

## **CAPÍTULO 20**

### **MEDIDAS PREVENTIVAS PARA OTIMIZAR A RECUPERAÇÃO DE PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIAS CARDÍACAS**

Samira Uziel

---

#### **RESUMO**

A cirurgia cardíaca é um procedimento complexo que exige cuidados rigorosos no pós-operatório para reduzir complicações e melhorar os desfechos clínicos. As complicações mais frequentes incluem infecções, insuficiência renal aguda, distúrbios hemodinâmicos, complicações respiratórias e eventos tromboembólicos. Para minimizar esses riscos, diversas estratégias devem ser adotadas de forma integrada pela equipe multidisciplinar. Uma abordagem essencial é o planejamento perioperatório, que inclui a estratificação de risco do paciente por meio de escores prognósticos, otimização clínica e controle rigoroso de comorbidades, como diabetes e hipertensão. No intraoperatório, a adoção de técnicas cirúrgicas menos invasivas e a monitorização hemodinâmica avançada são fundamentais para reduzir complicações. No período pós-operatório, a manutenção da estabilidade hemodinâmica e o controle rigoroso da dor são cruciais para prevenir disfunções orgânicas e facilitar a recuperação. A ventilação mecânica deve ser manejada de forma criteriosa, buscando a extubação precoce para reduzir o risco de complicações respiratórias, como pneumonia associada à ventilação mecânica. Além disso, a mobilização precoce é essencial para evitar eventos tromboembólicos e promover a reabilitação cardiovascular. A prevenção de infecções no pós-operatório envolve medidas rigorosas de assepsia, uso racional de antimicrobianos e controle glicêmico estrito. O acompanhamento laboratorial frequente e a vigilância para sinais precoces de sepse permitem intervenções oportunas, reduzindo a morbimortalidade. A reabilitação precoce e o suporte psicológico são igualmente importantes, pois contribuem para a adesão ao tratamento e para a recuperação global do paciente. A educação do paciente e dos familiares quanto aos cuidados domiciliares e aos sinais de alerta para complicações também desempenha um papel essencial na redução de reinternações. Portanto, a prevenção de complicações pós-operatórias em cirurgias cardíacas exige uma abordagem multidisciplinar, baseada na estratificação de risco, no monitoramento contínuo e na implementação de protocolos clínicos baseados em evidências. A adoção dessas estratégias pode melhorar significativamente os desfechos e a qualidade de vida dos pacientes submetidos a esse tipo de procedimento.

**Palavras-chave:** Cirurgia cardíaca. Cuidados pós-operatórios. Prevenção de doenças. Monitorização fisiológica. Ventilação mecânica

## 1. INTRODUÇÃO

A Recuperação Aprimorada Após a Cirurgia (ERAS) é uma abordagem multidisciplinar que visa fornecer intervenções e terapias de melhores práticas agrupadas durante todo o encontro perioperatório<sup>1</sup>. Um princípio central da ERAS é a adoção de protocolos baseados em evidências, que foram publicados e atualizados em série em diversas especialidades cirúrgicas<sup>2-4</sup>. Estudos observacionais baseados em registros revelam que a alta conformidade com esses protocolos reduz o insulto cirúrgico, promove a recuperação e previne complicações pós-operatórias, melhorando assim o valor do atendimento prestado<sup>5-8</sup>.

Em 2019, a ERAS Cardiac Society publicou sua orientação original, que revisou a literatura e forneceu recomendações sobre elementos de cuidado para pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Nesse período, novos dados clínicos, bem como o reconhecimento de estratégias perioperatórias potenciais adicionais, exigiram uma atualização. A ERAS Cardiac Society, em colaboração com a afiliada ERAS International Society, reuniu um comitê de especialistas para desenvolver uma declaração de consenso para otimizar o cuidado para o paciente cirúrgico cardíaco adulto<sup>9</sup>.

Esta declaração de consenso foi desenvolvida seguindo as *Recommendations from the ERAS Society for Standards for the Development of Enhanced Recovery After Surgery Guidelines* (ERAS Standards) de 2019, que padronizam a formação de um grupo de desenvolvimento de orientação especializada, busca bibliográfica, análise de evidências, formação de declaração e criação do manuscrito. O grupo de desenvolvimento da declaração de consenso, um painel multidisciplinar incluindo cirurgiões cardíacos, anestesiológicos, intensivistas e enfermeiros aliados, foi identificado com base na experiência e conhecimento individual com a ERAS<sup>10</sup>.

Em 2021, esse grupo convocou uma reunião inicial e concordou com potenciais elementos de cuidado, derivados de uma combinação de diretrizes anteriores, exemplos substitutos de outras subespecialidades e opinião de especialistas, e divididos em fases de cuidado perioperatório. Esse esforço foi então alinhado com os protocolos de consenso de especialistas da The Society of Thoracic Surgeons (STS) e passou por uma revisão formal pela STS Workforce on Evidence Based Surgery antes do endosso e envio para publicação<sup>10</sup>.

Uma série de reuniões virtuais e presenciais foram conduzidas para apresentar e discutir resultados, além de resolver quaisquer controvérsias relacionadas à interpretação das evidências disponíveis. Declarações resumidas e texto acompanhante foram organizados de acordo com as diretrizes anteriores da ERAS. A qualidade das evidências foi avaliada, e as designações foram feitas com base na possibilidade de que pesquisas futuras

são improváveis (alta), prováveis (moderadas) ou muito prováveis (baixas) de exercerem um impacto importante na declaração do efeito da intervenção. Um mínimo de 70% de concordância do comitê foi necessário para o consenso, sendo as declarações resumidas e a qualidade das evidências associadas fornecidas são na Tabela 1.

**Tabela 1** – Resumo das declarações e nível de evidência de acordo com o consenso do comitê de especialistas da ERAS Cardiac Society, em colaboração com a ERAS International Society e a Society of Thoracic Surgeons.

| Declaração                                                                                                                                                                                | Nível de Evidência |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| O envolvimento do paciente é melhorado por meio da incorporação de princípios de tomada de decisão compartilhada.                                                                         | Baixo              |
| A implementação e a sustentabilidade do programa são facilitadas pelo estabelecimento de uma equipe multidisciplinar, incluindo um coordenador dedicado, como uma extensão da Heart Team. | Moderado           |
| A auditoria de rotina e a avaliação da adesão ao processo perioperatório e dos resultados clínicos são componentes necessários do atendimento perioperatório de alta qualidade.           | Moderado           |
| A triagem multifacetada de pacientes e a avaliação de risco melhoram o processo de consentimento informado e permitem um planejamento perioperatório avançado.                            | Moderado           |
| A pré-reabilitação multicomponente pode ser considerada para otimizar pacientes antes de cirurgia cardíaca não urgente.                                                                   | Baixo              |
| Limitar o status de zero por onça para líquidos claros (> 2 horas antes da cirurgia) é razoável após a avaliação de potenciais fatores de risco para aspiração.                           | Baixo              |
| A ecocardiografia transesofágica é recomendada em pacientes com risco moderado ou alto de morbidade ou mortalidade perioperatória.                                                        | Moderado           |
| A ventilação mecânica com estratégias de proteção pulmonar está associada à melhora da mecânica e menos complicações pulmonares.                                                          | Alto               |
| O papel da ventilação mecânica durante a circulação extracorpórea é incerto.                                                                                                              | Moderado           |
| O uso de cateteres de artéria pulmonar em pacientes ou procedimentos de baixo risco acarreta maior                                                                                        | Moderado           |

## Declaração

## Nível de Evidência

utilização de recursos de saúde sem melhorar a morbidade ou mortalidade.

O monitoramento do sistema nervoso central pode fornecer uma indicação precoce do risco neurológico, mas estudos adicionais são necessários para identificar estratégias para prevenir e mitigar lesões. Moderado

Foi demonstrado que a avaliação padronizada dos fatores de risco e a profilaxia previnem náuseas e vômitos pós-operatórios. Moderado

A perfusão direcionada pode desempenhar um papel na prevenção de lesões orgânicas associadas à circulação extracorpórea. Baixo

Estratégias estruturadas para facilitar a extubação dentro de 6 horas após a cirurgia demonstraram ser seguras e potencialmente aceleram a recuperação após procedimentos eletivos. Moderado

A extubação intraoperatória altamente seletiva ou pós-operatória imediata pode ser apropriada para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca de baixo risco. Baixo

A triagem de rotina e, quando apropriado, o uso de um pacote de tratamento abrangente pode reduzir a incidência e a gravidade da lesão renal aguda pós-operatória. Moderado

A deambulação pós-operatória precoce e os exercícios dos membros superiores são bem tolerados e associados à recuperação acelerada. Moderado

A terapia hemodinâmica e de fluidos direcionada a objetivos pode orientar a ressuscitação perioperatória e prevenir lesões orgânicas pós-operatórias. Moderado

Uma abordagem multimodal reduz a dependência de analgesia baseada em opioides e otimiza o controle da dor perioperatória. Moderado

A analgesia regional da parede torácica pode ser um componente eficaz de uma abordagem multimodal para o tratamento da dor perioperatória. Moderado

A utilização de hemoderivados e os resultados associados são otimizados por meio da implementação de um programa abrangente de gerenciamento de sangue do paciente. Moderado

### **Declaração**

### **Nível de Evidência**

A fibrilação atrial pós-operatória é tratada de forma ideal por meio do uso de uma estratégia de prevenção Moderado multifacetada.

