

Espectroscopia no infravermelho próximo em pacientes sob hemodiafiltração venovenosa contínua

Near-infrared spectroscopy parameters in patients undergoing continuous venovenous hemodiafiltration

Renato Carneiro de Freitas Chaves^{1,2,3}, Philippe Franco do Amaral Tafner⁴, Felipe Ko Chen⁴, Letícia Bagatini Meneghini⁵, Thiago Domingos Corrêa^{1,2,6}, Roberto Rabello Filho¹, Miguel Cendoroglo Neto⁷, Oscar Fernando Pavão dos Santos⁷, Ary Serpa Neto^{1,2,8}

¹ Departamento de Medicina Crítica, Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

² Laboratório de Pesquisa em Cuidados Críticos, Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

³ Departamento de Anestesiologia, Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Santos, Santos, SP, Brasil.

⁴ Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP, Brasil.

⁵ Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

⁶ Departamento de Medicina Crítica, Hospital Municipal Dr. Moysés Deutsch – M'Boi Mirim, São Paulo, SP, Brasil.

⁷ Departamento Nefrologia, Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

⁸ Departamento de Medicina Crítica, Academic Medical Center, Amsterdam, The Netherlands.

DOI: 10.31744/einstein_journal/2019A04439

RESUMO

Objetivo: Avaliar o impacto da hemodiafiltração venovenosa contínua na microcirculação de pacientes com lesão renal aguda. **Métodos:** Estudo piloto, prospectivo e observacional conduzido em uma unidade de terapia intensiva clínico-cirúrgica aberta, com 40 leitos, localizada em um hospital terciário, privado, na cidade de São Paulo (SP), Brasil. A microcirculação foi avaliada empregando-se a espectroscopia no infravermelho próximo, por meio de uma sonda de 15mm posicionada sobre a eminência tenar. O teste de oclusão vascular foi realizado no antebraço a ser submetido à espectroscopia no infravermelho próximo, inflando-se o manguito de um esfigmomanômetro a um valor 30mmHg acima da pressão arterial sistólica. O desfecho primário foi a avaliação dos parâmetros derivados por espectroscopia no infravermelho próximo imediatamente antes, 1, 4 e 24 horas após o início da hemodiafiltração venovenosa contínua. **Resultados:** Foram incluídos nove pacientes neste estudo piloto ao longo de 2 meses. A saturação de oxigênio tecidual mínima mensurada durante o teste de oclusão vascular foi o único parâmetro derivado por espectroscopia no infravermelho próximo que diferiu ao longo do tempo, com queda em relação aos valores iniciais nas primeiras 24 horas após o início da hemodiafiltração venovenosa contínua. **Conclusão:** A influência da disfunção microcirculatória sobre os desfechos clínicos de pacientes submetidos à hemodiafiltração venovenosa contínua precisa ser melhor investigada.

Descritores: Espectroscopia de luz próxima ao infravermelho; Microcirculação; Oxigenação; Hemodinâmica; Lesão renal aguda; Terapia de substituição renal; Cuidados críticos

ABSTRACT

Objective: To investigate the impacts of continuous venovenous hemodiafiltration on the microcirculation in patients with acute kidney injury. **Methods:** A prospective observational pilot study conducted in a 40-bed, open clinical-surgical intensive care unit of a private tertiary care hospital located in the city of São Paulo (SP), Brazil. Microcirculation was assessed using near-infrared spectroscopy by means of a 15mm probe placed over the thenar eminence. Vascular occlusion test was performed on the forearm to be submitted to near-infrared spectroscopy by inflation of a sphygmomanometer cuff to 30mmHg higher than the systolic arterial pressure. The

Como citar este artigo:

Chaves RC, Tafner PF, Chen FK, Meneghini LB, Corrêa TD, Rabello Filho R, et al. Espectroscopia no infravermelho próximo em pacientes sob hemodiafiltração venovenosa contínua. 2019;17(1):eAO4439. http://dx.doi.org/10.31744/einstein_journal/2019A04439

Autor correspondente:

Ary Serpa Neto
Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Israelita Albert Einstein
Avenida Albert Einstein, 627/701,
5º andar - bloco A
CEP: 05652-900 – São Paulo, SP, Brasil
Tel.: (11) 2151-0603
E-mail: aryserpa@terra.com.br

Data de submissão:

22/2/2018

Data de aceite:

20/9/2018

Conflitos de interesse:

não há.

