

PAPEL DO SUPORTE CIRCULATÓRIO NAS SÍNDROMES CORONARIANAS AGUDAS

THE ROLE OF CIRCULATORY SUPPORT IN ACUTE CORONARY SYNDROMES

RESUMO

Eduardo Gregório Chamlian¹
Nelson Americo Hossne
Junior¹
Walter José Gomes¹

1. Disciplina de Cirurgia
Cardiovascular da UNIFESP –
Escola Paulista de Medicina,
São Paulo, Brasil

Correspondência:
Rua Napoleão de Barros, 715, 3º andar,
São Paulo, SP
dudachamlian@mc.com

O tratamento da síndrome coronariana aguda obteve expressiva redução da mortalidade graças ao desenvolvimento de novos fármacos e da angioplastia coronariana primária. Entretanto, apesar desta terapêutica ser eficiente e oferecer resultados adequados no tratamento do infarto agudo do miocárdio (IAM), o choque cardiogênico ainda ocorre em 5 a 10% dos casos e continua a ser a principal causa de mortalidade intra-hospitalar. Portanto, temos um desfecho clínico insatisfatório neste grupo de pacientes com prognóstico reservado a curto e longo prazo.

O balão intra-aórtico, embora empregado de forma rotineira no tratamento do choque cardiogênico refratário, apresenta benefícios limitados e não apresenta impacto no prognóstico destes pacientes, como demonstrado em ensaios randomizados recentes.

Os sistemas de suporte de vida extracorpóreo (ECLS) são considerados dispositivos eficazes para o tratamento do choque cardiogênico refratário no IAM, uma vez que oferecem fluxo sanguíneo adequado e são instalados rapidamente pela canulação de vasos periféricos. Deste modo, permitem a tomada de decisões médicas para a realização de intervenções diagnósticas e terapêuticas – ponte para decisão – para tratamento da causa clínica e anatômica, com resultados clínicos consistentes e encorajadores para a utilização deste tipo de tecnologia.

Descritores: Infarto do miocárdio; Choque cardiogênico; Insuficiência cardíaca sistólica; Circulação extracorpórea; Oxigenação por membrana extracorpórea.

ABSTRACT

The treatment of acute coronary syndrome has achieved a significant reduction in mortality, thanks to the development of new drugs and primary coronary angioplasty. However, although this therapy is efficient and offers adequate results in the treatment of acute myocardial infarction (AMI), cardiogenic shock still occurs in 5% to 10% of cases, and continues to be the main cause of intrahospital mortality. Therefore, we have an unsatisfactory clinical outcome in this group of patients, with a reserved prognosis in the short and long terms.

The intra-aortic balloon pump, although used routinely in the treatment of refractory cardiogenic shock, has limited benefits and does not have any impact on patient prognosis, as demonstrated in recent randomized trials.

Extracorporeal life support systems (ECLS) are considered effective devices for the treatment of refractory cardiogenic shock in AMI, as they offer adequate blood flow and are rapidly installed through cannulation of the peripheral veins. They therefore enable medical decision-making for diagnostic and therapeutic interventions – decision-making bridge – for treatment of the clinical and anatomical cause, with consistent and encouraging clinical results for the use of this type of technology.

Descriptors: Myocardial infarction; Shock cardiogenic; Heart failure, systolic; Extracorporeal circulation; Extracorporeal Membrane Oxygenation

INTRODUÇÃO

O tratamento da síndrome coronariana aguda (SCA) teve enorme avanço com o desenvolvimento de novos fármacos e da angioplastia primária, com expressiva redução da mortalidade. No entanto, apesar da eficiência e bons resultados

no tratamento precoce no infarto agudo do miocárdio (IAM), o choque cardiogênico ainda ocorre em 5 a 10%, e continua a ser a principal causa de mortalidade intra-hospitalar nestes pacientes.¹ Portanto, o desfecho clínico dos pacientes com SCA que cursam com choque cardiogênico continua a ser

insatisfatório; e o prognóstico daqueles que desenvolvem parada cardíaca permanece extremamente reservado.

Embora comumente empregado no tratamento do choque cardiogênico refratário, devido à disponibilidade e familiaridade do médico, o balão intra-aórtico tem benefícios limitados e não melhora o prognóstico destes pacientes, como demonstrado em recentes ensaios randomizados.²⁻⁴

Portanto, novos dispositivos mais eficazes de manterem suporte circulatório tem emergindo e encontrado maior aplicação.

Atualmente existem vários dispositivos disponíveis de suporte circulatório mecânico, como suporte de vida extracorpórea (ECLS), ventrículos artificiais para-corpóreos ou extracorpóreos (VAD) e o coração artificial total.