O uso rotineiro de uma ferramenta sistemática de triagem de delírio e estratégias não farmacológicas auxiliam na identificação e prevenção do delírio pós-operatório. Alto

Foi demonstrado que a aplicação combinada de melhores práticas baseadas em evidências previne Alto infecções no local cirúrgico.

## **2. ESPECIFICAÇÕES DOS ASPECTOS ABORDADOS PELO CONSENSO**

Cada tópico abaixo traz informações adicionais sobre as declarações e o nível de evidência avaliados pelo comitê de especialistas a ERAS Cardiac Society, sendo as designações descritas em cada item um indicativo de que pesquisas futuras improvavelmente (alta), provavelmente (moderada) ou muito provavelmente (baixa) são capazes de exercer um impacto importante no efeito da intervenção<sup>10</sup>.

## **3. ASPECTOS GERAIS**

### **3.1 Tomada de decisão compartilhada, envolvimento do paciente e educação**

O envolvimento dos pacientes e de sua rede social é um componente importante do cuidado perioperatório, tanto para promover a educação quanto para estabelecer expectativas realistas. Embora o envolvimento e a educação do paciente sejam endossados por várias outras diretrizes de subespecialidade do ERAS<sup>2</sup>, a cirurgia cardíaca reforçou o princípio da tomada de decisão compartilhada, onde pacientes e representantes trabalham diretamente com seus clínicos para revisar as evidências disponíveis e determinar o melhor curso de ação terapêutica, ao mesmo tempo em que incorporam os valores e preferências do paciente no processo de tomada de decisão<sup>11</sup>.

O envolvimento do paciente pode ser maior com o uso de tecnologias digitais, incluindo monitores remotos vestíveis e aplicativos interativos, que demonstraram melhorar a adesão ao plano de cuidados, bem como facilitar a coleta e análise de dados sobre os determinantes sociais da saúde e o valor do envolvimento familiar<sup>12</sup>. As informações que emanam dessas ferramentas digitais podem incluir dados fisiológicos, como sinais vitais, estatísticas de sono e movimento, além de resultados relatados pelo paciente, modificações nas métricas tradicionais e uma ênfase maior na recuperação do estado físico, psicológico e funcional após a cirurgia cardíaca<sup>13</sup>. O uso de

ferramentas de envolvimento digital, como aplicativos de telefone pessoal e rastreadores de atividade, demonstrou se correlacionar com a disposição e a otimizar os cuidados de saúde<sup>14</sup>.

### **3.2 Estabelecimento de uma equipe multidisciplinar**

A equipe multidisciplinar perioperatória (MDT) de cirurgia cardíaca representa uma extensão do modelo Heart Team proposto por outras diretrizes, que inclui representantes de cirurgia cardíaca e cardiologia, trabalhando em conjunto para determinar a intervenção processual ideal<sup>11</sup>. A equipe também envolve representantes principais de disciplinas cirúrgicas não cardíacas, como anesthesiologistas, enfermeiros, outros profissionais de saúde, farmacêuticos e nutricionistas, além daqueles diretamente ligados à cirurgia cardíaca, como intensivistas, perfusionistas e especialistas em reabilitação cardíaca<sup>15</sup>.

Estudos descrevem a resistência à mudança e a comunicação deficiente como uma barreira à implementação do ERAS, enquanto uma MDT eficaz, que estabelece uma comunicação clara entre todas as disciplinas, é reconhecida como um facilitador para o sucesso do programa<sup>15</sup>. Um coordenador designado para melhorar o desenvolvimento, a implementação, educação, coleta de dados e os relatórios de resultados deve fazer parte da MDT<sup>16</sup>. Uma MDT eficaz ganha adesão das partes interessadas ao comunicar a visão com evidências de apoio e fornece colaboração contínua com todos os membros da equipe, sendo essencial para a mudança cultural e implementação bem-sucedida do ERAS<sup>17</sup>.

### **3.3 Auditoria de conformidade e resultados**

A Society of Thoracic Surgeons (STS) estabeleceu um registro de dados, o Adult Cardiac Surgery Database (ACSD), para pacientes submetidos a grandes procedimentos cirúrgicos cardíacos, que promove a avaliação comparativa de desempenho e informa uma série de programas bem-sucedidos de melhoria da qualidade. Há uma oportunidade de expansão do conjunto de dados atual para incluir variáveis específicas e elementos adicionais de cuidados perioperatórios<sup>18,19</sup>.

Além disso, registros multi-institucionais da ERAS foram desenvolvidos para outras subespecialidades, como dados para medidas de processo-chave e seus resultados associados, permitindo que clínicos e pesquisadores analisem e avaliem criticamente a qualidade do atendimento. Estudos observacionais, sobre várias linhas de serviço de cirurgia não cardíaca e ambientes de assistência médica, relataram uma relação dose-resposta entre a adesão a medidas de assistência de recuperação aprimoradas e melhores resultados clínicos<sup>20,21</sup>.

A auditoria regular da adesão ao programa ERAS, assim como a participação em outros registros de dados, auxilia na identificação de associações entre elementos de assistência e resultados clínicos, além de gerar oportunidades para iteração e melhoria do programa<sup>22</sup>.

## **4. MEDIDAS DO PROCESSO PRÉ-OPERATÓRIO**

### **4.1 Medidas do processo pré-operatório, triagem pré-operatória e avaliação de risco**

A avaliação de risco pré-operatória em cirurgia cardíaca é importante para determinar a adequação de um paciente para cirurgia e identificar áreas para otimização. A STS previu o risco de mortalidade e morbidade e as calculadoras do European Heart Surgery Risk Assessment System 2011 (EuroSCORE II) – que são as duas ferramentas mais utilizadas para determinar a mortalidade e morbidade intra-hospitalar e pós-operatória precoce, e seu uso foi reforçado por outras diretrizes importantes<sup>11,23</sup>.

Também é possível considerar a triagem para diabetes não diagnosticado com base na hemoglobina A1c, que reflete o controle da glicose nos três meses anteriores. A hemoglobina A1c elevada (>6%-7%) está associada a uma maior incidência de uma série de complicações pós-operatórias, incluindo infecções profundas da ferida esternal<sup>24</sup>. A hipoalbuminemia (albumina sérica < 4,0 g/L) é um preditor independente de piores resultados após cirurgia cardíaca, como, por exemplo, maior probabilidade de lesão renal aguda (LRA), maior tempo de internação e maiores custos hospitalares<sup>25</sup>.

Em estudo de coorte, George et al<sup>26</sup> identificaram que uma maior proporção de albumina/creatinina na urina foi independentemente associada a um aumento geral na incidência de mortalidade, LRA e maior tempo de hospitalização. Esses achados não tinham relação com o nível estimado da taxa de filtração glomerular e de outras comorbidades. A fragilidade se tornou mais prevalente e contribui fortemente para piores resultados pós-operatórios, segundo a meta-análise de estudos observacionais de Lee et al<sup>27</sup>, sugerindo que a pré-fragilidade e a fragilidade foram associadas a uma morbidade e mortalidade pós-operatórias significativamente maiores. A identificação de pacientes com fragilidade vai além de uma avaliação subjetiva, mas deve ser sempre realizada com ferramentas validadas<sup>28</sup>.

A prevalência de apneia obstrutiva do sono (AOS) em pacientes cirúrgicos cardíacos varia de 48% a 74% e tem sido associada a uma maior incidência de complicações pós-operatórias, incluindo fibrilação atrial pós-operatória, complicações pulmonares, delírio e uma maior incidência de eventos cardiovasculares adversos importantes<sup>29</sup>. Uma avaliação pré-operatória para AOS usando o questionário STOP-BANG – Ronco, Cansado, Observado (parar de respirar ou engasgar durante o sono); pressão arterial alta; índice de massa corporal >35 kg/m<sup>2</sup>; idade acima de 50 anos; circunferência do pescoço grande; sexo masculino – foi recomendada em cirurgia não cardíaca, permitindo que as equipes triem e monitorem adequadamente os pacientes com risco elevado de comprometimento respiratório no período pós-operatório<sup>30</sup>.

Embora estudos semelhantes geralmente faltem, a experiência inicial mostrou que essa associação também se traduz na população cirúrgica

cardíaca. Dor crônica e uso de substâncias podem levar à hiperalgesia e tolerância a opioides. Um cálculo pré-operatório simples, com base no uso recente de opioides do paciente, pode identificar pacientes com tolerância a opioides e fornecer uma oportunidade para estabelecer expectativas de dor apropriadas e individualizar seu plano de tratamento da dor<sup>31,32</sup>. Cada componente de triagem pré-operatória permite um consentimento informado mais preciso e contribuir para a tomada de decisão compartilhada entre o cirurgião e o paciente ao contemplarem a cirurgia<sup>11</sup>.

#### **4.2 Pré-habilitação**

A cirurgia cardíaca está associada a um estresse significativo no sistema de órgãos, principalmente em adultos mais velhos e vulneráveis com reserva fisiológica reduzida. Investigações anteriores identificaram que até 50% dos idosos submetidos à cirurgia cardíaca podem ser considerados frágeis, definidos como um declínio cumulativo em múltiplos sistemas fisiológicos, o que resulta em maior vulnerabilidade a eventos estressantes<sup>33</sup>.

Geralmente, esses pacientes apresentam maiores taxas de morbidade pós-operatória, mortalidade e internação hospitalar prolongada, com custos associados aumentados para o sistema de saúde<sup>34</sup>. Isso é ainda mais agravado pela desnutrição, evidente em 20% dos pacientes que se apresentam para cirurgia cardíaca. O período de espera pré-operatório potencialmente prolongado também tem sido associado à preocupação e ao medo da morte para os pacientes e seus cuidadores<sup>35,36</sup>.

