

## **CAPÍTULO 11**

### **A IMPORTÂNCIA DO CUIDADO INTEGRAL: ABORDAGEM PRÉ E PÓS-CIRÚRGICA EM PACIENTES SUBMETIDOS À CIRURGIA CARDÍACA**

Arthur Felipe Giambona Rente;  
Bernardo Santos Resende;  
Flavio Araújo Motta;  
Herbert Gonçalves Krettli;  
Mirna Alves Feo da Silva;  
Roberta Passaglia Bolina;  
Sergio Antonio López;  
Tatiana Gonçalves Trezena Christino;  
Wilton Paulo Freitas de Carvalho Vieira.

---

#### **RESUMO**

O cuidado pré e pós-cirúrgico de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca é de extrema importância para garantir resultados positivos, minimizar complicações e promover a recuperação eficaz. Antes da cirurgia, a avaliação cuidadosa do estado de saúde, incluindo a identificação de fatores de risco cardiovascular e a otimização do estado clínico, é fundamental. Isso pode envolver o controle da pressão arterial, diabetes, doenças pulmonares e renais, assim como a cessação do tabagismo e a preparação psicológica. Durante o período pré-operatório, a educação do paciente e de seus familiares sobre o procedimento cirúrgico, os cuidados pós-operatórios e as expectativas de recuperação desempenham um papel fundamental. Além disso, a realização de exames pré-operatórios, como exames de imagem cardíaca e análises laboratoriais, é necessária para uma avaliação completa e planejamento da abordagem cirúrgica mais adequada. Após a cirurgia, os cuidados intensivos e o monitoramento contínuo são necessários para detectar e tratar complicações precoces, como sangramento, arritmias cardíacas e disfunção de órgãos. A gestão eficaz da dor, a prevenção de infecções e a mobilização precoce são aspectos importantes do cuidado pós-operatório que contribuem para a recuperação. Além disso, a reabilitação cardíaca após a cirurgia é a base para a otimização da função cardíaca, melhoria da capacidade funcional e redução do risco de complicações cardiovasculares futuras. Isso geralmente inclui exercícios supervisionados, orientação nutricional e suporte psicológico para ajudar os pacientes a recuperar sua qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Cirurgia cardíaca. Cuidados pré-operatórios. Cuidados pós-operatórios. Reabilitação pós-operatória. Reabilitação cardíaca

## **1. PRIMEIROS REGISTROS HISTÓRICOS**

Em 10 de julho de 1893, o Dr. Daniel Hale Williams, um cirurgião de Chicago, operou com sucesso um homem de 24 anos que havia sido esfaqueado no coração durante uma briga. A facada foi ligeiramente à esquerda do esterno e no centro do coração. Inicialmente considerado superficial, o ferimento, com o passar do tempo, apresentava um sangramento persistente, acompanhado por queixas de dor e de sintomas pronunciados de choque. Williams abriu o tórax do paciente e amarrou a artéria e a veia lesionadas dentro da parede torácica, provavelmente causando a perda de sangue. Ele então notou uma ruptura no pericárdio e um ferimento no coração<sup>1</sup>.

Como o ferimento no ventrículo direito não estava sangrando, o cirurgião não deu nenhum ponto no ferimento no coração, decidindo fechar o buraco no pericárdio com pontos. O paciente se recuperou e Williams relatou esse caso somente 4 anos depois<sup>1</sup>. O procedimento, frequentemente relatado, é provavelmente a primeira cirurgia bem-sucedida e documentada sobre uma facada no coração. Na época, a cirurgia foi considerada ousada e, embora ele não tenha realmente dado um ponto na ferida no coração, seu tratamento parece ter sido adequado. Alguns anos depois, outros cirurgiões suturaram feridas cardíacas, mas os pacientes não sobreviveram. Ludwig Rehn, cirurgião de Frankfurt, Alemanha, realizou o que muitos consideram a primeira operação cardíaca bem-sucedida<sup>2</sup>.

Em 1896, um homem de 22 anos foi esfaqueado no coração e desmaiou. A polícia o encontrou pálido, coberto de suor frio e com muita falta de ar. Seu pulso estava irregular e suas roupas estavam encharcadas de sangue. A piora de sua condição, de acordo com as anotações do próprio Dr. Rehn, resultaram em aumento do hemotórax, sendo a ferida aberta de 1,5 cm no ventrículo direito suturada com uma agulha para intestino delgado, com sutura de seda amarrada na diástole. Dez anos após esse procedimento, o Dr. Rehn tratou mais 124 casos, registrando uma mortalidade de 60%, considerada um grande feito naquela época<sup>3</sup>.

Primeiro americano a relatar o reparo bem-sucedido de uma ferida cardíaca, o Dr. Luther Hill operou um menino de 13 anos, vítima de múltiplas facadas. O primeiro médico a chegar ao local do acidente encontrou o menino em estado de choque profundo e lembrou que o Dr. Hill havia falado sobre o reparo de feridas cardíacas durante uma reunião da sociedade médica local no Alabama. Chamado para atender essa emergência, o Dr. Hill, acompanhado por mais seis médicos, realizou a cirurgia na mesa da cozinha do paciente, em um barraco decadente. A iluminação era fornecida por duas lamparinas de querosene emprestadas de vizinhos. Um médico administrou anestesia com clorofórmio<sup>4</sup>.

O menino sofria de tamponamento cardíaco em decorrência de uma facada no ventrículo esquerdo, que foi reparada com duas suturas de catagute. Embora o pós-operatório imediato tenha sido tempestuoso, o menino se recuperou completamente. Mais tarde, o paciente, chamado Henry Myrick, se mudou para Chicago, onde, aos 53 anos, entrou em uma discussão, foi novamente esfaqueado no coração, muito próximo do ferimento original, e morreu devido ao ferimento<sup>4</sup>.

Outro marco na cirurgia cardíaca para trauma ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, quando Dwight Harken, então cirurgião do exército dos Estados Unidos, removeu 134 mísseis do mediastino, incluindo 55 do pericárdio e 13 das câmaras cardíacas, sem que registro de morte<sup>5</sup>. Atualmente, é difícil imaginar esse tipo de cirurgia ocorrendo sem os conhecimentos sofisticados sobre cateteres, bancos de sangue e equipamentos de monitoramento eletrônico. Porém, esse avanço só foi possível após as primeiras e posteriores iniciativas e descobertas em cirurgia cardíaca, que agora exigem um manejo pré e pós-operatório para a obtenção de resultados cada vez mais satisfatórios.

## **2. ESTRATÉGIAS PRÉ-CIRÚRGICAS**

### **2.1 MEDIÇÃO DA HEMOGLOBINA GLICADA**

O controle glicêmico pré-operatório ideal, definido por um nível de hemoglobina glicada (HbA1C) inferior a 6,5%, tem sido associado a reduções significativas na infecção profunda da ferida esternal, eventos isquêmicos e outras complicações<sup>6,7</sup>. Diretrizes baseadas em evidências de meta-análises recomendam a triagem de todos os pacientes para diabetes no pré-operatório e intervenção para melhorar o controle glicêmico e atingir um nível de HbA1C inferior a 7% nos casos de maior relevância<sup>8</sup>. Apesar da recomendação, cerca de 25% dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca apresentam níveis de HbA1C superiores a 7% e 10% e têm diabetes não diagnosticado, indicando uma falha na aplicação das recomendações atuais para o manejo pré-operatório do diabetes<sup>9</sup>. Dados de uma revisão retrospectiva indicaram que o controle glicêmico pré-admissão, avaliado pela HbA1C, está associado à redução da sobrevida em longo prazo. Não está claro se as intervenções pré-operatórias em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca registrarão melhores resultados. Com base nessa evidência de qualidade moderada, considera-se recomendável a medição pré-operatória da HbA1C para auxiliar a estratificação de risco<sup>10</sup>.

### **2.2 MEDIÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA DE ALBUMINA**

A baixa albumina sérica pré-operatória em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca está associada a um risco aumentado de morbidade e mortalidade no pós-operatório – independentemente do índice de massa corporal (IMC)<sup>11</sup>. A hipoalbuminemia é um prognóstico de risco pré-operatório, correlacionado com aumento do tempo de ventilação mecânica,

lesão renal aguda (LRA), infecção, maior tempo de internação e mortalidade<sup>12-14</sup>. Meta-análises apoiam a medição da albumina pré-operatória para prever complicações pós-operatórias da cirurgia cardíaca, sendo, portanto, também considerada útil para auxiliar na estratificação de risco<sup>14</sup>.

### **2.3 CORREÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA DE DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL**

Para pacientes desnutridos, a suplementação nutricional oral tem maior efeito se iniciada 7 a 10 dias antes da cirurgia, sendo associada a uma redução na prevalência de complicações infecciosas em pacientes colorretais<sup>15</sup>. Nos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca que apresentavam nível de albumina sérica inferior a 3,0 g/dL, a suplementação com 7 a 10 dias de terapia nutricional intensiva pode melhorar ainda mais os resultados<sup>16-19</sup>. Atualmente, porém, não estão disponíveis ensaios sobre a importância da terapia nutricional iniciada precocemente em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca de alto risco. Mais estudos são necessários para determinar quando a cirurgia deve ser adiada para corrigir possíveis déficits nutricionais<sup>20</sup>.

### **2.4 CONSUMO DE LÍQUIDOS ANTES DA ANESTESIA GERAL**

A maioria das recomendações de cirurgia cardíaca exige que o paciente não ingira nada por via oral depois da meia-noite, para a cirurgia do dia seguinte ou, pelo menos, jejue por 6 a 8 horas após a ingestão de uma refeição sólida antes da cirurgia cardíaca eletiva<sup>21</sup>. Ensaios clínicos randomizados demonstraram, no entanto, que líquidos claros não alcoólicos podem ser administrados com segurança até 2 horas antes da indução da anestesia, e uma refeição leve pode ser administrada até 6 horas antes de procedimentos eletivos que requerem anestesia geral<sup>21-23</sup>.

Encorajar o consumo de líquidos até 2 a 4 horas antes da cirurgia é um componente importante de todos os protocolos de Otimização da Recuperação Pós-operatória (ERAS) fora da cirurgia cardíaca<sup>24</sup>. Porém, não foram realizados grandes estudos em populações submetidas ao procedimento. A evidência de apoio corresponde a populações submetidas a cirurgia não cardíaca. Um pequeno estudo em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca demonstrou que uma bebida oral com carboidratos consumida 2 horas no pré-operatório era segura e não ocorreram incidentes de aspiração. Não foi relatada pneumonite por aspiração, embora esse potencial permaneça em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca que apresentam retardo no esvaziamento gástrico devido ao diabetes mellitus. A ecocardiografia transesofágica também pode aumentar o risco de aspiração. Com base nos dados disponíveis, os líquidos podem ser continuados até 2 a 4 horas antes da anestesia geral<sup>25</sup>.