Copyright 2019



Esta obra está licenciada sob
uma Licença *Creative Commons*
Atribuição 4.0 Internacional.

primary endpoint was the assessment of near-infrared spectroscopy-derived parameters immediately before, 1, 4 and 24 hours after the initiation of continuous venovenous hemodiafiltration. **Results:** Nine patients were included in this pilot study over a period of 2 months. Minimum tissue oxygen saturation measured during the vascular occlusion test was the only near-infrared spectroscopy-derived parameter to differ over the time (decrease compared to baseline values up to 24 hours after initiation of continuous venovenous hemodiafiltration). **Conclusion:** The impacts of microcirculatory dysfunction on clinical outcomes of patients undergoing to continuous venovenous hemodiafiltration need to be further investigated.

Keywords: Spectroscopy, near-infrared; Microcirculation; Oxygenation; Hemodynamics; Acute kidney injuries; Renal replacement therapy; Critical care

INTRODUÇÃO

A lesão renal aguda (LRA) é uma complicação frequente de pacientes graves, com altos índices de morbidade e mortalidade.⁽¹⁾ Em alguns casos, a terapia renal substitutiva (TRS) é necessária para controlar a azotemia, o equilíbrio hídrico e os desequilíbrios eletrolíticos e ácido-base, e constitui um dos pilares do tratamento de casos mais graves.⁽²⁾ Embora controverso, o uso da TRS contínua (TRSC) se estabeleceu como terapia de rotina para a LRA em diversos países, dado o menor comprometimento hemodinâmico e as taxas de recuperação renal mais elevadas em relação à hemodiálise intermitente.⁽²⁾

O efeito de diferentes intervenções terapêuticas sobre a microcirculação de pacientes graves foi relatado.⁽³⁾ Além disso, a disfunção microcirculatória foi associada a resultados piores em pacientes vítimas de choque séptico⁽⁴⁾ e outros.⁽³⁾ Em pacientes submetidos à TRS, a disfunção microcirculatória pode levar a piores desfechos. Nestes casos, a TRSC pode ser empregada para minimizar a disfunção, uma vez que proporciona maior estabilidade hemodinâmica e permite a manutenção de pressão de perfusão suficiente durante a terapia.

Embora as alterações microcirculatórias estejam envolvidas na fisiopatologia da LRA, apenas um estudo avaliando alterações microcirculatórias em pacientes com LRA submetidos à TRS foi publicado até hoje.⁽⁵⁾

OBJETIVO

Investigar o efeito da hemodiafiltração venovenosa contínua sobre a microcirculação em pacientes com lesão renal aguda.

MÉTODOS

Este estudo foi realizado de acordo com as diretrizes *STrengthening The Reporting of OBservational studies in Epidemiology* (STROBE).⁽⁶⁾

Desenho experimental e local de desenvolvimento do estudo

Estudo piloto, observacional e prospectivo conduzido em unidade de terapia intensiva (UTI) clínico-cirúrgica aberta de alta densidade, com 40 leitos, em hospital terciário, privado, da cidade de São Paulo (SP). Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética do Hospital Israelita Albert Einstein, protocolo 1.467.160, CAAE: 54067916.4.0000.0071. Todos os participantes ou seus responsáveis assinaram um Termo de Consentimento Livre e Informado.

Crterios de inclusão e exclusão

Foram incluídos os seguintes pacientes, de forma consecutiva: (1) idade ≥ 18 anos; e (2) pacientes com LRA (segundo os critérios KDIGO)⁽⁷⁾ submetidos à hemodiafiltração venovenosa contínua (CVVHDF - *continuous venovenous hemodiafiltration*). Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: diagnóstico de doença renal crônica; gestação e alto risco de óbito nas 24 horas seguintes.