Para abordar essas questões perioperatórias, o processo de reabilitação pré-operatória foi proposto para permitir que os pacientes suportem os estressores da cirurgia, melhorando a resiliência física e emocional. Pequenos estudos randomizados e meta-análises de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca não urgente, a exemplo do enxerto de revascularização do miocárdio (CRM), demonstraram os benefícios da pré-reabilitação, incluindo redução de complicações pós-operatórias e aumento da função pulmonar e capacidade de exercício<sup>37</sup>.

Exercícios pré-operatórios – especialmente o treinamento muscular inspiratório, juntamente com intervenções psicológicas adicionais, relacionadas à saúde e à qualidade de vida e cognitivas – também podem afetar a função cognitiva e a prontidão psicológica para a cirurgia<sup>38</sup>. Um programa abrangente de pré-reabilitação pode incluir educação; otimização nutricional; treinamento de exercícios, quando clinicamente apropriado, apoio social e redução da ansiedade, embora as evidências existentes atuais para o paciente de cirurgia cardíaca sejam limitadas<sup>39</sup>.

Dados do estudo de Arthur et al<sup>40</sup>, realizado com pacientes de cirurgia cardíaca, identificaram uma redução no tempo de internação hospitalar em pacientes submetidos a um programa de pré-reabilitação. Porém, revisões sistemáticas indicam variabilidade desse resultado. Isso se deve principalmente à incerteza quanto à seleção ideal do paciente e às durações efetivas e viáveis das intervenções<sup>37,41</sup>. Embora ainda haja um alto grau de



variação quanto aos componentes de pré-reabilitação, duração da intervenção e definições de resultados, a equipe perioperatória pode optar por implementar uma estratégia de avaliação e otimização para fragilidade pré-operatória, desnutrição e cognição/humor em preparação para intervenção cirúrgica<sup>42,43</sup>.

#### **4.3 Limitando o status nil per os (NPO)**

Diretrizes publicadas por sociedades internacionais de anestesia estabeleceram um consenso sobre tempos de jejum de líquidos claros de 2 horas e tempos de jejum de alimentos sólidos de 6 a 8 horas antes da cirurgia eletiva. A principal preocupação é o risco de aspiração pulmonar durante a indução e manutenção da anestesia<sup>44,45</sup>.

Pacientes submetidos à cirurgia cardíaca apresentam vários fatores de risco que podem aumentar o risco de aspiração, incluindo status não eletivo, baixo débito cardíaco, esvaziamento gástrico retardado e o uso frequente de ecocardiografia transesofágica. Como resultado, pesquisas adicionais dedicadas ao status nil per os (NPO) em cirurgia cardíaca são garantidas<sup>44,45</sup>.

### **5. MEDIDAS DO PROCESSO INTRAOPERATÓRIO**

#### **5.1 Ecocardiografia transesofágica**

A ecocardiografia transesofágica é um método de imagem que permite uma avaliação de alta qualidade da anatomia cardíaca, incluindo anomalias estruturais, formação de trombos e anormalidades congênitas. Juntamente com sintomas, achados de exame físico e avaliação baseada em cateter, os achados na ecocardiografia transesofágica podem ser instrumentais no planejamento do procedimento, particularmente em pacientes com patologia valvar – ou seja, etiologias reumáticas, secundárias ou infecciosas – ou anormalidades congênitas. A utilidade da ecocardiografia transesofágica intraoperatória é intuitiva na cirurgia valvar e congênita, onde não é útil apenas para a avaliação em tempo real da adequação do reparo cirúrgico, mas também está associada a uma redução significativa em acidente vascular cerebral, reoperação e mortalidade em 30 dias na cirurgia da válvula cardíaca e da aorta proximal<sup>11,46</sup>.

O que é menos bem estabelecido é o papel da ecocardiografia transesofágica na CABG, uma área de investigação prévia limitada. Um estudo observacional, com mais de 1,3 milhões de pacientes submetidos a CABG isolado revelou que não apenas o uso de ecocardiografia transesofágica intraoperatória está aumentando linearmente ao longo do tempo, mas os pacientes tratados com o auxílio de ecocardiografia transesofágica também tiveram uma redução significativa na mortalidade pós-operatória em comparação com aqueles que não foram tratados. Uma descoberta ancorada pelos benefícios de mortalidade associados a pacientes de risco moderado e alto risco<sup>47</sup>.

A ecocardiografia transesofágica permite a avaliação de desarranjo valvar coincidente, anormalidade regional do movimento da parede, função ventricular global e determinação da etiologia do comprometimento hemodinâmico, todos os quais influenciam positivamente a tomada de decisão cirúrgica e anestésica no cenário cirúrgico cardíaco. As principais complicações associadas ao uso de ecocardiografia transesofágica são raras, mas maiores do que as relatadas historicamente. Os pacientes, portanto, devem ser aconselhados sobre o risco potencial e os benefícios de seu uso<sup>48</sup>.

## **5.2 Ventilação pulmonar protetora**

Em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, distúrbios mensuráveis na função pulmonar comumente surgem. Complicações pulmonares pós-operatórias, que se desenvolvem em até 25% dos pacientes, contribuem para o prolongamento da permanência e maior mortalidade e exigem utilização substancial de recursos de saúde<sup>49</sup>. Dados obtidos de estudos observacionais e ensaios clínicos randomizados (ECRs) em pacientes cirúrgicos não cardíacos sugerem que a ventilação de baixo volume corrente, em conjunto com pressão expiratória final positiva (PEEP) e manobras de recrutamento alveolar, reduz as complicações pulmonares pós-operatórias<sup>50</sup>.

A meta-análise de Serpa Neto et al<sup>51</sup>, incluindo 15 ECRs, em diferentes cenários cirúrgicos, como torácico, cardíaco, geral, mostrou que a ventilação de baixo volume corrente foi protetora contra disfunção pulmonar. Estratégias modernas de ventilação de proteção pulmonar têm se concentrado cada vez mais em atingir pressões transpulmonares mais baixas – ou seja, pressão de condução –, além de volumes correntes e PEEP mais baixos<sup>52,53</sup>.

O estudo observacional de Mathis et al<sup>54</sup>, que investigou os efeitos da ventilação mecânica intraoperatória em complicações pulmonares pós-operatórias após cirurgia cardíaca, demonstrou que a aplicação de um pacote de ventilação intraoperatória de proteção pulmonar, consistindo em ventilação de baixo volume corrente, pressão motriz modificada – pressão inspiratória de pico PEEP – <16cm H<sub>2</sub>O e PEEP 5cm H<sub>2</sub>O, foi independentemente associada à redução de complicações pulmonares após cirurgia cardíaca.

## **5.3 Ventilação na circulação extracorporeal**

A circulação extracorpórea (CEC) permite a oxigenação do sangue e a troca de dióxido de carbono, permitindo a cessação da ventilação pulmonar para melhorar a exposição cirúrgica. Dados observacionais sugerem que a pressão positiva contínua pode melhorar a troca gasosa pós-operatória e prevenir complicações pós-operatórias<sup>55</sup>. Estudos randomizados avaliaram diferentes estratégias de ventilação durante a CEC e não encontraram diferença nas complicações pós-operatórias entre a estratégia de ventilação e não ventilação<sup>56,57</sup>.

#### **5.4 Uso de cateteres de artéria pulmonar**

Dados de grandes ensaios observacionais têm revelado que a colocação de cateteres de artéria pulmonar (CAPs) em pacientes de baixo risco – ou seja, com menos de 75 anos com disfunção ventricular normal e sem evidência de anormalidade valvar significativa – e pacientes clinicamente estáveis submetidos a procedimentos eletivos leva a intervenções aumentadas, ou seja, no uso de vasopressores não rotineiros na administração de fluidos. Embora incorram em maiores despesas com assistência médica e levem a um tempo de internação adicional, eles não foram associados a melhora da morbidade ou mortalidade<sup>58-59</sup>. O benefício dos CAPs em populações de alto risco ou com descompensação clínica é incerto, pois os resultados variaram entre os ensaios disponíveis<sup>60</sup>.

Chiang et al<sup>61</sup>, em ensaio observacional envolvendo a análise de cerca de 2 milhões de pacientes, sugeriu que o uso de CAPs em pacientes de alto risco, incluindo adultos mais velhos, insuficiência cardíaca congestiva, hipertensão pulmonar ou operações de alto risco, a exemplo de procedimentos de múltiplas válvulas, foi associado a períodos mais longos de ventilação mecânica e tempo de internação prolongado em comparação com pacientes que não receberam um CAP. O uso seletivo de CAPs em populações de alto risco pode ser seguro e potencialmente benéfico, mas estudos prospectivos adicionais são necessários para confirmar essa hipótese<sup>62</sup>.

#### **5.5 Monitoramento do sistema nervoso central**

O monitoramento intraoperatório do sistema nervoso central de pacientes submetidos a CABG, dependendo do método, foi hipotetizado para identificar e prevenir períodos de má perfusão cerebral e garantir titulação adequada de anestésicos para prevenir disfunção neurocognitiva pós-operatória, bem como evitar profundidade excessiva da anestesia. Uma meta-análise de estudos randomizados controlados (RCTs) mostrou que o tratamento associado ao uso de espectroscopia de infravermelho, próximo no cenário de cirurgia cardíaca, pode ser benéfico para prevenir disfunção cognitiva pós-operatória<sup>63</sup>.