### **2.5 CARGA PRÉ-OPERATÓRIA DE CARBOIDRATOS**

Ingerir uma bebida com carboidratos 2 horas no pré-operatório reduz a resistência à insulina e a glicosilação dos tecidos, melhora o controle da

glicose no pós-operatório e melhora o retorno da função intestinal<sup>24</sup>. Em uma revisão Cochrane sobre pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, a carga de carboidratos reduziu a resistência à insulina pós-operatória e o tempo de internação hospitalar<sup>23</sup>. Em um ensaio clínico randomizado em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, a administração pré-operatória de carboidratos foi considerada segura e melhorou a função cardíaca logo após a circulação extracorpórea. Porém, não afetou a resistência à insulina pós-operatória<sup>26,27</sup>.

## **2.6 FERRAMENTAS DE ENVOLVIMENTO DO PACIENTE**

A educação e o aconselhamento do paciente antes da cirurgia podem ser realizados pessoalmente, por meio de material impresso, via on-line ou com o uso de aplicativos. Esses métodos envolvem explicações de procedimentos e objetivos que podem ajudar a reduzir o medo, a fadiga e o desconforto perioperatórios e melhorar a recuperação e a alta precoce. Dados têm indicado que os aplicativos podem envolver os pacientes, promover a adesão e registrar resultados relatados pelos pacientes<sup>27</sup>. Eles têm o objetivo de aumentar os cuidados preventivos e estimular os pacientes à prática de exercícios físicos, além do potencial de ampliar o conhecimento, diminuir a ansiedade, melhorar os resultados de saúde e reduzir a variação nos cuidados<sup>28,29</sup>. Estudos-piloto em cirurgia cardíaca demonstraram a eficácia das plataformas de e-saúde, o que torna recomendável o seu uso<sup>29</sup>.

## **2.7 PRÉ-REABILITAÇÃO**

A pré-reabilitação permite que os pacientes suportem o estresse da cirurgia, aumentando a capacidade funcional<sup>30-32</sup>. O exercício pré-operatório diminui a hiperreatividade simpática, melhora a sensibilidade à insulina e aumenta a proporção entre massa corporal magra e gordura corporal<sup>33-35</sup>. Também melhora a aptidão física e psicológica para a cirurgia, reduz as complicações pós-operatórias e o tempo de internação e otimiza a alta hospitalar<sup>30,31</sup>. Um programa de pré-habilitação cardíaca deve incluir educação, otimização nutricional, treinamento físico, apoio social e redução da ansiedade, embora as evidências atuais sejam limitadas<sup>33-36</sup>. Estudos sobre cirurgias não cardíacas demonstraram os benefícios de 3 a 4 semanas de pré-habilitação. As intervenções de pré-habilitação antes da cirurgia cardíaca devem ser avaliadas mais detalhadamente. O número limitado de estudos e a diversidade de ferramentas de validação utilizadas reduzem sua recomendação, que também pode inviável em ambientes de urgência<sup>37-39</sup>.

## **2.8 TABAGISMO E CONSUMO DE ÁLCOOL**

A triagem para uso de álcool e o tabagismo deve ser realizada no pré-operatório, pois além de serem fatores de risco para complicações pós-operatórias, são outra oportunidade para intervenções pré-operatórias<sup>40</sup>. Esses hábitos são associados a complicações respiratórias,

feridas hemorrágicas, metabólicas e infecciosas<sup>41-43</sup>. A cessação do tabagismo e a abstinência de álcool por 1 mês estão relacionadas a melhores resultados pós-operatórios<sup>43-45</sup>. Uma quantidade limitada de estudos está disponível, sendo necessários mais dados específicos sobre cirurgia cardíaca. Mesmo assim, os pacientes devem ser questionados sobre o tabagismo e o consumo de álcool utilizando ferramentas de triagem validadas e o consumo deve ser interrompido 4 semanas antes da cirurgia eletiva<sup>46</sup>.

### **3. ESTRATÉGIAS INTRAOPERATÓRIAS**

#### **3.1 REDUÇÃO DE INFECÇÃO NO LOCAL CIRÚRGICO**

Para ajudar a reduzir as infecções do local cirúrgico, os programas de cirurgia cardíaca devem oferecer um pacote de cuidados, que inclua terapias intranasais tópicas, protocolos de depilação e tempo e administração apropriados de antibióticos profiláticos perioperatórios, combinados com cessação do tabagismo, controle glicêmico adequado e promoção de normotermia pós-operatória durante a recuperação. Meta-análises concluíram que de 3 a 5 intervenções de cuidado podem reduzir infecções do sítio cirúrgico<sup>47,48</sup>.

As evidências apoiam terapias intranasais tópicas para erradicar a colonização estafilocócica em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, sendo 18% a 30% dos indivíduos submetidos à cirurgia portadores de *Staphylococcus aureus*, apresentando um risco 3 vezes maior de infecções de sítio cirúrgico por *S. aureus* e bacteremia. Nesse caso, é recomendável que a terapia tópica seja aplicada<sup>49</sup>. Estudos validam a redução dessas infecções em pacientes que recebem mupirocina<sup>50</sup>, enquanto outros sugerem que as cefalosporinas baseadas no peso devem ser administradas menos de 1 hora antes da incisão na pele e continuadas por 48 horas após o término da cirurgia. Quando a cirurgia dura mais de 4 horas, os antibióticos necessitam de nova dose<sup>51</sup>.

Uma meta-análise dos protocolos de preparação da pele e depilação indica que a tosquia é preferível à depilação. A tosquia com máquina elétrica deve ocorrer próximo ao momento da cirurgia. Foi demonstrado que apenas um banho pré-operatório com clorexidina reduz a contagem bacteriana na ferida e não está associado a níveis significativos de eficácia. Medidas pós-operatórias, incluindo remoção do curativo estéril em 48 horas e lavagem diária das incisões com clorexidina, são potencialmente benéficas<sup>52,53</sup>.

#### **3.2 HIPERTERMIA**

Estudos prospectivos mostraram que durante o reaquecimento com circulação extracorpórea (CEC), a hipertermia (temperatura central >37,9°C) está associada a déficits cognitivos, infecção e disfunção renal<sup>54-56</sup>. Hipertermia pós-operatória dentro de 24 horas após a cirurgia de revascularização do miocárdio foi associada à disfunção cognitiva em 4 a 6

semanas<sup>54</sup>. O reaquecimento da CEC para normotermia deve ser combinado com aquecimento contínuo da superfície<sup>57</sup>.

### **3.3 FIXAÇÃO ESTERNAL RÍGIDA**

A maioria dos cirurgiões cardíacos usa cerclagem com fio para fechamento de esternotomia, devido à baixa taxa de complicações da ferida esternal e ao baixo custo dos fios. A cerclagem de arame une as bordas cortadas do osso, enrolando um arame ou faixa ao redor ou pelas 2 porções do osso e, em seguida, apertando-os para unir as 2 partes. Isso gera aproximação e compressão, mas não elimina o movimento lado a lado, impossibilitando a fixação rígida<sup>58</sup>.

Em ensaios clínicos randomizados multicêntricos, o fechamento da esternotomia com fixação rígida da placa resultou em cicatrização esternal significativamente melhor, menos complicações esternais e nenhum custo adicional em comparação com a cerclagem com fio 6 meses após a cirurgia<sup>58,59</sup>. Os resultados relatados pelos pacientes indicaram menos dor, melhor função dos membros superiores e melhores escores de qualidade de vida<sup>59</sup>. As limitações desses estudos, porém, correspondem ao tamanho de amostra, projetado para testar o desfecho primário de melhora na cicatrização esternal, mas não os desfechos secundários de dor e função<sup>58,59</sup>.

Pesquisas adicionais identificaram redução da mediastinite; alívio doloroso da pseudoartrose esternal, após esternotomia mediana; e cicatrização óssea superior quando comparada à cerclagem com fio. Com base nesses resultados, o consenso concluiu que a fixação esternal rígida traz benefícios em pacientes submetidos à esternotomia e deve ser considerada tanto em indivíduos de alto risco como naqueles com alto índice de massa corporal, radioterapia prévia da parede torácica, doença pulmonar obstrutiva crônica grave ou uso de esteroides<sup>60-62</sup>.

### **3.4 ÁCIDO TRANEXÂMICO OU ÁCIDO ÉPSILON AMINOCAPRÓICO**

O sangramento é uma ocorrência comum após a cirurgia e pode afetar adversamente os resultados<sup>63,64</sup>. As publicações sobre o manejo do sangue dos pacientes geralmente se concentram na redução das transfusões de glóbulos vermelhos, por meio da identificação e do tratamento da anemia pré-operatória, do delineamento de limites seguros para transfusões, da coleta de sangue intraoperatória, do monitoramento do sistema de coagulação e de algoritmos baseados em dados para práticas transfusionais. Essa tem sido uma área de foco em diretrizes de prática clínica publicadas anteriormente<sup>65,66</sup>.

A inclusão dos aspectos do manejo do sangue está além do escopo dessas recomendações. Isso inclui educação, auditoria e feedback contínuo do profissional. Devido à acessibilidade quase universal, perfil de baixo risco, custo-efetividade e facilidade de implementação, o uso de antifibrinolíticos com ácido tranexâmico ou ácido épsilon aminocapróico pode ser considerada. Em ensaio clínico randomizado de pacientes submetidos à

revascularização coronária, o total de hemoderivados transfundidos e a hemorragia grave ou tamponamento que requer reoperação foram reduzidos com o uso de ácido tranexâmico<sup>67</sup>. Porém, dosagens mais elevadas são associadas a convulsões<sup>68,69</sup>. Recomenda-se, com isso, dose total máxima de 100 mg/kg<sup>70</sup>.

## **4. ESTRATÉGIAS PÓS-OPERATÓRIAS**

### **4.1 CONTROLE GLICÊMICO PERIOPERATÓRIO**

Considera-se que as intervenções para melhorar o controle glicêmico melhoram os resultados pós-cirúrgicos. Ensaios clínicos randomizados, com diversas coortes de pacientes, apoiam o controle intensivo da glicemia perioperatória<sup>71</sup>. A carga pré-operatória de carboidratos resultou em níveis reduzidos de glicose após cirurgia abdominal e cardíaca<sup>72,73</sup>. Após a cirurgia cardíaca, a morbidade da hiperglicemia é multifatorial e atribuída à toxicidade da glicose, aumento do estresse oxidativo, efeitos pró-trombóticos e inflamação<sup>71,74</sup>. O controle glicêmico perioperatório é recomendado com base em dados randomizados não específicos para populações submetidas a cirurgia cardíaca e em estudos observacionais<sup>75</sup>.

