

CAPÍTULO 12

AVALIAÇÃO DOS RISCOS CARDÍACOS EM PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS NÃO CARDÍACOS: ESTRATÉGIAS PARA A OBTENÇÃO DE RESULTADOS PERIOPERATÓRIOS

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

RESUMO

A avaliação dos riscos cardíacos em procedimentos cirúrgicos não cardíacos é fundamental para garantir a segurança dos pacientes com condições cardiovasculares subjacentes. Este processo visa identificar indivíduos com maior probabilidade de complicações cardiovasculares perioperatórias e otimizar sua gestão pré-operatória. Os principais fatores de risco cardiovascular incluem idade avançada, história prévia de doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca, diabetes mellitus, hipertensão arterial e doença renal crônica. A avaliação pré-operatória geralmente envolve uma história clínica detalhada, exame físico completo e testes diagnósticos específicos, como eletrocardiograma, ecocardiografia, teste de esforço e biomarcadores cardíacos. As estratificações de risco cardíaco são ferramentas comumente utilizadas para estimar o risco cardíaco perioperatório, classificando os pacientes em baixo, moderado ou alto risco com base em fatores clínicos. Os objetivos da avaliação de risco cardíaco são identificar pacientes com alto risco de eventos cardiovasculares perioperatórios, otimizar o manejo pré-operatório e melhorar os resultados perioperatórios por meio de estratégias de redução de riscos, como otimização da terapia medicamentosa, intervenções coronarianas percutâneas pré-operatórias ou adiamento de procedimentos de alto risco. Além disso, a colaboração multidisciplinar entre cirurgiões, anestesiólogos e cardiologistas é essencial para garantir uma avaliação abrangente e uma abordagem integrada no manejo perioperatório de pacientes com risco cardiovascular aumentado.

Palavras-chave: Complicações cardiovasculares. Procedimentos cirúrgicos. Riscos cirúrgicos. Estratificação de risco. Cuidados pré-operatórios.

1. INTRODUÇÃO

A mortalidade perioperatória em cirurgia não cardíaca é estimada entre 1e 5%, sendo quase um terço decorrente de complicações cardiovasculares. Essas complicações cardíacas ocorrem com mais frequência em pacientes com doenças cardiovasculares (DCV), como doença cardíaca isquêmica, disfunção ventricular esquerda, doença cardíaca valvular ou arritmias. A demografia dos pacientes submetidos à cirurgia mostra uma tendência ao aumento do número de idosos e comorbidades associadas. Além disso, a DCV é a comorbidade mais comum em pacientes idosos submetidos à cirurgia geral¹⁻⁴.

A morbidade e a mortalidade após cirurgia não cardíaca variam entre diferentes ambientes hospitalares e países, com possíveis fatores humanos e organizacionais relacionados e capazes de explicar essas discrepâncias⁵. Atualmente, existem diferenças significativas em relação ao uso de testes cardíacos pré-operatórios, associados a um contexto de orçamento médico restrito bastante comum^{6,7}. Por exemplo, existe uma discrepância médica significativa na prática diária referente à realização de consultas cardíacas pré-operatórias, de testes pré-operatórios, ao tipo de anestesia, aos métodos usados para o controle da dor pós-operatória, à monitorização hemodinâmica, e à contrarregulação simpatoadrenérgica⁸.

O uso de escores de risco na prática diária também é, muitas vezes, insuficiente ou mesmo ausente, assim como colaboração entre anesthesiologistas, cardiologistas, cirurgiões e intensivistas, o que, no entanto, é de extrema importância para reduzir a morbidade perioperatória em pacientes de alto risco. Nesse sentido, a tarefa do cardiologista, em conjunto com o anesthesiologista, é de extrema importância para avaliar com precisão os riscos em pacientes submetidos a cirurgias não cardíacas e evitar ou minimizar eventos cardiovasculares adversos³.

2. FISIOPATOLOGIA DE EVENTOS CARDÍACOS PERIOPERATÓRIOS

A medicina perioperatória é considerada um campo emergente, definida como uma abordagem multidisciplinar e integrada, desde o momento da decisão de realização de um processo cirúrgico até a recuperação total do paciente, que se concentra na otimização do bem-estar e redução da morbidade e mortalidade perioperatória⁹. O período perioperatório, por sua vez, consiste no intervalo pré-operatório hospitalar imediato, juntamente com o intraoperatório e o pós-operatório. Porém, em muitos estudos, o pós-operatório se refere até 30 dias após a ocorrência cirúrgica³.

O risco de complicações perioperatórias depende do estado geral do paciente, da presença de comorbidades e das características do procedimento cirúrgico – tipo, magnitude, urgência e duração. Geralmente, o risco operatório pode ser classificado como baixo, intermediário ou alto,

dependendo das características^{3,10}, conforme mostra a Tabela 1. Vários fatores interferem na ocorrência de complicações cardíacas durante ou após cirurgia não cardíaca, sendo divididos principalmente em fatores relacionados ao paciente – estado geral, capacidade funcional e comorbidades cardíacas – e fatores relacionados ao procedimento – tipo de cirurgia, pré-operatório, preparação operatória, entre outros¹¹.