RCTs anteriores, bem como aqueles incluídos na meta-análise, são geralmente pequenos e inconsistentes na definição de resultados neurológicos. Além disso, o tratamento da hipoperfusão cerebral foi abrangente, incluindo transfusão de hemoderivados, fornecimento de oxigênio suplementar e titulação de vasopressores. Portanto, embora o método de monitoramento possa fornecer benefícios, não está claro quais intervenções são ideais para a prevenção de morbidade neurológica em pacientes submetidos a CABG<sup>63,64</sup>.

Mesmo sido estabelecida uma associação entre eletroencefalograma processado intraoperatório persistentemente baixo (ou seja, índice bispectral) e mortalidade pós-operatória, o uso do método de monitoramento para prevenção de recall, avaliação da profundidade da anestesia e sua

associação com recuperação melhorada, ou seja, extubação mais precoce, menor tempo de internação, produziu resultados inconsistentes<sup>65,66</sup>.

## **5.6 Prevenção de náuseas e vômitos pós-operatórios**

Náuseas e vômitos pós-operatórios (NVPO) são um dos maiores contribuintes para a insatisfação do paciente após a cirurgia, em um grau semelhante ao da dor mal controlada. A incidência relatada de NVPO após cirurgia cardíaca varia de 10% a 70%, provavelmente refletindo o impacto conhecido de vários fatores do paciente e perioperatórios em seu risco cumulativo<sup>67,68</sup>. Estudos prospectivos randomizados investigaram a eficácia da profilaxia química para a prevenção de NVPO após cirurgia cardíaca, revelando uma redução de 20% na incidência de NVPO com administração de medicamentos<sup>69,70</sup>.

Isso é consistente com as descobertas e recomendações apresentadas por uma diretriz de consenso multissociedade para o tratamento de NVPO, que recomenda a triagem de fatores de risco, administração de estratégias de prevenção e resgate específicas do paciente e inclusão de profilaxia multimodal de NVPO em vias de recuperação aprimoradas<sup>71</sup>.

## **5.7 Perfusão direcionada a metas**

Tradicionalmente, as taxas de fluxo sanguíneo na CEC são derivadas de uma fórmula que correlaciona o índice cardíaco com a área da superfície corporal. A perfusão direcionada a metas (GDP), em contraste, estabelece um algoritmo formal para protocolar taxas de fluxo, níveis de hemoglobina e titulação de vasopressores para atingir um limite de fornecimento de oxigênio (DO2) direcionado. A pesquisa original nesta área sugeriu que manter o DO2 280 mL · min<sup>-1</sup> · m<sup>-2</sup>, para pacientes submetidos à cirurgia com CEC com hipotermia moderada (32-34 °C), está associado a uma redução na incidência de lesão renal aguda<sup>72</sup>.

Isso foi reforçado em ensaios observacionais, incluindo um estudo retrospectivo, onde mais de 800 procedimentos cardíacos foram incluídos, que descobriram que a baixa DO2 na CEC pode estar associada a maior morbidade e mortalidade após cirurgia cardíaca, particularmente em pacientes submetidos a CABG não isolado<sup>73</sup>.

Estudos investigaram o impacto do GDP na lesão renal aguda, incluindo uma meta-análise recente de RCTs, que descobriu que, embora o GDP com base na DO2 durante a CEC estivesse associado a uma redução na lesão renal aguda em estágio 1, a abordagem não pareceu impactar significativamente a lesão renal aguda em estágio 2/3 ou a mortalidade<sup>74</sup>. Pesquisas adicionais são necessárias para determinar outros aspectos importantes do GDP, incluindo pressão arterial média direcionada, equilíbrio ácido-base, saturação arterial de oxigênio e taxa de extração de oxigênio<sup>73,74</sup>.

## **6. MEDIDAS DE PROCESSO PÓS-OPERATÓRIO**

### **6.1 Estratégias de extubação precoce**

A extubação pós-operatória precoce – menos de 6 horas após a cirurgia – para operações cardíacas eletivas de baixo risco e certas de alto risco, como raiz da aorta e reparos da aorta ascendente, de rotina demonstrou ser segura, com algumas evidências de redução do tempo de internação na unidade de terapia intensiva (UTI) e no hospital, embora sem diferença na mortalidade<sup>75</sup>. Isso também se aplica à extubação durante a noite, desde que haja equipe e supervisão adequadas<sup>76</sup>.

Um estudo demonstrou que o gerenciamento em uma unidade de cuidados pós-anestésicos especializada pode reduzir significativamente os tempos de extubação em comparação com uma UTI cardíaca<sup>77</sup>. Estudos de melhoria da qualidade confirmaram que a implementação de um protocolo de extubação estruturado, incluindo maior conformidade com um caminho de recuperação aprimorado, pode reduzir o tempo até a extubação<sup>78,79</sup>. Deve-se ter cautela com pacientes submetidos à colocação de dispositivo de assistência ventricular, transplante cardíaco ou procedimentos de emergência, pois essas populações geralmente não são estudadas no contexto da extubação precoce<sup>75-79</sup>.

### **6.2 Extubação intraoperatória**

A extubação intraoperatória e pós-operatória imediata (<1 hora) foram investigadas, sugerindo que a prática é viável e segura, porque estudos relataram taxas semelhantes de reintubação e complicações gerais em comparação com protocolos de extubação padrão<sup>80,81</sup>. Uma análise de propensão correspondente da extubação intraoperatória, em comparação com a extubação precoce entre pacientes cirúrgicos cardíacos não emergenciais, descobriu que a prática estava associada a uma redução significativa no tempo de internação na UTI e no hospital, bem como a uma redução de 20% no custo do atendimento<sup>82</sup>.

Devido a certas características exclusivas da cirurgia cardíaca, incluindo o potencial de sangramento pós-operatório precoce, acidose e despertar tardio, pode ser apropriado usar rubricas de pontuação preditiva ou estabelecer um consenso anestésico intraoperatório, particularmente entre centros com experiência limitada em extubação intraoperatória. A disponibilidade limitada de dados comparando a extubação intraoperatória com a precoce ameniza a força desta recomendação, e a abordagem deve ser reservada para populações selecionadas de pacientes em programas especializados<sup>79,83</sup>.

### **6.3 Prevenção e manejo da lesão renal aguda**

Cerca de 20% a 40% dos pacientes apresentam lesão renal aguda após cirurgia cardíaca, o que está associado ao aumento do risco de desenvolver doença renal crônica, bem como ao aumento da mortalidade a

curto e longo prazo<sup>84</sup>. O diagnóstico e a classificação da lesão renal aguda são baseados nos critérios de consenso da *Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)* de 2012 e as orientações para o manejo da doença associada à cirurgia cardíaca foram publicadas anteriormente<sup>85,86</sup>.

Há limitações para esse sistema de estadiamento porque a creatinina sérica (sCr) e o débito urinário são marcadores substitutos da taxa de filtração glomerular e não são específicos para lesão renal aguda. Em rins saudáveis, a taxa de filtração glomerular, medida pela sCr, pode não diminuir até que 50% dos néfrons funcionais sejam perdidos e, após cirurgia cardíaca, a sobrecarga de volume pode indicar falsamente valores normais de sCr<sup>87</sup>.

Novos biomarcadores renais podem prever e detectar lesão renal aguda antes de um aumento na sCr, permitindo o início mais precoce de medidas preventivas. No pré-operatório, a uromodulina urinária e no pós-operatório, as concentrações urinárias do inibidor tecidual de metaloproteinases 2 (TIMP-2) e da proteína de ligação ao fator de crescimento semelhante à insulina 7 (IGFBP7) podem prever o desenvolvimento de lesão renal aguda<sup>88</sup>. Entre os pacientes com evidências de lesão renal aguda pós-operatória, a implementação precoce de pacotes de cuidados KDIGO, incluindo monitoramento serial de sCr, quantificação rigorosa da produção de urina, reposição de volume com base em algoritmos avançados, manutenção de metas hemodinâmicas e prevenção de agentes nefrotóxicos, demonstrou reduzir a taxa de lesão renal aguda em estágio 2 e 3 após cirurgia cardíaca<sup>89,90</sup>.

#### **6.4 Atividade pós-operatória e precauções do esterno**

Diretrizes de subespecialidade estabeleceram os méritos da deambulação pós-operatória precoce e da fisioterapia, incluindo caminhada, exercícios musculares, ciclismo e outras atividades nas primeiras 24 horas após a cirurgia<sup>2-4</sup>. Na cirurgia cardíaca, a deambulação precoce é segura e está associada à diminuição de atelectasia, derrame pleural e pneumonia, maior capacidade de exercício e menor tempo de internação na UTI<sup>91</sup>. O impacto no tempo geral de internação e nas taxas de mortalidade não está claro<sup>92</sup>.

O exercício precoce dos membros superiores, que permite maior amplitude de movimento com base no conforto do paciente e no treinamento de força guiado por princípios ergonômicos específicos para evitar tensão excessiva no esterno, demonstrou ser uma alternativa segura e potencialmente eficaz às precauções esternais restritivas mais tradicionais<sup>93</sup>.

O envolvimento formal de fisioterapeutas e a protocolização dentro do ambiente da UTI demonstraram ser uma abordagem econômica, para melhorar a conformidade com regimes individualizados e resultados de força<sup>94</sup>. Os programas, por sua vez, devem avaliar os pacientes e prescrever reabilitação cardíaca abrangente em casa ou em centro que use educação, modificação do estilo de vida e treinamento de exercícios para acelerar a recuperação, reduzir a readmissão e melhorar a qualidade de vida<sup>11</sup>.

