

Yuri de Albuquerque Pessoa dos Santos¹, Luis Carlos Maia Cardozo Júnior¹, Pedro Vitale Mendes¹, Bruno Adler Maccagnan Pinheiro Besen¹, Marcelo Park¹

1.Unidade de Terapia Intensiva, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

Síndrome de extravasamento capilar durante terapia de substituição renal contínua após ligadura do hilo renal em suíno da raça Landrace com indução de hipercapnia

A literatura sobre diálise em suínos é escassa, e não há descrição da síndrome de extravasamento capilar durante a diálise em suínos. Nosso objetivo neste artigo é chamar a atenção para a possível ocorrência dessa síndrome, pelo menos na condição específica descrita.

Em uma linha de pesquisa experimental em andamento, estamos investigando o impacto de altas concentrações de bicarbonato no pH sanguíneo durante a hemodiálise venovenosa contínua (CVVHD) em porcos hipercápnicos com insuficiência renal grave induzida por ligadura do hilo.⁽¹⁾ Nesse experimento descrito, utilizou-se uma fêmea de 31 kg da raça Landrace como sujeito de pesquisa. Após a anestesia, foram inseridos uma linha venosa central, um cateter de diálise venosa (12 French, 16 cm, Arrow™, PA, Estados Unidos), um cateter Swan-Ganz (Edwards Lifesciences, Irvine, Estados Unidos) e uma linha arterial. Após laparotomia mediana, foi realizada cistostomia (para verificar a anúria), e o hilo renal foi ligado em bloco. Estabilizamos o animal por 1 hora após o término da cirurgia. Em seguida, o volume corrente foi reduzido para dois terços (Tabela 1) e, após 1 hora de redução do volume corrente, iniciou-se a CVVHD.

Nos primeiros experimentos, a CVVHD foi realizada usando o filtro de baixo fluxo Fresenius F8 (Fresenius Medical Care, MA, Estados Unidos) sem a ocorrência de quaisquer eventos adversos ou complicações.⁽¹⁾ Devido à escassez desse filtro no mercado brasileiro, mudamos para um filtro Elisio-H17 (Nipro Medical Ltda., Sorocaba, São Paulo, Brasil). Surpreendentemente, no primeiro experimento usando o novo filtro, ocorreu choque refratário fatal, baixo débito cardíaco e hemoconcentração logo após o início da terapia de substituição renal contínua. A figura 1 mostra a alteração na hemoglobina e no débito cardíaco durante a estabilização, a hipoventilação e 4 horas de CVVHD. A tabela 1 mostra a evolução temporal de outras variáveis hemodinâmicas, respiratórias e metabólicas durante o experimento. A hemoconcentração e a queda drástica no débito cardíaco ocorreram ao mesmo tempo em que o indivíduo apresentou taquicardia grave, altos níveis de norepinefrina e necessidade de solução salina padrão. Também observamos diminuição na pressão venosa central e na pressão média da artéria pulmonar, apesar de aumento terminal na pressão de oclusão da artéria pulmonar. O comportamento paradoxal terminal da baixa pressão média da artéria pulmonar e da alta pressão de oclusão da artéria pulmonar pode ser explicado pela associação da hipovolemia com a disfunção do ventrículo esquerdo.

A hemoconcentração com o comportamento hemodinâmico hipovolêmico grave associado nesse caso é muito semelhante à síndrome de extravasamento capilar, conforme descrito por Dr. Bayard Clarkson, que pode ocorrer com sistemas de suporte extracorpóreo.⁽²⁻⁴⁾ Muitas vias fisiopatológicas estão ligadas à síndrome de extravasamento capilar, que é uma condição associada a uma alta mortalidade.⁽²⁾ Em fases avançadas, pode ocorrer depressão miocárdica grave, semelhante ao que ocorreu em nosso experimento.⁽⁵⁾ Em experimentos

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 7 de junho de 2023

Aceito em 8 de junho de 2023

Autor correspondente:

Marcelo Park

Unidade de Terapia Intensiva, Hospital das Clínicas
Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo
Rua Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 255, Sala 11.083
CEP: 05403-000 - São Paulo (SP), Brasil
E-mail: marcelo.park@hc.fm.usp.br

Editor responsável: Felipe Dal-Pizzol

DOI: 10.5935/2965-2774.20230139-pt

Tabela 1 - Variáveis hemodinâmicas, respiratórias e metabólicas do indivíduo durante o experimento

	Valor basal	15 minutos	30 minutos	45 minutos	CVVHD	15 minutos	30 minutos	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas
Hemodinâmicas											
Frequência cardíaca (bpm)	85	94	122	109	111	94	99	119	153	211	220
PASm (mmHg)	90	92	116	88	89	56	69	78	61	64	47
PVC (mmHg)	8	8	6	6	7	6	5	5	4	2	3
POAP (mmHg)	10	12	10	10	9	10	6	5	4	13	17
PAPm (mmHg)	25	27	29	29	29	23	23	23	27	26	17
Lactato (mEq/L)	1,0				0,6				0,6	0,7	2,2
Norepinefrina (mcg/kg/minuto)	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	1,2
Respiratórias											
Volume corrente (mL)	240	160	160	160	160	160	160	160	160	200	240
Frequência respiratória (IPM)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
PEEP (cmH ₂ O)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
FiO ₂ (%)	21	40	40	40	40	40	40	30	30	25	25
PaO ₂ (mmHg)	71				101				75	73	83
PaCO ₂ (mmHg)	43				80				56	42	33
HCO ₃ (mEq/L)	22,7				23,7				20,3	17,6	14,8
SBE (mEq/L)	-2,2				-4,8				-6,8	-8,4	-10,8
SatO ₂ (%)	93				95				94	88	93
Metabólicas											
Temperatura central (°C)	36,3	37,2	37,5	37,6	37,5	36,1	36,1	36,2	36,4	36,3	36,8
pH	7,34				7,09				7,17	7,23	7,26
Glicemia (mg/dL)	102				116				130	127	283
Ca ²⁺ (mMol/L)	1,31				1,39				1,31	1,32	1,36
K ⁺ (mEq/L)	5				5,2				5,8	5,6	6,4
Na ⁺ (mEq/L)	136				137				135	137	134
Cl ⁻ (mEq/L)	112				111				113	117	116
Fluxo sanguíneo (mL/minuto)	0	0	0	0	0	205	207	209	212	211	209
Ultrafiltração líquida (mL)	0	0	0	0	0	11	26	53	74	87	143
Ingestão de fluidos* (mL)	0	0	0	0	0	0	250	250	500	800	1.300
Balanco de fluidos (mL)	0	0	0	0	0	-11	224	197	426	713	1.157

