

Comparação do desempenho dinâmico do sistema fechado para colheita de amostras de sangue HemoDraw® Plus com outros três sistemas

Livro branco

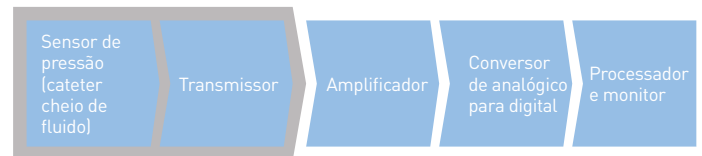
INTRODUÇÃO

A medição da tensão arterial é um passo obrigatório na avaliação da hemodinâmica, dado que fornece informações primárias acerca do desempenho do sistema cardiovascular e da perfusão nos tecidos¹. É clinicamente importante que a precisão do sistema utilizado para monitorizar a pressão arterial seja a mais elevada possível, independentemente da patologia clínica em causa^{2,3}. Em doentes em estado crítico e em doentes que estejam a ser submetidos a grandes cirurgias e a cirurgias de alto risco, a medição direta da tensão arterial intra-arterial através de um dispositivo com sensor intravascular é considerada a norma de ouro. Esta abordagem permite uma recolha de informações contínua em tempo real sobre a ação de bombagem do coração, incluindo a tensão arterial sistólica e diastólica e o fecho das válvulas⁴. Tais dispositivos permitem que se efetuem medições de batimento-a-batimento, mesmo nos casos em que estão a ser administrados fármacos inotrópicos ou vasoativos aos doentes, ou nos casos em que ocorreu uma súbita alteração no volume de sangue, tónus arterial ou arritmias^{3,5,6}. As medições da tensão arterial invasivas são consideradas mais precisas do que as realizadas com sistemas não invasivos (técnica oscilométrica) em determinadas situações, tal como a instabilidade hemodinâmica, hipotensão grave, aumento da rigidez arterial e doentes obesos^{2,5-8}.

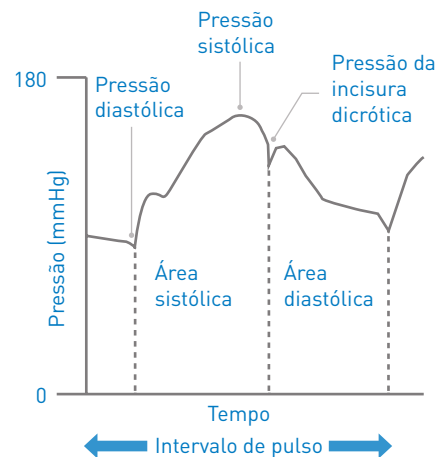
A tensão arterial intra-arterial direta é habitualmente medida utilizando um sistema de transdutor com cateter que deteta a onda de pressão gerada pela contração cardíaca (Figura A)⁴. A onda de pressão é transmitida através de tubagem cheia de fluido e das torneiras de passagem até ao diafragma de deteção do transdutor de pressão. A pressão deforma o diafragma, produzindo alterações na resistência elétrica que pode ser convertida num sinal elétrico, que pode ser gravado/monitorizado. O sistema de tensão arterial intra-arterial deve ser capaz de detetar e transmitir os componentes de alta frequência da curva arterial (no mínimo 24 Hz) de modo a representar com precisão a curva da pressão arterial⁹. Os parâmetros cardíacos que podem ser medidos com uma curva da pressão arterial normal proveniente de um indivíduo saudável, incluem pressão sistólica, pressão diastólica, pulso, pressão da incisura dicrótica, frequência cardíaca e tempo de ejeção do ventrículo esquerdo (Figura B)⁴.

A.

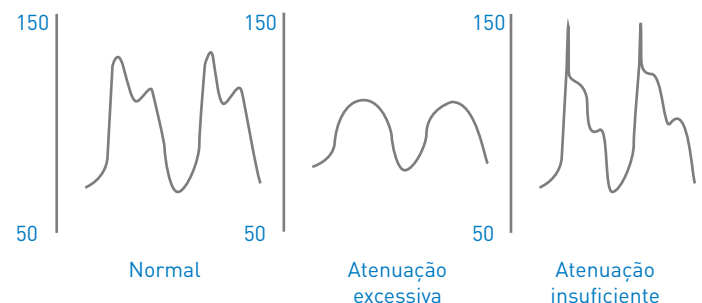
Transdutor de pressão



B.