Os sistemas de suporte de vida extracorpórea (ECLS) são considerados dispositivos eficazes para tratar o choque cardiogênico refratário ou a parada cardíaca no IAM devido à sua capacidade de fornecer um eficiente suporte circulatório e com a possibilidade de serem rapidamente executados através de canulação de vasos periféricos.

No entanto, os ECLS, isoladamente, são insuficientes para a resolução do choque cardiogênico após IAM. O objetivo principal da instalação do ECLS, nestes casos, é manter os pacientes vivos temporariamente para permitir raciocínio e tomada de decisões médicas, com o escopo de ponte de decisão para intervenções diagnósticas e terapêuticas, a fim de elucidar e tratar a condição clínica e anatômica que desencadeou a situação. (Figuras 1 e 2)

Isto é particularmente importante em pacientes com choque cardiogênico consequente a um IAM extenso; nos quais, embora a reperfusão possa ter sido eficaz, a recuperação da função contrátil devido ao miocárdio atordoado (*stunned myocardium*) possa demorar vários dias. Outra situação ocorre quando há parada cardíaca refratária, onde a instalação de ECLS permite estabilizar hemodinamicamente o paciente e proceder com métodos diagnósticos e de tratamento da condição desencadeadora.

O grande desenvolvimento dos sistemas de ECLS permite atualmente a implantação rápida com canulação percutânea periférica e utilização de oxigenadores de membrana e bombas centrífugas, com resultados clínicos cada vez mais consistentes e encorajadores.



Figura 1 – Centrimag® com detalhe da bomba centrífuga.



Figura 2. Centrimag® utilizada em suporte ventricular esquerdo (canulação ventrículo esquerdo – aorta ascendente) como ponte para decisão.

ESTRATÉGIA PARA ASSISTÊNCIA CIRCULATÓRIA MECÂNICA

Na última década, a taxa de mortalidade de pacientes com infarto agudo do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST (IAMSST) submetidos à terapia de reperfusão coronariana via angioplastia, ou trombólise intravenosa, diminuiu de forma significativa, quando comparada com o período em que este tipo de terapia não era possível.⁵ Os principais fatores que contribuem para este resultado são: avanços na terapia farmacológica,⁶⁻⁸ melhora contínua de dispositivos para intervenção coronária percutânea (ICP),⁹⁻¹¹ dedicação contínua para diminuição do tempo porta-balão no IAMSST,^{12,13} utilização de suporte circulatório mecânico nos casos de instabilidade hemodinâmica^{14,15} e programas de reabilitação cardiovascular.^{16,17} No entanto, quando analisamos o subgrupo de pacientes com IAMSST que desenvolveu choque cardiogênico – 7 a 10% dos casos –, a mortalidade intra-hospitalar ainda permanece extremamente elevada, apesar da terapia de reperfusão coronariana,¹⁸⁻²⁰ com evolução clínica gravemente comprometida^{21,22} e mortalidade entre 40-50%.²³ Os resultados do estudo SHOCK em 1999 evidenciaram que o melhor tratamento para o choque cardiogênico pós IAMSST é a revascularização precoce.²⁴ Apesar da revascularização precoce ser essencial para a recuperação da função ventricular, a disfunção de múltiplos órgãos é a principal causa de morte. Deste modo, a estabilização hemodinâmica também deve desempenhar um papel fundamental na estratégia de tratamento.²⁵

O balão intra-aórtico (BIA) historicamente tem sido usado e considerado um tipo de dispositivo de assistência circulatória mecânica (DACM) efetivo para pacientes com IAMSST com choque cardiogênico.^{26,27} Entretanto, estudos clínicos recentes, randomizados, controlados e multicêntricos demonstraram que o BIA não oferece benefício adicional na evolução de pacientes com choque cardiogênico submetidos a ICP.²⁻³ Como resultado, existe uma intensa controvérsia no uso do BIA neste perfil de pacientes.²⁸⁻³⁰

Oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO)

A utilização de ECMO (sistema de suporte de vida extracorpórea) têm sido reportada na literatura de modo crescente para pacientes com choque cardiogênico,³¹⁻³⁸ com taxas de sobrevida entre 32,7% a 76,2%, sendo, as maiores taxas, em centros com *expertise* em implantes de dispositivo de assistência ventricular (DAV) ou transplante cardíaco. Bermudez

et al.³² e Tayara et al.³⁴ relatam taxas de implante de DAV de 45% e 100%, com sobrevida de 64% e 66,7%, respectivamente.

