



DOCUMENTO DE CONSENSO

Resumen del documento de consenso «Guías de práctica clínica para el manejo del síndrome de bajo gasto cardiaco en el postoperatorio de cirugía cardiaca»[☆]

J.L. Pérez Vela^{a,*}, J.C. Martín Benitez^b, M. Carrasco Gonzalez^c,
M.A. de la Cal López^d, R. Hinojosa Pérez^e, V. Sagredo Meneses^f, F. del Nogal Saez^g
y Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de SEMICYUC, «con el
aval científico de la SEMICYUC»

^a Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

^b Servicio de Medicina intensiva, Hospital Clínico Universitario San Carlos, Madrid, España

^c Unidad Postoperatoria de Cirugía Cardiaca, Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, España

^d Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario de Getafe, Madrid, España

^e Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

^f Servicio de Medicina intensiva, Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, Salamanca, España

^g Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario Severo Ochoa, Leganés, Madrid, España

Recibido el 3 de noviembre de 2011; aceptado el 7 de enero de 2012

Disponible en Internet el 23 de marzo de 2012

PALABRAS CLAVE

Síndrome de bajo
gasto cardiaco;
Fracaso ventricular;
Cirugía cardiaca;
Metodología GRADE

Resumen El síndrome de bajo gasto cardiaco es una potencial complicación de los pacientes intervenidos de cirugía cardiaca y asocia un aumento de la morbimortalidad. La presente guía pretende proporcionar recomendaciones para el manejo de estos pacientes, en el postoperatorio inmediato, ingresados en UCI. Las recomendaciones se han agrupado en diferentes apartados, tratando de dar respuesta desde los conceptos más básicos como es la definición a los diferentes apartados de monitorización básica y avanzada, y terminando con el complejo manejo de este síndrome. Se propone un algoritmo de manejo inicial, así como otros de fracaso ventricular predominantemente izquierdo o derecho. La mayor parte de las recomendaciones están basadas en el consenso de expertos, debido a la falta de estudios clínicos aleatorizados, de adecuado diseño y tamaño muestral en este grupo de pacientes. La calidad de la evidencia y la fuerza de las recomendaciones se realizó siguiendo la metodología GRADE. La guía se presenta como una lista de recomendaciones (y nivel de evidencia de cada recomendación) para cada pregunta del tema seleccionado. A continuación, en cada pregunta, se procede a la justificación de las recomendaciones.

© 2011 Elsevier España, S.L. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

Véase contenido relacionado en DOI:

[10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)

[☆] La versión completa de este documento de consenso se publica en Med Intensiva. 2012. doi:10.1016/j.medin.2012.02.007, que se incluye en la versión electrónica de este mismo número. Disponible en: www.elsevier.es/medicina-intensiva

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: perezvela@yahoo.es (J.L. Pérez Vela).

KEYWORDS

Low cardiac output syndrome;
Ventricular failure;
Cardiac surgery;
GRADE methodology

Summary of the consensus document: "Clinical practice guide for the management of low cardiac output syndrome in the postoperative period of heart surgery"

Abstract Low cardiac output syndrome is a potential complication in cardiac surgery patients and is associated with increased morbidity and mortality. This guide provides recommendations for the management of these patients, immediately after surgery and following admission to the ICU. The recommendations are grouped into different sections, addressing from the most basic concepts such as definition of the disorder to the different sections of basic and advanced monitoring, and culminating with the complex management of this syndrome. We propose an algorithm for initial management, as well as two others for ventricular failure (predominantly left or right). Most of the recommendations are based on expert consensus, due to the lack of randomized trials of adequate design and sample size in patients of this kind. The quality of evidence and strength of the recommendations were based on the GRADE methodology. The guide is presented as a list of recommendations (with the level of evidence for each recommendation) for each question on the selected topic. For each question, justification of the recommendations is then provided.

© 2011 Elsevier España, S.L. and SEMICYUC. All rights reserved.

Concepto

El síndrome de bajo gasto cardiaco (SBGC) en el postoperatorio de cirugía cardiaca (PCC) es una potencial complicación de los pacientes intervenidos de cirugía cardiaca (CC). Su incidencia varía entre un 3 y un 45% en los diferentes estudios y se asocia a un aumento de la morbimortalidad, prolongación de la estancia en UCI y aumento en el consumo de recursos¹⁻³. Comprende un amplio concepto; así, en la literatura también se encuentran otras denominaciones tales como disfunción miocárdica postoperatoria, disfunción cardiocirculatoria postoperatoria, disfunción cardiovascular aguda, fracaso cardiaco poscirugía, fracaso cardiaco o shock poscardiotomía. Tiene un origen y modo de presentación diferente a la insuficiencia cardiaca aguda (ICA) médica. Por ello, las clasificaciones de ICA de la Sociedad Europea de Cardiología y de la *American College of Cardiology* (ACC) no son aplicables de manera directa al PCC⁴.

La morbimortalidad de la fase postoperatoria de los pacientes de CC ha evolucionado positivamente en los últimos años. Probablemente esto es debido a las mejoras en todos los niveles asistenciales implicados, incluyendo la cirugía (técnica quirúrgica, protección miocárdica...), la anestesia, la monitorización, el manejo y el tratamiento postoperatorio. Esta suma de mejoras ha animado a intervenir a pacientes cada vez mayores, con mayor comorbilidad, y por tanto, más susceptibles de presentar complicaciones, entre otras las hemodinámicas.

Objetivos de la guía

Proporcionar recomendaciones para el manejo de pacientes con SBGC en el PCC, en pacientes adultos, en el postoperatorio inmediato de CC, ingresados en UCI. Las recomendaciones se basaron en el consenso de expertos en Medicina Intensiva, con especial dedicación al PCC, además de un intensivista, experto en metodología. La guía es transparente en cuanto a la bibliografía que sustenta las

Glosario de abreviaturas y términos

ACC/AHA	<i>American College of Cardiology/American Heart Association.</i>
BCIAo	balón de contrapulsación intraaórtico.
CAP	catéter de arteria pulmonar.
CC	cirugía cardiaca.
CEC	circulación extracorpórea.
ECC	ecocardiograma.
ESC	<i>European Society of Cardiology.</i>
ETE	ecocardiograma transesofágico.
ETT	ecocardiograma transtorácico.
FEVI	fracción de eyección del ventrículo izquierdo.
GC	gasto cardiaco.
GRADE	<i>Grading of Recommendations Assesment, Development and Evaluation (working group).</i>
HTP	hipertensión pulmonar.
IC	índice cardiaco.
ICA	insuficiencia cardiaca aguda.
ICP	intervención coronaria percutánea.
PVC	presión venosa central.
RIFLE/AKIN	<i>Risk, linjury, Failure, Loss of kidney function, and End-stage renal failure/Acute Kidney Injury Network.</i>
SBGC	síndrome de bajo gasto cardiaco postoperatorio (de cirugía cardiaca).
SC	shock cardiogénico.
SEMICYUC	Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias.
SVA	soporte vital avanzado.
SvcO ₂	saturación venosa central de oxígeno.
SvO ₂	saturación venosa de oxígeno.
TA	tensión arterial.
TAM	tensión arterial media.
TAS	tensión arterial sistólica.
TCI	tronco común izquierdo.
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos.

recomendaciones y el nivel de evidencia, así como en cuanto al método usado para el desarrollo de la misma. Esto permite que sea reproducible y aplicable en las diferentes UCI.