### **4.2 INFUSÃO DE INSULINA**

O tratamento da hiperglicemia com infusão de insulina para o paciente submetido à cirurgia cardíaca pode estar associado à melhora do controle glicêmico perioperatório. A hipoglicemia pós-operatória deve ser evitada, especialmente em pacientes com faixa alvo de glicemia restrita (isto é, 80-110 mg/dL). Ensaios clínicos randomizados apoiam protocolos de infusão de insulina para tratar hiperglicemia no período perioperatório; no entanto, são necessários mais estudos específicos<sup>74,76,77</sup>.

### **4.3 GERENCIAMENTO DA DOR**

Há pouco tempo, os opioides parenterais eram a base do tratamento da dor pós-operatória após cirurgia cardíaca, sendo associados a efeitos adversos, incluindo sedação, depressão respiratória, náuseas, vômitos e íleo. Evidências indicam que abordagens multimodais poupadoras de opioides são capazes de controlar adequadamente a dor, por meio de efeitos aditivos ou sinérgicos de diferentes tipos de analgésicos, permitindo o uso de doses mais baixas de opioides<sup>78</sup>.

Anti-inflamatórios não esteroides estão associados à disfunção renal após a cirurgia cardíaca, enquanto a inibição seletiva da COX-2 é relacionada a um risco significativo de eventos tromboembólicos pós-cirúrgico<sup>79,80</sup>. O paracetamol intravenoso, por sua vez, pode ser melhor absorvido até que a função intestinal se recupere no pós-operatório. Dados de uma meta-análise indicam que, quando adicionado aos opioides, o paracetamol produz analgesia superior, efeito poupador de opioides e ações antieméticas



independentes. Sua dosagem é de 1 g a cada 8 horas. As preparações combinadas de acetaminofeno com opioides devem ser descontinuadas<sup>81</sup>.

O tramadol tem efeitos opioides e não opioides, mas com alto risco de delírium. Sua vantagem, no entanto, é a redução de 25% no consumo de morfina, diminuição nos níveis de dor e maior conforto ao paciente no pós-operatório<sup>82</sup>. A pregabalina, por sua vez, também reduz o consumo de opioides, sendo utilizada na analgesia multimodal pós-operatória. Quando administrada 1 hora antes da cirurgia e durante 2 dias no pós-operatório, otimiza os escores de dor em comparação ao placebo<sup>83</sup>. O uso de gabapentina (600 mg), 2 horas antes da cirurgia cardíaca, reduz os níveis de dor, a necessidade de opioides e as náuseas e vômitos pós-operatórios<sup>84</sup>.

Além de diminuir a necessidade de opioides, a dexmedetomidina – um agonista  $\alpha$ -2 intravenoso, reduziu a mortalidade por todas as causas em 30 dias, promovendo menor incidência de delírium pós-operatório e tempos de intubação mais curtos, de acordo com dados de uma meta-análise<sup>85</sup>. Devido ao seu perfil hemodinâmico favorável, depressão respiratória mínima, propriedades analgésicas e redução da incidência de delírium, a cetamina também tem uso potencial na cirurgia cardíaca<sup>86</sup>.

Os pacientes devem receber aconselhamento pré-operatório para estabelecer expectativas apropriadas sobre as metas de analgesia perioperatória. Avaliações da dor devem ser feitas no momento de intubação para garantir a menor dose eficaz de opioide. A ferramenta de observação da dor em cuidados intensivos, a escala de dor comportamental e o monitoramento do índice bispectral podem ter um papel relevante nesse caso<sup>87,88</sup>.

#### **4.4 TRIAGEM SISTEMÁTICA PÓS-OPERATÓRIA DE DELIRIUM**

Delírium é um estado de confusão agudo caracterizado por estado mental flutuante, desatenção e pensamento desorganizado ou alteração do nível de consciência, que ocorre em cerca de 50% dos pacientes após cirurgia cardíaca<sup>89</sup>. Está associado à redução da sobrevida hospitalar e em longo prazo, à ausência de readmissão hospitalar e à recuperação cognitiva e funcional, sendo sua detecção precoce relevante para determinar a causa subjacente – incluindo dor, hipoxemia, baixo débito cardíaco e sepse – e iniciar o tratamento necessário<sup>90</sup>. O rastreio pode ser feito por meio de uma ferramenta sistemática, como o Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit ou a Intensive Care Unit Delirium Screening Checklist<sup>91</sup>. Devido à complexidade da patogênese do delírium, é improvável que uma única intervenção ou agente farmacológico reduza sua incidência pós-cirurgia cardíaca<sup>91</sup>. As estratégias não farmacológicas são um componente de primeira linha do tratamento<sup>92</sup> e não há evidências de que o uso profilático de antipsicóticos, a exemplo do haloperidol reduza sua ocorrência<sup>93</sup>.

#### **4.5 HIPOTERMIA PERSISTENTE**

A hipotermia pós-operatória é uma falha no retorno ou manutenção da normotermia, no período de 2 a 5 horas após a admissão na unidade de terapia intensiva (UTI) associada à cirurgia cardíaca<sup>94</sup>. Está associada ao aumento de hemorragias, infecções, internamento hospitalar prolongado e morte. Estudos observacionais sugerem que se a hipotermia for de curta duração, os resultados podem ser melhorados<sup>95</sup>.

#### **4.6 PATÊNCIA DO TUBO TORÁCICO**

Logo após a cirurgia cardíaca, a maioria dos pacientes apresenta algum grau de sangramento. Se não for evacuado, o sangue retido pode causar tamponamento ou hemotórax. Assim, um dreno pericárdico é sempre necessário no pós-cirúrgico para evacuar o sangue mediastinal. Os drenos utilizados são capazes de entupir com sangue coagulado em até 36% dos casos<sup>96</sup>. Quando esses tubos ficam obstruídos, o sangue mediastinal pode se acumular ao redor do coração ou dos pulmões, exigindo reintervenções para tamponamento ou hemotórax. O sangue mediastinal retido hemólise e promove um processo inflamatório oxidativo que pode causar ainda derrames pleurais e pericárdicos e desencadear fibrilação atrial pós-operatória<sup>97</sup>.

As estratégias de manipulação do dreno torácico utilizadas na tentativa de manter a patência do dreno e são de eficácia e segurança questionáveis. Um exemplo é a extração ou ordenha do dreno torácico, em que o médico retira os tubos em direção ao recipiente de drenagem para quebrar coágulos visíveis ou criar curtos períodos de alta pressão negativa para remover coágulos. Em meta-análises de ensaios clínicos randomizados, a retirada do dreno torácico demonstrou ser ineficaz e potencialmente prejudicial<sup>98,99</sup>. Outra técnica para manutenção da patência é o rompimento do campo estéril para acessar o interior dos drenos torácicos e o uso de um tubo menor para aspirar o coágulo. Essa técnica é arriscada, pois pode aumentar o risco de infecção e potencialmente danificar estruturas internas<sup>100</sup>.

Para evitar o entupimento do dreno torácico, métodos de desobstrução podem ser usados para prevenir a oclusão sem romper o campo estéril. Foi demonstrado que isso reduz a necessidade de intervenções para tratar o sangue retido em comparação com a drenagem torácica convencional<sup>101-102</sup>. A depuração ativa do dreno torácico também reduziu a fibrilação atrial pós-operatória, sugerindo que o sangue retido pode ser um gatilho para esse problema. Embora não existam critérios padrão para o momento da remoção do dreno mediastinal, as evidências sugerem que eles podem ser retirados com segurança assim que a drenagem se tornar macroscopicamente serosa<sup>103</sup>.

#### **4.7 TROMBOPROFILAXIA QUÍMICA**

Eventos trombóticos vasculares correspondem a trombose venosa profunda e embolia pulmonar e são complicações potencialmente evitáveis

após a cirurgia cardíaca. Os pacientes permanecem hipercoaguláveis após o procedimento cirúrgico, aumentando o risco de eventos trombóticos vasculares<sup>104</sup>. Todos, no entanto, se beneficiam da tromboprolifaxia mecânica obtida com meias de compressão e/ou compressão pneumática intermitente durante o período de internação ou até que tenham mobilidade adequada para reduzir a incidência de trombose venosa profunda, mesmo na ausência de tratamento farmacológico<sup>105</sup>. Uma meta-análise sugeriu que a profilaxia química poderia reduzir o risco de eventos trombóticos vasculares sem aumentar o sangramento ou o tamponamento cardíaco<sup>106</sup>. Com base nisso, a profilaxia farmacológica deve ser utilizada assim que a hemostasia satisfatória for alcançada<sup>106,107</sup>.

#### **4.8 ESTRATÉGIAS DE EXTUBAÇÃO**

A ventilação mecânica prolongada após cirurgia cardíaca está associada a internação mais longa, maior morbidade, mortalidade e aumento de custos<sup>108</sup>. A extubação precoce, no período de 6 horas após a chegada à UTI, pode ser obtida com protocolos de extubação, tempo determinado e anestesia com opioides em baixas doses. Mesmo em pacientes de alto risco, esse procedimento é seguro, resultando em redução do tempo de UTI e de internação, além de gerar menos custo<sup>109,110</sup>. Uma meta-análise verificou que o tempo de internação e de UTI foram reduzidos, sem registrar nenhuma diferença na morbidade e mortalidade. Estudos, portanto, indicaram que a extubação precoce é segura, mas a eficácia na redução de complicações não foi demonstrada de forma conclusiva<sup>111</sup>.

#### **4.9 ESTRESSE RENAL E LESÃO RENAL AGUDA**

A lesão renal aguda (LRA) é responsável por cerca de 22 a 36% das complicações que ocorrem nos procedimentos cirúrgicos cardíacos, elevando de forma significativa os custos hospitalares<sup>112</sup>. As estratégias para reduzir a LRA envolvem a avaliação de pacientes com potencial risco e a implementação de terapias para reduzir a incidência. Biomarcadores – como inibidor tecidual de metaloproteinases-2 e proteína 7 de ligação ao fator de crescimento semelhante à insulina – podem identificar pacientes que apresentam risco aumentado de desenvolver LRA 1 hora após a cirurgia cardíaca<sup>113</sup>.

Em um ensaio clínico randomizado, pacientes com biomarcadores urinários positivos que foram designados para um algoritmo de intervenção tiveram reduções na LRA subsequente. Evitar agentes nefrotóxicos, descontinuar inibidores da enzima conversora de angiotensina e antagonistas da angiotensina II por 48 horas, monitoramento rigoroso da creatinina e do débito urinário, evitar hiperglicemia e agentes de radiocontraste e monitoramento rigoroso para otimizar o status volêmico e os parâmetros hemodinâmicos eram alguns dos critérios determinados pelo algoritmo utilizado<sup>114</sup>. Resultados semelhantes foram relatados em um ensaio clínico

randomizado após cirurgia em uma população que recebeu cirurgia não cardíaca<sup>115</sup>.