Impella®

Os usos de dispositivos de assistência ventricular temporários têm sido utilizados de forma rotineira em pacientes com choque cardiogênico mesmo em vigência de parada cardiorrespiratória (PCR),³⁹⁻⁴⁵ com taxa de alta hospitalar entre 26% e 55%. A porcentagem de pacientes que receberam um DAV foi de 1,7% a 5,6%, e, nesta série, nenhum paciente foi submetido a transplante cardíaco.

REVASCULARIZAÇÃO

A revascularização adequada variou entre 20% a 100% nos pacientes submetidos a ECMO e, entre 58% e 100% naqueles submetidos a DAV. Na literatura, poucos autores relataram o valor da revascularização na vigência de choque cardiogênico após um IAMSST. Sakamoto et al.³¹, Chen et al.³⁵ e Anderson et al.⁴⁶ encontraram diferenças significativas nas taxas de revascularização em sobreviventes quando comparados aos não sobreviventes (84,4% vs. 57,6%, $p=0,005$; 100% vs. 67%, $p=0,033$; e 100% vs. 67%, $p<0,01$).

ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO

Análises multivariadas de risco foram realizadas em cinco estudos.^{31,33,37,42,45} O estudo de Sakamoto et al. avaliou 98 pacientes submetidos a ECMO após síndrome coronariana aguda (SCA) e os preditores independentes de mortalidade intra-hospitalar foram: angioplastia sem sucesso (Odds Ratio (OR): 6,7), assistolia ou atividade elétrica sem pulso (OR: 6,3) e complicações relacionadas a ECMO (OR: 4,6).³¹ Sheu et al. estudaram 71 pacientes com choque cardiogênico após IAMSST e identificou os seguintes preditores independentes de sobrevida: angioplastia sem sucesso (OR: 4,1), insuficiência cardíaca avançada (NYHA ≥ 3) (OR: 13,3) e suporte com ECMO (OR: 0,2).³³ Kim et al. reportaram 27 pacientes submetidos a ECMO após IAMSST, e somente o nível sérico de lactato antes da instalação de ECMO foi um fator independente associado com maior mortalidade hospitalar ($p=0,007$).³⁷ Aiba et al. analisaram 64 pacientes com choque cardiogênico pós IAMSST que receberam BIA (38 pacientes) ou ECMO (26 pacientes), e identificaram um sistema de escore de choque baseado na frequência cardíaca, pressão arterial, débito urinário, excesso de bases e estado mental como um preditor independente de mortalidade hospitalar (OR:2,2).⁴² Lauten et al. avaliaram 120 pacientes com choque cardiogênico pós IAMSST derivados do Registro Impella-EUROSHOCK e identificaram como preditores independentes de mortalidade a idade acima de 65 anos (OR:5,2) e nível sérico de lactato maior que 3,8 mmol/L (OR:5,2).⁴⁵

Análises univariadas foram demonstradas em dois estudos.^{35,46} Chen et al. reportaram 36 pacientes submetidos a ECMO de resgate após PCR devido a IAMSST e encontraram os seguintes fatores com diferença estatística significativa no desfecho de mortalidade: escore inotrópico, nível sérico de lactato, duração da PCR, Escore SOFA (*Sepsis-related Organ Failure Assessment Score*), falência hepática, falência renal e falência do sistema nervoso central.³⁵ Da mesma forma, Anderson et al. estudaram 100 pacientes com choque cardiogênico pós IAMSST e identificaram a gravidade do choque,

insucesso na revascularização e disfunção de múltiplos órgãos como preditores de maior mortalidade hospitalar.⁴⁶

MOMENTO DO IMPLANTE

A assistência circulatória mecânica no choque cardiogênico pós IAMSST tem sido utilizada primariamente como terapia de resgate após a intervenção coronária percutânea que evolui com necessidade de suporte inotrópico sem resposta hemodinâmica adequada. (Figuras 3 e 4)

Sakamoto et al. reportaram 98 pacientes submetidos a ECMO por choque cardiogênico ou PCR. A ICP foi realizada com sucesso em 66,3% e a ECMO foi instituída antes ou durante a ICP em 83,7% dos casos. Houve retirada da ECMO em 55,1% dos casos, com sobrevida hospitalar de 32,7%.³¹

Sheu et al. analisaram 46 pacientes submetidos a ECMO simultaneamente à ICP após IAMSST. Nessa casuística, a retirada da ECMO foi possível em 78,3% dos casos, com sobrevida hospitalar de 60,9%. Este estudo mostra uma taxa de sobrevida significativa com o uso da ECMO associada a ICP em um grupo de pacientes críticos, com grande probabilidade de óbito sem o uso da assistência circulatória mecânica.³³

Kim et al. apresentaram 27 pacientes nos quais 70,4% foram submetidos a ECMO antes da ICP ou cirurgia de revascularização miocárdica, demonstrando uma sobrevida hospitalar de 59,3%.³⁷

A utilização da ECMO e dos DAV não implantáveis devem



Figura 3. Canulação em artéria femoral direita e veia femoral direita por punção percutânea com irrigação distal do membro inferior direito em paciente com fração de ejeção de 8% pós-infarto agudo do miocárdio.



