

# Avaliação da pressão intraocular e da pressão de perfusão ocular durante a hemodiálise

## *Evaluation of intraocular pressure and ocular perfusion pressure during hemodialysis*

Pedro Veras Franco<sup>1,2,3</sup>, Álissa Elen Formiga Moura<sup>1</sup>, Liana Gonçalves Aragão Rocha<sup>1</sup>, Lizandra Fujita de Paula Pessoa<sup>1</sup>, Eduardo Nogueira Lima Sousa<sup>3,4</sup>, Leiria de Andrade Neto<sup>1,2,3</sup>, Juliana de Lucena Martins Ferreira<sup>1,2,3,5</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a variação da pressão intraocular e da pressão de perfusão ocular durante sessão de hemodiálise, nos períodos pré, intra (a cada hora) e pós dialítico, em pacientes tratados em Serviços de Referência em hemodiálise da cidade de Fortaleza - CE. **Métodos:** O estudo foi longitudinal e prospectivo. 45 pacientes foram submetidos à hemodiálise. Todos os pacientes foram recrutados a fazer um exame oftalmológico, além da aferição da pressão intraocular com o Tonopen. **Resultados:** A amostra foi composta por 26 homens e 19 mulheres com idade média de 51,8 anos. O estudo revelou que há uma diferença importante entre a pressão intraocular pré e pós hemodiálise, diminuindo em média 2,59 mmHg. Ao analisar a pressão de perfusão ocular, foi encontrado um aumento médio de 1,85 mmHg entre o início e o término da hemodiálise. **Conclusão:** De acordo com o presente estudo, o processo de hemodiálise é um procedimento aparentemente seguro em relação à alteração da pressão intraocular e da pressão de perfusão ocular, como causadores de patologias oculares, principalmente o glaucoma.

**Descritores:** Pressão intraocular; Pressão arterial; Tonometria ocular; Diálise renal; Saúde ocular

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the variation of intraocular pressure and ocular perfusion pressure during hemodialysis sessions, in the pre, intra (hourly) and post dialytic periods, in patients treated at Hemodialysis Reference Services in Fortaleza - CE. **Methods:** The study was longitudinal and prospective. 45 patients underwent hemodialysis. All patients were recruited to undergo an ophthalmologic examination, in addition to the intraocular pressure measurement with Tonopen. **Results:** The sample consisted of 26 men and 19 women with a mean age of 51.8 years. The study revealed that there is an important difference between pre and post hemodialysis intraocular pressure, decreasing by an average of 2.59 mmHg. When analyzing ocular perfusion pressure, an average increase of 1.85 mmHg was found between the onset and end of hemodialysis. **Conclusion:** According to the present study, the hemodialysis process is an apparently safe procedure in relation to altered intraocular pressure and ocular perfusion pressure, as causes of ocular pathologies, mainly glaucoma.

**Keywords:** Intraocular pressure; Arterial pressure; Tonometry, ocular; Renal dialysis; Eye health

<sup>1</sup> Faculdade de Medicina, Centro Universitário Unichrístus, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>2</sup> Hospital de Olhos Leiria de Andrade, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>3</sup> Fundação Leiria de Andrade, Fortaleza, CE, Brasil

<sup>4</sup> Programa de Residência em Oftalmologia, Fundação Leiria de Andrade, Fortaleza, CE, Brasil

<sup>5</sup> Programa de Pós-graduação em Oftalmologia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil

Trabalho realizado na Faculdade de Medicina do Centro Universitário Unichrístus em parceria com o Hospital de Olhos Leiria de Andrade.

**Os autores declaram não haver conflitos de interesse.**

Recebido para publicação em 11/04/2018 - Aceito para publicação em 06/09/2018.