## **6.5 Medidas de processo multifásico e terapia orientada por objetivos**

Monitoramento avançado com arterial invasivo, venoso central e em pacientes selecionados de alto risco é uma prática comum em anestesia cardíaca. A terapia hemodinâmica e fluidoterapia direcionada por objetivos descreve uma abordagem algorítmica para atingir certos pontos finais hemodinâmicos, por meio do fornecimento de fluidos e vasopressores e medicamentos inotrópicos. Esse método sugere que os pacientes que respondem à administração de fluidos sejam identificados por meio de testes dinâmicos, incluindo variação do volume sistólico ou da pressão de pulso, bem como débito cardíaco ou responsividade do volume sistólico, estabelecendo assim um protocolo para intervenções de ressuscitação apropriadas<sup>95,96</sup>.

Enquanto estudos observacionais, prospectivos e meta-análises, incluindo os conduzidos em pacientes cirúrgicos cardíacos, revelaram que a abordagem está associada à redução de lesões orgânicas, complicações médicas e tempo de internação hospitalar<sup>95,96</sup>. Essas descobertas não são universais e os resultados permanecem inconsistentes. Isso provavelmente se deve a altos graus de heterogeneidade clínica, como algoritmos variados, técnicas de monitoramento e desenho de estudo<sup>97,98</sup>. Embora a terapia hemodinâmica e fluidoterapia direcionada por objetivos para cirurgia cardíaca possa fornecer benefícios, estudos adicionais são necessários para determinar os indicadores e algoritmos de monitoramento ideais<sup>95-98</sup>.

## **6.6 Manejo da dor com o uso da analgesia multimodal**

A dor resulta em respostas fisiológicas prejudiciais que podem levar a complicações pós-operatórias, experiência ruim do paciente e um risco aumentado de dor crônica, sendo uma métrica padrão para a qualidade da recuperação. A analgesia baseada em opioides historicamente desempenhou um papel principal no cuidado perioperatório de pacientes cirúrgicos cardíacos. Embora eficazes no fornecimento de analgesia, os opioides têm vários efeitos adversos, que impedem a recuperação e criam uma experiência negativa para o paciente<sup>99</sup>.

Além disso, há uma conscientização crescente sobre a importância do novo uso persistente de opioides, com uma incidência em cirurgia cardíaca de até 10% a 15%, e reconhecimento dos papéis contributivos da administração de opioides pós-operatórios e práticas de prescrição de alta. A analgesia multimodal visa reduzir ou eliminar a dependência de opioides usando terapias alternativas, considerada uma das bases da recuperação aprimorada<sup>100,101</sup>.

Um RCT de 150 pacientes em que a analgesia multimodal foi comparada à analgesia baseada em morfina registrou uma redução significativa nas pontuações médias de dor e menos náuseas e vômitos<sup>102</sup>. Em um ECR, o grupo ERAS, que recebeu um pacote de analgesia multimodal, teve pontuações de dor mais baixas em todos os pontos de avaliação nas primeiras 72 horas e reduziu o tempo de internação hospitalar,

embora não houvesse diferenças na recuperação funcional relatada pelo paciente em comparação com o padrão de tratamento<sup>103</sup>.

A analgesia multimodal poupadora de opioides, isoladamente ou como parte de um programa ERAS maior, demonstrou reduzir a necessidade de opioides, facilitar a extubação precoce e contribuir para uma menor duração da internação, embora a melhora nas pontuações de dor não seja demonstrada de forma confiável, e métricas, como efeitos adversos comuns de opioides/dor e resultados centrados no paciente, sejam relatadas de forma inconsistente<sup>104,105</sup>.

Existem dados limitados sobre o uso e a eficácia de agentes farmacológicos não opioides individuais em cirurgia cardíaca. Uma revisão sistemática, Bignami et al<sup>106</sup> avaliaram mais de 20 publicações de estudos prospectivos sobre analgésicos intravenosos, sendo 14 comparando vários opioides, 4 sobre paracetamol/acetaminofeno e 3 sobre anti-inflamatórios não esteroides.

### **6.7 Analgesia regional**

Existe uma base maior de literatura avaliando a eficácia da analgesia peridural torácica, intratecal e regional em cirurgia cardíaca. Uma meta-análise de 69 ensaios e 4860 pacientes mostrou redução da dor, tempo de intubação, depressão respiratória e arritmias com o uso de analgesia peridural torácica.<sup>236</sup> Esses benefícios devem ser equilibrados com o risco de hematoma epidural, uma complicação potencialmente desastrosa, com uma incidência estimada entre 1:1000 e 1:30.000<sup>107,108</sup>.

Dados de uma revisão sistemática mostraram que a morfina intratecal reduziu a dor e a necessidade de opioides, mas houve descobertas inconsistentes relacionadas à redução de efeitos adversos ou outros benefícios de resultados<sup>109</sup>. Com o rápido crescimento na classificação e aplicação de técnicas de anestesia regional paraespinal e de parede torácica, revisões sistemáticas mostraram que esses procedimentos podem ajudar a reduzir a dor e o uso de opioides em comparação com analgésicos sistêmicos isoladamente. Porém, tamanhos pequenos de amostra, baixa qualidade metodológica e alta heterogeneidade impedem a comparação da eficácia relativa das técnicas, limitam a quantificação do benefício aditivo dentro de um pacote farmacológico multimodal e indicam que mais pesquisas são necessárias<sup>110,111</sup>.

### **6.8 Programa de gerenciamento de sangue do paciente**

O gerenciamento de sangue do paciente (PBM) corresponde a um programa abrangente para aplicar as melhores práticas e orientar o uso local de produtos sanguíneos alogênicos. Estudos observacionais em cirurgia cardíaca encontraram uma associação entre PBM e diminuição das taxas de transfusão, eventos de sangramento, lesão renal aguda, infecção, tempo de internação e custos de assistência médica<sup>112,113</sup>.



Dados de uma meta-análise revelaram que o maior benefício entre as especialidades cirúrgicas para muitas das métricas analisadas ocorreu na cirurgia cardíaca, sendo os componentes de um programa de PBM organizados com base em três pilares principais<sup>114</sup>:

1. triagem e otimização de anemia pré-operatória e deficiência de ferro;
2. minimização da perda sanguínea intraoperatória ou hemodiluição; e
3. anemia permissiva intraoperatória e pós-operatória.

### **6.9 Prevenção da fibrilação atrial pós-operatória**

A fibrilação atrial pós-operatória, após cirurgia cardíaca, tem sido pesquisada, com uma incidência variando de 15% a 40% e associada a um risco aumentado de acidente vascular cerebral perioperatório e mortalidade precoce e tardia, além de aumento do tempo de internação hospitalar<sup>115</sup>. Cerca de 30% de pacientes, que desenvolvem fibrilação atrial pós-operatória e recebem alta em ritmo sinusal, terá fibrilação atrial pós-operatória recorrente no acompanhamento dentro de um mês<sup>116</sup>. A identificação de pacientes com maior risco permite o uso de métodos de prevenção de maior intensidade. A pontuação CHA2DS2-VASc demonstrou ser um preditor independente do seu desenvolvimento<sup>117</sup>.

Os resultados de ensaios clínicos randomizados de meta-análise mostram que os betabloqueadores profiláticos e a amiodarona, administrados no pré e no pós-operatório, reduzem a incidência de fibrilação atrial pós-operatória<sup>118,119</sup>. Como tratamento contra o estado inflamatório envolvido na fibrilação atrial pós-operatória, ensaios clínicos randomizados observaram o uso de corticosteroides, N-acetilcisteína, ácidos graxos poli-insaturados e vitaminas. Devido à heterogeneidade desses estudos, o efeito do tratamento tem sido inconsistente<sup>120,121</sup>. O uso de estimulação biatrial após cirurgia cardíaca mostrou uma redução da fibrilação atrial pós-operatória. Porém, a estimulação atrial direita ou esquerda não mostrou uma redução consistente<sup>122</sup>.

O uso rotineiro de suplementação de magnésio, por sua vez, não demonstrou ser benéfico em estudos com baixo risco de viés<sup>123</sup>. O derrame pericárdico foi implicado como um contribuinte fisiopatológico para a fibrilação atrial pós-operatória e, por isso, estratégias devem ser implantadas para evitar a retenção de sangue pericárdico<sup>124</sup>. O uso rotineiro de pericardiotomia posterior demonstrou uma redução no derrame pericárdico residual, bem como na fibrilação atrial pós-operatória, com uma revisão sistemática de 3425 pacientes apresentando uma redução de 90% no tamponamento e uma redução de 58% na fibrilação atrial pós-operatória<sup>125</sup>.

### **6.10 Rastreamento de delírio e sua prevenção**

O delírio ocorre em 20% a 50% dos pacientes após cirurgia cardíaca e está associado à redução da sobrevida hospitalar e de longo prazo, à

ausência de readmissão hospitalar e à recuperação cognitiva e funcional. A detecção precoce do delírio é essencial para o tratamento e deve começar na fase pré-operatória, identificando os principais fatores de risco para seu desenvolvimento. Na fase pós-operatória, o uso de uma ferramenta sistemática de triagem de delírio na UTI que avalie todo o espectro de sua apresentação — hipoativo, hiperativo e misto — deve ser parte do monitoramento de rotina pelo menos uma vez por turno de enfermagem<sup>126</sup>.

O Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit ou a Intensive Care Unit Delirium Screening Checklist são as ferramentas mais comumente relatadas na UTI. Uma vez que o delírio é detectado, é importante determinar sua causa subjacente, como dor, hipoxemia, baixo débito cardíaco e sepse, e iniciar o tratamento apropriado<sup>127</sup>. Ensaio randomizados não forneceram suporte para a uso de medicamentos profiláticos, como clonidina ou agentes antipsicóticos, visando reduzir a ocorrência de delírio na UTI<sup>128,129</sup>.