Alcance de la guía

Las recomendaciones se han agrupado en diferentes apartados, tratando de dar respuesta desde los conceptos más básicos como es la definición, no homogénea en la literatura publicada, a los diferentes apartados de monitorización básica y avanzada en estos pacientes y terminando con el complejo manejo de este síndrome. El manejo incluye desde los tratamientos farmacológicos, al alcance de cualquier centro, hasta los tratamientos más complejos, como son las asistencias mecánicas y el trasplante cardiaco. Se finaliza con la propuesta de unos algoritmos simples de manejo inicial, así como del fracaso ventricular predominantemente izquierdo o derecho.

Limitaciones de la guía

La mayoría de las recomendaciones están basadas en el consenso de expertos, debido a la falta de estudios clínicos aleatorizados, de adecuado diseño y tamaño muestral en este grupo de pacientes, en la mayor parte de las cuestiones analizadas para el establecimiento de las recomendaciones. Por otro lado, esta guía deja fuera la población infantil.

Usuarios

Esta guía ha sido elaborada para ser consultada y usada por médicos que estén involucrados en el manejo perioperatorio de CC o, en los aspectos más generales, para médicos implicados en el manejo de pacientes críticos cardiológicos. También puede ser usada para labores docentes de médicos intensivistas o residentes.

Metodología para el desarrollo de la guía

Conformación del grupo

Bajo el patrocinio del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos de la SEMICYUC, se reunieron un grupo de expertos en el manejo del PCC, pertenecientes a diferentes Comunidades Autónomas, con ámbito nacional. Además, desde el inicio participó un intensivista experto en metodología, proporcionando orientación y apoyo en las búsquedas bibliográficas, así como en el desarrollo y metodología para la confección de la guía.

Los componentes del grupo de trabajo establecieron las preguntas de especial interés a responder en el contexto del síndrome de bajo gasto planteado. Así, realizaron búsquedas sistematizadas de la literatura y, tras el análisis de las mismas, se formularon las recomendaciones iniciales, mediante discusión entre los distintos componentes del grupo. El texto y las recomendaciones iniciales se enviaron a un grupo de médicos intensivistas con especial experiencia y dedicación a los pacientes postoperados de CC (apéndice 1 (puede consultar el apéndice en la versión completa, doi:10.1016/j.medin.2012.02.007)). Con las aportaciones de

estos y la puesta en común, realizada en la reunión del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP, en el Congreso Nacional de la SEMICYUC 2011, se formularon las conclusiones finales del documento.

Busqueda de la literatura biomédica y desarrollo de la guía

Para el desarrollo de estas guías se ha realizado una búsqueda bibliográfica en MEDLINE incluyendo las publicaciones hasta diciembre de 2010. Dado que en la literatura biomédica el síndrome a estudio puede aparecer en el contexto de diferentes términos, se buscaron ensayos clínicos con asignación aleatoria, revisiones, estudios de cohortes, casos y controles, estudios observacionales descriptivos y series de casos que incluyeran los siguientes términos: *post/perioperative low cardiac output syndrome*, *postcardiotomy heart/cardiaca failure*, *postcardiotomy cardiogenic shock*, *post/perioperative cardiac/heart failure*, *transient ventricular dysfunction or myocardial stunning* y bajo gasto cardiaco (GC) posCC. Estos términos se cruzaron en cada uno de los apartados que trata esta guía: monitorización, inotropos, etc. Como punto de partida se tomaron las únicas guías realizadas en la actualidad, para manejo hemodinámico y tratamiento en pacientes de CC, basadas en la revisión bibliográfica y opinión de expertos, publicadas recientemente por la *Association of the Scientific Medical Societies in Germany*⁵. Adicionalmente, se utilizaron referencias bibliográficas secundarias (identificadas en los estudios analizados encontrados por la búsqueda electrónica) y guías y recomendaciones generales de insuficiencia cardiaca, arritmias y monitorización.

La calidad de la evidencia y la fuerza de las recomendaciones se realizó siguiendo la metodología *GRADE working group (Grading of Recommendation Assessment, Development and Evaluation)*^{6,7}. Este sistema se basa en una valoración secuencial de la calidad de la evidencia (teniendo en cuenta el diseño y la calidad del estudio, la consistencia y la evidencia directa-indirecta) y las posibles recomendaciones. Así, clasifica la calidad de la evidencia como alta (grado A), moderada (grado B), baja (grado C) o muy baja (grado D), (tabla 1); (puede consultar la tabla 1 en la versión completa, doi:10.1016/j.medin.2012.02.007) y las recomendaciones como fuertes (grado 1) o débiles (grado 2). Los grados de recomendaciones fuertes o débiles se consideran más por la importancia clínica que por la calidad de la evidencia. Una recomendación fuerte, a favor de una intervención, refleja que los efectos deseables por adherencia a la recomendación claramente superan a los efectos indeseables y significa: «recomendamos». Una recomendación débil a favor de una intervención indica que los efectos deseables probablemente tendrán un mayor peso que los efectos indeseables y significa: «sugerimos» (tabla 2), (puede consultar la tabla 2 en la versión completa, doi:10.1016/j.medin.2012.02.007).

La guía se presenta como una lista de recomendaciones (y nivel de evidencia de cada recomendación) para cada pregunta del tema seleccionado. A continuación, en cada pregunta concreta, se procede a la justificación de las recomendaciones. Dadas las amplias dimensiones de la guía completa, este texto presenta una versión reducida,

exclusivamente con las recomendaciones. Para acceder al texto completo, que incluye la justificación de las mismas, y el total de las 483 referencias bibliográficas, se debe «clickear» el siguiente link: [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007).

Actualización de la guía

Se propone que la guía sea actualizada a los 4 años de la fecha de publicación, para ir adaptando las recomendaciones a los resultados de la nueva investigación clínica que se produzca.