## INTRODUÇÃO

A Hemodiálise (HD) consiste na remoção de líquido e de substâncias tóxicas do sangue, filtrando e depurando os conteúdos indesejáveis.<sup>(1)</sup> Esse procedimento aumenta a sobrevida dos pacientes renais, que passam a conviver com os seus efeitos adversos sobre os vários sistemas do organismo.<sup>(2,3)</sup>

A hipotensão arterial ainda representa uma das principais complicações resultantes da HD, que frequentemente, encurta o tempo de diálise e aumenta a taxa de mortalidade dos pacientes.<sup>(4,5)</sup> A patogênese da instabilidade hemodinâmica em resposta à remoção do fluido provavelmente envolve muitos fatores, dentre eles: um desequilíbrio entre a endotelina, a síntese de óxido nítrico e o ajuste de alguma alteração arteriovenosa em resposta a mudanças no volume do plasma.<sup>(6)</sup> Essa instabilidade pode causar alterações oculares, tais como: neuropatia óptica isquêmica anterior, alterações da pressão intraocular (PIO) e da pressão de perfusão ocular (PPO).<sup>(7)</sup>

Os mecanismos que levam às alterações da PIO na pré, intra e pós terapia dialítica ainda hoje são controversos.<sup>(8)</sup> Alguns autores sugerem que o aumento da PIO pode ser o resultado de uma alteração na pressão coloidosmótica do plasma, acarretando em uma queda rápida da osmolaridade, com consequente aumento da formação aquosa, um mecanismo análogo ao edema cerebral que ocorre na síndrome de desequilíbrio.<sup>(9,10)</sup> Há evidências conflitantes sobre a influência da taxa de diminuição da osmolaridade na indução do aumento da PIO durante a HD. Além disso, alguns autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas na PIO antes ou depois da HD, mesmo que as alterações da osmolaridade estivessem presentes.<sup>(6)</sup> Enquanto outros sugerem que a diminuição da drenagem do humor aquoso possa ser o mecanismo do aumento da PIO intradialítica, pois a maioria dos pacientes que apresentaram uma elevação desse parâmetro, durante a HD, também tinham um ângulo da câmara anterior raso.<sup>(11)</sup>

O objetivo do estudo foi investigar a PIO e a PPO em pacientes nos vários estágios da doença renal durante a HD, em uma população tratada em dois centros de referência em HD, avaliando as oscilações na pressão, o momento em que ocorrem durante a terapia dialítica e a relação entre a quantidade de líquido perdido e as alterações da PIO.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo longitudinal prospectivo realizado entre agosto de 2014 a fevereiro de 2015. O estudo foi conduzido em dois centros de HD (Prontorim e Instituto do Rim) e em um hospital de referência em oftalmologia (Hospital de Olhos Leiria de Andrade) localizados na cidade de Fortaleza - CE.

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Centro Universitário Christus sob o protocolo 30552214.6.0000.5049. Foram respeitados todos os princípios éticos que regem a pesquisa com seres humanos e delimitados no decreto 466/12 do CNS/Ministério da Saúde - MS, que regulamenta a pesquisa em seres humanos. Todos os pacientes que aceitaram submeter-se ao estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram incluídos pacientes que estavam fazendo a HD no mínimo há um ano. Foram excluídos os pacientes com diagnóstico de glaucoma, portadores de crise hipertensiva durante a realização do procedimento, iridotomia, trabeculectomia, trabeculotomia ou qualquer doença oftalmológica que possa afetar a avaliação da PIO.

Todos os pacientes submeteram-se a um exame oftalmológico inicial (acuidade visual com tabela de Snellen a 6m; biomicroscopia em lâmpada de fenda, avaliando câmara anterior, sua profundidade; fundoscopia com oftalmoscópio binocular indireto e lentes de Volk de 20D; além da aferição da PIO com o Tonômetro de Goldmann) antes do agendamento da HD.

No dia em que foi realizada a HD, o peso foi mensurado no início e no final da sessão para efeito comparativo e determinação da perda de líquido, a cada hora, para correlacioná-la, posteriormente, com a PIO e observar como se comportava a relação entre as mesmas. A PIO foi avaliada com o Tonopen (Tonopen Avia, Reichert Inc., USA) no início e a cada hora até o final da sessão para acompanhamento mais detalhado da variação desses valores. A PPO foi estimada através da medida da diferença entre 2/3 da pressão arterial (PA) média e os valores da PIO. A PA foi verificada antes, a cada hora e no final do procedimento.