O uso de antipsicóticos deve ser limitado aos pacientes com sintomas angustiantes e/ou que representam um risco à segurança para si próprios ou para a equipe de saúde. Em contraste, as estratégias não farmacológicas permanecem como o componente de primeira linha do tratamento e devem considerar a implementação do ABCDEF bundle da UTI, correspondente a<sup>127</sup>:

A: avaliar, prevenir e controlar a dor;

B: Testes de despertar espontâneo e respiração espontânea;

C: Escolha de analgesia e sedação;

D: Delírio: avaliar, prevenir e controlar;

E: Mobilidade precoce e exercício;

F: Envolvimento e empoderamento familiar na UTI de cirurgia cardíaca pós-operatória.

Um ensaio randomizado multicêntrico, que examinou uma intervenção de suporte familiar multicomponente, foi associado a classificações mais altas da qualidade da comunicação e a um menor tempo de internação na UTI. No entanto, isso requer estudo adicional no paciente pós-operatório de cirurgia cardíaca<sup>130</sup>.

### **6.11 Pacote de prevenção de infecção de sítio cirúrgico**

Estratégias aplicadas ao longo do continuum perioperatório demonstraram reduzir a incidência de infecção de sítio cirúrgico pós-operatória. Elas podem ser bastante extensas, incluindo elementos comportamentais, como cessação do tabagismo pré-operatório; preparação do local cirúrgico com limpeza com clorexidina e corte de cabelo; profilaxia antimicrobiana, com descolonização estafilocócica intranasal tópica, e antibióticos em tempo apropriado; e a manutenção de rotina de euglicemia e normotermia<sup>131</sup>. Publicações anteriores não apenas revelaram uma associação entre intervenções individuais e prevenção de infecção de sítio cirúrgico pós-operatória, mas também reforçaram a aplicação agrupada de vários componentes, com o objetivo de obter uma redução aditiva, se não sinérgica, na infecção subsequente<sup>132</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced recovery after surgery: a review. *JAMA Surg.* 2017;152:292-298.
2. Stenberg E, Dos Reis Falcão LF, O'Kane M, et al. Guidelines for perioperative care in bariatric surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations: a 2021 update. *World J Surg.* 2022;46:729-751.
3. Nelson G, Bakkum-Gamez J, Kalogera E, et al. Guidelines for perioperative care in gynecologic/oncology: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations–2019 update. *Int J Gynecol Cancer.* 2019;29:651-668.
4. Gustafsson UO, Scott MJ, Hubner M, et al. Guidelines for perioperative care in elective colorectal surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations: 2018. *World J Surg.* 2019;43:659-695.
5. Stone AB, Grant MC, Pio Roda C, et al. Implementation costs of an Enhanced Recovery After Surgery program in the United States: a financial model and sensitivity analysis based on experiences at a quaternary academic medical center. *J Am Coll Surg.* 2016;222:219-225.
6. Thiele RH, Rea KM, Turrentine FE, et al. Standardization of care: impact of an enhanced recovery protocol on length of stay, complications, and direct costs after colorectal surgery. *J Am Coll Surg.* 2015;220:430-443.
7. ERAS Compliance Group. The impact of enhanced recovery protocol compliance on elective colorectal cancer resection: results from an international registry. *Ann Surg.* 2015;261:1153-1159.
8. Grant MC, Pio Roda CM, Canner JK, et al. The impact of anesthesia influenced process measure compliance on length of stay: results from an Enhanced Recovery After Surgery for colorectal surgery cohort. *Anesth Analg.* 2019;128:68-74.
9. Engelman DT, Ben Ali W, Williams JB, et al. Guidelines for perioperative care in cardiac surgery: Enhanced Recovery After Surgery Society recommendations. *JAMA Surg.* 2019;154:755-766.
10. Brindle M, Nelson G, Lobo DN, Ljungqvist O, Gustafsson UO. Recommendations from the ERAS Society for standards for the development of enhanced recovery after surgery guidelines. *BJS Open.* 2020;4:157-163.

11. Writing Committee Members, Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79:e21-e129.
12. Ocagli H, Lorenzoni G, Lanera C, et al. Monitoring patients reported outcomes after valve replacement using wearable devices: insights on feasibility and capability study: feasibility results. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:7171.
13. Mihalj M, Carrel T, Urman RD, Stueber F, Luedi MM. Recommendations for preoperative assessment and shared decision-making in cardiac surgery. *Curr Anesthesiol Rep*. 2020;10:185-195.
14. Hughes TM, Merath K, Chen Q, et al. Association of shared decision making on patient-reported health outcomes and healthcare utilization. *Am J Surg*. 2018;216:7-12.
15. Martin D, Roulin D, Grass F, et al. A multicentre qualitative study assessing implementation of an Enhanced Recovery After Surgery program. *Clin Nutr*. 2018;37:2172-2177.
16. Jawitz OK, Bradford WT, McConnell G, Engel J, Allender JE, Williams JB. How to start an Enhanced Recovery After Surgery cardiac program. *Crit Care Clin*. 2020;36:571-579.
17. Salenger R, Morton-Bailey V, Grant M, Gregory A, Williams JB, Engelman DT. Cardiac Enhanced Recovery After Surgery: a guide to team building and successful implementation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;32:187-196.
18. Jacobs JP, Shahian DM, Prager RL, et al. Introduction to the STS National Database Series: outcomes analysis, quality improvement, and patient safety. *Ann Thorac Surg*. 2015;100:1992-2000.
19. Hirji SA, Salenger R, Boyle EM, et al. Expert consensus of data elements for collection for Enhanced Recovery After Cardiac Surgery. *World J Surg*. 2021;45:917-925.
20. Ripolles-Melchor J, Ramírez-Rodríguez JM, Casans-Frances R, et al. Association between use of Enhanced Recovery After Surgery protocol and postoperative complications in colorectal surgery: the Postoperative Outcomes Within Enhanced Recovery After Surgery Protocol (POWER) Study. *JAMA Surg*. 2019;154:725-736.

21. Ripolles-Melchor J, Sanchez-Santos R, Abad-Motos A, et al. Higher adherence to ERAS Society recommendations is associated with shorter hospital stay without an increase in postoperative complications or readmissions in bariatric surgery: the association between use of Enhanced Recovery After Surgery Protocols and Postoperative Complications after Bariatric Surgery (POWER 3) multicenter observational study. *Obes Surg.* 2022;32:1289-1299.
22. Fischer CP, Knapp L, Cohen ME, Ko CY, Wick EC. Association of enhanced recovery pathway compliance with patient outcomes. *JAMA Surg.* 2021;156:982-984.
23. Pittams AP, Iddawela S, Zaidi S, Tyson N, Harky A. Scoring systems for risk stratification in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2022;36:1148-1156.
24. Kotfis K, Szylińska A, Listewnik M, Brykczynski M, Ely EW, Rotter I. Diabetes and elevated preoperative HbA1c level as risk factors for postoperative delirium after cardiac surgery: an observational cohort study. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2019;15:511-521.
25. Engelman DT, Adams DH, Byrne JG, et al. Impact of body mass index and albumin on morbidity and mortality after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118:866-873.
26. George LK, Molnar MZ, Lu JL, Kalantar-Zadeh K, Koshy SK, Kovesdy CP. Association of pre-operative albuminuria with post-operative outcomes after coronary artery bypass grafting. *Sci Rep.* 2015;5:16458.
27. Lee JA, Yanagawa B, An KR, Arora RC, Verma S, Friedrich JO. Canadian Cardiovascular Surgery Meta-Analysis Working Group. Frailty and prefrailty in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis of 66,448 patients. *J Cardiothorac Surg.* 2021;16:184.
28. Yanagawa B, Graham MM, Afilalo J, Hassan A, Arora RC. Frailty as a risk predictor in cardiac surgery: beyond the eyeball test. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:1905-1909.
29. Gali B, Glasgow AE, Greason KL, Johnson RL, Albright RC, Habermann EB. Postoperative outcomes of patients with obstructive sleep apnea undergoing cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2020;110:1324-1332.
30. Pivetta B, Chen L, Nagappa M, et al. Use and performance of the STOPBang questionnaire for obstructive sleep apnea screening across

geographic regions: a systematic review and meta-analysis. *JAMA NetwOpen*. 2021;4:e211009.

31. McCann M, Stamp N, Ngui A, Litton E. Cardiac prehabilitation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33:2255-2265.

32. Kaye AD, Kandregula S, Kosty J, et al. Chronic pain and substance abuse disorders: preoperative assessment and optimization strategies. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2020;34:255-267.

33. Hewitt J, Long S, Carter B, Bach S, McCarthy K, Clegg A. The prevalence of frailty and its association with poorer clinical outcomes in general surgery: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2018;47:793-800.

34. Lee DH, Buth KJ, Martin BJ, Yip AM, Hirsch GM. Frail patients are at increased risk for mortality and prolonged institutional care after cardiac surgery. *Circulation*. 2010;121:973-978.

35. Pathirana AK, Lokunarangoda N, Ranathunga I, Santharaj WS, Ekanayake R, Jayawardena R. Prevalence of hospital malnutrition among cardiac patients: results from six nutrition screening tools. *Springerplus*. 2014;3:412.

