

## Cálculo de Kt/V em hemodiálise: comparação entre fórmulas

Calculation of Kt/V in haemodialysis: a comparison between the formulas

### Autores

Guilherme Breitsameter<sup>1</sup>  
Ana Elizabeth Figueiredo<sup>2</sup>  
Daiana Saute Kochhann<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidade de Hemodiálise do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – HSL-PUC/RS; Unidade de Hemodiálise do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

<sup>2</sup>Unidade de Hemodiálise do HSL-PUC/RS; Faculdade de Enfermagem, Nutrição e Fisioterapia – FAENFI-PUC/RS.

<sup>3</sup>Clinirrim – Clínica de Doenças Renais de Porto Alegre, Brasil.

Data de submissão: 04/04/2011  
Data de aprovação: 20/10/2011

### Correspondência para:

Guilherme Breitsameter  
Avenida João Carlos Bertussi da Silva, 115  
Jardim Itu Sabará  
Porto Alegre – RS – Brasil  
CEP 91220-270  
E-mail: guilhermebreit@hotmail.com

O referido estudo foi realizado no HSL-PUC/RS.

Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse.

### RESUMO

**Introdução:** A qualidade da diálise oferecida aos pacientes em diálise pode ser mensurada pelo Kt/V, o qual pode ser calculado de diversas maneiras. **Objetivo:** Comparar os resultados de Kt/V obtidos por meio das fórmulas de Lowrie (L) e de Daugirdas (D) com os resultados mensurados pelo monitor de *clearance on-line* – *Online Clearance Monitor* (OCM). **Método:** Estudo observacional transversal com 59 pacientes em hemodiálise (HD). Os dados foram coletados na mesma sessão de diálise: (ureia pré-diálise e pós-diálise) e o resultado de Kt/V foi obtido pelo OCM da máquina Fresenius 4008S (Fresenius Medical Care AG, Bad Homburg, Alemanha). **Resultado:** Foram analisadas 95 sessões, em que prevaleceu o sexo masculino, 56% (33), com idade média de 57 + 14 anos. A hipertensão arterial com 42% (25), diabetes com 12% (7) e glomerulonefrite com 8% (5) foram as causas mais frequentes da doença renal crônica (DRC). O Kt/V médio obtido pela fórmula de L, de D e pelo OCM foi de 1,31; 1,41 e 1,32, respectivamente. A comparação entre as fórmulas de L e D mostra que há diferença estatística  $p = 0,008$  com a correlação de Pearson de 0,950. Entre D e OCM a diferença também é significativa:  $p = 0,011$  e  $r = 0,346$ , provavelmente devido a perda convectiva, avaliada pela equação de D e não observadas por OCM e L. A comparação entre L e OCM não foi significativa  $p = 0,999$  e  $r = 0,577$ . **Conclusão:** Os dados sugerem que o OCM pode ser utilizado como um norteador para ajuste da dose de diálise em tempo real.

**Palavras-chave:** Diálise. Insuficiência Renal Crônica. Controle de Qualidade.

### ABSTRACT

**Introduction:** The quality of delivered dialysis can be measured by the Kt/V ratio, which can be calculated in various ways. **Objective:** To compare the Kt/V ratio obtained with the formulas of Lowrie (L) and Daugirdas (D) with the results measured by an Online Clearance Monitor (OCM). **Method:** Observational, cross-sectional study of 59 patients on hemodialysis (HD). Data were collected in the same dialysis session (predialysis and postdialysis urea) and Kt/V was calculated by the OCM of the Fresenius 4008S machine (Fresenius Medical Care AG, Bad Homburg, Germany). **Results:** A total of 95 sessions were assessed, with a predominance of males 56% (33), and a sample mean age of 57 + 14 years. Hypertension (42%;  $n = 25$ ), diabetes (12%;  $n = 7$ ) and glomerulonephritides (8%;  $n = 5$ ) were the most frequent causes of chronic kidney disease (CKD). Mean Kt/V values obtained with the L and D formulas and the OCM were 1.31, 1.41 and 1.32, respectively. Comparison between the L and D formulas showed a statistically significant difference ( $p = 0.008$ ), with a Pearson's correlation of 0.950. The difference between the D formula and the OCM was also significant ( $p = 0.011$  and  $r = 0.346$ ), probably due to convective loss, estimated by the D formula but not by the OCM and L formula. The difference between the L formula and the OCM was not significant ( $p = 0.999$  and  $r = 0.577$ ). **Conclusion:** These data suggest that the OCM can be used as a guide to the real-time adjustment of the dialysis dose.