Foram coletados dados referentes aos aspectos sociodemográficos e clínicos da amostra no dia da HD (idade, sexo, tempo e causa da HD, quantidade de perda de líquido, PA sistólica e diastólica e PPO).

A análise estatística foi realizada com o auxílio do software SPSS 16.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA). Foram elaboradas análises descritivas padrão, como cálculo de medidas de tendência central para variáveis numéricas e distribuição de frequência para dados categóricos. A correlação de Pearson foi aplicada para variáveis numéricas selecionadas e o teste T de Student para amostras independentes para comparação. Um valor de  $p < 0,05$  foi considerado estatisticamente significante.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 45 pacientes, 26 (57,8%) do sexo masculino e 19 (42,2%) do sexo feminino. A média de idade foi de 51,8 anos (desvio padrão = 14,5; mínimo = 14; máximo = 83).

As principais doenças renais primárias foram: hipertensão arterial sistêmica (42,9%), diabetes mellitus (11,9%), cálculos renais (4,8%) e rins policísticos (4,8%). Quanto a causa de HD, 26 (59,1%) foram insuficiência renal, 6 (13,6%) hipertensão arterial e 4 (9,1%) diabetes mellitus.

Dentre os pacientes avaliados, 18 (40,0%) tinham alguma doença oftalmológica. As doenças mais comuns foram: miopia (41,2%), catarata (23,5%), retinopatia diabética (17,6%) e 17 (37,8%) possuíam acuidade visual alterada.

Os valores médios das pressões arteriais, intraocular e de perfusão ocular são apresentadas na tabela 1.

A figura 1 demonstra a variação da PIO e PPO ao longo da HD para os olhos direito e esquerdo.

O  $\Delta$  peso foi em média -1,41 (Desvio Padrão = 1,3; mínimo = - 4; máximo = 0).

A PIO durante a HD foi mais elevada no sexo feminino ( $p < 0,005$ ).

A figura 2 mostra a variação da PPO de acordo com o sexo, durante a sessão de HD.

Na tabela 2, visualiza-se a variação e a correção entre as medidas da PIO e da PPO nos olhos direito e esquerdo.

A idade mostrou-se inversamente proporcional com a PPO do olho direito, PIO do olho direito e PIO do olho esquerdo, no entanto mostrou-se diretamente proporcional a PPO do olho esquerdo.

Os pacientes estudados tiveram, em sua maioria, HD com perda líquida, constante, a cada hora. Correlacionando-se a variável peso, a variação encontrada foi de -1,41, com o desvio padrão de 1,3.

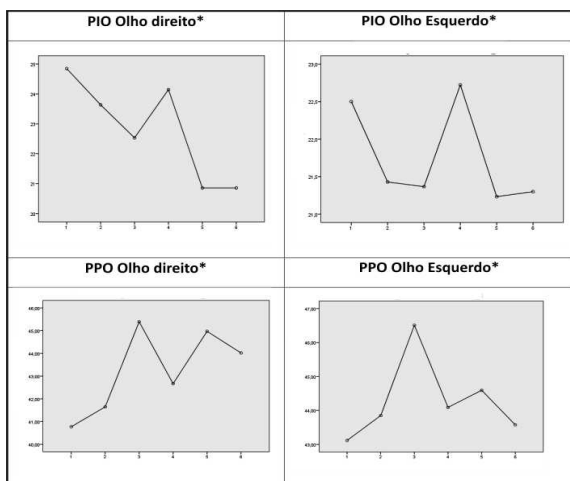
**Tabela 1**  
Média e desvio padrão da PA, PIO, PPO e peso nos diferentes momentos