Exoneración

La guía es una herramienta útil para mejorar las decisiones médicas, pero en cualquiera de los casos, las recomendaciones de estas guías no pretenden reemplazar la capacidad de decisión del clínico en un caso concreto, en circunstancias y variables clínicas específicas. La aplicación de las recomendaciones también dependerá de la disponibilidad de medios de cada Centro o Institución. Por otro lado, nuevos resultados de la investigación clínica pueden proporcionar nuevas evidencias que hagan necesario cambiar la práctica habitual, aun antes de que esta guía sea actualizada.

¿Cómo podríamos definir el síndrome de bajo gasto cardiaco en el postoperatorio de cirugía cardiaca?

Recomendación

Se recomiendan las siguientes definiciones:

1. *SBGC poscirugía*: índice cardiaco (IC) medido $< 2,2 \text{ l/min/m}^2$, sin hipovolemia relativa asociada. Puede deberse a fracaso ventricular izquierdo y/o derecho y asociar o no congestión pulmonar. Puede cursar con tensión arterial normal o baja.
2. *Cuadro clínico compatible con SBGC*: comprendería a aquellos pacientes en los que no se está monitorizando, y se desconoce, el GC, pero presentan un cuadro clínico compatible con bajo GC: oliguria (diuresis inferiores a $0,5 \text{ ml/kg/h}$), saturación venosa central $< 60\%$ (con saturación arterial normal) y/o lactato $> 3 \text{ mmol/l}$, sin hipovolemia relativa. Dentro de este grupo también se deben incluir aquellos pacientes que vienen de quirófano con inotropos y/o balón de contrapulsación intraaórtico (BCIAo) y en los que estos han de mantenerse para conseguir una situación hemodinámica adecuada.
3. *Shock cardiogénico (SC)*: corresponde a la situación más grave del espectro del SBGC. Se define como: $\text{IC} < 2,0 \text{ l/min/m}^2$, con $\text{TAS} < 90 \text{ mmHg}$, sin hipovolemia relativa, y con oliguria.

¿Es el síndrome de bajo gasto cardiaco una insuficiencia cardiaca aguda?

Recomendación

El SBGC podría ser considerado como una ICA con diferencias en la etiología, fisiopatología y evolución, respecto a las ICA médicas contempladas en las clasificaciones propuestas por ESC y ACC/AHA.

¿Podemos identificar factores de riesgo para el desarrollo de síndrome de bajo gasto cardiaco?

Recomendación

No se puede identificar ningún factor de riesgo con capacidad suficiente para predecir, por sí mismo, el desarrollo de SBGC en el PCC (2 D).

¿Cuál es la monitorización básica necesaria en el postoperatorio de cirugía cardiaca?

Recomendaciones

1. La monitorización del paciente en el PCC se adaptará a la situación clínica del paciente (1C).
2. Se recomienda, como monitorización básica a implantar en los pacientes en situación de estabilidad clínica, la monitorización electrocardiográfica continua, la saturación arterial sistémica de oxígeno, la presión arterial invasiva, el balance de fluidos (diuresis, drenajes) y la medida de la presión venosa central (PVC) (1D).
3. En enfermos de bajo riesgo, se considera suficiente la monitorización con PVC, no precisando CAP u otros sistemas de medición de GC o saturación venosa de oxígeno (SvO_2) continua (1B).
4. La utilización de otros dispositivos o técnicas dependerá de la complejidad quirúrgica, la situación clínica y la evolución postoperatoria con inestabilidad del paciente (1D).

¿En qué pacientes debe considerarse una monitorización hemodinámica avanzada?

Recomendación

Se recomienda realizar una monitorización hemodinámica avanzada en los pacientes postoperados que presenten inestabilidad hemodinámica o sospecha de SBGC, que no respondan a las maniobras terapéuticas iniciales (1C). Ver figura 1 (puede consultar la figura 1 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)).

¿Cómo podemos estimar la precarga?

Recomendaciones

1. La valoración de la precarga debe de efectuarse con la integración de los datos clínicos, la información obtenida mediante las diferentes formas de monitorización y la respuesta dinámica a las medidas terapéuticas. Se considera fundamental la respuesta dinámica del parámetro de precarga evaluado tras la expansión con volumen (1D).
2. No se recomienda adoptar medidas que modifiquen la precarga a partir de los datos aislados suministrados por una técnica o procedimiento (1D).
3. Los valores extremos de la PVC nos aportan información del estado de la precarga si bien, como ocurre con los datos obtenidos con otros métodos, esto hay que integrarlo con la situación clínica del paciente y los datos extraídos de otras exploraciones (1D).
4. En situaciones de sospecha de SBGC se recomienda evaluar la información aportada por otros métodos, que además nos proporcionan más datos hemodinámicos, en especial el ecocardiograma (ECC) y los sistemas de medición de GC (1D).

¿En qué pacientes debemos conocer el gasto cardiaco en el postoperatorio de cirugía cardiaca?

Recomendaciones

1. No se recomienda la medición rutinaria del GC en los pacientes con PCC no complicado (1C).
2. Deberemos evaluar la función ventricular en el PCC en situaciones de inestabilidad clínica y/o sospecha de SBGC (1C).
3. No hay recomendaciones para la elección de un método específico. El método elegido dependerá de las condiciones del paciente, de la disponibilidad y de la experiencia del equipo asistencial (1D).
4. En los pacientes con HTP moderada-grave previa, se aconseja el uso del CAP (1D).

¿Qué papel tiene el ecocardiograma en el postoperatorio de cirugía cardiaca?

Recomendaciones

La realización de un ECC aporta información relevante en los pacientes postoperados con inestabilidad clínica y en aquellos con sospecha de SBGC. Por tanto:

1. Se recomienda la realización de un ECC en el PCC en enfermos con hipotensión o hipoxemia persistente, que no responden a las medidas terapéuticas iniciales, sin causa aparente. Ver figura 1 (1C) (puede consultar la figura 1 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)).
2. Se recomienda realizar un ECC en pacientes con sospecha de SBGC (1C).

3. Se recomienda la realización de un ETE cuando la información no pueda ser obtenida mediante ETT o por otros medios (1C).
4. Es aconsejable disponer de la capacidad de realización de ETE en el PCC en todos los centros donde se efectúe CC (2D).
5. No se recomienda la utilización sistemática del doppler transesofágico continuo como técnica de monitorización el PCC (2C).

¿Debemos determinar la saturación venosa de oxígeno?

Recomendación

1. No se puede aconsejar su utilización de forma rutinaria, aunque la medida de la saturación venosa de oxígeno (SvO₂ o saturación venosa central de oxígeno [SvcO₂]) es un parámetro útil para la identificación y manejo de pacientes con sospecha o en situación de SBGC (2C).
2. La determinación seriada de la SvO₂ o de la SvcO₂ puede ser útil para valorar la eficacia de las medidas adoptadas, aunque presenta limitaciones (2D).