#### **4.10 TERAPIA COM FLUIDOS DIRECIONADA POR METAS**

Técnicas de monitoramento para orientar a administração de fluidos, vasopressores e inotrópicos para evitar hipotensão e baixo débito cardíaco são alguns procedimentos utilizados pela fluidoterapia direcionada por metas<sup>116</sup>. Embora muitos profissionais de saúde façam isso informalmente, a fluidoterapia conta com um algoritmo padronizado para todos os pacientes, visando, com isso, melhorar os resultados. As metas quantificadas incluem pressão arterial, índice cardíaco, saturação venosa sistêmica de oxigênio e débito urinário. O consumo de oxigênio, o débito de oxigênio e os níveis de lactato também podem melhorar os métodos terapêuticos. Ensaios de fluidoterapia direcionados a metas demonstram consistentemente taxas de complicações reduzidas e tempo de permanência na cirurgia em geral e especificamente na cirurgia cardíaca<sup>117</sup>.

#### **5. TENDÊNCIAS EM CIRURGIA CARDÍACA**

Técnicas minimamente invasivas, híbridas e transcater, juntamente com o aumento da idade e da complexidade médica dos pacientes, exigiram uma abordagem diferente para pacientes cirúrgicos cardíacos. O recente conceito de “The Heart Team” mudou a forma como os pacientes são tratados. Isso inclui encaminhamento para centros em vez de cirurgias individuais, avaliação em clínicas multidisciplinares, procedimentos realizados por dois ou mais profissionais e cuidados pós-operatórios em instalações de alta qualidade<sup>118</sup>.

Devido ao envelhecimento da população e ao aumento do encaminhamento para procedimentos baseados nos benefícios do transcater e das técnicas minimamente invasivas, o número de pacientes cirúrgicos cardíacos com mais de 80 anos aumentou até 24 vezes nas últimas décadas. O efeito de fluxo do aumento de procedimentos transcater tem sido um encaminhamento crescente para procedimentos cirúrgicos valvares mais complexos<sup>118,119</sup>.

As pontuações de risco, como o EuroSCORE e a pontuação de risco STS, se tornaram populares e amplamente utilizadas em cirurgia cardíaca nas últimas décadas. Porém, os pacientes idosos e de alto risco normalmente não apareceram nos conjuntos de dados, e sua natureza mais complexa exigiu uma abordagem diferente. A avaliação por equipes multidisciplinares e o foco na fragilidade permitiram uma avaliação mais precisa dessa população. Os riscos imediatos podem ser avaliados, assim como os benefícios potenciais a longo prazo, incluindo qualidade de vida e redução de readmissões hospitalares, de procedimentos complexos e caros<sup>120,121</sup>.

A cirurgia da artéria coronária continua sendo o procedimento cirúrgico cardíaco em adultos mais comum realizado mundialmente, sendo a cirurgia valvar aórtica o procedimento valvar mais comum. Os pacientes

idosos, em particular, podem se beneficiar de técnicas avançadas, como a cirurgia coronária aórtica sem circulação extracorpórea, onde a revascularização cirúrgica é realizada sem uma máquina coração-pulmão e sem manipulação da aorta<sup>122,123</sup>. Isso evita lesões em órgãos-alvo causadas por êmbolos que podem ser gerados pelo circuito de circulação extracorpórea (CEC) e pinçamento aórtico. Um exemplo de abordagem multidisciplinar para problemas complexos é o uso de técnicas híbridas, onde a tecnologia transcaterter é usada em conjunto com cirurgia aberta<sup>124</sup>.

A cirurgia cardíaca minimamente invasiva está se tornando mais comum. Pacientes idosos podem se beneficiar desse procedimento, com menos trauma tecidual e tempo de recuperação mais curto. Porém, a necessidade de canulação periférica para bypass pode aumentar o risco de embolização retrógrada da placa aterosclerótica, o que deve ser considerado ao decidir a abordagem cirúrgica. O manejo pós-operatório na cirurgia minimamente invasiva é diferente da cirurgia por esternotomia. Os pacientes são frequentemente internados na unidade de terapia intensiva, intermediária ou redutora. Em caso de sangramento ou tamponamento cardíaco, a reentrada pode ser mais difícil e exigir uma esternotomia de novo na unidade de terapia intensiva<sup>125</sup>.

## **6. AVANÇOS RECENTES EM CIRURGIA CARDÍACA**

### **6.1 CONDIÇÕES RESPIRATÓRIAS**

A disfunção pulmonar ocorre em 10 a 25% dos pacientes cirúrgicos cardíacos, sendo um dos principais contribuintes para a morbidade precoce e tardia. Tem origem multifatorial incluindo: doença pulmonar pré-operatória coexistente; uso de CEC com ventilação mínima ou ausente e lesão inflamatória; manipulação pulmonar intraoperatória; sangramento intratorácico e administração de hemoderivados; e fatores mecânicos e dolorosos relacionados à incisão cirúrgica. Atelectasias e derrames pleurais ocorrem em quase todos os pacientes. Ventilação protetora pulmonar e manobras de recrutamento alveolar, que podem começar no intraoperatório, são sugeridas para otimização da troca gasosa pós-operatória e redução de lesão pulmonar associada ao ventilador<sup>126</sup>.

A ventilação de suporte adaptativo e os protocolos de desmame automatizado para pacientes cardíacos podem resultar em desmame e extubação mais rápidos quando comparados aos modos ventilatórios tradicionais em pacientes cirúrgicos acelerados. Embora o significado clínico da redução do tempo de desmame possa ser questionado, não foram demonstrados resultados piores com o desmame em circuito fechado<sup>127</sup>.

### **6.2 CONDIÇÕES HEMODINÂMICAS**

A cirurgia cardíaca resulta em um estado hipermetabólico moderado, gerando um risco de incompatibilidade entre oferta de perfusão e demanda metabólica na presença de disfunção cardíaca e reserva cardiovascular

limitada. O suporte cardiovascular pós-operatório visa minimizar qualquer incompatibilidade sistemática ou regional entre oferta e demanda. Um aumento no consumo de oxigênio de 10 a 20% ocorre no primeiro dia pós-operatório e é mantido por pelo menos 24 a 48 horas, principalmente quando o suporte ventilatório mecânico é reduzido e o paciente é mobilizado, podendo ser aumentado no contexto de dor, ansiedade ou delírio. A extração hepatoplânica de oxigênio e o consumo de oxigênio renal se elevam no pós-operatório imediato<sup>128</sup>.

Isso, no entanto não é acompanhado por aumentos correspondentes no fluxo sanguíneo regional, uma vez que a proporção do débito cardíaco (DC) permanece a mesma. A perfusão esplânica pode ficar ainda mais comprometida devido ao aumento da pré-carga, congestão venosa e redistribuição do fluxo sanguíneo para a periferia associada à vasodilatação. CO insuficiente e alta extração sistêmica de oxigênio têm sido associados a resultados adversos no pós-operatório imediato. O foco do manejo da terapia intensiva após cirurgia cardíaca é manter a perfusão adequada dos órgãos. Embora vários dispositivos estejam disponíveis para monitorar o DC, a abordagem para avaliar a perfusão de órgãos é mais complexa<sup>129</sup>.

Uma síndrome de baixo CO pós-operatória afeta até 20% dos pacientes cirúrgicos cardíacos. Catecolaminas e inibidores de fosfodiesterase são comumente usados para apoiar o CO, embora nenhum estudo clínico randomizado tenha demonstrado seu benefício e algumas meta-análises e dados observacionais sugerem que eles podem afetar adversamente a sobrevivência. Até 25% dos pacientes desenvolvem síndrome vasoplégica com hipotensão e índice cardíaco elevado, que requerem doses crescentes de vasopressores ou ocasionalmente múltiplos agentes vasopressores. Por outro lado, vasodilatadores podem ser necessários para controlar a hipertensão, especialmente no contexto de substituições valvulares aórticas e procedimentos na aorta<sup>130</sup>.

A avaliação ideal da responsividade a fluidos continua sendo uma área controversa nos cuidados cardíacos pós-operatórios. Embora a dependência de pressões de enchimento estáticas seja rara na prática moderna, medidas dinâmicas, como variação do volume sistólico e variação da pressão de pulso, são confundidas pela disfunção ventricular direita, extubação precoce e respiração espontânea. A maioria das evidências sobre fluidos intravenosos foi obtida fora da população cirúrgica cardíaca e existe uma variabilidade considerável na prática clínica sem diretrizes consensuais. A tendência na administração de fluidos em pacientes cardiotorácicos inclui administração restritiva de fluidos intra-operatórios e pós-operatórios<sup>131</sup>.

### **6.3 SUPORTE CIRCULATÓRIO MECÂNICO**

Suporte circulatório mecânico (MCS) é um termo que abrange vários dispositivos utilizados para suporte cardiovascular de curto e longo prazo. O

MCS de curto prazo é uma medida provisória para resgatar pacientes com insuficiência cardíaca aguda descompensada, choque cardiogênico, incluindo choque cardiogênico pós-cardiotomia, arritmias ventriculares refratárias, embolia pulmonar maciça ou crise hipertensiva pulmonar. Também pode ser usado profilaticamente antes de procedimentos cardíacos invasivos em pacientes com alto risco de descompensação cardiovascular no intraoperatório<sup>132</sup>.

O objetivo do MCS de curto prazo é levar o paciente à recuperação, cirurgia, dispositivo durável ou à decisão se houver incerteza prognóstica. Há escassez de evidências sobre a seleção e o momento do MCS em pacientes com choque cardiogênico. Essas decisões devem ser tomadas por equipes multidisciplinares experientes. A etiologia do choque cardiogênico determina em grande parte o prognóstico, independentemente do dispositivo escolhido, sendo o choque cardiogênico pós-cardiotomia o pior prognóstico<sup>132</sup>.

### **6.3.1 Bomba de balão intra-aórtico (IABP)**

A IABP é a forma de MCS mais comumente usada, pois é fácil de implantar e mais barato. Seu uso foi questionado, particularmente em pacientes com choque cardiogênico após infarto agudo do miocárdio, uma vez que o estudo IABP-SHOCK II não conseguiu demonstrar benefício na mortalidade em 30 dias, resultando em um rebaixamento do recomendações para seu uso tanto na Europa quanto nos Estados Unidos<sup>132</sup>.