**Keywords:** Dialysis. Renal Insufficiency, Chronic. Quality Control.

## INTRODUÇÃO

A incidência e a prevalência da doença renal crônica (DRC) têm aumentado progressivamente a cada ano, em proporções alarmantes.<sup>1</sup>

Numerosos estudos vêm demonstrando a correlação entre dose de hemodiálise (HD) e a morbimortalidade de pacientes, dessa forma, para estimar se pacientes com DRC em HD recebem tratamento adequado, a dose de HD deve ser mensurada. Sinais clínicos e sintomas são muito importantes, mas não são indicadores suficientes da dose da diálise.<sup>2</sup>

As seguintes fórmulas são usadas para quantificar a dose de diálise: taxa de redução de ureia (URR), Kt/V *single-pool* (spKt/V) e Kt/V equilibrado (eKt/V). Na fórmula do Kt/V, o (K) é a depuração de ureia do dialisador, multiplicada pelo tempo de tratamento (t) e dividido pelo volume de distribuição de ureia do paciente (V). O K depende do tamanho do dialisador, da taxa de fluxo de sangue e do fluxo do dialisato. O t normalmente fica entre 3 e 4 horas (180-240 min por sessão de diálise), mas pode ser ajustado. O volume de distribuição de ureia do paciente (V) é de, aproximadamente, 55% do seu peso corporal e pode ser mais precisamente estimado por meio de uma equação antropométrica, a qual leva em consideração: gênero, idade, altura e peso do indivíduo (por exemplo: equação de Watson).<sup>3,4</sup>

A dose padrão adequada de HD é estimada para os pacientes que são submetidos a três sessões por semana. A adequacidade de diálise é fixada pelas diretrizes do *National Kidney Foundation Disease Outcomes Quality Initiative* (NKF-DOQI), a qual recomenda que se mantenha um spKt/V maior que 1,2.<sup>2</sup>

Um método aprovado pelo DOQI, que pode ser utilizado para calcular o Kt/V, é a equação de Daugirdas (1996):  $spKt/V = -\ln(R - 0,008 \times t) + (4 - 3,5 \times R) \times 0,55 \times UF/V$ . Em que: R é pré-ureia/pós-ureia, t é a duração da sessão em horas,  $-\ln$  é o logaritmo natural negativo, UF é a perda de peso em quilogramas e V é o volume de distribuição de ureia antropométrico em litros, que pode ser calculado utilizando a equação de Watson ou simplesmente estimando como  $0,55 \times$  peso pós-diálise.<sup>3,4</sup> Outra opção é o método de Lowrie, de 1983:  $Kt/V = \ln$  pré-ureia/pós-ureia.<sup>5</sup>

Tem sido recomendado, pelas diretrizes do NKF-DOQI e nacionais, que, pelo menos uma vez por mês, deve ser feito o controle da dose de diálise, por meio de amostras de sangue.<sup>2</sup> No entanto, atualmente, há máquinas de diálise que oferecem um monitor *on-line* da eficiência da diálise e mostram o Kt/V em tempo real na tela. Monitores de *clearance on-line* (OCM)

mensuram a diferença de condutividade entre o líquido de diálise entrando e saindo do dialisador por meio da diferença de concentração eletrolítica. Essa mensuração é usada para calcular o dialisante iônico, o qual é muito próximo ao *clearance* efetivo de ureia, desde que o fluxo de dialisante, o fluxo de sangue e a composição eletrolítica do sangue estejam constantes durante o intervalo de mensuração, sendo uma ferramenta fácil e com baixo custo. Esse método é baseado em que o *clearance* de sódio é igual ao de ureia.<sup>2,6</sup>

É pouco provável que esse método não invasivo de verificação de Kt/V substituirá as rotinas de amostras de sangue, no entanto, os OCMs são uma oportunidade de monitorar pacientes instáveis, mais efetivamente em relação à qualidade de diálise, verificando o Kt/V ao final de cada sessão de diálise e identificando problemas rapidamente, tendo a oportunidade de resolvê-los precocemente.<sup>7</sup>

Portanto, o objetivo deste estudo é comparar os resultados de Kt/V obtidos por meio da fórmula de Lowrie aos obtidos pela fórmula de Daugirdas e esta com os resultados mensurados pelos OCMs das máquinas de HD.

## MÉTODO

Estudo transversal de caráter observacional com abordagem quantitativa. A pesquisa foi desenvolvida no Serviço de Hemodiálise do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (HSL-PUC/RS).

A amostra foi constituída por todos os pacientes renais crônicos em HD no serviço de hemodiálise do HSL-PUC/RS, tendo como critério de exclusão pacientes menores de 18 anos.