Protocolo de hemodiafiltração venovenosa contínua

Os pacientes foram submetidos à CVVHDF segundo diretrizes locais preestabelecidas.⁽⁸⁾ Em todos os casos, a CVVHDF foi indicada e realizada por nefrologistas especializados. Após a indicação de CVVHDF, um cateter de triplo lúmen (Arrow International, PA, EUA) foi inserido na veia jugular interna ou femoral.⁽⁸⁾ A CVVHDF foi realizada em equipamento Prisma (Gambro Renal Products, França).

O preenchimento do sistema (*priming*) foi realizado com 1.000mL de solução fisiológica.⁽⁸⁾ Foram coletadas amostras sanguíneas como parte do protocolo institucional para determinação da composição ideal da solução dialítica.⁽⁸⁾ O cálcio ionizado foi dosado a cada 6 horas. A gasometria arterial e os níveis de sódio e o potássio foram analisados a cada 12 horas. As dosagens de creatinina, ureia, magnésio, cálcio total, cloro e fósforo foram realizadas uma vez por dia.⁽⁸⁾

A composição da solução dialítica padrão foi sódio (110mEq/L), cloro (111mEq/L), magnésio (1,5mEq/L) e dextrose 0,1%.⁽⁸⁾ Bicarbonato de sódio, fosfato de potássio e sulfato de magnésio foram acrescentados conforme necessidade. A temperatura da solução foi de aproximadamente 35°C.⁽⁸⁾

Monitoramento por espectroscopia no infravermelho próximo

Após a indicação da CVVHDF pelo nefrologista, a microcirculação foi monitorada por espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) (InSpectra Tissue

Spectrometer model 650; Hutchinson Technology Inc., Hutchinson, MN, EUA) empregando-se sonda de 15mm posicionada sobre a eminência tenar.⁽⁹⁾ Passados 3 minutos com mínima variação de saturação de oxigênio tecidual (SatO₂) e estabilização dos sinais da NIRS, a SatO₂ basal foi registrada e um teste de oclusão vascular (TOV) foi realizado inflando-se o manguito de um esfigmomanômetro a um valor 30mmHg superior à pressão arterial sistólica, conforme descrição prévia.⁽⁹⁾ O manguito foi mantido inflado por 3 minutos e, em seguida, rapidamente desinflado.⁽⁹⁾ A SatO₂ foi documentada continuamente por 5 minutos durante a fase de reperfusão. Os parâmetros derivados por NIRS foram monitorados imediatamente antes do início da CVVHDF e após 1, 4 e 24 horas.

O *software* de pesquisa (Hutchinson Technology Inc., Hutchinson, MN, EUA) foi empregado no cálculo dos parâmetros derivados por NIRS. A SatO₂ (%) e o índice de hemoglobina tecidual (IHT) foram mensurados no início do estudo. A taxa de dessaturação (%/minuto) foi calculada do valor inicial até o valor mínimo de SatO₂ (SatO₂min), imediatamente após o término do TOV. A taxa de ressaturação (%/minuto) foi calculada da SatO₂min até a SatO₂ máxima (SatO₂max), imediatamente após o término do TOV. A área sob a curva de hiperemia reativa foi calculada da SatO₂max até o retorno aos valores iniciais.

Coleta de dados e desfechos

Idade, sexo, índice de massa corporal (IMC), motivo da internação, comorbidades e *Simplified Acute Physiology Score* (SAPS III) foram documentados no ato da internação na UTI. As variáveis hemodinâmicas sistêmicas, os parâmetros ventilatórios, o uso de vasopressores e sedativos, o tempo de perfusão capilar, o gradiente de temperatura no antebraço e na ponta do dedo⁽⁹⁾ e o índice de perfusão periférica (Radical-7 Pulse CO-Oximeter; Masimo Corporation, Irvine, CA, EUA) foram registrados por ocasião das mensurações por NIRS. A gasometria arterial foi documentada o mais próximo possível da mensuração por NIRS. O *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA) foi documentado nas primeiras 24 horas após a internação na UTI. Os desfechos de interesse foram tempo de internação hospitalar, tempo de internação na UTI, mortalidade na UTI, mortalidade hospitalar e mortalidade aos 28 dias.