C.

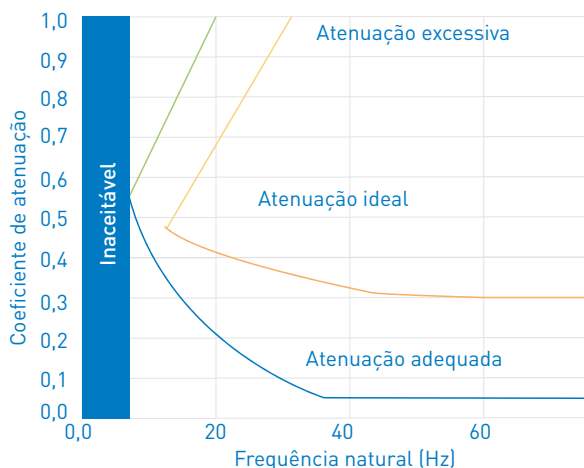


Para que ocorram os menores erros na curva de pressão arterial, o sistema de transdutor com cateter necessita de ser preciso, sensível, linear e registar desvios mínimos^{10,11}. Os erros nas medições podem dever-se a erros de calibração do sistema, pulso alternante alterado (dissecção ou estenose arterial) e artefactos resultantes de movimentação ou de resposta dinâmica inadequada dos sistemas de monitorização cheios de fluido^{10,11}. Deste conjunto de possibilidades, o principal contribuidor para a imprecisão da curva da pressão arterial é a resposta dinâmica do sistema hidráulico/transdutor de pressão (ou seja, fluido e diafragma)^{4,9}.

Uma curva tem dois componentes de resposta dinâmica: frequência natural e coeficiente de atenuação^{4,9}. A frequência natural de um sistema de medição da tensão arterial intra-arterial consiste no número de oscilações por unidade de tempo que ocorre sem qualquer atenuação e é determinada pelas propriedades dos respetivos componentes^{4,9}. A maioria dos sistemas disponíveis no mercado possuem uma frequência natural de aproximadamente 200 Hz, mas esta é reduzida pela adição de torneiras de três vias, bolhas, coágulos e comprimento adicional da tubagem. O coeficiente de atenuação está relacionado com o tempo que demora a efetuar a atenuação da curva. Devido às características específicas de um sistema (ou seja, comprimento da cânula ou tubagem, conformidade, inércia de fluidos, resistência de fluidos), o sistema pode apresentar uma atenuação insuficiente, uma atenuação excessiva ou uma atenuação ideal (Figura C)⁴. Se o sistema apresentar uma atenuação ideal, a curva de pressão pode regressar à sua curva da linha de base após ter sofrido perturbações⁴. Se um sistema apresentar uma atenuação insuficiente, a curva de pressão tende a repercutir-se, conduzindo a uma sobreavaliação da pressão sistólica e a uma subavaliação da pressão diastólica⁴. Se um sistema apresentar uma atenuação excessiva, a curva fica nivelada, resultando na subavaliação da tensão arterial sistólica e na sobreavaliação da tensão arterial diastólica⁴.

A Figura 2 ilustra um gráfico de Gardner que mostra a relação entre a frequência natural e o coeficiente de atenuação de um sistema, indicando a resposta dinâmica^{4,10}. Um sistema com uma atenuação ideal apresenta uma frequência natural elevada para permitir um intervalo o mais alargado possível nos coeficientes de atenuação. Habitualmente nos sistemas que não requerem uma resposta rápida (tais como os utilizados em adultos), as frequências naturais >30 Hz são precisas (geram uma pressão arterial com uma diferença de 1 mmHg da pressão real) e a frequência mínima absoluta que pode conduzir a uma curva adequada é de 7 Hz.^{4,10} Um coeficiente de atenuação de 0,5 consiste num nível adequado de atenuação para o intervalo mais alargado de frequências naturais^{4,10}.