### **6.3.2 Dispositivos de assistência ventricular percutânea**

O Impella e o TandemHeart são dispositivos MCS de curta duração, que podem ser considerados dispositivos de assistência ventricular percutânea (DAV), que na configuração típica fornecem descompressão do ventrículo esquerdo, drenando o ventrículo e o átrio esquerdo com reinfusão arterial. Esses dispositivos são mais caros que a oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO), podem não oferecer suporte suficiente ao ventrículo esquerdo e não fornecem suporte para trocas gasosas. Porém, seu uso parece estar aumentando, com algumas diretrizes favorecendo DAV percutâneos ou ECMO em vez da BIA. As complicações comuns dos DAV percutâneos, assim como da ECMO venoarterial, incluem isquemia de membros, síndrome compartimental, pseudoaneurisma, sangramento, trombocitopenia, lesão vascular, infecção, eventos tromboembólicos e hemólise<sup>133</sup>.

### **6.3.3 Oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO)**

A ECMO é uma forma de MCS de curto prazo, que pode fornecer suporte circulatório parcial ou total por meio de canulação venoarterial periférica ou central. Suas principais vantagens são o fornecimento de suporte às trocas gasosas, além do suporte circulatório, e o início rápido, mesmo à beira do leito, por meio de canulação periférica. Uma grande desvantagem da ECMO venoarterial periférica é o aumento da pós-carga

ventricular esquerda, que pode levar à distensão do ventrículo esquerdo, necessitando de manobras de ventilação, sendo útil como ponte para recuperação, suporte mecânico de longo prazo ou transplante cardíaco. A ECMO é a modalidade MCS de escolha para auxiliar pacientes com crise hipertensiva pulmonar e para os casos de insuficiência biventricular<sup>134</sup>.

#### **6.3.4 Dispositivos cirúrgicos de assistência ventricular**

Os DAV cirúrgicos de curto prazo podem ser implantados para apoiar o ventrículo esquerdo, o ventrículo direito ou ambos. Os modelos CentriMag e Abiomed (Impella 5.0) fornecem suporte mais estável a curto e médio prazo. O MCS de longo prazo é fornecido por meio de um DAV durável, principalmente o HeartMate II e III e o HeartWare HVAD, que são usados como ponte para o transplante cardíaco ou como terapia de destino, com o HeartMate III considerado a próxima geração dispositivo<sup>135</sup>.

#### **6.4 ECOCARDIOGRAFIA**

O acesso imediato à ecocardiografia é essencial para controlar a instabilidade hemodinâmica, comum após cirurgia cardíaca. A ecocardiografia transesofágica (ETE), por sua vez, é um importante auxiliar no diagnóstico da causa da instabilidade hemodinâmica em pacientes ventilados no pós-cirúrgico. Um estudo ETE pode apoiar um diagnóstico de insuficiência no ventrículo esquerdo, hipovolemia e isquemia miocárdica ou identificar complicações cirúrgicas cardíacas, como tamponamento, obstrução dinâmica da via de saída do VE secundária ao movimento sistólico anterior do folheto da válvula mitral ou insuficiência aguda do VD. Mesmo com aprimoramento de imagem, a ecocardiografia transtorácica (ETT) é inadequada em pacientes após cirurgia cardíaca, sendo mais útil quando os pacientes são extubados e os drenos torácicos removidos. A ultrassonografia pulmonar realizada ao mesmo tempo que o ETT acrescenta informações diagnósticas significativas, incluindo a identificação de edema pulmonar, derrame pleural, consolidação e pneumotórax<sup>136</sup>.

Sondas TOE descartáveis miniaturizadas, por sua vez, oferecem monitoramento contínuo. Metade do tamanho de uma sonda padrão, mTOE monopiano e imagens de fluxo colorido facilitam o manejo em pacientes hemodinamicamente instáveis no pós-cirurgia cardíaca. As intervenções mais comuns incluem alterações nas medicações vasoativas em 45% e administração de líquidos adicionais em 41% dos pacientes. Um protocolo de desmame de ECMO venoarterial guiado por mTOE foi usado para prever a capacidade de desmame de ECMO venoarterial<sup>137</sup>.

Uma indicação frequente de ecocardiografia após cirurgia cardíaca é a avaliação da função ventricular, uma vez que são comuns a redução da complacência e a disfunção miocárdica. O TOE tridimensional (3D) supera alguns dos problemas do bidimensional (2D), capturando um conjunto de dados que permite a reconstrução multiplanar e uma avaliação mais precisa do volume do ventrículo esquerdo. A medição da deformação miocárdica,



utilizando ecocardiografia com speckle-tracking, por sua vez, apoiou a detecção precoce de disfunção miocárdica<sup>137,138</sup>.

A redução na deformação longitudinal global do ventrículo esquerdo intraoperatória é um preditor independente de disfunção pós-operatória precoce em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, sendo associada a hospitalizações mais longas em pacientes submetidos à substituição cirúrgica da valva aórtica por estenose. Uma redução na deformação longitudinal global do VD está associada à insuficiência do ventrículo direito após a inserção de um dispositivo de assistência ventricular esquerda (LVAD). Técnicas para auxiliar na avaliação hemodinâmica perioperatória após cirurgia cardíaca têm um potencial significativo<sup>137,138</sup>.

## **6.5 HEMOSTASIA E TRANSFUSÃO DE HEMODERIVADOS**

Sangramento excessivo devido a coagulopatia ocorre em até 10% dos casos pós-operatórios e está associado a piores resultados. Avaliações tradicionais de coagulação têm capacidade limitada de prever sangramento perioperatório com tempo de resposta de até 1 hora. Os testes viscoelásticos usando tromboelastografia (TEG) e tromboelastometria rotacional (ROTEM) têm a vantagem de fornecer informações sobre a atividade fisiológica dos fatores de coagulação, a função plaquetária e a atividade do fibrinogênio e do plasminogênio com um tempo de resposta rápido<sup>139</sup>.

A hipofibrinogenemia está associada ao aumento do sangramento e ao uso de hemácias. A maioria dos algoritmos de transfusão sugere um gatilho de <150 mg/dL. As opções de substituição incluem FFP, crioprecipitado e concentrado de fibrinogênio. A substituição por concentrado de fibrinogênio, embora seja uma opção potencialmente atraente, não é apoiada pelas evidências atuais e seu uso não está atualmente aprovado em todos os países<sup>140,141</sup>. Muitos pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio receberam agentes antiplaquetários pré-operatórios. Em um ECR de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio, a aspirina não foi associada ao aumento do sangramento, sendo geralmente continuada no pré-operatório e, na ausência de sangramento importante, deve ser iniciada no início da fase pós-operatória<sup>142</sup>.

Os inibidores plaquetários P2Y12 – incluindo clopidogrel, prasugrel e ticagrelor – aumentam o risco de sangramento relacionado à cirurgia cardíaca, com o prasugrel associado à maior taxa de sangramento perioperatório. O momento da interrupção desses agentes depende da urgência cirúrgica, equilibrando o risco de trombose versus o risco de sangramento. Para procedimentos cirúrgicos cardíacos eletivos, recomenda-se que o clopidogrel e o ticagrelor sejam interrompidos 5 dias antes e o prasugrel deve ser interrompido 7 dias antes, devido à sua ação prolongada. Em pacientes de alto risco – nos quais a interrupção da terapia antiplaquetária dupla (TAPD) é considerada insegura –, os inibidores P2Y12 podem ser substituídos por um agente antiplaquetário alternativo com meia-vida mais

curta. Na ausência de sangramento perioperatório significativo, a TAPD deve ser reiniciada o mais rápido possível após a cirurgia<sup>143</sup>.

O uso de TEG e ROTEM tem sido um foco principal de pesquisa no manejo de sangramento relacionado à cirurgia cardíaca e algoritmos de tratamento que utilizam esses dispositivos registraram redução no uso de hemoderivados, redução na incidência de reexploração de sangramento pós-operatório, diminuição no custo hospitalar e redução no uso off-label de fator VII ativado recombinante (rFVII) como terapia de resgate<sup>140</sup>.

## **6.6 CONDIÇÕES RENAIS**

A medula renal é perfundida com baixa concentração de oxigênio, tornando os rins suscetíveis a lesões devido à reserva limitada. A lesão renal aguda (LRA) ocorre em até 30% dos pacientes após cirurgia cardíaca e está associada ao aumento da mortalidade correlacionada a sua gravidade. Os fatores de risco incluem idade, hipertensão, doença renal crônica pré-existente, transfusão de sangue, suporte inotrópico, duração da CEC, pinçamento aórtico, fornecimento restrito de oxigênio e hemodiluição grave<sup>144</sup>.

Uma redução na perfusão renal e um desequilíbrio entre o fornecimento renal de oxigênio e o consumo de oxigênio podem levar a lesão renal significativa. O fornecimento renal de oxigênio varia muito durante a CEC e no pós-operatório. Mesmo um período o fornecimento renal de oxigênio insuficiente durante a CEC está significativamente associado à ocorrência de LRA. Em pacientes com insuficiência cardíaca descompensada, a congestão venosa, e não o CO, é o fator importante no desenvolvimento de LRA<sup>145</sup>.

As diretrizes para o diagnóstico de LRA recomendam o uso dos critérios Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO). Um aumento na creatinina sérica ocorre tardiamente no desenvolvimento da LRA e a identificação de novos biomarcadores, como a lipocalina associada à gelatinase de neutrófilos e a interleucina-18, pode ajudar na detecção precoce e no prognóstico da LRA e, assim, melhorar potencialmente a instituição precoce do tratamento. Foi demonstrado que apenas algumas estratégias para prevenir e controlar a LRA melhoram os resultados, incluindo a perfusão de CEC direcionada por objetivos, mantendo o fornecimento renal de oxigênio adequado. As estratégias para prevenir a LRA devem incluir a identificação dos pacientes em risco, o tratamento dos fatores de risco modificáveis e o diagnóstico precoce da LRA<sup>146</sup>.

## **6.7 CONDIÇÕES NEUROLÓGICAS**

A incidência de acidente vascular cerebral isquêmico pós-operatório é de até 4% para revascularização coronariana e pode aumentar para 10% para substituições valvares e procedimentos combinados, com um aumento adicional no cenário de fibrilação atrial perioperatória. O delirium se

desenvolve em 25 a 50% dos pacientes após cirurgia cardíaca e está associado ao declínio cognitivo e ao aumento da mortalidade<sup>147</sup>.

Para minimizar o risco ou sequelas de complicações neurológicas é necessário, principalmente, oferecer suporte e se monitorar a função sistólica e o ritmo cardíaco, a perfusão e oxigenação, o estado de fluidos, ácido-base e eletrólitos para evitar hipoperfusão pós-operatória. A fibrilação atrial é uma das principais causas de AVC perioperatório. Porém, nenhum ensaio controlado abordou o uso de terapia anticoagulante para fibrilação atrial pós-operatória de início recente. A hipertermia é um fator de risco para disfunção cognitiva pós-operatória e deve ser evitada, incluindo o período de reaquecimento ativo na UTI. Ela também está associada a resultados neurológicos adversos e é passível de intervenção para manter a normoglicemia<sup>148</sup>.