Desfecho primário

Os desfechos primários foram os parâmetros derivados por NIRS imediatamente antes, 1, 4 e 24 horas após o início da CVVHDF. Os seguintes parâmetros foram ava-

liados: valores iniciais, mínimos e máximos de SatO₂, taxa de dessaturação e ressaturação, IHT, tempo de recuperação e área hiperêmica.⁽⁹⁾

Análise estatística

Os dados foram apresentados na forma de mediana (intervalo interquartil) e números absolutos (percentagem). A análise dos parâmetros mensurados nos quatro tempos experimentais foi realizada empregando-se o modelo univariado ou o modelo linear misto multivariado (ajustados para SOFA e SAPS III), considerando-se os pacientes como efeito randômico. O nível de significância adotado foi de p<0,05. As análises estatísticas foram realizadas empregando-se o *software* R, versão 3.4.1 (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria).

RESULTADOS

Características basais

Nove pacientes foram incluídos ao longo de 2 meses. A maioria dos pacientes era do sexo masculino (77,8%), apresentava LRA induzida por sepse (66,7%) e tinha sido internada na UTI por motivos não cirúrgicos. O débito urinário imediatamente antes e nas primeiras 24 horas após a instituição da TRS foi zero em todos os casos; 44,6% dos pacientes receberam ventilação mecânica e 33,3%, norepinefrina (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Características dos pacientes

Características	(n=9)
Idade, anos	66 (61-76)
Sexo masculino	7/9 (77,8)
IMC, kg/m ²	26,20 (22,77-27,17)
Tempo entre internação hospitalar e inclusão, dias	3 (2-16)
Tempo entre internação na UTI e inclusão, dias	2 (1-3)
Etiologia da lesão renal aguda	
Sepse	6/9 (66,7)
Pancreatite	1/9 (11,1)
Drogas	1/9 (11,1)
Exacerbação aguda de doença renal crônica	1/9 (11,1)
Tipo de internação na UTI	
Médica	9/9 (100,0)
Cirúrgica	0/9 (0,0)
Origem da admissão	
Pronto-socorro	4/9 (44,4)
Unidade de terapia semi-intensiva	4/9 (44,4)
Outro hospital	1/9 (11,1)

Dados expressos em mediana (intervalo interquartil) ou N/total (%). IMC: índice de massa corporal; UTI: unidade de terapia intensiva; SAPS: *Simplified Acute Physiology Score*; SOFA: *Sequential Organ Failure Assessment*; TRS: terapia renal substitutiva; PaO₂: pressão parcial de oxigênio; PaCO₂: pressão parcial de dióxido de carbono; FiO₂: fração inspirada de oxigênio; PCP: peso corporal predito; PEEP: *positive end-expiratory pressure*; CVVHDF: *continuous venovenous hemodiafiltration*.

continua...

