR são normalmente realizadas na posição de decúbito dorsal, Taylor constitui o método preferencial de medição da PR, baseado em medições TC de abdómen efetuadas com o mesmo posicionamento<sup>7</sup>. O método Taylor é o que apresenta médias de PR mais elevadas e CV superiores (cf. Tabela 3), cuja maior dispersão pode traduzir uma maior precisão deste método, representativa da heterogeneidade da amostra em estudo (pacientes entre 9 e 80 anos).

Verifica-se, para todos os métodos, que os resultados de PR obtidos são influenciados pelas fórmulas que têm por base, exemplificando para Raynaud que revela PR iguais para o RE e RD (cf. Tabela 3), características da equação de cálculo que é comum aos dois rins (cf. Equação 4). Em consequência, obtiveram-se valores de FRR mais díspares entre os RE e RD para o mesmo método (cf. Figura 3).

Os métodos Taylor e MG apresentam valores de FRR próximos (cf. Figura 3) devido, como supracitado, ao igual posicionamento do paciente em ambas as técnicas. Embora os valores de FRR da MG não difiram estatisticamente dos

obtidos por Taylor e Tonnesen (*cf.* Tabela 4), o mesmo não se verifica para Raynaud que, além disso, não apresenta diferenças estatísticas do SCA. Deste modo, induzem-se melhores estimativas de FRR a partir das fórmulas Tonnesen e Taylor, i.e., resultados mais próximos dos obtidos pela MG, um método de CA independente da PR<sup>7</sup>. Ainda assim, as diferenças estatisticamente significativas entre os métodos Tonnesen e Taylor podem ser explicadas pelos distintos métodos em que se baseiam as suas fórmulas.

A forte correlação da variável idade com os valores de PR obtidos pelo método Taylor (*cf.* Tabela 5) pode explicar-se pelas suas equações baseadas na idade específica do paciente (*cf.* Equações 5 e 6), comparativamente com as fórmulas de Raynaud que têm em conta escalões etários (*cf.* Tabela 1). Consequentemente, a fraca correlação entre a idade e a PR obtida pelo método Tonnesen traduz-se pela ausência dessa variável nas suas fórmulas (*cf.* Equações 7 e 8). Além disso, verifica-se que em todos os métodos de cálculo da PR, para ambos os rins, quanto maior o peso e a altura maior o valor de PR. Em síntese, apesar de todas as correlações serem significativas (*cf.* Tabela 5), são os valores de PR obtidos por Tonnesen que apresentam a correlação mais forte com as variáveis peso e altura, considerando-se este o método mais adequado para a estimativa da PR. Todavia, para efeitos de CA em CR, esta estimativa é afetada pelo posicionamento do paciente em US na qual se baseiam as suas fórmulas, como supracitado.

Deste modo, na ausência de projeção ANT que possibilite o cálculo da MG e na presença de projeção POST única, considera-se Taylor o método de eleição para a estimativa da PR e consequente CA.

A investigação efetuada corroborou os objetivos do estudo, concluindo-se que as diferenças significativas de FRR verificadas entre os métodos SCA/Taylor e SCA/Tonnesen e a ausência dessa diferença entre SCA/Raynaud justificam a importância do cálculo de PR para CA. Além disso, atendendo aos valores de FRR, verificam-se diferenças estatisticamente significativas (*cf.* Tabela 4) e maior disparidade dos valores de mediana (*cf.* Figura 3) entre MG e SCA, salientando-se a importância da MG como método de escolha na prática clínica. Esta efetua a CA através das contagens obtidas nas projeções ANT e POST, sem necessidade de estimativa da PR que, como verificado, pode influenciar significativamente o valor de FRR.

Em futuras investigações propõe-se a aplicação do mesmo estudo em amostras representativas das faixas pediátrica e adulta, avaliando a influência dos diferentes métodos de CA nestes grupos específicos. Além disso, propõe-se um estudo cuja amostra detenha valores de PR fornecidos por técnicas como TC ou US do próprio paciente para comparação. Como futuras aplicações sugere-se a conjugação dos métodos Taylor e Tonnesen numa só fórmula de cálculo de PR para CA.