A oximetria cerebral, utilizando espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), pode ser útil para minimizar complicações cerebrais após cirurgia, principalmente durante procedimentos envolvendo o arco aórtico. Os estudos até o momento produziram resultados conflitantes e, embora os episódios de dessaturação tenham sido associados a complicações cerebrais, não há evidências suficientes para apoiar que os algoritmos baseados em NIR proporcionem benefícios clínicos<sup>149</sup>.

Poucas terapias farmacológicas têm evidência clínica suficiente de eficácia para prevenir ou tratar disfunção cognitiva pós-operatória e delirium. O uso de dexmedetomidina conquistou interesse, também apoiado por estudos em populações gerais de UTI<sup>150</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. Williams DH: Stab wound of the heart, pericardium—Suture of the pericardium—Recovery—Patient alive three years afterward. *Med Rec* 1897; 1.
2. Rehn L: On penetrating cardiac injuries and cardiac suturing. *Arch Klin Chir* 1897; 55:315.
3. Rehn L: Zur chirurgie des herzens und des herzbeutels. *Arch Klin Chir* 1907; 83:723; quoted from Beck CS: Wounds of the heart: The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13:212.
4. Hill LL: A report of a case of successful suturing of the heart, and table of thirty seven other cases of suturing by different operators with various terminations, and the conclusions drawn. *Med Rec* 1902; 2:846.
5. Harken DE: Foreign bodies in and in relation to the thoracic blood vessels and heart: I. Techniques for approaching and removing foreign bodies from the chambers of the heart. *Surg Gynecol Obstet* 1946; 83:117.

6. Narayan P, Kshirsagar SN, Mandal CK, et al. Preoperative glycosylated hemoglobin: a risk factor for patients undergoing coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg.* 2017;104(2):606-612.
7. WhangW, Bigger JT Jr; The CABG Patch Trial Investigators and Coordinators. Diabetes and outcomes of coronary artery bypass graft surgery in patients with severe left ventricular dysfunction: results from the CABG Patch Trial database. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36(4):1166-1172.
8. Wong J, Zoungas S,Wright C, Teede H. Evidence-based guidelines for perioperative management of diabetes in cardiac and vascular surgery.*World J Surg.* 2010;34(3):500-513.
9. Halkos ME, Puskas JD, Lattouf OM, et al. Elevated preoperative hemoglobin A1c level is predictive of adverse events after coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;136 (3):631-640.
10. Robich MP, Iribarne A, Leavitt BJ, et al; Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Intensity of glycemic control affects long-term survival after coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(2):477-484.
11. 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(5):866-873.
12. Kudsk KA, Tolley EA, DeWitt RC, et al. Preoperative albumin and surgical site identify surgical risk for major postoperative complications. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2003;27(1):1-9.
13. Lee EH, KimWJ, Kim JY, et al. Effect of exogenous albumin on the incidence of postoperative acute kidney injury in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery with a preoperative albumin level of less than 4.0 g/dl. *Anesthesiology.* 2016;124(5):1001-1011.
14. Karas PL, Goh SL, Dhital K. Is low serum albumin associated with postoperative complications in patients undergoing cardiac surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015;21(6):777-786.
15. Waitzberg DL, Saito H, Plank LD, et al. Postsurgical infections are reduced with specialized nutrition support.*World J Surg.* 2006;30(8):1592- 1604.
16. Jie B, Jiang ZM, Nolan MT, Zhu SN, Yu K, Kondrup J. Impact of preoperative nutritional support on clinical outcome in abdominal surgical patients at nutritional risk. *Nutrition.* 2012;28(10): 1022-1027.
17. Lauck SB,Wood DA, Achtem L, et al. Risk stratification and clinical pathways to optimize length of stay after transcatheter aortic valve replacement. *Can J Cardiol.* 2014;30(12):1583-1587.

18. McClave SA, Kozar R, Martindale RG, et al. Summary points and consensus recommendations from the North American Surgical Nutrition Summit. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37(5) (suppl):99S-105S.
19. Yu PJ, Cassiere HA, Dellis SL, Manetta F, Kohn N, Hartman AR. Impact of preoperative prealbumin on outcomes after cardiac surgery. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2015;39(7):870-874.
20. Stoppe C, Goetzenich A, Whitman G, et al. Role of nutrition support in adult cardiac surgery: a consensus statement from an international multidisciplinary expert group on nutrition in cardiac surgery. *Crit Care.* 2017;21(1):131.
21. 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(3):376-393.
22. Brady M, Kinn S, Ness V, O'Rourke K, Randhawa N, Stuart P. Preoperative fasting for preventing perioperative complications in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;(4): CD005285.
23. Brady M, Kinn S, Stuart P. Preoperative fasting for adults to prevent perioperative complications. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(4):CD004423.
24. Ljungqvist O. Modulating postoperative insulin resistance by preoperative carbohydrate loading. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2009;23(4):401-409.
25. Järvelä K, Maaranen P, Sisto T. Pre-operative oral carbohydrate treatment before coronary artery bypass surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2008;52(6):793-797.
26. Breuer JP, von Dossow V, von Heymann C, et al. Preoperative oral carbohydrate administration to ASA III-IV patients undergoing elective cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2006;103(5):1099-1108.
27. Hibbard JH, Greene J. What the evidence shows about patient activation: better health outcomes and care experiences; fewer data on costs. *Health Aff (Millwood).* 2013;32(2):207-214.
28. Oshima Lee E, Emanuel EJ. Shared decision making to improve care and reduce costs. *N Engl J Med.* 2013;368(1):6-8.
29. Cook DJ, Manning DM, Holland DE, et al. Patient engagement and reported outcomes in surgical recovery: effectiveness of an e-health platform. *J Am Coll Surg.* 2013;217(4):648-655.
30. 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(4):253-262.

31. Sawatzky JA, Kehler DS, Ready AE, et al. Prehabilitation program for elective coronary artery bypass graft surgery patients: a pilot randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2014;28(7):648-657.

32. Stammers AN, Kehler DS, Afilalo J, et al. Protocol for the PREHAB study—Pre-operative Rehabilitation for Reduction of Hospitalization After Coronary Bypass and Valvular Surgery: a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2015;5(3): e007250.

33. Snowden CP, Prentis J, Jacques B, et al. Cardiorespiratory fitness predicts mortality and hospital length of stay after major elective surgery in older people. *Ann Surg.* 2013;257(6):999-1004.

34. Valkenet K, van de Port IG, Dronkers JJ, de VriesWR, Lindeman E, Backx FJ. The effects of preoperative exercise therapy on postoperative outcome: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2011;25 (2):99-111.

35. Waite I, Deshpande R, Baghai M, Massey T, Wendler O, Greenwood S. Home-based preoperative rehabilitation (prehab) to improve physical function and reduce hospital length of stay for frail patients undergoing coronary artery bypass graft and valve surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2017; 12(1):91.

36. Orange ST, Northgraves MJ, Marshall P, Madden LA, Vince RV. Exercise prehabilitation in elective intra-cavity surgery: A role within the ERAS pathway? a narrative review. *Int J Surg.* 2018;56: 328-333.

37. Barberan-Garcia A, Ubré M, Roca J, et al. Personalised prehabilitation in high-risk patients undergoing elective major abdominal surgery: a randomized blinded controlled trial. *Ann Surg.* 2018;267(1):50-56.

38. Li C, Carli F, Lee L, et al. Impact of a trimodal prehabilitation program on functional recovery after colorectal cancer surgery: a pilot study. *Surg Endosc.* 2013;27(4):1072-1082.

39. Gillis C, Li C, Lee L, et al. Prehabilitation versus rehabilitation: a randomized control trial in patients undergoing colorectal resection for cancer. *Anesthesiology.* 2014;121(5):937-947.

40. Reid MC, Fiellin DA, O'Connor PG. Hazardous and harmful alcohol consumption in primary care. *Arch Intern Med.* 1999;159(15):1681-1689.

41. Gaskill CE, Kling CE, Varghese TK Jr, et al. Financial benefit of a smoking cessation program prior to elective colorectal surgery. *J Surg Res.* 2017; 215:183-189.

42. Levett DZ, Edwards M, GrocottM, Mythen M. Preparing the patient for surgery to improve outcomes. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2016; 30(2):145-157.

43. Tønnesen H, Nielsen PR, Lauritzen JB, Møller AM. Smoking and alcohol intervention before surgery: evidence for best practice. *Br J Anaesth.* 2009;102(3):297-306.
44. Sørensen LT. Wound healing and infection in surgery: the pathophysiological impact of smoking, smoking cessation, and nicotine replacement therapy: a systematic review. *Ann Surg.* 2012;255 (6):1069-1079.
45. Wong J, Lam DP, Abrishami A, Chan MT, Chung F. Short-term preoperative smoking cessation and postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth.* 2012;59(3):268-279.
46. Oppedal K, Møller AM, Pedersen B, Tønnesen H. Preoperative alcohol cessation prior to elective surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(7):CD008343.
47. Lavallée 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(1):142.
48. Mutters NT, De Angelis G, Restuccia G, et al. Use of evidence-based recommendations in an antibiotic care bundle for the intensive care unit. *Int J Antimicrob Agents.* 2018;51(1):65-70.
49. Paling FP, Olsen K, Ohneberg K, et al. Risk prediction for *Staphylococcus aureus* surgical site infection following cardiothoracic surgery: a secondary analysis of the V710-P003 trial. *PLoS One.* 2018;13(3):e0193445.
50. Cimochoowski GE, Harostock MD, Brown R, Bernardi M, Alonzo N, Coyle K. Intranasal mupirocin reduces sternal wound infection after open heart surgery in diabetics and nondiabetics. *Ann Thorac Surg.* 2001;71(5):1572-1578.
51. Engelman R, Shahian D, Shemin R, et al; Workforce on Evidence-Based Medicine, Society of Thoracic Surgeons. The Society of Thoracic Surgeons practice guideline series: antibiotic prophylaxis in cardiac surgery, part II: antibiotic choice. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(4):1569-1576.
52. 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(1):59-74.
53. Keenan JE, Speicher PJ, Thacker JK, Walter M, Kuchibhatla M, Mantyh CR. The preventive surgical site infection bundle in colorectal surgery: an effective approach to surgical site infection reduction and health care cost savings. *JAMA Surg.* 2014;149(10):1045-1052.
54. Grocott HP, Mackensen GB, Grigore AM, et al; Neurologic Outcome Research Group (NORG); Cardiothoracic Anesthesiology Research Endeavors (CARE) Investigators' of the Duke Heart Center. Postoperative

hyperthermia is associated with cognitive dysfunction after coronary artery bypass graft surgery. *Stroke*. 2002;33(2):537-541.