Tabela 1. Riscos cardíacos (baixo, intermediário e alto) associados a diferentes tipos de cirurgias.

RISCO CARDÍACO BAIXO	RISCO CARDÍACO INTERMEDIÁRIO	RISCO CARDÍACO ALTO
Endoscopia	Cirurgia de cabeça e pescoço	Cirurgia de emergência em pacientes com mais de 75 anos de idade
Catarata	Cirurgia na próstata	Cirurgia de aneurisma na aorta
Cirurgia na mama	Cirurgia intratorácica	Cirurgia periférica
Pele e tecidos subcutâneos	Cirurgia intraperitoneal	Cirurgia de longa duração
	Cirurgia ortopédica	Cirurgia com mudanças significativas de fluidos
	Cirurgia na carótida	Cirurgia com perda significativa de sangue

Fonte: Kristensen et al⁵

A presença de história cardíaca prévia é um fator significativo de predisposição a eventos cardíacos perioperatórios. Hipertensão, insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana, doença valvar cardíaca e arritmia cardíaca constituem as principais condições cardíacas que devem ser reconhecidas e tratadas no período perioperatório. Qualquer procedimento intervencionista pode provocar uma reação do organismo iniciada por dor, estresse psicológico e lesão tecidual. Além disso, o período perioperatório costuma exigir que o paciente permaneça acamado, principalmente após cirurgias de grande porte, podendo ocorrer dor excessiva e longa permanência hospitalar. Durante a cirurgia, também há uma mudança potencial na temperatura corporal, alterações de fluidos e perda de sangue³.

Todos esses fatores contribuem com o aumento do tônus do nervo simpático, elevando, com isso, a demanda miocárdica de oxigênio, juntamente com uma tendência ao aumento da trombogenicidade, o que predispõem a ocorrência de complicações gerais e cardiovasculares¹²⁻¹⁴. O tipo de cirurgia e a forma de anestesia utilizada – geral, locorregional e neuroaxial – são outros aspectos que afetam a morbidade perioperatória. Considera-se que técnicas anestésicas menos invasivas reduzem a morbidade e a mortalidade em pacientes de alto risco^{11,15}.

3. PONTUAÇÃO CLÍNICA DE RISCO CARDÍACO NA CIRURGIA NÃO CARDÍACA

O primeiro passo, mais simples e menos oneroso na estratificação de risco cardíaco pré-operatório, é a identificação de fatores clínicos de risco cardíaco. Nas últimas décadas, muita atenção tem sido dada à identificação de pacientes em risco por meio do uso de fatores clínicos de risco cardíaco simples. Essa pesquisa gerou vários índices de risco cardíaco para procedimentos cirúrgicos não cardíacos. Em 1977, por exemplo, Goldman et al¹⁶ desenvolveram o primeiro modelo de estratificação de risco cardíaco baseado em dados coletados prospectivamente. No estudo de 1.001 pacientes, 9 preditores independentes foram correlacionados com complicações cardíacas fatais e com risco de vida no pós-operatório:

1. Terceira bulha cardíaca pré-operatória ou distensão venosa jugular;
2. Infarto do miocárdio nos últimos 6 meses;
3. Mais de 5 contrações ventriculares prematuras por minuto documentadas a qualquer momento antes da operação;
4. Ritmo diferente do sinusal ou presença de contrações atriais prematuras no eletrocardiograma pré-operatório;
5. Idade superior a 70 anos;
6. Operação intraperitoneal, intratorácica ou aórtica;
7. Operação de emergência;
8. Estenose valvular aórtica importante; e
9. Má condição médica geral.

A incidência de eventos cardíacos adversos foi de 1% no grupo de menor risco (classe I) e aumentou para 7%, 14% e 78% nos pacientes das classes II, III e IV, respectivamente. Porém, somente 18 pacientes estavam no grupo de maior risco. O índice de Goldman tem valor preditivo negativo de 96,8%, sendo uma ferramenta importante para descartar doença arterial coronariana (DAC). Já o valor do índice para diagnóstico de pacientes com DAC foi menos ideal, ou seja, preditivo positivo de 21,6%.

Detsky et al¹⁷, em 1986, validaram e alteraram prospectivamente o índice de Goldman e apresentaram um normograma simples, introduzindo a probabilidade pré-teste de eventos cardíacos perioperatórios para estratificação de risco cardíaco. O índice de risco multifatorial modificado de Detsky tem sido usado desde então e é considerado um índice bom e prático. Em 1999, Lee et al¹⁸ revisaram o desempenho de vários índices de risco clínico em pacientes submetidos a cirurgia não cardíaca eletiva, descobrindo que o índice de risco de Goldman e o índice de risco cardíaco modificado de Detsky tiveram desempenho semelhante na previsão de complicações cardíacas maiores. Mas, quando o índice de risco Goldman foi revisto e validado, o valor preditivo do índice de risco melhorou substancialmente.