¿Debemos determinar el lactato en el postoperatorio de cirugía cardiaca?

Recomendaciones

1. Se aconseja la medición inicial de lactato en el PCC (2C).
2. Al igual que en otros pacientes críticos, el aclaramiento de lactato en el PCC nos indica una tendencia favorable/desfavorable en la evolución clínica, por lo que puede ser un parámetro útil en la valoración del paciente (2C).

¿Qué objetivos hemodinámicos generales nos debemos plantear en el manejo de un paciente con síndrome de bajo gasto cardiaco?

Recomendación

1. En la tabla 3 se esquematizan los objetivos hemodinámicos generales a conseguir en el SBGC (1D) (puede consultar la tabla 3 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)),
2. En la figura 1 se esquematiza el algoritmo recomendado para el manejo inicial del SBGC (1D), (puede consultar la figura 1 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)).

¿Es importante realizar un control de la frecuencia cardíaca y del ritmo cardíaco?, ¿cómo se deben manejar las arritmias?

Recomendación

1. En las bradiarritmias, con repercusión hemodinámica, se debe mantener la estimulación epicárdica, para conseguir una adecuada situación hemodinámica (1D).
2. Las taquiarritmias con repercusión hemodinámica deben recibir tratamiento urgente (1B).
3. Se recomienda la cardioversión eléctrica sincronizada, en la fibrilación auricular/flúter auricular, para restablecer el ritmo sinusal en pacientes con grave compromiso hemodinámico o isquemia miocárdica (1B).
4. En los pacientes con fibrilación auricular/flúter auricular, con menor compromiso hemodinámico, se recomienda el tratamiento con amiodarona por vía intravenosa (1B). Cuando la arritmia no se acompaña de inestabilidad hemodinámica, se recomienda el control de la frecuencia ventricular (1B).

En la figura 2 se esquematiza, de manera simplificada, el algoritmo de manejo de las arritmias, (puede consultar la figura 2 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)).

¿A partir de qué nivel de hemoglobina transfundimos a estos pacientes?

Recomendación

No existe un nivel umbral de hemoglobina para transfundir en pacientes sin shock hemorrágico o sin hemorragia aguda, con inestabilidad hemodinámica. La transfusión es razonable en la mayoría de los pacientes postoperados de CC cuando tienen unos niveles de hemoglobina < 7 g/dl (1D).

¿Qué fármacos inotrópicos y vasopresores pueden ser útiles en el manejo del síndrome de bajo gasto cardíaco? ¿Hay alguno «mejor»?

Recomendaciones

1. No se recomienda el tratamiento con fármacos inotrópicos basándose solo en la medición del GC como medida aislada. Se recomienda usarlos cuando se acompaña de alguna manifestación clínica de SBGC (1D).
2. No se recomienda intentar normalizar u optimizar un único parámetro hemodinámico con fármacos inotrópicos o vasopresores sin tener en cuenta el contexto clínico global. Se deben tener presentes los objetivos hemodinámicos previamente mencionados. Ver tabla 3 (puede consultar la tabla 3 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)) (1D).
3. Se recomienda la administración de fármacos inotrópicos-vasopresores en las circunstancias que figuran en los algoritmos (figuras 3 y 4 (puede

consultar las figuras 3 y 4 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)) (1C).

4. Se recomienda la administración de fármacos inotrópicos y vasopresores para aumentar el GC y el tono vascular, alterados en el SBGC que acontece en relación con la CC, hasta la recuperación clínica del cuadro de SBGC (2D).
5. No se puede recomendar ningún fármaco inotrópico o vasopresor específicamente. Se recomienda utilizar como base general los algoritmos de manejo que se definen en las figuras 3 y 4, además de tener en cuenta la experiencia clínica y la disponibilidad de fármacos de cada centro en particular (1D), (puede consultar las figuras 3 y 4 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)).

Las indicaciones clínicas para la administración intravenosa de los fármacos inotrópicos en los pacientes intervenidos de CC son, además de soporte a la salida de circulación extracorpórea (CEC), en el SBGC en el PCC y el shock cardiogénico (SC). Pero no está claramente definido cuándo el paciente necesita fármacos y de qué tipo, si puramente vasopresores o inotrópicos, o cuál es el fármaco más adecuado, ya que no hay ensayos clínicos aleatorizados, con un adecuado diseño, que proporcionen evidencias suficientemente sólidas, a pesar del elevado número de enfermos que son intervenidos diariamente de CC. En los apéndices 2 y 3 (puede consultarlos en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)) se resumen los estudios clínicos más importantes con inotrópicos en pacientes adultos sometidos a CC y en pacientes con bajo GC-SC⁸⁻⁸⁰.

A nivel general, en las guías 2005⁸¹ y 2008⁸² de diagnóstico y tratamiento de la ICA de la ESC, se recomienda (recomendación fuerte, con nivel de evidencia bajo) el uso de agentes inotrópicos en presencia de hipoperfusión periférica, con o sin congestión o edema pulmonar, refractario a diuréticos y vasodilatadores a dosis óptimas. En las guías AHA/ACC⁸³ (con un grado de recomendación débil y nivel de evidencia bajo), consideran que la dopamina, la dobutamina y la milrinona pueden disminuir los síntomas congestivos y deberían reservarse a pacientes seleccionados cuidadosamente, con TA baja, disfunción sistólica severa y evidencia de GC disminuido para mantener la perfusión sistémica.

Algoritmo de manejo en el fracaso predominante de ventrículo izquierdo

Recomendación

En la figura 3 se presenta el algoritmo de manejo del fracaso ventricular izquierdo predominante en el SBGC posCC recomendado (1D), (puede consultar la figura 3 en la versión completa, [doi:10.1016/j.medin.2012.02.007](https://doi.org/10.1016/j.medin.2012.02.007)).

Algoritmo de manejo en el fracaso predominante de ventrículo derecho

Recomendación

En la figura 4 se presenta el algoritmo de manejo del fracaso ventricular derecho predominante en el SBGC posCC

recomendado (1D), (puede consultar la figura 4 en la versión completa, doi:10.1016/j.medin.2012.02.007).

¿En qué pacientes de «alto riesgo» quirúrgicos debemos plantear el uso preoperatorio de balón de contrapulsación intraaórtico?

Recomendación

Se aconseja el uso de BCIAo en la fase preoperatoria de una CC cuando el paciente presente los siguientes criterios clínicos y/o anatómicos (2C).