Figura 4. Detalhe da Centrimag® com 4.500 rpm e fluxo de 5 L/min.

ser iniciados prontamente, uma vez que têm a capacidade de fornecer uma rápida normalização das variáveis hemodinâmicas encontradas no choque cardiogênico.

RECUPERAÇÃO MIOCÁRDICA

Na literatura, a taxa de retirada dos DACM variou de 0% a 81,5% para ECMO, 32,4% a 76,9% para DAV não implantáveis e de 0% a 47,1% para DAV implantáveis,⁴⁶⁻⁴⁷ em comparação com a menor retirada dos DAV implantáveis de longa duração, por exemplo o HeartMate I®.⁴⁸⁻⁵⁰ A retirada da ECMO e dos DAV não implantáveis foi maior (> 70%) em estudos com maiores taxas de revascularização (> 80%),^{33,37,40,43} e consistentemente menor (< 70%) em estudos com menores taxas de revascularização (< 80%).^{31,32,34,39,42} A ECMO geralmente é colocada de forma precoce e ocasionalmente antes da revascularização miocárdica, enquanto os DAV não implantáveis são colocados no laboratório de hemodinâmica após a ICP. Os DAV implantáveis necessitam de ambiente cirúrgico para sua instalação e são geralmente utilizados nas

falhas de revascularização percutânea ou após cirurgia de revascularização miocárdica, fato este que acarreta um maior tempo para o início de sua terapêutica, além de um maior custo.

RESULTADOS DE SOBREVIDA

Notavelmente, oito estudos que utilizaram dispositivos de ACM no tratamento do choque cardiogênico pós IAMSST mostraram uma sobrevida maior que 60%, resultado este favorável, considerando que o quadro agudo de sua apresentação clínica neste subgrupo de pacientes é significativamente maior quando comparado com estudos que não incluíram dispositivos de ACM.^{32-34,38,48-51}

ALGORITMO DE ASSISTÊNCIA CIRCULATÓRIA MECÂNICA NO CHOQUE CARDIOGÊNICO NA SÍNDROME CORONARIANA AGUDA

As análises de fatores de risco demonstram que o tempo para intervenção coronária e a gravidade do choque são os principais preditores de sobrevida principais neste grupo de pacientes.^{31,33,35,42,46} A intervenção coronariana rápida previne o dano miocárdico irreversível enquanto a ACM diminui a disfunção de múltiplos órgãos.²⁵ Diretrizes atuais recomendam a revascularização de emergência no choque cardiogênico após um infarto agudo do miocárdio,⁵² entretanto a ocorrência de choque cardiogênico grave pode colocar em risco uma recuperação favorável.

Deste modo, propomos um algoritmo modificado de Caceres et al.²² baseado em três elementos principais: identificação do estado de choque cardiogênico grave, revascularização miocárdica e tempo para instalação de dispositivos de assistência circulatória mecânica. (Figuras 5 e 6)