55. Groom RC, Rassias AJ, Cormack JE, et al; Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Highest core temperature during cardiopulmonary bypass and rate of mediastinitis. *Perfusion*. 2004;19(2):119-125.

56. Newland RF, Baker RA, Mazzone AL, Quinn SS, Chew DP; Perfusion Downunder Collaboration. Rewarming temperature during cardiopulmonary bypass and acute kidney injury: a multicenter analysis. *Ann Thorac Surg*. 2016;101(5):1655-1662.

57. Bar-Yosef S, Mathew JP, Newman MF, Landolfo KP, Grocott HP; Neurological Outcome Research Group; C A R E Investigators of the Duke Heart Center. Prevention of cerebral hyperthermia during cardiac surgery by limiting on-bypass rewarming in combination with post-bypass body surface warming: a feasibility study. *Anesth Analg*. 2004;99(3):641-646.

58. Allen KB, Thourani VH, Naka Y, et al. Randomized, multicenter trial comparing sternotomy closure with rigid plate fixation to wire cerclage. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;153(4): 888-896.e1.

59. Allen KB, Thourani VH, Naka Y, et al. Rigid plate fixation versus wire cerclage: patient-reported and economic outcomes from a randomized trial. *Ann Thorac Surg*. 2018;105(5):1344-1350.

60. Park JS, Kuo JH, Young JN, Wong MS. Rigid sternal fixation versus modified wire technique for poststernotomy closures: a retrospective cost analysis. *Ann Plast Surg*. 2017;78(5):537-542.

61. Nazerali RS, Hinchcliff K, Wong MS. Rigid fixation for the prevention and treatment of sternal complications. *Ann Plast Surg*. 2014;72(suppl 1): S27-S30.

62. Raman J, Lehmann S, Zehr K, et al. Sternal closure with rigid plate fixation versus wire closure: a randomized controlled multicenter trial. *Ann Thorac Surg*. 2012;94(6):1854-1861.

63. Christensen MC, Dziewior F, Kempel A, von Heymann C. Increased chest tube drainage is independently associated with adverse outcome after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2012;26(1):46-51.

64. Dyke C, Aronson S, Dietrich W, et al. Universal definition of perioperative bleeding in adult cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147(5): 1458-1463.e1.

65. Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, et al; Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force; Society of Cardiovascular Anesthesiologists Special Task Force on Blood Transfusion; International Consortium for Evidence Based Perfusion. 2011 update to the Society of



Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann Thorac Surg.* 2011;91(3):944-982.

66. Pagano D, Milojevic M, Meesters MI, et al. 2017 EACTS/EACTA Guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018;53(1):79-111.

67. Myles PS, Smith JA, Forbes A, et al; ATACAS Investigators of the ANZCA Clinical Trials Network. Tranexamic acid in patients undergoing coronary-artery surgery. *N Engl J Med.* 2017;376(2): 136-148.

68. Koster A, Faraoni D, Levy JH. Antifibrinolytic therapy for cardiac surgery: an update. *Anesthesiology.* 2015;123(1):214-221.

69. Levy JH, Koster A, Quinones QJ, Milling TJ, Key NS. Antifibrinolytic therapy and perioperative considerations. *Anesthesiology.* 2018;128(3):657-670.

70. Tengborn L, Blombäck M, Berntorp E. Tranexamic acid—an old drug still going strong and making a revival. *Thromb Res.* 2015;135(2):231-242.

71. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med.* 2001;345(19):1359-1367.

72. Gianotti L, Biffi R, Sandini M, et al. Preoperative Oral Carbohydrate Load Versus Placebo in Major Elective Abdominal Surgery (PROCY): a randomized, placebo-controlled, multicenter, phase III trial. *Ann Surg.* 2018;267(4):623-630.

73. Williams JB, McConnell G, Allender JE, et al. One-year results from the first US-based enhanced recovery after cardiac surgery (ERAS cardiac) program. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;pii: S0022-5223(18)33225-2.

74. Lazar HL, Chipkin SR, Fitzgerald CA, Bao Y, Cabral H, Apstein CS. Tight glycemic control in diabetic coronary artery bypass graft patients improves perioperative outcomes and decreases recurrent ischemic events. *Circulation.* 2004;109 (12):1497-1502.

75. Furnary AP, Wu Y. Eliminating the diabetic disadvantage: the Portland Diabetic Project. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;18(4):302-308.

76. Chaney MA, Nikolov MP, Blakeman BP, Bakhos M. Attempting to maintain normoglycemia during cardiopulmonary bypass with insulin may initiate postoperative hypoglycemia. *Anesth Analg.* 1999;89(5):1091-1095.

77. Gandhi GY, Nuttall GA, Abel MD, et al. Intensive intraoperative insulin therapy versus conventional glucose management during cardiac surgery: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2007;146(4):233-243.

78. Wick EC, Grant MC, Wu CL. Postoperative multimodal analgesia pain management with nonopioid analgesics and techniques: a review. *JAMA Surg.* 2017;152(7):691-697.
79. Qazi SM, Sindby EJ, Nørgaard MA. Ibuprofen—a safe analgesic during cardiac surgery recovery? a randomized controlled trial. *J Cardiovasc Thorac Res.* 2015;7(4):141-148.
80. Nussmeier NA, Whelton AA, Brown MT, et al. Complications of the COX-2 inhibitors parecoxib and valdecoxib after cardiac surgery. *N Engl J Med.* 2005;352(11):1081-1091.
81. Apfel CC, Turan A, Souza K, Pergolizzi J, Hornuss C. Intravenous acetaminophen reduces postoperative nausea and vomiting: a systematic review and meta-analysis. *Pain.* 2013;154(5):677-689.
82. But AK, Erdil F, Yucel A, Gedik E, Durmus M, Ersoy MO. The effects of single-dose tramadol on post-operative pain and morphine requirements after coronary artery bypass surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007;51(5):601-606.
83. Borde DP, Futane SS, Asegaonkar B, et al. Effect of perioperative pregabalin on postoperative quality of recovery in patients undergoing off-pump coronary artery bypass grafting (OPCABG): a prospective, randomized, double-blind trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(4):1241-1245.
84. Menda F, Köner O, Sayın M, Ergenoğlu M, Küçükaksu S, Aykaç B. Effects of single-dose gabapentin on postoperative pain and morphine consumption after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2010;24(5):808-813.
85. Khalil MA, Abdel Azeem MS. The impact of dexmedetomidine infusion in sparing morphine consumption in off-pump coronary artery bypass grafting. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2013;17 (1):66-71.
86. Hudetz JA, Patterson KM, Iqbal Z, et al. Ketamine attenuates delirium after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009;23(5):651-657.
87. Faritous Z, Barzanji A, Azarfarin R, et al. Comparison of bispectral index monitoring with the critical-care pain observation tool in the pain assessment of intubated adult patients after cardiac surgery. *Anesth Pain Med.* 2016;6(4):e38334.
88. Rijkenberg S, Stilmaw, Bosman RJ, van der Meer NJ, van der Voort PHJ. Pain measurement in mechanically ventilated patients after cardiac surgery: comparison of the Behavioral Pain Scale (BPS) and the Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT). *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(4):1227-1234.

89. Arenson BG, MacDonald LA, Grocott HP, Hiebert BM, Arora RC. Effect of intensive care unit environment on in-hospital delirium after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;146(1):172- 178.
90. Maldonado JR. Neuropathogenesis of delirium: review of current etiologic theories and common pathways. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2013; 21(12):1190-1222.
91. Ely EW, Inouye SK, Bernard GR, et al. Delirium in mechanically ventilated patients: validity and reliability of the confusion assessment method for the intensive care unit (CAM-ICU). *JAMA.* 2001;286 (21):2703-2710.
92. Siddiqi N, Harrison JK, Clegg A, et al. Interventions for preventing delirium in hospitalised non-ICU patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;3:CD005563.
93. van den Boogaard M, Slooter AJC, Brüggemann RJM, et al; REDUCE Study Investigators. Effect of haloperidol on survival among critically ill adults with a high risk of delirium: the REDUCE randomized clinical trial. *JAMA.* 2018; 319(7):680-690.
94. Sessler DI. Perioperative heat balance. *Anesthesiology.* 2000;92(2):578-596.
95. Karalapillai D, Story D, Hart GK, et al. Postoperative hypothermia and patient outcomes after major elective non-cardiac surgery. *Anaesthesia.* 2013;68(6):605-611.
96. Karimov JH, Gillinov AM, Schenck L, et al. Incidence of chest tube clogging after cardiac surgery: a single-center prospective observational study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44(6):1029- 1036.
97. Tauriainen TKE, Morosin MA, Airaksinen J, Biancari F. Outcome after procedures for retained blood syndrome in coronary surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017;51(6):1078-1085.
98. Day TG, Perring RR, Gofton K. Is manipulation of mediastinal chest drains useful or harmful after cardiac surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(5):888-890.
99. Halm MA. To strip or not to strip? physiological effects of chest tube manipulation. *Am J Crit Care.* 2007;16(6):609-612.
100. Boyacıoğlu K, Kalender M, Özkaynak B, Mert B, Kayalar N, Erentuğ V. A new use of Fogarty catheter: chest tube clearance. *Heart Lung Circ.* 2014;23(10):e229-e230.
101. Grieshaber P, Heim N, Herzberg M, Niemann B, Roth P, Boening A. Active chest tube clearance after cardiac surgery is associated with reduced reexploration rates. *Ann Thorac Surg.* 2018;105(6): 1771-1777.

102. Sirch J, Ledwon M, Püski T, Boyle EM, Pfeiffer S, Fischlein T. Active clearance of chest drainage catheters reduces retained blood. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;151(3):832-838.e2.
103. Gercekoglu H, Aydin NB, Dagdeviren B, et al. Effect of timing of chest tube removal on development of pericardial effusion following cardiac surgery. *J Card Surg.* 2003;18(3):217-224.
104. Edelman JJ, Reddel CJ, Kritharides L, et al. Natural history of hypercoagulability in patients undergoing coronary revascularization and effect of preoperativemyocardial infarction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(2):536-543.
105. Sachdeva A, Dalton M, Lees T. Graduated compression stockings for prevention of deep vein thrombosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;11:CD001484.
106. Ho KM, Bham E, PaveyW. Incidence of venous thromboembolism and benefits and risks of thromboprophylaxis after cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *J AmHeart Assoc.* 2015;4(10):e002652.
107. Ahmed AB, Koster A, Lance M, Faraoni D; ESA VTE Guidelines Task Force. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis: cardiovascular and thoracic surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 2018;35(2):84-89.
108. Rajakaruna C, Rogers CA, Angelini GD, Ascione R. Risk factors for and economic implications of prolonged ventilation after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130(5):1270-1277.
109. Camp SL, Stamou SC, Stiegel RM, et al. Can timing of tracheal extubation predict improved outcomes after cardiac surgery? *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth.* 2009;1(2):39-47.
110. Flynn BC, He J, RicheyM, Wirtz K, Daon E. Early extubation without increased adverse events in high-risk cardiac surgical patients. *Ann Thorac Surg.* 2019;107(2):453-459.
111. Meade MO, Guyatt G, Butler R, et al. Trials comparing early vs late extubation following cardiovascular surgery. *Chest.* 2001;120(6)(suppl):445S-453S.
112. Xie X,Wan X, Ji X, et al. Reassessment of acute kidney injury after cardiac surgery: a retrospective study. *Intern Med.* 2017;56(3):275- 282.
113. Mayer T, Bolliger D, Scholz M, et al. Urine biomarkers of tubular renal cell damage for the prediction of acute kidney injury after cardiac surgery: a pilot study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(6):2072-2079.
114. Meersch M, Schmidt C, Hoffmeier A, et al. Prevention of cardiac surgery-associated AKI by implementing the KDIGO guidelines in high risk patients

identified by biomarkers: the PrevAKI randomized controlled trial. *Intensive Care Med.* 2017;43(11):1551-1561.