A coleta de dados foi realizada por meio dos resultados dos exames laboratoriais e do resultado de Kt/V obtido nas máquinas de HD Fresenius 4008S (Fresenius Medical Care AG, Bad Homburg, Alemanha) equipadas com monitor de *clearance on-line*, no mesmo dia da coleta do sangue. O fluxo de dialisato padrão, em todas as máquinas, foi de 500 mL/min. Foram feitas duas coletas de cada paciente, as quais foram realizadas na segunda sessão de diálise, da primeira semana do mês, por dois meses.

As coletas de sangue enviadas ao laboratório foram realizadas em dois momentos: no primeiro minuto de diálise, foi obtida uma amostra de sangue da linha arterial do sistema extracorpóreo (amostra pré-diálise); a segunda amostra, foi colhida assim que completado o tempo de diálise prescrito. Foi reduzido o fluxo da bomba de sangue para menos de 100 mL/min, por dois

minutos, conforme protocolo da unidade. Só, então, a amostra foi retirada da linha arterial (amostra pós-diálise).

Os dados coletados para o cálculo do Kt/V foram: peso seco, ganho de peso entre as sessões, altura, idade, sexo, fluxo de sangue e hematócrito.

Foi utilizada estatística descritiva, e variáveis categóricas, descritos como frequências e porcentagens. As variáveis contínuas foram descritas como média e desvio padrão, quando com distribuição normal. A comparação entre as fórmulas foi feita por meio da análise de variância (ANOVA), com identificação das diferenças pelo teste de Bonferroni, com significância:  $p < 0,05$ . O procedimento estatístico foi realizado por meio da utilização do programa *Statistical Package for the Social Sciences versão 17.0* (SPSS).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do HSL-PUC/RS, com o número de protocolo 10/05098.

## RESULTADO

Foram analisadas 95 sessões de HD, de um total de 59 pacientes, sendo que 95% das sessões de HD foram de 4 horas.

As variáveis clínicas e demográficas da amostra estudada estão apresentadas na Tabela 1. A Tabela 2 apresenta a distribuição dos pacientes conforme a doença de base.

A ANOVA entre as fórmulas mostrou uma diferença estatisticamente significativa com  $p = 0,003$ . A média dos resultados de Kt/V obtidos pela fórmula de Lowrie, por meio de amostras de sangue, foi de 1,31 ( $\pm 0,24$ ). E a média dos resultados de Kt/V, por meio da fórmula de Daugirdas, segunda geração, foi de 1,41 ( $\pm 0,26$ ). Existe diferença estatística entre esses dois resultados  $p = 0,008$ , no entanto, podemos dizer que as fórmulas têm uma boa correlação de Pearson de 0,950 ( $p < 0,000$ ).

A média dos resultados de Kt/V obtidos pela fórmula de Daugirdas, segunda geração, por meio de amostras de sangue, foi de 1,41 ( $\pm 0,26$ ). E a média dos resultados de Kt/V obtidos de maneira não invasiva pelos OCMs foi de 1,32 ( $\pm 0,30$ ). Comparando o resultado do Kt/V obtido pela fórmula de Daugirdas aos resultados obtidos pelos OCMs, observou-se significância estatística relevante com  $p$  de 0,011 e uma baixa correlação de Pearson de 0,346 ( $p < 0,001$ ).

Comparando os resultados de Kt/V obtidos pela fórmula de Lowrie e os OCMs, não apresentaram significância estatística ( $p = 0,999$ ) e apresentaram uma adequada correlação de Pearson 0,577.

## DISCUSSÃO

No presente estudo, o sexo masculino foi predominante, com 56% da amostra, resultado similar a outros estudos, assim como a média de idade.<sup>8</sup> Esses resultados estão de acordo com o Censo da Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN) de 2010, o qual mostra que 57% da população brasileira em HD pertence ao sexo masculino, sendo este um fator de risco para a doença. O mesmo refere que 35,2% da população em diálise têm como principal etiologia a hipertensão, seguido por diabetes *mellitus* (DM), em 27,5% dos casos.<sup>1,9</sup>

Este estudo observou que a hipertensão arterial sistêmica (HAS) também apareceu como principal doença de base, com 42%, seguido de DM, com 12%, glomerulonefrites com 8% e rins policísticos, com 7%. Em um estudo prévio realizado no Sul do país, a HAS foi a etiologia da DRC em 36,7% dos

**Tabela 1** VARIÁVEIS CLÍNICAS E DEMOGRÁFICAS DA AMOSTRA ESTUDADA (n = 59)

Variável	Sumário
Sexo Masculino (n) %	33 (56)
Idade (anos)	57 $\pm$ 14
Média de ganho de peso entre as sessões de diálise (kg)	2,4 $\pm$ 1,0
Peso seco (kg)	69,2 $\pm$ 15,4
Altura (m)	1,6 $\pm$ 0,9
Fluxo de sangue (mL/min)	293,7 $\pm$ 28,4
Fluxo de dialisado (mL/min)	500
Tempo de diálise (h)	3,9 $\pm$ 0,3
Hematócrito (%)	32,9 $\pm$ 4,9

Fonte: Dados coletados pelo pesquisador.