CVVHD - hemodiálise venovenosa contínua; bpm - batimentos por minuto; PASm - pressão arterial sistêmica média; PVC - pressão venosa central; POAP - pressão de oclusão da artéria pulmonar; PAPm - pressão média da artéria pulmonar; IPM - inspirações por minuto; PEEP - pressão expiratória positiva final; FiO₂ - fração inspirada de oxigênio; PaO₂ - pressão parcial de oxigênio; PaCO₂ - pressão parcial de dióxido de carbono; HCO₃ - bicarbonato; SBE - excesso de base; SatO₂ - saturação de oxigênio. Excesso de base padrão e mcg/kg/minuto denotam microgramas por kg por minuto. Do valor basal ao início da hemodiálise venovenosa contínua, o volume corrente foi reduzido para dois terços do valor basal. * Foi usada solução salina normal para a administração de fluidos.

posteriores, tentamos filtros adicionais, como Diacap® Acute L (B. Braun, São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil), Poliflux (Gambro, São Paulo, Brasil) e Fx80 (Fresenius Kabi Brazil Ltda., Itapetecica da Serra, São Paulo, Brasil), sem qualquer reação sistêmica do sujeito.

Este artigo demonstra que a síndrome do extravasamento capilar pode ocorrer em experimentos utilizando sistemas extracorpóreos. Esse fenômeno é algo que os pesquisadores translacionais devem conhecer para ajudar na escolha adequada dos dialisadores em suínos.

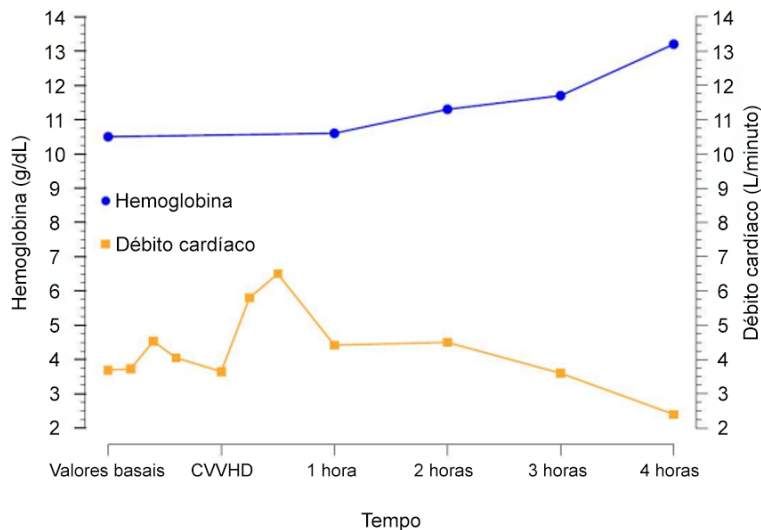


Figura 1 - Alteração na hemoglobina e no débito cardíaco durante as 5 horas do experimento.

A diferença entre os valores basais e os valores após o início da hemodíálise venovenosa contínua e o débito cardíaco foi medida a cada 15 minutos. Após o início da hemodíálise venovenosa contínua, o débito cardíaco foi medido após 15 e 30 minutos e, posteriormente, a cada hora. CVVHD - hemodíálise venovenosa contínua.

AGRADECIMENTOS

O experimento foi financiado pela disciplina de Emergências da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- Romano TG, Azevedo LC, Mendes PV, Costa EL, Park M. Effect of continuous dialysis on blood pH in acidemic hypercapnic animals with severe acute kidney injury: a randomized experimental study comparing high vs. low bicarbonate affluent. *Intensive Care Med Exp.* 2017;5(1):28.
- Gousseff M, Arnaud L, Lambert M, Hot A, Hamidou M, Duhaut P, Papo T, Soubrier M, Ruivard M, Malizia G, Tieulié N, Rivière S, Ninet J, Hatron PY, Amoura Z; Capillary Leak Syndrome Registry. The systemic capillary leak syndrome: a case series of 28 patients from a European registry. *Ann Intern Med.* 2011;154(7):464-71.
- Clarkson B, Thompson D, Horwith M, Luckey EH. Cyclical edema and shock due to increased capillary permeability. *Am J Med.* 1960;29(2):193-216.
- Hamada Y, Kawachi K, Tsunooka N, Nakamura Y, Takano S, Imagawa H. Capillary leakage in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2004;12(3):193-7.
- Garatti L, Wu MA, Ammirati E, Sacco A. Systemic leak capillary syndrome with myocardial involvement and cardiogenic shock: a case report. *Eur Heart J Case Rep.* 2022;6(7):ytac262.