Variável	PAS	PAD	PA Média	PIO OD	PIO OE	PPO OD	PPO OE
Pré-Hemodiálise							
Média	138,64	78,31	98,42	24,84	22,50	40,77	43,11
Desvio Padrão	26,04	17,90	16,79	8,65	6,79	12,61	11,37
Intrahemodiálise - 1ª hora							
Média	139,49	77,13	97,92	23,63	21,43	41,65	43,85
Desvio Padrão	21,34	12,02	13,31	8,00	6,28	11,34	11,62
Intrahemodiálise - 2ª hora							
Média	146,04	78,82	101,23	22,53	21,37	45,39	46,51
Desvio Padrão	24,57	12,01	14,78	6,36	6,14	10,30	11,35
Intrahemodiálise - 3ª hora							
Média	143,11	78,02	99,72	24,14	22,72	42,67	44,09
Desvio Padrão	23,03	11,49	13,33	6,74	5,83	10,90	10,82
Intrahemodiálise - 4ª hora							
Média	140,67	77,78	98,74	20,86	21,23	44,97	44,59
Desvio Padrão	24,86	14,49	13,33	6,74	5,83	10,90	10,82
Pós-Hemodiálise							
Média	135,76	78,09	97,31	20,86	21,30	44,02	43,57
Desvio Padrão	23,15	11,74	13,19	5,77	4,75	10,62	9,93

**Tabela 2**  
Valores R de Pearson das correlações entre as medidas da PIO e PPO

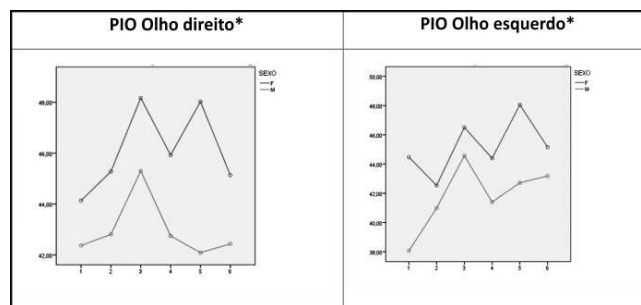
		Delta_PIO D	Delta_PIO E	Delta_PPO D	Delta PPO E
<b>Delta_PIO D</b>	Pearson Correlation	1	0,616**	0,477**	- 0,144
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,001	0,345
<b>Delta_PIO E</b>	Pearson Correlation	0,616**	1	- 0,009	0,377*
	Sig. (2-tailed)	0,000		0,953	0,011
<b>Delta_PPO D</b>	Pearson Correlation	0,477**	-0,009	1	0,332*
	Sig. (2-tailed)	0,001	0,953		0,026
<b>Delta PPO E</b>	Pearson Correlation	0,345	0,011	0,026	1
	Sig. (2-tailed)	0,345	0,011	0,026	

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). \* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



\*p < 0,001

**Figura 1:** Tendência da PIO e PPO ao longo da hemodiálise em relação ao olho avaliado.



**Figura 2:** Variação da PPO de acordo com o sexo durante a hemodiálise.

### DISCUSSÃO

Atualmente, o conceito de PIO e de PPO e a identificação dessas medidas alteradas para risco de desenvolvimento e de progressão de glaucoma reúnem componentes vasculares e mecânicos em sua teoria. Acredita-se que a alteração do equilíbrio

entre a PIO e a PA determine se um indivíduo irá desenvolver ou não danos em seu disco óptico.<sup>(8)</sup>

Entre os fatores de risco correlacionados com a PIO elevada, incluem-se: idade avançada, raça negra, história familiar positiva e algumas doenças oftalmológicas concomitantes. A hipertensão arterial sistêmica e a presença de doenças vasculares têm sido propostas como fatores de risco, mas os dados atuais ainda são controversos.<sup>(12,13)</sup>

Alguns autores sugerem que pacientes com glaucoma e com uma redução noturna exagerada da PA sistêmica têm a PPO alterada fora do período de redução da PA e, mesmo que façam HD, não correlacionam as alterações com o procedimento e, sim, com a desregulação do aparelho vascular.<sup>(14)</sup>

Em adição às alterações da PA, cita-se o ritmo circadiano em que se observa uma queda noturna que, também, é visualizada em algumas situações durante a HD, em que é notada uma redução no valor médio da PA.<sup>(8)</sup> Portanto, podem haver hipotensões durante a HD e serem correlacionadas com os valores de PIO. Logo, alguns estudos foram realizados nos últimos anos e observou-se que a PIO reduziu significativamente durante a HD.<sup>(15-17)</sup>

Em relação à doença glaucomatosa, há estudos que especulam que a PIO em pacientes com glaucoma durante a HD iria aumentar devido à drenagem ocular prejudicada ou à auto regulação anormal que, em grande parte, não são bem elucidadas.<sup>(12,18,19)</sup> No entanto, como os pacientes portadores de glaucoma foram excluídos do estudo, tal correlação não foi analisada.