Cuando cumpla al menos 2 de los siguientes criterios

- FEVI < 0,40–0,35.
- Lesión del TCI > 70%.
- Ángor inestable.
- Reintervención coronaria.

Otros criterios que considerar

- Pacientes de alto riesgo (EUROSCORE \geq 6).
- Inestabilidad hemodinámica.
- Cirugía emergente tras ICP fallida (< 6 h).
- Revascularización miocárdica en presencia de aneurismas ventriculares o combinada con cirugía de reconstrucción ventricular (aneurismectomía, aneurismoplastia).

¿Cuándo indicar el balón de contrapulsación intraaórtico en la fase intra o postoperatoria?

Recomendación

Se recomienda su uso en los pacientes que no pueden ser desconectados de la CEC tras uno o varios intentos, o en los pacientes que desarrollan SBGC o SC en el PCC inmediato, refractarios a terapia convencional adecuada (1C).

Existen numerosas cuestiones en las que no puede establecerse un nivel de recomendación adecuado por la falta de evidencia, pero puede ser interesante desde el punto de vista práctico valorar algunas recomendaciones hechas por expertos:

Cuando predomina el fracaso ventricular derecho: ¿se debe indicar el balón de contrapulsación intraaórtico?

Es una indicación muy controvertida^{84,85}, aunque existen experiencias que muestran un aumento del IC y la TAM en el plazo de una hora tras su inserción y con una tasa de desconexión (75%) y supervivencia hospitalaria elevada (69%). Este beneficio se ha puesto en relación con el aumento diastólico del flujo coronario a la arteria coronaria derecha, que puede mejorar la función ventricular, y con la reducción de las RVS que puede aumentar indirectamente la capacidad contráctil del ventrículo derecho⁸⁶.

¿Cuándo debemos cambiar a otro tipo de dispositivo de asistencia ventricular? o ¿cuándo debemos no continuar con el esfuerzo terapéutico?

Existen una serie de escalas o marcadores clínicos y bioquímicos pronósticos útiles, que nos permiten predecir el éxito o fracaso de esta técnica de una forma precoz. Así, en el trabajo de Boeken et al.⁸⁴, se describen diferentes factores de mala evolución; o la escala pronóstica de Hausmann⁸⁷, en la que en los pacientes con mayor puntuación se debe considerar de forma precoz el empleo de asistencia ventricular.

¿Cuándo contraindicar el balón de contrapulsación intraaórtico en el paciente de cirugía cardiaca?

Recomendación

Se consideran contraindicaciones absolutas (1D):

- Insuficiencia valvular aórtica moderada-severa.
- Disección aórtica.
- *Bypass* fémoro-poplíteo bilateral o iliofemoral (BCIAo percutáneo).

Se debe valorar cuidadosamente su empleo y el potencial beneficio en pacientes con riesgo de complicaciones:

- Aneurisma de aorta abdominal.
- Enfermedad aortoiliaca o femoral severa.
- *Bypass* aortofemoral previo.
- Trastornos graves de la coagulación.
- Ausencia de terapéutica definitiva para patologías subyacentes.
- Fallo multiorgánico asociado a SC y/o sepsis⁸⁸.

¿Qué pacientes podrían ser candidatos a recibir una asistencia circulatoria mecánica en el postoperatorio de cirugía cardiaca?

Recomendación

Se recomienda el uso de los dispositivos de asistencia circulatoria mecánica en los pacientes sometidos a CC y:

- o En quirófano: no pueden ser desconectados de la CEC, a pesar de una adecuada corrección quirúrgica.
- o En el PCC: desarrollan criterios de SC en el postoperatorio inmediato.

En cualquiera de las situaciones: refractario a soporte circulatorio farmacológico máximo (al menos con 2 fármacos vasoactivos) y/o BCIAo, y que no presenten contraindicaciones para el implante (1C).

¿A qué pacientes con shock poscardiotomía no se les debe colocar un dispositivo de asistencia circulatoria?

Recomendación

No se debe implantar un dispositivo de asistencia circulatoria en ausencia o falta de criterios de indicación. En muchas ocasiones la contraindicación no es absoluta, de manera que se deben valorar posibles contraindicaciones generales y relativas en cada caso concreto, evaluando de manera individualizada los posibles beneficios frente las potenciales complicaciones (1D).

¿Qué pacientes podrían ser candidatos a recibir un trasplante cardiaco en el síndrome de bajo gasto en el postoperatorio de cirugía cardiaca?

Recomendación

Se aconseja valorar como posibles candidatos a recibir un trasplante cardiaco a los pacientes que, tras la CC:

- Sufren un SC refractario a tratamiento, incluyendo soporte mecánico (BCIAo y/o asistencia ventricular), o presentan una dependencia demostrada del soporte inotrópico intravenoso para poder mantener una adecuada perfusión orgánica.
- Están en una situación hemodinámica irreversible.
- No presenten contraindicación, con afectación pluriorgánica no reversible (2D).

¿En qué pacientes se recomienda el uso de terapias de reemplazo renal y qué modalidad emplear en el síndrome de bajo gasto cardiaco poscardiotomía?

Recomendación

- En los pacientes que desarrollan un fracaso renal agudo, basados en criterios RIFLE/AKIN, junto a la valoración clínica del paciente (1C).
- Se recomienda el empleo de estas técnicas en pacientes con sobrecarga de fluidos y para corregir la hiponatremia, en enfermos refractarios a diuréticos (1C).

¿Cuál es el momento apropiado para iniciar esta terapia en el paciente con síndrome de bajo gasto cardiaco?