36. Carr T, Teucher UC, Casson AG. Time while waiting: patients' experiences of scheduled surgery. *Qual Health Res*. 2014;24:1673-1685.

37. Marmelo F, Rocha V, Gonc, alves D. The impact of prehabilitation on post-surgical complications in patients undergoing non-urgent cardiovascular surgical intervention: systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2018;25:404-417.

38. Dedeyne L, Deschodt M, Verschueren S, Tournoy J, Gielen E. Effects of multi-domain interventions in (pre)frail elderly on frailty, functional, and cognitive status: a systematic review. *Clin Interv Aging*. 2017;12:873-896.

39. Arora RC, Brown CH, Sanjanwala RM, McKelvie R. "NEW" prehabilitation: a 3-way approach to improve postoperative survival and health related quality of life in cardiac surgery patients. *Can J Cardiol*. 2018;34:839-849.

40. Arthur HM, Daniels C, McKelvie R, Hirsh J, Rush B. Effect of a preoperative intervention on preoperative and postoperative outcomes in low-risk patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2000;133:253-262.

41. McIsaac DI, Gill M, Boland L, et al. Prehabilitation in adult patients undergoing surgery: an umbrella review of systematic reviews. *Br J Anaesth*. 2022;128:244-257.
42. Afilalo J, Lauck S, Kim DH, et al. Frailty in older adults undergoing aortic valve replacement: the FRAILTY-AVR Study. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70:689-700.
43. Lopez-Delgado JC, Muñoz-del Río G, Flordelís-Lasierra JL, Putzu A. Nutrition in adult cardiac surgery: preoperative evaluation, management in the postoperative period, and clinical implications for outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33:3143-3162.
44. American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting and the Use Of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration. *Anesthesiology*. 2017;126:376-393.
45. Smith I, Kranke P, Murat I, et al. Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol*. 2011;28:556.
46. MacKay EJ, Zhang B, Augoustides JG, Groeneveld PW, Desai ND. Association of intraoperative transesophageal echocardiography and clinical outcomes after open cardiac valve or proximal aortic surgery. *JAMA Netw Open*. 2022;5:e2147820.
47. Metkus TS, Thibault D, Grant MC, et al. Transesophageal echocardiography in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78:112-122.
48. Ramalingam G, Choi SW, Agarwal S, et al. Association of Cardiothoracic Anaesthesia and Critical Care. Complications related to peri-operative transoesophageal echocardiography—a one-year prospective national audit by the Association of Cardiothoracic Anaesthesia and Critical Care. *Anaesthesia*. 2020;75:21-26.
49. Lellouche F, Delorme M, Bussières J, Ouattara A. Perioperative ventilatory strategies in cardiac surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2015;29:381-395.

50. Ramachandran SK, Nafiu OO, Ghaferi A, Tremper KK, Shanks A, Kheterpal S. Independent predictors and outcomes of unanticipated early postoperative tracheal intubation after nonemergent, noncardiac surgery. *Anesthesiology*. 2011;115:44-53.
51. Serpa Neto A, Hemmes SN, Barbas CS, et al. Protective versus conventional ventilation for surgery: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *Anesthesiology*. 2015;123:66-78.
52. Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372:747-755.
53. Aoyama H, Pettenuzzo T, Aoyama K, Pinto R, Englesakis M, Fan E. Association of driving pressure with mortality among ventilated patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2018;46:300-306.
54. Mathis MR, Duggal NM, Likosky DS, et al. Intraoperative mechanical ventilation and postoperative pulmonary complications after cardiac surgery. *Anesthesiology*. 2019;131:1046-1062.
55. Bignami E, Guarnieri M, Saglietti F, et al. Mechanical ventilation during cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2016;30:1668-1675.
56. Lagier D, Fischer F, Fornier W, et al. Effect of open-lung vs conventional perioperative ventilation strategies on postoperative pulmonary complications after on-pump cardiac surgery: the PROVECS randomized clinical trial. *Intensive Care Med*. 2019;45:1401-1412.
57. Nguyen LS, Estagnasie P, Merzoug M, et al. Low tidal volume Mechanical Ventilation Against No Ventilation During Cardiopulmonary Bypass in Heart Surgery (MECANO): a randomized controlled trial. *Chest*. 2021;159: 1843-1853.
58. Schwann NM, Hillel Z, Hoeft A, et al. Lack of effectiveness of the pulmonary artery catheter in cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2011;113:994-1002.
59. Ramsey SD, Saint S, Sullivan SD, Dey L, Kelley K, Bowdle A. Clinical and economic effects of pulmonary artery catheterization in nonemergent coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2000;14: 113-118.
60. Brown JA, Aranda-Michel E, Kilic A, et al. The impact of pulmonary artery catheter use in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2022;164:1965-1973.e6.



61. Chiang Y, Hosseinian L, Rhee A, Itagaki S, Cavallaro P, Chikwe J. Questionable benefit of the pulmonary artery catheter after cardiac surgery in high-risk patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015;29:76-81.
62. Schwann TA, Zacharias A, Riordan CJ, Durham SJ, Engoren M, Habib RH. Safe, highly selective use of pulmonary artery catheters in coronary artery bypass grafting: an objective patient selection method. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:1394-1401.
63. Zorrilla-Vaca A, Healy R, Grant MC, et al. Intraoperative cerebral oximetry-based management for optimizing perioperative outcomes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Can J Anaesth.* 2018;65:529-542.
64. Uysal S, Lin H-M, Trinh M, Park CH, Reich DL. Optimizing cerebral oxygenation in cardiac surgery: a randomized controlled trial examining neurocognitive and perioperative outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;159(3):943-953.e3.
65. Kertai MD, Pal N, Palanca BJA, et al. Association of perioperative risk factors and cumulative duration of low bispectral index with intermediate-term mortality after cardiac surgery in the B-Unaware Trial. *Anesthesiology.* 2010;112:1116-1127.
66. Vance JL, Shanks AM, Woodrum DT. Intraoperative bispectral index monitoring and time to extubation after cardiac surgery: secondary analysis of a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2014;14:79.
67. Sawatzky JA, Rivet M, Ariano RE, Hiebert B, Arora RC. Post-operative nausea and vomiting in the cardiac surgery population: who is at risk? *Heart Lung.* 2014;43:550.
68. Hijazi EM, Edwan H, Al-Zoubi N, Radaideh H. Incidence of nausea and vomiting after fast-track anaesthesia for heart surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2018;33:371-375.
69. Wang EHZ, Sunderland S, Edwards NY, et al. A single prophylactic dose of ondansetron given at cessation of postoperative propofol sedation decreases postoperative nausea and vomiting in cardiac surgery patients: a randomized controlled trial. *Anesth Analg.* 2020;131:1164-1172.
70. Hasheminejad E, Forner AF, Meineri M, Ender J, Zakhary WZ. Postoperative nausea and vomiting prophylaxis in fast-track cardiac anesthesia: a patient matched retrospective before and after study. *Int J Anesthesiol Pain Med.* 2022;8:78.

71. Gan TJ, Belani KG, Bergese S, et al. Fourth Consensus Guidelines for the Management of Postoperative Nausea and Vomiting. *Anesth Analg*. 2020;131:411-448.
72. Ranucci M, Romitti F, Isgro G, et al. Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute renal failure after coronary operations. *Ann Thorac Surg*. 2005;80:2213-2220.
73. Magruder JT, Weiss SJ, DeAngelis KG, et al. Penn Perfusion Team Working Group. Correlating oxygen delivery on cardiopulmonary bypass with Society of Thoracic Surgeons outcomes following cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2022;164:997-1007.
74. Ranucci M, Johnson I, Willcox T, et al. Goal-directed perfusion to reduce acute kidney injury: a randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;156:1918-1927.
75. Brovman EY, Tolis G, Hirji S, et al. Association between early extubation and postoperative reintubation after elective cardiac surgery: a biinstitutional study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2022;36:1258-1264.
76. Gershengorn HB, Wunsch H, Hua M, Bavaria JE, Gutsche J. Association of overnight extubation with outcomes after cardiac surgery in the intensive care unit. *Ann Thorac Surg*. 2019;108:432-442.
77. Probst S, Cech C, Haentschel D, et al. A specialized post anaesthetic care unit improves fast-track management in cardiac surgery: a prospective randomized trial. *Crit Care*. 2014;18:468.
78. Ellis MF, Pena H, Cadavero A, et al. Reducing intubation time in adult cardiothoracic surgery patients with a fast-track extubation protocol. *Crit Care Nurse*. 2021;41:14-24.
79. Grant MC, Isada T, Ruzankin P, et al. Johns Hopkins Enhanced Recovery Program for the Cardiac Surgery Working Group. Results from an enhanced recovery program for cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;159:1393-1402.e7.
80. Gangopadhyay S, Acharjee A, Nayak SK, et al. Immediate extubation versus standard postoperative ventilation: our experience in on pump open heart surgery. *Indian J Anaesth*. 2010;54:525-530.
81. Sostaric M, Gersak B, Novak-Jankovic V. Early extubation and fasttrack anesthetic technique for endoscopic cardiac surgery. *Heart Surg Forum*. 2010;13:E190-E194.