Nota: Os dados são apresentados como média,  $\pm$  desvio padrão, frequência, número absoluto e percentual.

**Tabela 2** DOENÇAS DE BASE DOS PACIENTES ESTUDADOS (n = 59)

Doença de Base	n (%)
Hipertensão	25 (42)
Diabetes Mellitus	7 (12)
Glomerulonefrites	5 (8)
Rins Policísticos	4 (7)
Outras Patologias	11 (19)
Não citada	7 (12)

Fonte: Dados coletados pelo pesquisador.

Nota: Os dados são apresentados em número absoluto e percentual

casos, enquanto nefropatia diabética representou 31,4% destes.<sup>8</sup>

A média do hematócrito dos pacientes estudados ficou em 32,9%. Resultado que equivale a hemoglobina (Hb) de 11, levemente abaixo do recomendado pela literatura. Outro estudo realizado em Porto Alegre, porém em outro centro de diálise, apresentou resultados de hematócrito muito próximos (média de 33,5%).<sup>10</sup> No entanto, as *guidelines* da *Renal Association* UK recomendam manter a Hb entre 10 e 12 nos pacientes com DRC, estágio 4 e 5, recebendo agentes estimulante da eritropoiese.<sup>11</sup>

Pesquisas revelam que ganho de peso acima de 2,5 kg se associaram tanto com a elevação da pressão arterial sistólica (PAS) quanto da pressão arterial diastólica (PAD) pré-dialítica.<sup>12</sup> Os pacientes estudados apresentaram uma média de ganho de peso interdialítico de 2,4 kg ( $\pm 1,03$ ).

A dose de diálise é um dos marcadores da qualidade de diálise. Em vista disso, é fundamental conhecer a dose de diálise real que está sendo oferecida para o paciente em cada sessão.<sup>2</sup> Conforme os *guidelines* do DOQI, os valores mínimos recomendados, para três sessões por semana, devem ser um Kt/V maior que 1,2.<sup>2</sup>

Em relação aos resultados obtidos de Kt/V, estão, em média, dentro do preconizado pelas diretrizes, sendo de 1,31 ( $\pm 0,24$ ) para Lowrie, 1,41 ( $\pm 0,35$ ) para Daugirdas e 1,32 ( $\pm 0,29$ ) para OCM. Houve diferença estatística significativa entre os resultados de Kt/V obtidos pela fórmula de Daugirdas e os resultados obtidos pela fórmula de Lowrie, e, também, quando comparada com o OCM.

Em um trabalho espanhol, observou-se que a concordância entre o Kt/V de Daugirdas ao Kt/V de outras fórmulas é diversa. O resultado obtido pelo Kt/V de Daugirdas possui um valor superestimado em relação ao Kt/V de Lowrie. Sendo assim, os autores do estudo trouxeram a informação de um critério proposto pelo K/DOQI, em 1997, em que considera-se uma diálise adequada aquela que apresenta um valor de Kt/V de Daugirdas igual ou superior a 1,2 ou um Kt/V obtido pela fórmula de Lowrie igual ou superior a 1,0.<sup>6</sup>

Provavelmente, isso ocorre porque a equação de Daugirdas inclui a perda convectiva, isto é, o delta peso dividido pelo volume de distribuição.<sup>3</sup> Já as equações de Lowrie e OCM avaliam apenas a perda difusional. A correlação fraca entre OCM e Daugirdas provavelmente pode ser atribuída à diferença no tipo de transporte difusional. O Kt/V pelo OCM é difusional, enquanto Daugirdas representa o transporte convectivo. As fórmulas de Lowrie e

OCM apresentaram boa correlação, possivelmente, pela similaridade do mecanismo de transporte que avaliam (difusional).