O presente estudo demonstrou que as PA sistólicas tenderam a um aumento na 2ª, na 3ª e na 4ª hora, com uma queda após a sessão de HD. A PA diastólica teve uma variação muito pequena, ficando entre 78/79 mmHg antes, durante e após o procedimento. Em relação a PIO, levando-se em consideração o valor de referência da normalidade entre 10 e 20 mmHg, observou-se que, no olho direito, os valores estavam mais elevados no período pré HD, na 1ª, 2ª e 3ª horas da sessão, com uma redução na 4ª hora e no período pós HD. Em relação ao olho esquerdo, as medidas variaram em menor quantidade, entre 21 e 22 mmHg, durante todas as aferições. O que difere de alguns estudos em que não foi demonstrado nenhuma mudança significativa na PIO ou na variação da PA durante a sessão de HD<sup>(8)</sup> e reforça outros trabalhos, mais recentes, através dos quais visualiza-se o aumento da PIO e a variação dos valores de PA sistólica durante o procedimento de HD, principalmente nas 2ª e 3ª horas.<sup>(20)</sup>

De acordo com cada caso, os médicos devem estar conscientes das possibilidades de elevação da PIO durante a HD, devendo-se observar o momento em que essa alteração ocorre, aliando aos períodos intradialíticos, de preferência, a cada hora após o início do procedimento para comparar com os níveis antes do processo. Até o momento, a influência da HD sobre a PIO não é bem conhecida, e, até mesmo, com resultados recentes conflitantes.<sup>(21)</sup>

Com relação a PPO, comparando-se os olhos direito e esquerdo, notou-se um aumento na variação a partir da 2ª hora do procedimento, corroborando com estudo que fez referência ao aumento da PPO no procedimento de HD em pacientes com doença renal e confirmando, também, que pouco mais de 1/3 dos pacientes renais em terapia de substituição renal tem alteração da acuidade visual.<sup>(21)</sup> No presente trabalho, essa alteração foi notada em 37,8% das pessoas avaliadas.

O estudo revelou que há uma diferença importante entre a PIO pré e pós HD, diminuindo em média 2,59 mmHg, falando contra estudos anteriores que afirmavam o aumento da PIO e, assim, o aumento da possibilidade de desenvolvimento e

progressão glaucoma a longo prazo.<sup>(22)</sup> Ao analisar a PPO, foi encontrado um aumento médio de 1,85 mmHg entre o início e o fim da HD, não corroborando com estudos anteriores.<sup>(22)</sup>

Os achados mais atuais de diminuição da PIO durante o processo de HD podem estar associados a novas técnicas de HD que fazem com que o processo seja mais lento, logo a alteração na osmolaridade também. Concluindo, desta forma, diante dos resultados obtidos com o presente estudo, que o processo de HD é um procedimento aparentemente seguro em relação à alteração da PIO e PPO, como causadores de patologias oculares, principalmente o glaucoma.