115. Göcze I, Jauch D, Götz M, et al. Biomarker-guided intervention to prevent acute kidney injury after major surgery: the prospective randomized BigpAK study. *Ann Surg.* 2018;267(6): 1013-1020.

116. Thomson R, Meeran H, Valencia O, Al-Subaie N. Goal-directed therapy after cardiac surgery and the incidence of acute kidney injury. *J Crit Care.* 2014;29(6):997-1000.

117. Osawa EA, Rhodes A, Landoni G, et al. Effect of perioperative goal-directed hemodynamic resuscitation therapy on outcomes following cardiac surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *Crit Care Med.* 2016;44(4): 724-733.

118. Friedrich I, Simm A, Kotting J, Tholen F, Fischer B, Silber RE. Cardiac surgery in the elderly patient. *Dtsch Arztebl Int.* 2009;106:416–422.

119. Downs E, Lim S, Ragosta M, Yount K, Yarboro L, Ghanta R, Kern J, Kron I, Ailawadi G. The influence of a percutaneous mitral repair program on surgical mitral valve volume. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;150:1093–1097.

120. Mack MJ. Predicting risk in procedures for aortic stenosis: the next step forward. *Eur J Cardio Thorac Surg.* 2013;43:883–885.

121. Vallely MP, Wilson MK, Adams M, Ng MK. How to set up a successful TAVI program. *Ann Cardiothorac Surg.* 2012;1:185–189.

122. Dhurandhar V, Saxena A, Parikh R, Vallely MP, Wilson MK, Butcher JK, Black DA, Tran L, Reid CM, Bannon PG. Comparison of the safety and efficacy of on-pump (ONCAB) versus off-pump (OPCAB) coronary artery bypass graft surgery in the elderly: a review of the ANZSCTS database. *Heart Lung Circ.* 2015;24:1225–1232.

123. Zhao DF, Edelman JJ, Seco M, Bannon PG, Wilson MK, Byrom MJ, Thourani V, Lamy A, Taggart DP, Puskas JD, Vallely MP. Coronary artery bypass grafting with and without manipulation of the ascending aorta: a network meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69:924–936.

124. Seco M, Martinez GJ, Edelman JJ, Ng HK, Vallely MP, Wilson MK, Ng MK. Combined total-arterial, off-pump coronary artery bypass grafting and transaortic transcatheter aortic valve implantation. *Int J Cardiol.* 2015;201:587–589.

125. Doenst T, Diab M, Sponholz C, Bauer M, Farber G. The opportunities and limitations of minimally invasive cardiac surgery. *Dtsch Arzteblatt Int.* 2017;114:777–784.

126. Zochios V, Klein AA, Gao F. Protective invasive ventilation in cardiac surgery: a systematic review with a focus on acute lung injury in adult cardiac surgical patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*.
127. Zhu F, Gomersall CD, Ng SK, Underwood MJ, Lee A. A randomized controlled trial of adaptive support ventilation mode to wean patients after fast-track cardiac valvular surgery. *Anesthesiology*. 2015;122:832–840.
128. Lannemyr L, Bragadottir G, Krumbholz V, Redfors B, Sellgren J, Ricksten SE. Effects of cardiopulmonary bypass on renal perfusion, filtration, and oxygenation in patients undergoing cardiac surgery. *Anesthesiology*. 2017;126:205–213.
129. Holm J, Hakanson E, Vanky F, Svedjeholm R. Mixed venous oxygen saturation predicts short- and long-term outcome after coronary artery bypass grafting surgery: a retrospective cohort analysis. *Br J Anaesth*. 2011;107:344–350.
130. Majure DT, Greco T, Greco M, Ponschab M, Biondi-Zoccai G, Zangrillo A, Landoni G. Meta-analysis of randomized trials of effect of milrinone on mortality in cardiac surgery: an update. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2013;27:220–229.
131. Bignami E, Guarnieri M, Gemma M. Fluid management in cardiac surgery patients: pitfalls, challenges and solutions. *Minerva Anesthesiol*. 2017;83:638–651.
132. van Diepen S, Katz JN, Albert NM, Henry TD, Jacobs AK, Kapur NK, Kilic A, Menon V, Ohman EM, Sweitzer NK, Thiele H, Washam JB, Cohen MG, American Heart Association Council on Clinical C, Council on C, Stroke N, Council on Quality of C, Outcomes R, Mission L. Contemporary management of cardiogenic shock: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2017;136:e232–e268.
133. Rihal CS, Naidu SS, Givertz MM, Szeto WY, Burke JA, Kapur NK, Kern M, Garratt KN, Goldstein JA, Dimas V, Tu T. 2015 SCAI/ACC/HFSA/ STS clinical expert consensus statement on the use of percutaneous mechanical circulatory support devices in cardiovascular care: endorsed by the American Heart Association, the Cardiological Society of India, and Sociedad Latino Americana de Cardiologia Intervencionista; Affirmation of Value by the Canadian Association of Interventional Cardiology- Association Canadienne de Cardiologie d'intervention. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65:2140–2141.
134. Rosenzweig EB, Brodie D, Abrams DC, Agerstrand CL, Bacchetta M. Extracorporeal membrane oxygenation as a novel bridging strategy for acute right heart failure in group 1 pulmonary arterial hypertension (American Society for Artificial Internal Organs: 1992). *ASAIO J*. 2014;60:129–133.
135. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JG, Coats AJ, Falk V, Gonzalez-Juanatey JR, Harjola VP, Jankowska EA, Jessup M, Linde

C, Nihoyannopoulos P, Parissis JT, Pieske B, Riley JP, Rosano GM, Ruilope LM, Ruschitzka F, Rutten FH, van der Meer P (2016) 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail* 18:891–975.

136. Canty DJ, Heiberg J, Tan JA, Yang Y, Royse AG, Royse CF, Mobeirek A, Shaer FE, Albacker T, Nazer RI, Fouda M, Bakir BM, Alsaddique AA. Assessment of image quality of repeated limited transthoracic echocardiography after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31:965–972.

137. Kumar A, Puri GD, Bahl A. Transesophageal echocardiography, 3-dimensional and speckle tracking together as sensitive markers for early outcome in patients with left ventricular dysfunction undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31:1695–1701.

138. Kato TS, Jiang J, Schulze PC, Jorde U, Uriel N, Kitada S, Takayama H, Naka Y, Mancini D, Gillam L, Homma S, Farr M. Serial echocardiography using tissue Doppler and speckle tracking imaging to monitor right ventricular failure before and after left ventricular assist device surgery. *JACC Heart Fail.* 2013;1:216–222.

139. Kinnunen EM, De Feo M, Reichart D, Tauriainen T, Gatti G, Onorati F, Maschietto L, Bancone C, Fiorentino F, Chocron S, Bounader K, Dalen M, Svenarud P, Faggian G, Franzese I, Santarpino G, Fischlein T, Maselli D, Dominici C, Nardella S, Gherli R, Musumeci F, Rubino AS, Mignosa C, Mariscalco G, Serraino FG, Santini F, Salsano A, Nicolini F, Gherli T, Zanobini M, Saccocci M, Ruggieri VG, Philippe Verhoye J, Perrotti A, Biancari F. Incidence and prognostic impact of bleeding and transfusion after coronary surgery in low-risk patients. *Transfusion.* 2017;57:178–186.

140. Thiele RH, Raphael J. A 2014 update on coagulation management for cardiopulmonary bypass. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2014;18:177–189.

141. Fominskiy E, Nepomniashchikh VA, Lomivorotov VV, Monaco F, Vitiello C, Zangrillo A, Landoni G. Efficacy and safety of fibrinogen concentrate in surgical patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30:1196–1204.

142. Myles PS, Smith JA, Forbes A, Silbert B, Jayarajah M, Painter T, Cooper DJ, Marasco S, McNeil J, Bussieres JS, Wallace S. Stopping vs. continuing aspirin before coronary artery surgery. *N Engl J Med.* 2016;374:728–737.

143. Mazzeffi MA, Lee K, Taylor B, Tanaka KA. Perioperative management and monitoring of antiplatelet agents: a focused review on aspirin and P2Y12 inhibitors. *Korean J Anesthesiol.* 2017;70:379–389.

144. Wang Y, Bellomo R. Cardiac surgery-associated acute kidney injury: risk factors, pathophysiology and treatment. *Nat Rev Nephrol.* 2017;13:697–711.
145. Gambardella I, Gaudino M, Ronco C, Lau C, Ivascu N, Girardi LN. Congestive kidney failure in cardiac surgery: the relationship between central venous pressure and acute kidney injury. *Interactive Cardiovasc Thorac Surg.* 2016;23:800–805.
146. Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clin Pract.* 2012;120:c179–c184.
147. Megens MR, Churilov L, Thijs V. New-onset atrial fibrillation after coronary artery bypass graft and long-term risk of stroke: a meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2017;6.
148. Serraino GF, Murphy GJ. Effects of cerebral near-infrared spectroscopy on the outcome of patients undergoing cardiac surgery: a systematic review of randomised trials. *BMJ Open.* 2017;7:e016613.
149. Ono M, Brady K, Easley RB, Brown C, Kraut M, Gottesman RF, Hogue CW Jr. Duration and magnitude of blood pressure below cerebral autoregulation threshold during cardiopulmonary bypass is associated with major morbidity and operative mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147:483–489.
150. Liu X, Xie G, Zhang K, Song S, Song F, Jin Y, Fang X. Dexmedetomidine vs propofol sedation reduces delirium in patients after cardiac surgery: a meta-analysis with trial sequential analysis of randomized controlled trials. *J Crit Care.* 2017;38:190–196.