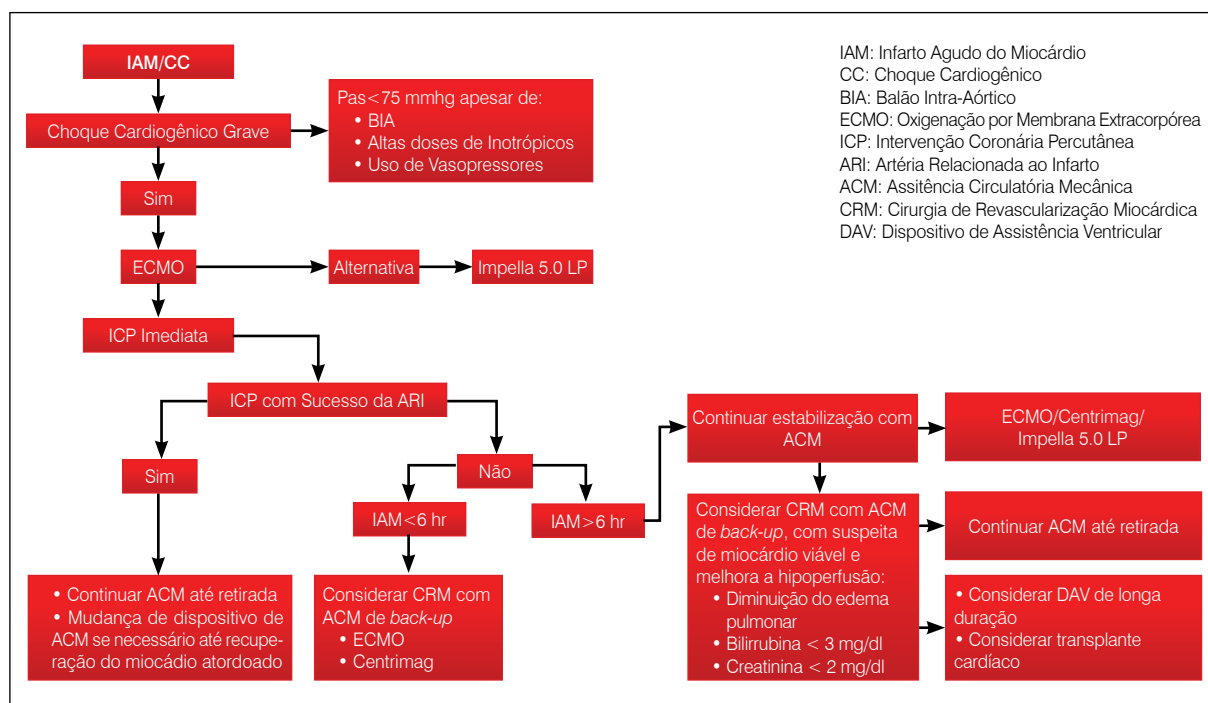


Figura5. Algoritmo de tratamento de choque cardiogênico na síndrome coronariana aguda – I.

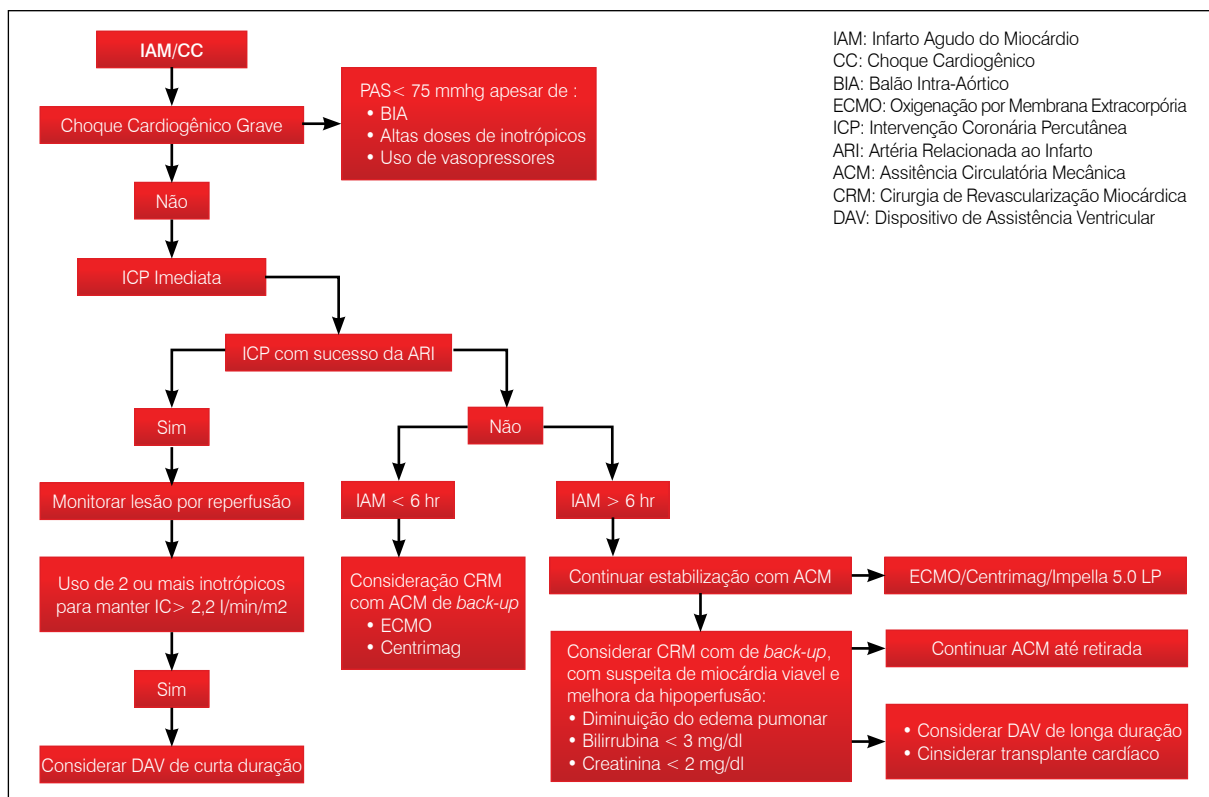


Figura 6. Algoritmo de tratamento de choque cardiogênico na síndrome coronariana aguda – II.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do desenvolvimento importante dos materiais utilizados na angioplastia coronária percutânea e do avanço tecnológico dos *stents*, o choque cardiogênico permanece como a principal causa de morte após o infarto agudo do miocárdio.