## REFERÊNCIAS

1. Daugirdas JT, Blake PG, Ing TS. Handbook of dialysis. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001.
2. Bleyer AJ, Hartman J, Brannon PC, Reeves-Daniel A, Satko SG, Russell G. Characteristics of sudden death in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2006;69(12):2268-73.
3. Voroneanu L, Covic A. Arrhythmias in hemodialysis patients. *J Nephrol.* 2009 Nov;22(6):716-25.
4. Shoji T, Tsubakihara Y, Fujii M, Imai E. Hemodialysis-associated hypotension as an independent risk factor for two-year mortality in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2004;66(3):1212-20.
5. Tislér A, Akócsi K, Borbás B, Fazakas L, Ferenczi S, Görög S, et al. The effect of frequent or occasional dialysis-associated hypotension on survival of patients on maintenance haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant.* 2003;18(12):2601-5.
6. Skuta GL, Cantor LB, Weiss JS. Glaucoma. Basic and clinical science course. San Francisco (CA): American Academy of Ophthalmology; 2008.
7. Raj DS, Vincent B, Simpson K, Sato E, Jones KL, Welbourne TC, et al. Hemodynamic changes during hemodialysis: role of nitric oxide and endothelin. *Kidney Int.* 2002;61(2):697-704.
8. Barbosa CP, Stefanini FR, Penha F, Góes MA, Draibe SA, Canziani ME, et al. Intraocular pressure and ocular perfusion during hemodialysis. *Arq Bras Oftalmol.* 2011;74(2):106-9.
9. Levy J, Tovbin D, Lifshitz T, Zlotnik M, Tessler Z. Intraocular pressure during haemodialysis: a review. *Eye (Lond).* 2005;19(12):1249-56.
10. Sitprija V, Holmes JH, Ellis PP. Changes in intraocular pressure during hemodialysis. *Invest Ophthalmol.* 1964;3(3):273-84.
11. Caprioli J, Coleman AL; Blood Flow in Glaucoma Discussion. Blood pressure, perfusion pressure, and glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 2010;149(5):704-12.
12. Afshar R, Ghasemi H, Shabpiray H, Abdi S, Davati A, Zerafatjou N, et al. Monitoring of intraocular pressure and its correlation with systemic parameters before and after hemodialysis. *Iran J Kidney Dis.* 2013;7(1):53-9.
13. Sawaki W, Kinouchi R, Kato Y, Takahashi T, Kawai M, Yoshida A. [Case in which the unilateral intraocular pressure before hemodialysis was higher than the day following hemodialysis]. *Hokkaido Igaku Zasshi.* 2009;84(1):5-8.
14. Leske MC. Ocular perfusion pressure and glaucoma: clinical trial and epidemiologic findings. *Curr Opin Ophthalmol.* 2009 Mar;20(2):73-8.
15. Lim SH, Son J, Cha SC. Recurrent symptomatic intraocular pressure spikes during hemodialysis in a patient with unilateral anterior uveitis. *BMC Ophthalmol.* 2013;13(1):3.
16. Mullaen G, Rosner MH. Ocular problems in the patient with end-stage renal disease. *Semin Dial.* 2012;25(4):403-7.
17. Samsudin A, Mimiwati Z, Soong T, Fauzi MS, Zabri K. Effect of haemodialysis on intraocular pressure. *Eye (Lond).* 2010;24(1):70-3.

18. Karadag R, Yagci R, Aydin B, Kanbay M, Erdurmus M, Keskin UC, et al. Effects of erythropoietin treatment and hemodialysis on the serum endothelin level and intraocular pressure of hemodialysis patients. *Int Ophthalmol*. 2009;29(5):385–8.
19. Doshiro A, Ban Y, Kobayashi L, Yoshida Y, Uchiyama H. Intraocular pressure change during hemodialysis. *Am J Ophthalmol*. 2006;142(2):337–9.
20. Ahmadi F, Mohebi-Nejad A. Intraocular pressure changes during hemodialysis and the role of blood glucose. *Iran J Kidney Dis*. 2013;7(1):5–7.
21. Jung JW, Yoon MH, Lee SW, Chin HS. Effect of hemodialysis (HD) on intraocular pressure, ocular surface, and macular change in patients with chronic renal failure. Effect of hemodialysis on the ophthalmologic findings. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2013;251(1):153–62.
22. Hu J, Bui KM, Patel KH, Kim H, Arruda JA, Wilensky JT, et al. Effect of hemodialysis on intraocular pressure and ocular perfusion pressure. *JAMA Ophthalmol*. 2013;131(12):1525–31.

---

**Autor correspondente:**

Pedro Veras Franco

Av. Padre Antônio Tomás – 3535 - aptº 502 - Cocó - Fortaleza – Ceará. CEP: 60192-120.

E-mail: pedrofrancooftalmo@gmail.com