Recomendación

No se puede realizar una recomendación universal acerca de la precocidad en el SBGC poscirugía. La decisión dependerá de criterios clínicos y logísticos (2D).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Rao V, Ivanov J, Weisel RD, Ikonomidis JS, Christakis GT, David TE. Predictors of low cardiac output syndrome after coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996;112:38-51.
2. Álvarez Escudero J, Taboada Muñoz M, Rodríguez Forja MJ, Rey Jorge M, Ulloa Iglesias B, Ginesta Galán V. Complicaciones hemodinámicas de la cirugía cardiaca. En: Otero, Rufflanhas, Belda, editores. En: Riesgo y complicaciones en Cirugía Cardiaca. Ed Médica Panamericana SA; 2004. p. 205-19.
3. Rudiger A, Businger F, Streit M, Schmid ER, Maggiorini M, Follath F. Presentation and outcome of critically ill medical and cardiac-surgery patients with acute heart failure. *Swiss Med Wkly.* 2009;139:110-6.
4. Mebazaa A, Pitsis AA, Rudiger A, Toller W, Longrois D, Ricksten SE, et al. Practical recommendations on the management of perioperative heart failure in cardiac surgery. *Critical Care.* 2010;14:201-14.
5. Carl M, Alms A, Braun J, Dongas A, Erb J, Goetz A, et al. S3 guidelines for intensive care in cardiac surgery patients: hemodynamic monitoring and cardiocirculatory system. *Ger Med Sci.* 2010;8. Doc12.
6. Atkins D, Best D, Briss PA, Eccles M, Falck-Ytter Y, Flottorp S, et al., GRADE working Group. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ.* 2004;328:1490-8.
7. <http://www.gradeworkinggroup.org/> [consultado 9 Jun 2010].
8. Sakamoto T, Yamada T. Hemodynamic effects of dobutamine in patients following open heart surgery. *Circulation.* 1977;55:525-33.
9. Van Trigt P, Spray TL, Pasque MK, Peyton RB, Pellom GL, Wechsler AS. The comparative effects of dopamine and dobutamine on ventricular mechanics after coronary artery bypass grafting: a pressure-dimension analysis. *Circulation.* 1984;70:1112-7.
10. Fowler MB, Alderman EL, Oesterle SN, Derby G, Daughters GT, Stinson EB, et al. Dobutamine and dopamine after cardiac surgery: greater augmentation of myocardial blood flow with dobutamine. *Circulation.* 1984;70:1103-11.
11. Costa P, Ottino GM, Matani A, Pansini S, Canavese C, Passerini G, et al. Low-dose dopamine during cardiopulmonary bypass in patients with renal dysfunction. *J Cardiothorac Anesth.* 1990;4:469-73.
12. Boldt J, Kling D, Zickmann B, Dapper F, Hempelmann G. Efficacy of the phosphodiesterase inhibitor enoximone in complicated cardiac surgery. *Chest.* 1990;98:53-8.
13. Schwenzer KJ, Kopel RF. Hemodynamic and metabolic effects of dobutamine in 18 patients after open heart surgery. *Crit Care Med.* 1990;18:1107-10.
14. Royster RL, Butterworth JF, Prielipp RC, Robertie PG, Kon ND, Tucker WY, et al. A randomized, blinded, placebo-controlled evaluation of calcium chloride and epinephrine for inotropic support after emergence from cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg.* 1992;74:3-13.
15. Dupuis JY, Bondy R, Cattran C, Nathan HJ, Wynands JE. Amrinone and dobutamine as primary treatment of low cardiac output syndrome following coronary artery surgery: a comparison of their effects on hemodynamics and outcome. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1992;6:542-53.
16. Butterworth JF, Zaloga GP, Prielipp RC, Tucker WY, Royster RL. Calcium inhibits the cardiac stimulating properties of dobutamine but not of amrinone. *Chest.* 1992;101:174-80.