A utilização precoce de dispositivos de assistência circulatória mecânica, em conjunto ou logo após a intervenção

coronária percutânea, é uma opção terapêutica atual e com resultados favoráveis na diminuição da mortalidade.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não possuir conflitos de interesse na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Westaby S, Kharbanda R, Banning AP. Cardiogenic shock in ACS. Part 1: prediction, presentation and medical therapy. *Nat Rev Cardiol*. 2011;9(3):158–71.
- ISIS-2 (Second International Study of Infarct Survival) Collaborative Group. Randomised trial of intravenous streptokinase, oral aspirin, both, or neither among 17,187 cases of suspected acute myocardial infarction: ISIS-2. *Lancet*. 1988;2(8607):349–360.
- Thiele H, Schindler K, Friedenberger J, Eitel I, Furnau G, Grebe E, et al. Intracoronary compared with intravenous bolus abciximab application in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: the randomized Leipzig immediate percutaneous coronary intervention abciximab IV versus IC in ST-elevation myocardial infarction trial. *Circulation* 2008;118(1):49–57.
- Yusuf S, Zhao F, Mehta SR, Chrolavicius S, Tognoni G, Fox KK. Effects of clopidogrel in addition to aspirin in patients with acute coronary syndromes without ST-segment elevation. *N Engl J Med*. 2001;345(7):494–502.
- Wallentin L, Becker RC, Budaj A, Cannon CP, Emanuelsson H, Held C, et al. Ticagrelor versus clopidogrel in patients with acute coronary syndromes. *N Engl J Med*. 2009;361(11):1045–57.
- Stone GW, Maehara A, Witzenbichler B, Godlewski J, Parise H, Dambrink JH, et al. Intracoronary abciximab and aspiration thrombectomy in patients with large anterior myocardial infarction: The INFUSE-AMI randomized trial. *JAMA*. 2012; 307(17):1817–26.
- Stone GW, Grines CL, Cox DA, Garcia E, Tchong JE, Griffin JJ, et al. Comparison of angioplasty with stenting, with or without abciximab, in acute myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2002;346(13):957–66.
- Youssef AA, Wu CJ, Hang CL, Cheng CI, Yang CH, Chen CJ, et al. Impact of PercuSurge device conjugative with intracoronary administration of nitroprusside on no-reflow phenomenon following primary percutaneous coronary intervention. *Circ J*. 2006; 70(12):1538–42.
- Steg PG, James SK, Atar D, Badano LP, Blömsstrom-Lundqvist C, Borger MA, et al. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2012;33(20):2569–619.
- Steg PG, James SK, Atar D, Badano LP, Blomstrom-Lundqvist C, Borger MA, et al. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2012; 33: 2569 – 2619.
- Sanborn TA, Sleeper LA, Bates ER, Jacobs AK, Boland J, French JK, et al. Impact of thrombolysis, intra-aortic balloon pump counterpulsation, and their combination in cardiogenic shock