...Continuação

Tabela 1. Características dos pacientes

Características	(n=9)
Comorbidades	
Hipertensão	5/9 (55,5)
Câncer ativo	3/9 (33,3)
Insuficiência cardíaca congestiva	2/9 (22,2)
Insuficiência coronariana	1/9 (11,1)
<i>Diabetes mellitus</i>	1/9 (11,1)
Diagnóstico à internação	
Respiratório	3/9 (33,3)
Cardiovascular	1/9 (11,1)
Gastrointestinal	1/9 (11,1)
Metabólico	1/9 (11,1)
Neurológico	1/9 (11,1)
Renal	1/9 (11,1)
Sepse	1/9 (11,1)
SAPS III	60 (51-63)
SOFA	9 (5-11)
Creatinina inicial, mg/dL	1,00 (0,80-1,90)
Creatinina antes da TRS, mg/dL	2,83 (2,41-3,61)
<i>Clearance</i> de creatinina antes da TRS, mL/minuto	25,29 (11,94-37,10)
Débito urinário nas 24 horas antes da TRS, mL/kg/hora	0,63 (0,28-0,87)
Ureia antes da TRS, mg/dL	74 (58-87)
Gasometria arterial e sinais vitais	
pH	7,37 (7,25-7,42)
PaO ₂ , mmHg	99,40 (93,85-145,50)
PaCO ₂ , mmHg	39,10 (31,50-40,85)
Excesso de base, mEq/L	-3,05 (-13,08-2,90)
Lactato, mg/dL	12,00 (10,94-15,00)
Hemoglobina, g/dL	8,50 (8,10-11,10)
Ventilação mecânica	
Frequência respiratória, rpm	16 (15-19)
PaO ₂ /FIO ₂	400 (311-457)
Volume corrente, mL/kg PCP	6,28 (5,84-9,11)
PEEP, cmH ₂ O	10,0 (9,5-10,5)
Características da CVVHDF	
Cateterização da veia jugular interna direita	8/9 (88,9)
Fluxo sanguíneo, mL/minuto	100 (100-100)
Fluxo de citrato, mL/ hora	155 (150-160)
Fluxo de dialisato, mL/ hora	2.000 (2.000-2.000)
Fluxo de reposição, mL/ hora	600 (600-600)
Taxa de ultrafiltração, mL/ hora	190 (150-250)
Dose, mL/kg/hora	37,10 (33,30-40,86)
Tempo de internação hospitalar (sobreviventes), dias	29 (23-59)
Tempo de internação na UTI (sobreviventes), dias	12 (7-15)
Mortalidade na UTI	0/9 (0)
Mortalidade hospitalar	2/9 (22,2)
Mortalidade em 28 dias	1/9 (11,1)

Dados expressos em mediana (intervalo interquartil) ou N/total (%). IMC: índice de massa corporal; UTI: unidade de terapia intensiva; SAPS: *Simplified Acute Physiology Score*; SOFA: *Sequential Organ Failure Assessment*; TRS: terapia renal substitutiva; PaO₂: pressão parcial de oxigênio; PaCO₂: pressão parcial de dióxido de carbono; FIO₂: fração inspirada de oxigênio; PCP: peso corporal predito; PEEP: *positive end-expiratory pressure*; CVVHDF: *continuous venovenous hemodiafiltration*.

Hemodiafiltração venovenosa contínua

A maioria dos pacientes recebeu CVVHDF por meio de um cateter introduzido na veia jugular interna direita (88,9%); os fluxos sanguíneo, de dialisato e de solução de reposição foram mantidos constantes. A taxa mediana de ultrafiltração foi de 190mL/hora e a dose mediana de CVVHDF de 37,1mL/kg/hora. Todos os pacientes foram submetidos à anticoagulação com citrato durante a CVVHDF.

Sinais vitais e parâmetros derivados por NIRS

A hemodinâmica sistêmica e a perfusão periférica se mantiveram inalteradas durante todo o período experimental. Não houve variações significativas de frequência cardíaca, pressão arterial média, saturação periférica de hemoglobina mensurada pela oximetria de pulso, gradiente de temperatura no antebraço e na ponta do dedo ou índice de perfusão periférica durante as primeiras 24 horas de TRS. Dentre os parâmetros derivados por NIRS, somente a SatO₂ mínima diferiu ao longo do TOV, com queda em relação ao valor inicial até 24 horas após o início da CVVHDF. Essa associação se manteve significativa após o ajuste para gravidade da condição inicial. Além disso, considerando a possível influência dos níveis de hemoglobina e da temperatura sobre a SatO₂ mínima, foi feita análise adicional ajustada para SOFA, SAPS III, valores iniciais de hemoglobina e temperatura em cada tempo experimental, que confirmou os achados anteriores (p=0,017; variação de SatO₂ ao longo do tempo).

DISCUSSÃO

Este estudo piloto mostrou que a instituição de CVVHDF não afetou os parâmetros macrocirculatórios e microcirculatórios avaliados clinicamente. O único parâmetro mensurado por NIRS afetado pela CVVHDF foi a SatO₂ mínima mensurada durante o TOV, que diminuiu ao longo do tempo.