Em outro trabalho, realizado na Espanha, foi comparado o Kt/V mensurado pelo OCM e o Kt/V mensurado pela fórmula de Daugirdas (segunda geração), porém foram analisadas sessões de hemodiafiltração (HDF) em pacientes crônicos. Foi observada uma boa correlação entre os resultados de Kt/V:  $r = 0,952$ . Com valores de Kt/V médios por sessão:  $1,49 + 0,54$  e  $1,74 + 0,58$  para OCM e Daugirdas, respectivamente.<sup>13</sup> A diferença encontrada no Kt/V, em relação ao estudo espanhol, pode ser atribuída à hemofiltração, que apresenta maior perda convectiva, em parte determinada pelo fluxo de dialisato (800 mL/min), ultrafiltrado, fluxo de sangue e tempo do procedimento.<sup>13</sup> Enquanto o padrão de fluxo de dialisato no presente estudo é de 500 mL/min, e foram avaliadas apenas sessões de HD.

O Kt/V é um dado de muita importância para avaliar a qualidade e a adequação do tratamento dialítico. Cada uma das fórmulas possui particularidades relevantes, a fórmula de Lowrie é simples, de fácil entendimento e de grande aceitação. A fórmula de Daugirdas, amplamente utilizada, mesmo sendo mais complexa, pontua informações individualizadas do paciente, como: altura, peso, fluxo de sangue. Esses dados também estão presentes nas máquinas que calculam o Kt/V, porém com uma grande vantagem que as outras duas fórmulas não apresentam, o valor é dado em tempo real, facilitando a verificação, para que as intervenções a fim de aumentar esse indicador sejam feitas o mais rápido possível.

## CONCLUSÃO

Os dados sugerem que existe diferença estatística significativa entre os resultados encontrados pela fórmula de Daugirdas quando comparada com Lowrie e OCM.

Este estudo demonstrou que essas fórmulas podem apresentar resultados diferentes, no entanto, existe boa correlação entre elas. O importante é não comparar resultados obtidos com fórmulas diferentes, ou apontar qual fórmula é a melhor, e sim estipular o padrão para a fórmula em uso. Confirmando que o OCM é uma ferramenta prática, disponível, que pode ser usada diariamente, complementando as demais fórmulas em busca da adequação da diálise e em benefício do paciente. Lembrando sempre que a clínica do paciente é soberana a qualquer fórmula e será o guia para a adequação da diálise.

## REFERÊNCIAS

1. Barros E, *et al.* Nefrologia: rotinas, diagnóstico e tratamento. 3a ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
2. National Kidney Foundation NKF/DOQI. Clinical practice guidelines and clinical practice recommendations, 2006 updates hemodialysis adequacy, peritoneal dialysis adequacy, vascular access. *Am J Kidney Dis* 2006;48(Suppl):S1.
3. Daugirdas JT, *et al.* Prescrição de hemodiálise crônica: uma abordagem da cinética da uréia. In: Daugirdas JT, Ing TS. Manual de diálise. 3a ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2003. Cap. 9.
4. Watson PE, *et al.* Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *Am J of Clin Nutr* 1980;33:27-39.
5. Lowrie EG, *et al.* Principles of prescribing dialysis therapy: implementing recommendations from the National Cooperative Dialysis Study. *Kidney Int* 1983;23(Suppl):113-22.
6. Teruel JL, *et al.* Utilidad de la dialisancia iônica para control de la dosis de diálisis. Experiência de um ano. *Nefrologia* 2003;23:444-50.
7. Uhlin F, *et al.* Dialysis dose (Kt/V) and clearance variation sensitivity using measurement of ultraviolet-absorbance, blood urea, dialysate urea and ionic dialysance. *Nephrol Dial Transplant* 2006;21:2225-31
8. Morsch C, *et al.* Avaliação de indicadores assistenciais de pacientes em hemodiálise no sul do Brasil. *J Bras Nefrol* 2008;30:120-5.
9. Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN). Censos. Censo Brasileiro de Diálise 2010. [cited 2011 Oct 17]. Available from: <http://www.sbn.org.br/index.php?censoAdmAtual&menu=24>.
10. Morsch C. Avaliação da qualidade de vida e de indicadores assistenciais de pacientes renais crônicos em tratamento hemodialítico [master's thesis]. Porto Alegre: Faculdade de Medicina, Universidade Federal do rio Grande do Sul; 2002.
11. RA Clinical Practice Guidelines - Anemia CKD, The Renal Association UK. [cited 25 Mar 2011] Available from: <http://www.renal.org/Clinical/GuidelinesSection/AnaemiaInCKD.aspx>.
12. Pinheiro ME, *et al.* Hipertensão arterial na diálise e no transplante renal. *J Bras Nefrol* 2003;25:142-8.
13. Maduell F, *et al.* Monitoring hemodialysis dose with ionic dialysance in on-line hemodiafiltration. *Nefrologia* 2005;25:521-6.