FIGURA 2. O GRÁFICO DE GARDNER INDICA O NÍVEL DE ATENUAÇÃO DA CURVA DE PRESSÃO COMO UMA FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA NATURAL E O COEFICIENTE DE ATENUAÇÃO DE DOENTES COM UMA FREQUÊNCIA CARDÍACA NORMAL. (DE [10])



MÉTODOS

O desempenho dinâmico do sistema HemoDraw® Plus, VAMP, VAMP plus e dos sistemas SafeSet® foi avaliado utilizando um teste de "onda quadrada", conforme descrito por Gardner et al.¹⁰ Foi utilizado um simulador de tensão arterial. Cada sistema individual foi configurado e cuidadosamente cheio com solução salina para eliminar bolhas e, em seguida, testado três vezes. Foram geradas ondas quadradas ao ligar um gerador de sinais a um gerador de pressão. Foram gravadas ondas quadradas e a frequência natural e os coeficientes de atenuação foram calculados utilizando a seguinte equação¹²:

$$D = -\ln(A2/A1) / [\pi^2 + (\ln(A2/A1))^2]^{1/2}$$

Em que A1 é a amplitude do primeiro pico e A2 é a amplitude do segundo pico.

A média dos três testes foi representada num gráfico que foi comparado com o gráfico de Gardner.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Figura 3 são apresentadas uma curva representativa do Sistema HemoDraw® Plus e outra dos sistemas da sua concorrência A, B e C. Cada sistema produziu uma curva única, que indica diferenças na frequência natural e nas propriedades de atenuação entre os sistemas. A representação em gráfico do desempenho dinâmico (frequência natural vs. coeficiente de atenuação) de cada sistema no gráfico de Gardner demonstrou que o sistema HemoDraw® Plus tem uma melhor resposta em termos de frequência do que os restantes três sistemas, dado que o coeficiente de atenuação e a frequência natural se situam dentro do intervalo adequado para o registo de curvas de pressão arterial precisas (Figura 4). A diferença entre sistemas muito provavelmente representa diferentes características físicas, incluindo as propriedades do diafragma, do cateter arterial e da elasticidade do sistema. O facto de os sistemas da concorrência A, B e C revelarem uma atenuação insuficiente indica que estes sistemas podem sobreavaliar a tensão arterial sistólica, particularmente nos doentes com frequências cardíacas elevadas¹³. A constatação de que o sistema da Concorrência C apresenta uma atenuação insuficiente é consistente com um estudo anterior que investigou o desempenho dinâmico do sistema da Concorrência C e que também o considerou como apresentando uma atenuação insuficiente (coeficiente de atenuação mediano de 0,324 e frequência de ressonância mediana de 12,5 Hz)¹³.

FIGURA 3.

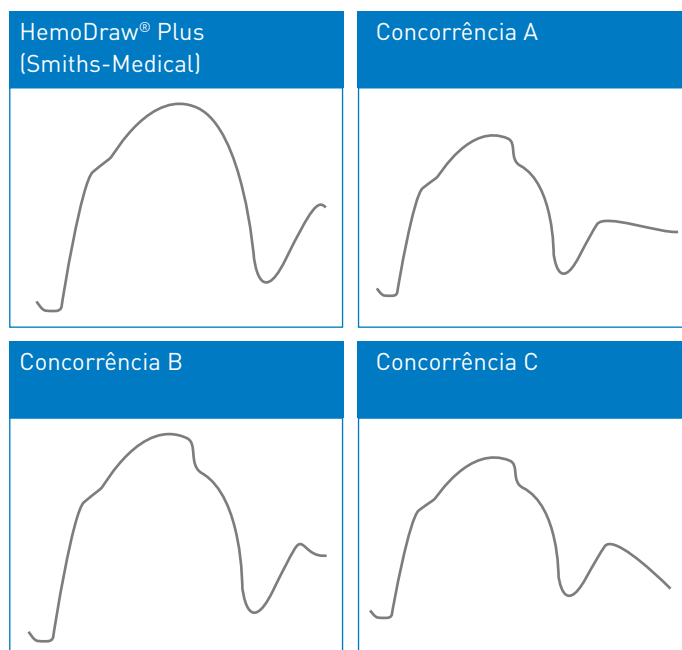
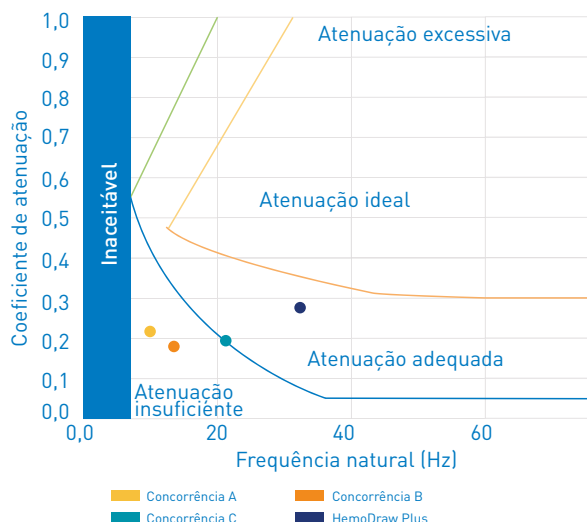