A espectroscopia no infravermelho próximo não mede o fluxo sanguíneo de forma direta e, portanto, pode levar à interpretação equivocada dos valores de SatO₂.^(9,10) A análise das alterações da SatO₂ durante breve período de isquemia do antebraço, conhecido como TOV, permite avaliação rápida e dinâmica da reserva microvascular.^(9,10) Não há consenso quanto à intensidade e à duração do TOV; entretanto, o procedimento empregado neste estudo foi bem descrito na literatura.^(9,10) Basicamente, o consumo de oxigênio no músculo tenar é estimado com base na taxa de dessaturação durante o TOV, enquanto a vasodilatação pós-isquêmica e o recrutamento capilar são estimados com base na taxa de resaturação e na área hiperêmica.^(9,10)

Tabela 2. Sinais vitais e parâmetros derivados por espectroscopia no infravermelho próximo durante a hemodiafiltração venovenosa contínua

	Antes da CVVHDF	1 hora após CVVHDF	4 horas após CVVHDF	24 horas após CVVHDF	Valor de p não ajustado*	Valor de p ajustado†
Sinais vitais						
Frequência cardíaca, bpm	83 (73-113)	81 (76-104)	82 (69-88)	77 (65-85)	0,134	0,135
PAM, mmHg	83 (78-96)	80 (72-89)	83 (74-91)	87 (78-93)	0,458	0,415
PVC, mmHg	10 (8-11)	18 (6-19)	9 (8-11)	12 (10-12)	0,895	0,912
SpO ₂ , %	97 (95-99)	97 (97-97)	97 (96-98)	97 (93-98)	0,487	0,478
Tempo de perfusão capilar, segundos	1,86 (1,56-1,98)	2,20 (1,62-2,45)	2,57 (1,83-3,07)	2,47 (1,81-2,91)	0,070	0,078
Gradiente de temperatura no antebraço e ponta do dedo, °C	1,80 (-0,10-3,40)	1,60 (0,10-1,90)	1,15 (0,35-2,93)	2,05 (0,80-2,83)	0,957	0,989
IPP, %	1,40 (0,72-2,00)	1,40 (0,73-1,60)	0,95 (0,53-1,78)	0,71 (0,56-1,00)	0,149	0,156
Norepinefrina						
Número de pacientes	3 / 9 (33,3)	3 / 9 (33,3)	3 / 9 (33,3)	3 / 9 (33,3)	—	—
µg/kg/minuto	0,11 (0,07-0,52)	0,13 (0,07-0,66)	0,10 (0,06-0,65)	0,21 (0,15-0,37)	0,635	0,635
Débito urinário 24 horas após a TRS, mL/kg/hora						
	—	—	—	0,08 (0,03-0,64)	—	—
Equilíbrio hídrico 24 horas após a TRS, mL						
	—	—	—	-89 (-1.070-1.083)	—	—
Parâmetros derivados por NIRS						
IHT	11,8 (10,5-12,9)	9,0 (7,9-9,8)	9,6 (7,2-11,4)	11,1 (7,6-11,9)	0,156	0,127
SatO ₂ , %	83 (81-89)	80 (76-84)	81 (73-84)	81 (78-83)	0,227	0,187
SatO ₂ min, %	64 (49-67)	55 (54-60)	55 (51-59)	52 (43-59)	0,029	0,023
SatO ₂ max, %	94 (87-95)	88 (83-93)	90 (81-93)	90 (87-93)	0,237	0,210
Taxa de dessaturação, %/minuto	8,3 (4,4-10,4)	7,7 (6,0-9,8)	7,4 (7,3-8,6)	10,5 (10,4-12,5)	0,052	0,088
Taxa de ressaturação, %/segundos	1,6 (1,2-3,1)	2,2 (1,9-2,6)	1,9 (1,2-2,4)	2,7 (1,9-3,3)	0,656	0,607
Tempo de recuperação, segundos	31,0 (29,5-48,5)	34,0 (31,5-69,0)	28,5 (27,3-61,3)	23,0 (20,8-29,0)	0,264	0,435
SatO ₂ max - SatO ₂ min, %	7,0 (5,5-9,5)	8,0 (7,0-8,5)	6,0 (6,0-7,5)	9,0 (5,0-11,5)	0,943	0,956
Área hiperêmica	11,0 (6,8-12,0)	11,5 (7,3-13,4)	9,4 (7,5-12,7)	13,9 (12,4-4,5)	0,474	0,500

Dados expressos em mediana (intervalo interquartil) ou n/total (%). * Valores de p calculados por meio de modelos lineares mistos; † ajustados para *Simplified Acute Physiology Score III e Sequential Organ Failure Assessment*.