- complicating acute myocardial infarction: a report from the SHOCK Trial Registry. Should we emergently revascularize Occluded Coronaries for cardiogenic shock? *J Am Coll Cardiol*. 2000;36(3 Suppl A):11239.
12. Abdel-Wahab M, Saad M, Kynast J, Geist V, Sherif MA, Richardt G, et al. Comparison of hospital mortality with intra-aortic balloon counterpulsation insertion before versus after primary percutaneous coronary intervention for cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 2010; 105(7):967–71.
 13. Lawler PR, Filion KB, Eisenberg MJ. Efficacy of exercise-based cardiac rehabilitation post-myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am Heart J*. 2011;162(4):571–84.e2. doi:10.1016/j.ahj.2011.07.017.
 14. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, Bailey SR, Bittl JA, Cercek B, et al. 2015 ACC/AHA/SCAI Focused Update on Primary Percutaneous Coronary Intervention for Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction: An Update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention and the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *Circulation*. 2016 133(11):1135–47. doi:10.1161/CIR.0000000000000336.
 15. Antoniucci D, Valenti R, Santoro GM, Bolognese L, Trapani M, Moschi G, et al. Systematic direct angioplasty and stent-supported direct angioplasty therapy for cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: in-hospital and long-term survival. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31(2):294–300.
 16. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med*. 2012; 367(14):1287–96.
 17. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock. *N Engl J Med*. 1999;341(9):625–34.
 18. Hochman JS, Buller CE, Sleeper LA, Boland J, Dzavik V, Sanborn TA, et al. Cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction-etiology, management and outcome: A report from the SHOCK Trial Registry: Should we emergently revascularize Occluded Coronaries for cardiogenic shock? *J Am Coll Cardiol*. 2000;36(3 Suppl A): 1063–70.
 19. Sheu JJ, Tsai TH, Lee FY, Fang HY, Sun CK, Leu S, et al. Early extracorporeal membrane oxygenator-assisted primary percutaneous coronary intervention improved 30-day clinical outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with profound cardiogenic shock. *Crit Care Med*. 2010;38(9):1810–17.
 20. Jeger RV, Radovanovic D, Hunziker PR, Pfisterer ME, Stauffer JC, Erne P, et al. Ten-year trends in the incidence and treatment of cardiogenic shock. *Ann Intern Med*. 2008;149(9):618–26.
 21. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock. *N Engl J Med*. 1999;341(9):625–34.
 22. Caceres M, Esmailian F, Moriguchi JD, Arabia FA, Czer LS. Mechanical circulatory support in cardiogenic shock following an acute myocardial infarction: a systematic review. *J Card Surg*. 2014;29(5):743–51.
 23. Scholz KH. [Reperfusion therapy and mechanical circulatory support in patients in cardiogenic shock]. *Herz*. 1999; 24(6):448–64.
 24. Hasdai D, Holmes DR Jr, Topol EJ, Berger PB, Criger DA, Hochman JS, et al. Frequency and clinical outcome of cardiogenic shock during acute myocardial infarction among patients receiving reteplase or alteplase: Results from GUSTO-III: Global Use of Strategies to Open Occluded Coronary Arteries. *Eur Heart J*. 1999;20(2):128–35.
 25. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial. *Lancet*. 2013;382(9905):1638–45.
 26. Thiele H, Schuler G, Neumann FJ, Hausleiter J, Olbrich HG, Schwarz B, et al. Intraaortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: Design and rationale of the Intraaortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock II (IABP-SHOCK II) trial. *Am Heart J*. 2015;169(4):e7–8. doi:10.1016/j.ahj.2015.01.009.
 27. Unverzagt S, Buerke M, de Waha A, Haerting J, Pietzner D, Seyfarth M, et al. Intra-aortic balloon pump counterpulsation (IABP) for myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;27;3:CD007398.
 28. Levine GN, O'Gara PT, Bates ER, Blankenship JC, Kushner FG, Bailey SR, et al. 2015 ACC/AHA/SCAI Focused Update on Primary Percutaneous Coronary Intervention for Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction: An Update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention and the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction: A Report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *J Am Coll Cardiol*. 2015 October 21, doi:10.1016/j.jacc.2015. 10.005.
 29. de Waha S, Desch S, Eitel I, Fuernau G, Lurz P, de Waha A, et al. What is the evidence for IABP in STEMI with and without cardiogenic shock? *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 2012; 6(3):123–32.
 30. Acharji S, Mathur A, Lakshmanadoss U, Prasad H, Singh M, Kaluski E. Have we given up on intra-aortic balloon counterpulsation in post-myocardial infarction cardiogenic shock? *Clin Cardiol*. 2013;36(11):704–10.
 31. Sakamoto S, Taniguchi N, Nakajima S. Extracorporeal life support for cardiogenic shock or cardiac arrest due to acute coronary syndrome. *Ann Thorac Surg*. 2012;94(1):1–7.
 32. Bermudez CA, Rocha RV, Toyoda Y, Zaldonis D, Sappington PL, Mulukutla S, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for advanced refractory shock in acute and chronic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg*. 2011;92(6):2125–31.
 33. Sheu JJ, Tsai TH, Lee FY, Fang HY, Sun CK, Leu S, et al. Early extracorporeal membrane oxygenator-assisted primary percutaneous coronary intervention improved 30-day clinical outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with profound cardiogenic shock. *Crit Care Med*. 2010;38(9):1810–17.
 34. Tayara W, Starling RC, Yamani MH, Wazni O, Jubran F, Smedira N. Improved survival after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock with circulatory support and transplantation: comparing aggressive intervention with conservative treatment. *J Heart Lung Transplant*. 2006;25(5):504–9.
 35. Chen JS, Ko WJ, Yu HY, Lai LP, Huang SC, Chi NH, et al. Analysis of the outcome for patients experiencing myocardial infarction and cardiopulmonary resuscitation refractory to conventional therapies necessitating extracorporeal life support rescue. *Crit Care Med*. 2006;34(4):950–7.
 36. Jaski BE, Lingle RJ, Overlie P, Favrot LK, Willms DC, Chillcott S, et al. Long-term survival with use of percutaneous extracorporeal life support in patients presenting with acute myocardial infarction and cardiovascular collapse. *ASAIO J*. 1999;45(6):615–8.
 37. Kim H, Lim SH, Hong J, Hong YS, Lee CJ, Jung JH, et al. Efficacy of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in acute myocardial infarction with cardiogenic shock. *Resuscitation*. 2012;83(8):971–5.
 38. Tang GH, Malekan R, Kai M, Lansman SL, Spielvogel D. Peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation improves survival in myocardial infarction with cardiogenic shock. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145(3):e32–3.
 39. Engström AE, Cocchieri R, Driessen AH, Sjaauw KD, Vis MM,