FIGURA 4. DESEMPENHO DINÂMICO DO SISTEMA HEMODRAW® PLUS E DOS SISTEMAS DA CONCORRÊNCIA A, B E C



A um nível prático, é importante que o prestador de cuidados de saúde esteja ciente da elevada incidência das curvas arteriais com atenuação insuficiente em doentes em estado crítico¹⁴. Uma simples observação da curva não fornece informações suficientes para uma pessoa determinar a adequação da resposta dinâmica¹⁰. A atenuação insuficiente é frequentemente ignorada e pode conduzir a abordagens terapêuticas inadequadas, tal como falta de fluidos e/ou suporte vasoativo/inotrópico em casos de hipotensão verdadeira ou ao tratamento de falsa hipertensão com uma subsequente redução na pressão de perfusão nos tecidos^{7,14}. Um estudo revelou que a incidência de atenuação insuficiente em doentes que estão a ser submetidos a uma grande cirurgia vascular e cardíaca era aproximadamente de 31%, e a sobreavaliação média da tensão arterial sistólica era de 38,5 mmHg (intervalo, 2 a 77 mmHg)¹⁴. Em contrapartida, em doentes que não apresentam uma atenuação insuficiente, a sobreavaliação da tensão arterial sistólica era apenas de 4,1 mmHg (intervalo de 1,5 a 15 mmHg)¹⁴. Uma diferença de >10 mmHg da pressão arterial real é clinicamente relevante e >20 mmHg é clinicamente inaceitável⁷. Para além das razões técnicas específicas do sistema para a atenuação insuficiente devem também ser consideradas as razões clínicas, uma vez que algumas das condições podem ter um impacto na medição da tensão arterial, incluindo hipertensão arterial crónica, arteriopatía polidisterctual e doença pulmonar obstrutiva crónica [DPOC]¹⁴. A sedação pode igualmente afetar as medições; contudo, desempenha um papel protetor na medida em que pode reduzir a atenuação insuficiente¹⁴.

Em resumo, na medicina moderna é de fulcral importância uma representação fiel da curva de pressão arterial e a subsequente medição dos valores de tensão arterial, particularmente nas áreas dos cuidados intensivos e de anestesiologia. As conclusões das experiências in vitro deste estudo indicam que o sistema HemoDraw® Plus apresenta uma melhor resposta da frequência quando comparado com os sistemas da concorrência A, B e C, sugerindo que possui uma precisão mais elevada para a medição direta da tensão arterial intra-arterial.