CVVHDF: *continuous venovenous hemodiafiltration*; PAM: pressão arterial média; PVC: pressão venosa central; SpO₂: saturação de oxigênio; IPP: índice de perfusão periférica; TRS: terapia renal substitutiva; NIRS: espectroscopia no infravermelho próximo; IHT: índice de hemoglobina tecidual; SatO₂: saturação tecidual de oxigênio; SatO₂ min: saturação tecidual de oxigênio mínima após teste de oclusão arterial; SatO₂ max: saturação tecidual de oxigênio máxima após teste de oclusão arterial.

A deterioração da microcirculação na primeiras 24 horas de TRSC foi relatada em estudo prévio.⁽⁵⁾ Entretanto, nem todas as variáveis incluídas neste estudo foram avaliadas no supracitado. Neste estudo, a queda da SatO₂ mínima durante o período experimental foi o único achado significativo. Acredita-se que SatO₂ mínima seja indicador da gravidade da isquemia.⁽¹¹⁾ Esse achado sugere maior consumo de oxigênio nas primeiras 24 horas de CVVHDF. Além disso, a CVVHDF pode ter sido responsável pelas alterações observadas, uma vez que o processo de diálise pode induzir a constrição do esfíncter pré-capilar em resposta às alterações na concentração de eletrólitos e à queda da temperatura corporal pelo uso de dialisato frio.⁽⁵⁾

A dissociação entre a macrocirculação e a microcirculação já foi descrita; entretanto, alguns parâmetros macrocirculatórios, como frequência cardíaca, pressão arterial média, débito cardíaco e saturação venosa central são de uso comum no monitoramento de pacientes graves.^(10,12) Ainda, a persistência de anomalias microcirculatórias, apesar da otimização da macrocirculação, guarda relação com mortalidade mais elevada.^(4,10) Por-

tanto, o monitoramento da microcirculação, a otimização precoce dos parâmetros microcirculatórios e a avaliação precisa do volume intravascular para seleção da intervenção adequada podem se traduzir em melhores desfechos em pacientes graves.^(10,13,14)

Este estudo tem limitações. Sendo um estudo piloto com amostra pequena, não há poder suficiente para confirmar ou excluir associações, as quais podem apenas ser sugeridas. Além disso, o desenho experimental unicêntrico reduz a validade externa dos achados, principalmente devido ao emprego de um protocolo específico para a realização de CVVHDF na UTI. Finalmente, a NIRS não mede o fluxo microcirculatório de forma direta, e o sinal é limitado em vasos com diâmetro inferior a 1mm.⁽¹⁰⁾

CONCLUSÃO

A saturação de oxigênio tecidual mínima mensurada durante o teste de oclusão vascular foi o único parâmetro medido por espectroscopia no infravermelho próximo que variou nas primeiras 24 horas de hemodiafiltração

venovenosa contínua. Estudos futuros, com tamanho amostral e poder adequado, são necessários para avaliar a influência da disfunção microcirculatória sobre os desfechos clínicos dos pacientes submetidos à hemodiafiltração venovenosa contínua.