## Conclusão

Os resultados demonstram que a escolha do método de

CA com base no cálculo da PR (Raynaud, Taylor ou Tonnesen) tem impacto na estimativa da FRR. Caso se pretenda utilizar um destes, o de Taylor, por apresentar valores de FRR mais próximos da MG, é o método de eleição para a estimativa da PR e consequente CA.

A seleção do método de CA tem influência na estimativa da FRR pela variabilidade dos resultados de PR observados neste estudo, pelo que deve ser escolhido em função de variáveis que na rotina diária podem ser determinantes na avaliação clínica do doente.

## Referências bibliográficas

1. Shackett P. Nuclear medicine technology: procedures and quick reference. 2nd ed. New York: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. ISBN 9780781774505
2. Fommei E, Volterrani D. Renal nuclear medicine. *Semin Nucl Med.* 1995;25(2):183-94.
3. Ono CR, Sapienza MT, Machado BM, Pahl MM, Liberto Jr WP, Okamoto MR, et al. Padronização do método para cálculo da captação renal absoluta do <sup>99m</sup>Tc-DM-SA em crianças [Standardization of a method to calculate absolute renal uptake of <sup>99m</sup>Tc-DMSA in children]. *Radiol Bras.* 2006;39(1):33-8. Portuguese
4. Inoue Y, Yoshikawa K, Suzuki T, Katayama N, Yokoyama I, Kohsaka T, et al. Attenuation correction in evaluating renal function in children and adults by a camera-based method. *J Nucl Med.* 2000;41(5):823-9.
5. Argenta J, Brambilla CR, Silva AM. Correção de atenuação em aquisições renais com <sup>99m</sup>Tc-DMSA: comparação entre os métodos de Raynaud e da média geométrica [Attenuation correction for renal scintigraphy with <sup>99m</sup>Tc-DMSA: analysis between Raynaud and the geometric mean methods]. *Rev Bras Física Méd.* 2010;4(1):75-8. Portuguese
6. Piepsz A, Colarinho P, Gordon I, Hahn K, Olivier P, Roca I, et al. Guideline on <sup>99m</sup>Tc-DMSA scintigraphy in children. *Eur J Nucl Med.* 2001;28(3):BP37-41.
7. Lythgoe MF, Gradwell MJ, Evans K, Gordon I. Estimation and relevance of depth correction in paediatric renal studies. *Eur J Nucl Med.* 1998;25(2):115-9.
8. Taylor A, Lewis C, Giacometti A, Hall EC, Barefield KP. Improved formulas for the estimation of renal depth in adults. *J Nucl Med.* 1993;34(10):1766-9.
9. Yapar AF, Aydin M, Reyhan M, Yapar Z, Sukan A. The conditions for which the geometric mean method revealed a more accurate calculation of relative renal function in <sup>99m</sup>Tc-DMSA scintigraphy. *Nucl Med Commun.* 2005;26(2):141-6.
10. Lima MC, Ramos CD, Brunetto SQ, Lima ML, Ferreira U, Etchebere EC, et al. Estimation of absolute renal uptake with technetium-99m dimercaptosuccinic acid: direct comparison with the radioactivity of nephrectomy specimens. *Sao Paulo Med J.* 2008;126(3):150-5.
11. Velosa SF, Pestana DD. Introdução à probabilidade e à estatística. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian;

2008. ISBN 9789723111507
12. Lassmann M, Biassoni L, Monsieurs M, Franzius C, Jacobs F. The new EANM paediatric dosage card. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2007;34(5):796-8.
  13. Renal DMSA uptake analysis operator guide. Milwaukee: GE Medical Systems; 2003.
  14. Sousa E, Carapinha MJ, Lucena F, Vaz T, Vieira L. Impact of the background region of interest in the relative renal function. In Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine, Birmingham (UK), October 15-19, 2011 [cited 2014 Jul 13]. Available from: <http://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/212>
  15. Guimarães JB. Análise estatística utilizando o SPSS: guia prático de comandos. Salvador, BA: Autor; s.d.

Artigo recebido em 13.10.2014 e aprovado em 03.02.2015