17. Ruokonen E, Takala J, Kari A. Regional blood flow and oxygen transport in patients with the low cardiac output syndrome after cardiac surgery. *Crit Care Med.* 1993;21:1304–11.
18. Tarr TJ, Moore NA, Frazer RS, Shearer ES, Desmond MJ. Haemodynamic effects and comparison of enoximone, dobutamine and dopamine following mitral valve surgery. *Eur J Anaesthesiol Suppl.* 1993;8:15–24.
19. Royster RL, Butterworth JF, Prielipp RC, Zaloga GP, Lawless SG, Spray BJ, et al. Combined inotropic effects of amrinone and epinephrine after cardiopulmonary bypass in humans. *Anesth Analg.* 1993;77:662–72.
20. Butterworth JF, Royster RL, Prielipp RC, Lawless ST, Wallenhaupt SL. Amrinone in cardiac surgical patients with left-ventricular dysfunction. *Chest.* 1993;104:1660–7.
21. Günnicker M, Brinkmann M, Donovan TJ, Freund U, Schieffer M, Reidemeister JC. The efficacy of amrinone or adrenaline on low cardiac output following cardiopulmonary bypass in patients with coronary artery disease undergoing preoperative beta-blockade. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;43:153–60.
22. Butterworth JF, Hines RL, Royster RL, James RL. A pharmacokinetic and pharmacodynamic evaluation of milrinone in adults undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg.* 1995;81:783–92.
23. Kikura M, Lee MK, Safon RA, Bailey JM, Levy JH. The effects of milrinone on platelets in patients undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg.* 1995;81:44–8.
24. Kikura M, Levy JH, Michelsen LG, Shanewise JS, Bailey JM, Sadel SM, et al. The effect of milrinone on hemodynamics and left ventricular function after emergence from cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg.* 1997;85:16–22.
25. Rosseell PMJ, Santman FW, Bouter H, Dott CS. Postcardiac surgery low cardiac output syndrome: dopexamine or dopamine? *Intensive Care Med.* 1997;23:962–8.
26. Berendes E, Möllhoff T, Van Aken H, Schmidt C, Erren M, Deng MC, et al. Effects of dopexamine on creatinine clearance, systemic inflammation, and splanchnic oxygenation in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg.* 1997;84:950–7.
27. Hachenberg T, Möllhoff T, Holst D, Brüssel T. Cardiopulmonary effects of enoximone or dobutamine and nitroglycerin on mitral valve regurgitation and pulmonary venous hypertension. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1997;11:453–7.
28. Totaro RJ, Raper RF. Epinephrine-induced lactic acidosis following cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med.* 1997;25:1693–9.
29. Jenkins IR, Dolman J, O'Connor JP, Ansley DM. Amrinone versus dobutamine in cardiac surgical patients with severe pulmonary hypertension after cardiopulmonary bypass: a prospective, randomized double-blinded trial. *Anaesth Intensive Care.* 1997;25:245–9.
30. Doolan LA, Jones EF, Kalman J, Buxton BF, Tonkin AM. A placebo-controlled trial verifying the efficacy of milrinone in weaning high-risk patients from cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1997;11:37–41.
31. Lobato EB, Florete Jr O, Bingham HL. A single dose of milrinone facilitates separation from cardiopulmonary bypass in patients with pre-existing left ventricular dysfunction. *Br J Anaesth.* 1998;81:782–4.
32. Kikura M, Levy JH, Bailey, Shanewise JS, Michelsen LG, Sadel M. A bolus dose of 1.5 mg/kg amrinone effectively improves low cardiac output state following separation from cardiopulmonary bypass in cardiac surgical patients. *Acta Anesth Scand.* 1998;42:825–33.
33. Butterworth 4th JF, Legault C, Royster RL, Hammon Jr JW. Factors that predict the use of positive inotropic drug support after cardiac valve surgery. *Anesth Analg.* 1998;86:461–7.
34. Rathmell JP, Prielipp RC, Butterworth JF, Williams E, Villamaria F, Testa L, et al. A multicenter, randomized, blind comparison of amrinone with milrinone after elective cardiac surgery. *Anesth Analg.* 1998;86:683–90.
35. Lilleberg J, Nieminen MS, Akkila J, Heikkila L, Kuitunen A, Lehtonen L, et al. Effects of a new calcium sensitizer, levosimendan, on hemodynamics, coronary blood flow and myocardial substrate utilization early after CABG. *Eur Heart J.* 1998;19:660–8.
36. Romson JL, Leung JM, Bellows WH, Bronstein M, Keith F, Moores W, et al. Effects of dobutamine on hemodynamics and left ventricular performance after cardiopulmonary bypass in cardiac surgical patients. *Anesthesiology.* 1999;91:1318–28.
37. Thorén A, Elam M, Ricksten SE. Differential effects of dopamine, dopexamine, and dobutamine on jejunal mucosal perfusion early after cardiac surgery. *Crit Care Med.* 2000;28:2338–43.
38. Yamada T, Takeda J, Katori N, Tsuzaki K, Ochiai R. Hemodynamic effects of milrinone during weaning from cardiopulmonary bypass: comparison of patients with a low and high prebypass cardiac index. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2000;14:367–73.
39. Fenech RO, Sherry KM, Withington PS, Oduro-Dominah A, European Milrinone Multicenter Trial Group. Comparison of the hemodynamic effects of milrinone with dobutamine in patients after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2001;15:306–15.
40. Kikura M, Sato S. The efficacy of preemptive milrinone or amrinone therapy in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg.* 2002;94:22–30.
41. Kivikko M, Lehtonen L, Colucci WS. Sustained hemodynamic effects of intravenous levosimendan. *Circulation.* 2003;107:81–6.
42. Dernelis J, Panaretou M. Effects of levosimendan on restrictive left ventricular filling in severe heart failure: a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *Chest.* 2005;128:2633–9.
43. Álvarez J, Bouzada M, Fernández AL, Caruezo V, Taboada M, Rodríguez J, et al. Comparación de los efectos hemodinámicos del levosimendán con la dobutamina en los pacientes con bajo gasto cardiaco después de cirugía cardiaca. *Rev Esp cardiol.* 2006;59:338–45.
44. Tritapepe L, De Santis V, Vitale D, Santulli M, Morelli A, Nofroni I, et al. Preconditioning effects of levosimendan in coronary artery bypass grafting- a pilot study. *Br J Anaesth.* 2006;96:694–700.
45. Al-Shawaf E, Ayed A, Vislocky I, Radomir B, Dehrab N, Tarazi R. Levosimendan or milrinone in the type 2 diabetic patient with low ejection fraction undergoing elective coronary artery surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2006;20:353–7.
46. Tasouli A, Papadopoulos K, Antoniou T, Kriaras I, Stavridis G, Degiannis D, et al. Efficacy and safety of perioperative infusion of levosimendan in patients with compromised cardiac function undergoing open-heart surgery: importance of early use. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007;32:629–33.
47. De Hert SG, Lorsomradee S, Cromheecke S, Van der Linden PJ. The effects of levosimendan in cardiac surgery patients with poor left ventricular function. *Anesth Analg.* 2007;104:766–73.
48. Heringlake M, Wernerus M, Grünefeld J, Klaus S, Heinze H, Bechtel M, et al. The metabolic and renal effects of adrenaline and milrinone in patients with myocardial dysfunction after coronary artery bypass grafting. *Crit Care.* 2007;11:R51.
49. De Hert SG, Lorsomradee S, vanden Eede H, Cromheecke S, Van der Linden PJ. A randomized trial evaluating different modalities of levosimendan administration in cardiac surgery patients with myocardial dysfunction. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008;22:699–705.
50. El Mokhtari NE, Arlt A, Meissner A, Lins M. Inotropic therapy for cardiac low output syndrome: comparison of hemodynamic effects of dopamine/dobutamine versus dopamine/dopexamine. *Eur J Med Res.* 2008;13:459–63.