INFORMAÇÃO DOS AUTORES

Chaves RC: <http://orcid.org/0000-0001-7324-272X>
 Tafner PF: <http://orcid.org/0000-0003-1547-2337>
 Chen FK: <http://orcid.org/0000-0001-6057-0572>
 Meneghini LB: <http://orcid.org/0000-0001-5979-1992>
 Corrêa TD: <http://orcid.org/0000-0001-9546-3910>
 Rabello Filho R: <http://orcid.org/0000-0001-7018-224X>
 Cendoroglo Neto M: <http://orcid.org/0000-0002-8163-4392>
 Santos OF: <http://orcid.org/0000-0002-8731-1201>
 Serpa Neto A: <http://orcid.org/0000-0003-1520-9387>

REFERÊNCIAS

1. Uchino S, Bellomo R, Kellum JA, Morimatsu H, Morgera S, Schetz MR, Tan I, Bouman C, Macedo E, Gibney N, Tolwani A, Oudemans-Van Straaten HM, Ronco C; Beginning and Ending Supportive Therapy for the Kidney (B.E.S.T. Kidney) Investigators Writing Committee. Patient and kidney survival by dialysis modality in critically ill patients with acute kidney injury. *Int J Artif Organs*. 2007;30(4):281-92.
2. Ronco C, Ricci Z, De Backer D, Kellum JA, Taccone FS, Joannidis M, et al. Renal replacement therapy in acute kidney injury: controversy and consensus. *Crit Care*. 2015;19:146. Review.
3. De Backer D, Donadello K, Taccone FS, Ospina-Tascon G, Salgado D, Vincent JL. Microcirculatory alterations: potential mechanisms and implications for therapy. *Ann Intensive Care*. 2011;1(1):27.
4. Sakr Y, Dubois MJ, De Backer D, Creteur J, Vincent JL. Persistent microcirculatory alterations are associated with organ failure and death in patients with septic shock. *Crit Care Med*. 2004;32(9):1825-31.
5. Pipili C, Vasileiadis I, Grapsa E, Tripodaki ES, Ioannidou S, Papastylianou A, et al. Microcirculatory alterations during continuous renal replacement therapy in ICU: a novel view on the 'dialysis trauma' concept. *Microvasc Res*. 2016; 103:14-8.
6. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ*. 2007;335(7624):806-8.
7. International Society Of Nephrology (ISN). Kidney International Supplements. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. Acute Kidney Injury Work Group. *Kidney Inter Suppl*. 2012;2(1):1-138.
8. Durão MS, Monte JC, Batista MC, Oliveira M, Iizuka IJ, Santos BF, et al. The use of regional citrate anticoagulation for continuous venovenous hemodiafiltration in acute kidney injury. *Crit Care Med*. 2008;36(11):3024-9.
9. Lima A, van Bommel J, Sikorska K, van Genderen M, Klijn E, Lesaffre E, et al. The relation of near-infrared spectroscopy with changes in peripheral circulation in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2011;39(7):1649-54.
10. Tafner PF, Chen FK, Rabello Filho R, Corrêa TD, Chaves RC, Serpa Neto A. Recent advances in bedside microcirculation assessment in critically ill patients. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29(2):238-47. Review.
11. Bezemer R, Lima A, Myers D, Klijn E, Heger M, Goedhart PT, et al. Assessment of tissue oxygen saturation during a vascular occlusion test using near-infrared spectroscopy: the role of probe spacing and measurement site studied in healthy volunteers. *Crit Care*. 2009;13 Suppl 5:S4.
12. Trzeciak S, Dellinger RP, Parrillo JE, Guglielmi M, Bajaj J, Abate NL, Arnold RC, Colilla S, Zanotti S, Hollenberg SM; Microcirculatory Alterations in Resuscitation and Shock Investigators. Early microcirculatory perfusion derangements in patients with severe sepsis and septic shock: relationship to hemodynamics, oxygen transport, and survival. *Ann Emerg Med*. 2007; 49(1):88-98. e1-2.
13. De Backer D, Ospina-Tascon G, Salgado D, Favory R, Creteur J, Vincent JL. Monitoring the microcirculation in the critically ill patient: current methods and future approaches. *Int Care Med*. 2010;36(11):1813-25. Review.
14. Chaves RC, Corrêa TD, Serpa Neto A, Bravim BA, Cordioli RL, Moreira FT, et al. Assessment of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: a systematic review of literature. *Ann Intensive Care*. 2018;8(1):21. Review.