Baan J, et al. The Impella 2.5 and 5.0 devices for ST-elevation myocardial infarction patients presenting with severe and profound cardiogenic shock: the Academic Medical Center intensive care unit experience. *Crit Care Med*. 2011;39(9):2072–9.

40. Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, Fröhlich G, Bott-Flügel L, Byrne R, et al. A randomized clinical trial to evaluate the safety and efficacy of a percutaneous left ventricular assist device versus intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock caused by myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52(19):1584–8.
41. Thiele H, Sick P, Boudriot E, Diederich KW, Hambrecht R, Niebauer J, et al. Randomized comparison of intra-aortic balloon support with a percutaneous left ventricular assist device in patients with revascularized acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Eur Heart J*. 2005;26(13):1276–83.
42. Aiba T, Nonogi H, Itoh T, Morii I, Daikoku S, Goto Y, et al. Appropriate indications for the use of a percutaneous cardiopulmonary support system in cases with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *Jpn Circ J*. 2001;65(3):145–9.
43. Thiele H, Lauer B, Hambrecht R, Boudriot E, Cohen HA, Schuler G. Reversal of cardiogenic shock by percutaneous left atrial-to-femoral arterial bypass assistance. *Circulation*. 2001;104(24):2917–22.
44. Smalling RW, Sweeney M, Lachterman B, Hess MJ, Morris R, Anderson HV, et al. Transvalvular left ventricular assistance in cardiogenic shock secondary to acute myocardial infarction. Evidence for recovery from near fatal myocardial stunning. *J Am Coll Cardiol*. 1994;23(3):637–44.
45. Lauten A, Engström AE, Jung C, Empen K, Erne P, Cook S, et al. Percutaneous left-ventricular support with the Impella-2.5-assist device in acute cardiogenic shock: results of the Impella-EURO-SHOCK-registry. *Circ Heart Fail*. 2013;6(1):23–30.
46. Anderson M, Smedira N, Samuels L, Madani M, Naka Y, Acker M, et al. Use of the AB5000 ventricular assist device in cardiogenic shock after acute myocardial infarction. *Ann Thorac Surg*. 2010;90(3):706–12.
47. Entwistle JW 3rd, Bolno PB, Holmes E, Samuels LE. Improved survival with ventricular assist device support in cardiogenic shock after myocardial infarction. *Heart Surg Forum*. 2003;6:316–19.
48. Leshnower BG, Gleason TG, O'Hara ML, Pochettino A, Woo YJ, Morris RJ, et al. Safety and efficacy of left ventricular assist device support in postmyocardial infarction cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg*. 2006;81(4):1365–70.
49. Dang NC, Topkara VK, Leacche M, John R, Byrne JG, Naka Y. Left ventricular assist device implantation after acute anterior wall myocardial infarction and cardiogenic shock: a two-center study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;130(3):693–8.
50. Chen JM, DeRose JJ, Slater JP, Spanier TB, Dewey TM, Catanese KA, et al. Improved survival rates support left ventricular assist device implantation early after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 1999;33(7):1903–8.
51. Hendry PJ, Masters RG, Mussivand TV, Smith S, Davies RA, Finlay S, et al. Circulatory support for cardiogenic shock due to acute myocardial infarction: a Canadian experience. *Can J Cardiol*. 1999;15(10):1090–4.
52. O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, Casey DE Jr, Chung MK, de Lemos JA, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2013;127(4):e362–425.