51. Järvelä K, Maaranen P, Sisto T, Ruokonen E. Levosimendan in aortic valve surgery: cardiac performance and recovery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008;22:693–8.
52. Levin RL, Degrange MA, Porcile R, Salvagio F, Blanco N, Botbol AL, et al. Superioridad del sensibilizante al calcio levosimendan comparado con dobutamina en el síndrome de bajo gasto cardiaco postoperatorio. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:471–9.
53. Tritapepe L, De Santis V, Vitale D, Guarracino F, Pellegrini F, Pietropaoli P, et al. Levosimendan pre-treatment improves outcomes in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Br J Anaesth.* 2009;102:198–204.
54. Zangrillo A, Biondi-Zoccai G, Mizzi A, Bruno G, Bignami E, Gerli C, et al. Levosimendan reduces cardiac troponin release after cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled studies. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009;23:474–8.
55. Eriksson HI, Jalonen JR, Heikkinen LO, Kivikko M, Laine M, Leino KA, et al. Levosimendan facilitates weaning from cardiopulmonary bypass in patients undergoing coronary artery bypass grafting with impaired left ventricular function. *Ann Thorac Surg.* 2009;87:448–54.
56. Noto A, Lentini S, Versaci A, Giardina M, Risitano DC, Messina R, et al. A retrospective analysis of terlipressin in bolus for the management of refractory vasoplegic hypotension after cardiac surgery. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2009;9:588–92.
57. Landoni G, Mizzi A, Biondi-Zoccai G, Bruno G, Bignami E, Corno L, et al. Reducing mortality in cardiac surgery with levosimendan: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2010;24:51–7.
58. Ranucci M, De Benedetti D, Bianchini C, Castelveccchio S, Ballotta A, Frigiola A, et al. Effects of fenoldopam infusion in complex cardiac surgical operations: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Minerva Anesthesiol.* 2010;76:249–59.
59. Loeb HS, Winslow EBJ, Rahimtoola SH, Rosen KM, Gunnar RM. Acute hemodynamic effects of dopamine in patients with shock. *Circulation.* 1971;44:163–73.
60. Leier CV, Webel J, Bush CA. The cardiovascular effects of the continuous infusion of dobutamine in patients with severe cardiac failure. *Circulation.* 1977;56:468–72.
61. Loeb HS, Bredakis J, Gunnar RM. Superiority of dobutamine over dopamine for augmentation of cardiac output in patients with chronic low output cardiac failure. *Circulation.* 1977;55:375–81.
62. Baim DS, McDowell AV, Cherniles J, Monrad ES, Parker JA, Edelson J, et al. Evaluation of a new bipyridine inotropic agent—milrinone—in patients with severe congestive heart failure. *N Engl J Med.* 1983;309:748–56.
63. Packer M, Medina N, Yushak M. Hemodynamic and clinical limitations of long-term inotropic therapy with amrinone in patients with severe chronic heart failure. *Circulation.* 1984;70:1038–47.
64. Anderson JL, Baim DS, Fein SA, Goldstein RA, Lejemtel TH, Likoff MJ. Efficacy and safety of sustained (48 hour) intravenous infusions of milrinone in patients with severe congestive heart failure: a multicenter study. *JACC.* 1987;9:711–22.
65. Leier CV, Lima JJ, Meiler SE, Unverferth DV. Central and regional hemodynamic effects of oral enoximone in congestive heart failure: a double-blind, placebo-controlled study. *Am Heart J.* 1988;115:1051–9.
66. DiBianco R, Shabetai R, Kostuk W, Moran J, Schlant RC, Wright R. A comparison of oral milrinone digoxin, and their combination in the treatment of patients with chronic heart failure. *N Engl J Med.* 1989;320:677–83.
67. Urestky BF, Jessup M, Konstam MA, Dec GW, Leier CV, Benotti J, et al. Multicenter trial of oral enoximone in patients with moderate to moderately severe congestive heart failure. *Circulation.* 1990;82:774–80.
68. Packer M, Carver JR, Rodeheffer RJ, Ivanhoe RJ, DiBianco R, Zeldis SM, et al., for the PROMISE Study Research Group. Effect of oral milrinone on mortality in severe chronic heart failure. *N Engl J Med.* 1991;325:1468–75.
69. Nieminen MS, Akkila J, Hasenfuss G, Kleber FX, Lehtonen LA, Mitrovic V, et al. Hemodynamic and neurohumoral effects of continuous infusion of levosimendan in patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36:1903–12.
70. Slawsky MT, Colucci WS, Gottlieb SS, Greenberg BH, Haeusslein E, Hare J, et al. Acute hemodynamic and clinical effects of levosimendan in patients with severe heart failure. *Circulation.* 2000;102:2222–7.
71. Yamani MH, Haji SA, Starling RC, Kelly L, Albert N, Knack DL, et al. Comparison of dobutamine-based and milrinone-based therapy for advanced decompensated congestive heart failure: hemodynamic efficacy, clinical outcome, and economic impact. *Am Heart J.* 2001;142:998–1002.
72. Thackray S, Easthaugh J, Freemantle N, Cleland JG. The effectiveness and relative effectiveness of intravenous inotropic drugs acting through the adrenergic pathway in patients with heart failure—a meta-regression analysis. *Eur J Heart Fail.* 2002;4:515–29.
73. Follath F, Cleland JFG, Just H, Papp JGY, Peuhkurinen K, Harjola VP, et al. Efficacy and safety of intravenous levosimendan compared with dobutamine in severe low-output heart failure (the LIDO study): a randomized double blind trial. *Lancet.* 2002;360:196–202.
74. Cuffe MS, Califf RM, Adams KF, Benza R, Bourge R, Colucci WS, et al., Outcomes of a Prospective Trial of Intravenous Milrinone for Exacerbations of Chronic Heart Failure (OPTIME-CHF) Investigators. Short-term intravenous milrinone for acute exacerbation of chronic heart failure. A randomized controlled trial. *JAMA.* 2002;287:1541–7.
75. Moiseyev VS, Pöder P, Andrejevs N, Ruda MY, Golikov AP, Lazebnik LB, et al., on behalf of RUSSLAN Study Investigators. *Eur Heart J.* 2002;23:1422–32.
76. Mebazaa A, Nieminen MS, Packer M, Cohen-Solal A, Kleber FX, Pocock SJ, et al. Levosimendan vs dobutamine for patients with acute decompensated heart failure. The SURVIVE randomized trial. *JAMA.* 2007;297:1883–91.
77. Fuhrmann JT, Schmeisser A, Schulze MR, Wunderlich C, Schoen SP, Rauwolf T, et al. Levosimendan is superior to enoximone in refractory cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *Crit Care Med.* 2008;36:2257–66.
78. Mebazaa A, Nieminen M, Filippatos GS, Cleland JG, Salon JE, Yhakkari R, et al. Levosimendan vs dobutamine: outcomes for acute heart failure patients on beta-blockers in SURVIVE. *Eur J Heart Fail.* 2009;11:304–11.
79. Russ MA, Prondzinsky R, Carter JM, Schlitt A, Ebelt H, Schmidt H, et al. Right ventricular function in myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: Improvement with levosimendan. *Crit Care Med.* 2009;37:3017–23.
80. De Backer D, Biston P, Devriendt J, Madl C, Chochrad D, Aldecoa C, et al., SOAP II investigators. Comparison of dopamine and norepinephrine in the treatment of shock. *N Engl J Med.* 2010;362:779–89.
81. Nieminen MS, Böhm M, Cowie MR, Drexler H, Filippatos GS, Jondeau G, et al., ESC Committee for Practice Guideline. Executive summary of the guidelines on the diagnosis and treatment of acute heart failure: the Task Force on Acute Heart Failure of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2005;26:384–416.
82. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJ, Ponikowski P, Poole-Wilson PA, et al., ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008: the Task

- Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Eur Heart J.* 2008;29:2388–442.
83. Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, Feldman AM, Francis GS, Ganiats TG, et al. 2009 focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the International Society for Heart and Lung Transplantation. *Circulation.* 2009;119:e391–479.
84. Boeken U, Feindt P, Litmathe J, Kart M, Gams E. Intraaortic Balloon Pumping in Patients with right ventricular insufficiency after cardiac surgery: Parameters to predict failure of IABP support. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;57:324–8.
85. Liakopoulos Oj, Ho JK, Yezbick AB, Sanchez E, Singh V, Mahajan A. Right ventricular failure resulting from pressure overload: Role of intra-aortic balloon counterpulsation and vasopressor therapy. *J Surg Res.* 2009;1–9.
86. Lombard FW, Grichnik KP. Update on management strategies for separation from cardiopulmonary bypass. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2011;24:49–57.
87. Hausmann H, Potapov EV, Koster A, Krabatsch T, Stein J, Meter R, et al. Prognosis after the implantation of a Intra-Aortic Balloon Pump in cardiac surgery calculated with a new score. *Circulation.* 2002;106 suppl 1, 203-I-206.
88. Prondzinsky R, Lemm H, Swyter M, Wegener N, Unverzagt S, Justin M, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: the prospective, randomized IABP SHOCK Trial for attenuation of multiorgan dysfunction syndrome. *Crit Care Med.* 2010:38.