REFERÊNCIAS

1. Maki DG. Improving the safety of peripheral intravenous catheters. *BMJ* 2008; 337: a630.
2. Andrews FJ, Nolan JP. Critical care in the emergency department: monitoring the critically ill patient. *Emerg Med J* 2006; 23: 561-564.
3. Lehman LW, Saeed M, Talmor D, Mark R, Malhotra A. Methods of blood pressure measurement in the ICU. *Crit Care Med* 2013; 41: 34-40.
4. Lopez R. Direct Blood Pressure Measurement 2003 [cited 2017 February 10]. Available from: <https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&rlz=1C1CHBFenUS729US729&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=lopez+direct+blood+pressure+measurement+biomedical+engineering>.
5. Chatterjee A, DePriest K, Blair R, Bowton D, Chin R. Results of a survey of blood pressure monitoring by intensivists in critically ill patients: a preliminary study. *Crit Care Med* 2010; 38: 2335-2338.
6. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012. *Intensive Care Med* 2013; 39: 165-228.
7. Bur A, Herkner H, Vlcek M, Woisetschlager C, Derhaschnig U, Delle Karth G, et al. Factors influencing the accuracy of oscillometric blood pressure measurement in critically ill patients. *Crit Care Med* 2003; 31: 793-799.
8. Araghi A, Bander JJ, Guzman JA. Arterial blood pressure monitoring in overweight critically ill patients: invasive or noninvasive? *Crit Care* 2006; 10: R64.
9. Jones A, Pratt O. Physical principles of intra-arterial blood pressure measurement; anaesthesia tutorial of the week 137 2009 [cited 2017 February 10]. Available from: <http://www.anaesthesiauk.com/Documents/137%20Physical%20principles%20of%20intra-arterial%20blood%20pressure%20measurement.pdf>.
10. Gardner RM. Direct blood pressure measurement--dynamic response requirements. *Anesthesiology* 1981; 54: 227-236.
11. Romagnoli S, Romano SM, Bevilacqua S, Lazzeri C, Gensini GF, Pratesi C, et al. Dynamic response of liquid-filled catheter systems for measurement of blood pressure: precision of measurements and reliability of the Pressure Recording Analytical Method with different disposable systems. *J Crit Care* 2011; 26: 415-422.
12. Kleinman B, Powell S, Gardner RM. Equivalence of fast flush and square wave testing of blood pressure monitoring systems. *J Clin Monit* 1996; 12: 149-154.
13. Woda RP, Dzwonczyk R, Buyama C, Bernacki BL, Kelly WB. On the dynamic performance of the Abbott Safeset blood-conserving arterial line system. *J Clin Monit Comput* 1999; 15: 215-221.
14. Romagnoli S, Ricci Z, Quattrone D, Tofani L, Tujjar O, Villa G, et al. Accuracy of invasive arterial pressure monitoring in cardiovascular patients: an observational study. *Crit Care* 2014; 18: 644.

Para obter mais informações, visite o nosso website www.smiths-medical.com

OS PRODUTOS DESCRITOS PODEM NÃO ESTAR LICENCIADOS OU DISPONÍVEIS PARA VENDA NO CANADÁ E NOUTROS PAÍSES

Smiths Medical ASD, Inc.
Keene, NH 03431, EUA
Tel.: +1-603-352-3812

Smiths Medical Portugal Lda
Av. Eng. Duarte Pacheco,
Amoreiras, Torre 2 15º A
1070-102 Lisboa
Telefone: +351 22 532 30 10

Representante Autorizado na UE
Smiths Medical International
1500 Eureka Park, Lower Pemberton
Ashford Kent, TN25 4BF
Tel.: +44 (0)1233 722100

MKEECA-1584

**Rx
ONLY**

smiths medical

As informações de contacto locais estão disponíveis em: www.smiths-medical.com/customer-support

A Smiths Medical faz parte da atividade tecnológica global da Smiths Group plc. Para uma listagem completa das indicações, contraindicações, advertências e precauções, consulte as Instruções de utilização/Manual do operador. O logótipo da Smiths Medical é uma marca comercial da Smiths Medical. O símbolo ® indica que é uma marca comercial registada no Departamento de Marcas e Patentes dos EUA e em alguns outros países. Todos os outros nomes e marcas mencionados são marcas comerciais ou marcas de serviço dos respetivos proprietários. Produto referenciado com marcação CE. ©2017 Smiths Medical. Todos os direitos reservados. MX195051PT-082017