82. Badhwar V, Esper S, Brooks M, et al. Extubating in the operating room after adult cardiac surgery safely improves outcomes and lowers costs. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148:3101-3109.e1.
83. Subramaniam K, DeAndrade DS, Mandell DR, et al. Predictors of operating room extubation in adult cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;154:1656-1665.e2.
84. Lysak N, Bihorac A, Hobson C. Mortality and cost of acute and chronic kidney disease after cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2017;30:113-117.
85. Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clin Pract.* 2012;120:c179-c184.
86. Sharma A, Mucino MJ, Ronco C. Renal functional reserve and renal recovery after acute kidney injury. *Nephron Clin Pract.* 2014;127:94-100.
87. Brown JR, Baker RA, Shore-Lesserson L, et al. The Society of Thoracic Surgeons/Society of Cardiovascular Anesthesiologists/American Society of Extracorporeal Technology Clinical Practice Guidelines for the Prevention of Adult Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Ann Thorac Surg.* 2023;115:34-42.
88. Zhang H, Lang H, Ma M, et al. Decreased preoperative urinary uromodulin as a predictor of acute kidney injury and perioperative kidney dysfunction in patients undergoing cardiac surgery: a prospective cohort study. *Clin Chim Acta.* 2022;530:1-7.
89. Zarbock A, K€ullmar M, Ostermann M, et al. Prevention of cardiac surgery-associated acute kidney injury by implementing the KDIGO guidelines in high-risk patients identified by biomarkers: the PrevAKI-multicenter randomized controlled trial. *Anesth Analg.* 2021;133:292-302.
90. Engelman DT, Crisafi C, Germain M, et al. Using urinary biomarkers to reduce acute kidney injury following cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;160:1235-1246.e1232.
91. Moradian ST, Najafloo M, Mahmoudi H, Ghiasi MS. Early mobilization reduces the atelectasis and pleural effusion in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a randomized clinical trial. *J Vasc Nurs.* 2017;35:141-145.
92. Ramos Dos Santos PM, Aquaroni Ricci N, Aparecida Bordignon Suster E, De Moraes Paisani D, Dias Chiavegato L. Effects of early mobilisation in

patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy*. 2017;103:1-12.

93. Holloway C, Pathare N, Huta J, et al. The impact of a less restrictive poststernotomy activity protocol compared with standard sternal precautions in patients following cardiac surgery. *Phys Ther*. 2020;100:1074-1083.

94. Merino-Osorio C, Velásquez M, Reveco R, Marmolejo JI, Fu C. 24/7 physical therapy intervention with adult patients in a Chilean intensive care unit: a cost-benefit analysis in a developing country. *Value Health Reg Issues*. 2020;23:99-104.

95. Ramsingh D, Hu H, Yan M, Lauer R, et al. Perioperative individualized goal directed therapy for cardiac surgery: a historical-prospective, comparative effectiveness study. *J Clin Med*. 2021;10:400.

96. Johnston LE, Thiele RH, Hawkins RB, et al. Virginia Interdisciplinary Cardiothoracic Outcomes Research Center. Goal-directed resuscitation following cardiac surgery reduces acute kidney injury: a quality initiative prepost analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;159:1868-1877.e1.

97. Li P, Qu LP, Qi D, et al. Significance of perioperative goal-directed hemodynamic approach in preventing postoperative complications in patients after cardiac surgery: a meta-analysis and systematic review. *Ann Med*. 2017;49:343-351.

98. Aya HD, Cecconi M, Hamilton M, Rhodes A. Goal-directed therapy in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2013;110:510-517.

99. Paul AK, Smith CM, Rahmatullah M, et al. Opioid analgesia and opioid-induced adverse effects: a review. *Pharmaceuticals*. 2021;14:1091.

100. Lawal OD, Gold J, Murthy A, et al. Rate and risk factors associated with prolonged opioid use after surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2020;3:e207367.

101. Beverly A, Kaye AD, Ljungqvist O, Urman RD. Essential elements of multimodal analgesia in Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) guidelines. *Anesthesiol Clin*. 2017;35:e115-e143.

102. Rafiq S, Steinbruchel DA, Wanscher MJ, et al. Multimodal analgesia versus traditional opiate based analgesia after cardiac surgery, a randomized controlled trial. *J Cardiothorac Surg*. 2014;9:52.

103. Li M, Zhang J, Gan TJ, et al. Enhanced recovery after surgery pathway for patients undergoing cardiac surgery: a randomized clinical trial. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2018;54:491-497.
104. Grant MC, Isada T, Ruzankin P, et al. Opioid-sparing cardiac anesthesia: secondary analysis of an enhanced recovery program for cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2020;131:1852-1861.
105. Aguerreche C, Cadier G, Beurton A, et al. Feasibility and postoperative opioid sparing effect of an opioid-free anaesthesia in adult cardiac surgery: a retrospective study. *BMC Anesthesiol*. 2021;21:166.
106. Bignami E, Castella A, Pota V, et al. Perioperative pain management in cardiac surgery: a systematic review. *Minerva Anestesiol*. 2018;84:488-503.
107. Guay J, Kopp S. Epidural analgesia for adults undergoing cardiac surgery with or without cardiopulmonary bypass. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;3:CD006715.
108. Hemmerling TM, Cyr S, Terrasini N. Epidural catheterization in cardiac surgery: the 2012 risk assessment. *Ann Card Anaesth*. 2013;16:169-177.
109. Richardson L, Dunning J, Hunter S. Is intrathecal morphine of benefit to patients undergoing cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2009;8:117-122.
110. Kar P, Ramachandran G. Pain relief following sternotomy in conventional cardiac surgery: a review of non neuraxial regional nerve blocks. *Ann Card Anaesth*. 2020;23:200-208.
111. Li J, Lin L, Peng J, He S, Wen Y, Zhang M. Efficacy of ultrasoundguided parasternal block in adult cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Minerva Anestesiol*. 2022;88:719-728.
112. Moskowitz DM, McCullough JN, Shander A, et al. The impact of blood conservation on outcomes in cardiac surgery: is it safe and effective? *Ann Thorac Surg*. 2010;90:451-458.
113. Irving AH, Harris A, Petrie D, Higgins A, Smith J, McQuilten ZK. Impact of patient blood management guidelines on blood transfusions and patient outcomes during cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;160:437-445.e20.
114. Althoff FC, Neb H, Herrmann E, Trentino KM, et al. Multimodal patient blood management program based on a three-pillar strategy: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg*. 2019;269:794-804.

115. Woldendorp K, Farag J, Khadra S, Black D, Robinson B, Bannon P. Postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg*. 2021;112:2084-2093.
116. Lowres N, Mulcahy G, Jin K, Gallagher R, Neubeck L, Freedman B. Incidence of postoperative atrial fibrillation recurrence in patients discharged in sinus rhythm after cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2018;26:504-511.
117. Chen YL, Zeng M, Liu Y, et al. CHA2DS2-VASc score for identifying patients at high risk of postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg*. 2020;109:1210-1216.
118. Omorphos S, Hanif M, Dunning J. Are prophylactic beta-blockers of benefit in reducing the incidence of AF following coronary bypass surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2004;3:641-646.
119. Bagshaw SM, Galbraith PD, Mitchell LB, Sauve R, Exner DV, Ghali WA. Prophylactic amiodarone for prevention of atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg*. 2006;82:1927-1937.
120. Ali-Hassan-Sayegh S, Mirhosseini SJ, et al. Antioxidant supplementations for prevention of atrial fibrillation after cardiac surgery: an updated comprehensive systematic review and meta-analysis of 23 randomized controlled trials. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014;18:646-654.
121. Liu L, Jing FY, Wang XW, et al. Effects of corticosteroids on newonset atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100:e25130.
122. Ruan Y, Robinson NB, Naik A, et al. Effect of atrial pacing on postoperative atrial fibrillation following coronary artery bypass grafting: pairwise and network meta-analyses. *Int J Cardiol*. 2020;302:103-107.
123. Fairley JL, Zhang L, Glassford NJ, Bellomo R. Magnesium status and magnesium therapy in cardiac surgery: a systematic review and metaanalysis focusing on arrhythmia prevention. *J Crit Care*. 2017;42:69-77.
124. Gaudino M, Sanna T, Ballman KV, et al. PALACS Investigators. Posterior left pericardiotomy for the prevention of atrial fibrillation after cardiac surgery: an adaptive, single-centre, single-blind, randomised, controlled trial. *Lancet*. 2021;398:2075-2083.

125. Gozdek M, Pawliszak W, Hagner W, et al. Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials assessing safety and efficacy of posterior pericardial drainage in patients undergoing heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;153:865-875.
126. Arora RC, Djaiani G, Rudolph JL. Detection, prevention, and management of delirium in the critically ill cardiac patient and patients who undergo cardiac procedures. *Can J Cardiol.* 2017;33:80-87.
127. Devlin JW, Skrobik Y, G\_elinás C, et al. Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Pain, Agitation/Sedation, Delirium, Immobility, and Sleep Disruption in Adult Patients in the ICU. *Crit Care Med.* 2018;46:e825-e873.
128. Hov KR, Neerland BE, Undseth Ø, et al. The Oslo Study of Clonidine in Elderly Patients with Delirium; LUCID: a randomised placebo-controlled trial. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2019;34:974-981.
129. Girard TD, Exline MC, Carson SS, et al. Haloperidol and ziprasidone for treatment of delirium in critical illness. *N Engl J Med.* 2018;379:2506- 2516.
130. White DB, Angus DC, Shields AM, et al. A randomized trial of a family support intervention in intensive care units. *N Engl J Med.* 2018;378:2365-2375.
131. Ban KA, Minei JP, Laronga C, et al. American College of Surgeons and Surgical Infection Society: surgical site infection guidelines, 2016 update. *J Am Coll Surg.* 2017;224:59-74.
132. Lavall\_ee JF, Gray TA, Dumville J, Russell W, Cullum N. The effects of care bundles on patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Implement Sci.* 2017;12:142.