Na coorte de validação, a área ROC melhorou de 0,70 para o índice Goldman original para 0,81 para o Índice de Risco Cardíaco Revisado de Lee et al¹⁸. O Índice de Risco Cardíaco Revisado identificou 6 preditores de complicações cardíacas maiores – cirurgia de alto risco, doença cardíaca

isquêmica, insuficiência cardíaca congestiva, doença cerebrovascular, diabetes mellitus dependente de insulina e insuficiência renal – e com base na presença de 0, 1, 2, 3 ou mais desses preditores, a taxa de complicações cardíacas maiores foi estimada em 0,4%, 0,9%, 7% e 11%, respectivamente.

Com o tempo, o índice de Lee et al mostrou melhor valor prognóstico do que os índices de Goldman e Detsky, embora o número de variáveis de fatores de risco cardíaco nesse índice seja menor. Isso pode ser explicado pela melhoria dos cuidados perioperatórios no período entre o desenvolvimento dos índices anteriores. Atualmente, o índice de Lee et al é considerado o índice mais relevante para prever o risco cardíaco perioperatório em cirurgia não cardíaca. Porém, os pacientes estudados por Lee et al dificilmente podem ser considerados como uma população cirúrgica não cardíaca média. Pacientes torácicos, vasculares e ortopédicos estavam super-representados na população desse estudo¹⁶⁻¹⁸.

Há quase 20 anos, Boersma et al¹⁹ desenvolveram o Índice de Risco Erasmus, considerado um refinamento adicional do Índice de Risco Cardíaco Revisado. Esse índice foi baseado em um banco de dados administrativo de 108.593 pacientes submetidos a todos os tipos de cirurgia não cardíaca durante um período de 10 anos em um centro médico universitário na Holanda. Desses pacientes, 1.877 (1,7%) morreram no hospital, incluindo 543 mortes cardiovasculares. Aplicando o Índice de Risco Cardíaco Revisado nesta população, o odds ratio (OR) correspondente para pacientes sem fatores de risco, 1, 2 ou ≥ 3 foi 1, 2,0, 5,1 e 11,0 respectivamente, com uma estatística C para a predição de mortalidade cardiovascular de 0,63.

Os dados sugerem que o Índice de Risco Cardíaco Revisado de Lee et al¹⁸ é provavelmente subótimo para identificar pacientes com maior risco cardíaco, possivelmente por excluir operações de emergência e classificar o tipo de cirurgia – um dos principais determinantes de resultados cardiovasculares adversos – em 2 subtipos: alto risco, incluindo procedimentos vasculares intraperitoneais, intratorácicos e suprainguinais; e todos os procedimentos não laparoscópicos restantes, incluindo principalmente procedimentos ortopédicos, abdominais e outros procedimentos vasculares. No estudo de Boersma et al¹⁹, essa classificação é mais específica, de acordo com as diretrizes da American Heart Association/American College of Cardiology²⁰, resultando em uma discriminação de risco substancialmente melhor.

4. CONDIÇÕES CARDÍACAS

A avaliação pré-operatória cardíaca inclui uma análise da presença e gravidade de qualquer condição cardiovascular e/ou fatores de risco cardiovascular. Além disso, deve compreender a avaliação do estado geral do paciente, incluindo principalmente a capacidade funcional, a função respiratória, renal e endócrina, devido à interação dessas funções com o sistema cardiovascular. As principais condições cardíacas a serem

rastreadas e avaliadas consistem em hipertensão, insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana, doença cardíaca valvular e arritmia cardíaca^{5,21}.

4.1 HIPERTENSÃO

A anestesia e a cirurgia não devem ser canceladas em caso de hipertensão pré-operatória não complicada. Porém, a cirurgia eletiva pode ser adiada em pacientes com hipertensão grave – correspondente a pressão arterial sistólica >180 mmHg ou pressão arterial diastólica >110 mmHg –, considerando-se que a hipertensão não controlada aumenta o risco de complicações perioperatórias²². Nesse contexto, o efeito do avental branco – capaz de produzir pseudo hipertensão – deve ser avaliado em pacientes com hipertensão não diagnosticada de início recente, sendo importante validar o diagnóstico de hipertensão por medidas repetitivas, com base em dispositivos automatizados, se necessário.

O controle pré-operatório da pressão arterial pode ser alcançado com qualquer terapia anti-hipertensiva, principalmente com o uso de betabloqueadores, devido ao seu comprovado benefício perioperatório²³. Todos anti-hipertensivos podem ser suspensos – se justificado – na manhã da cirurgia, exceto os betabloqueadores que demonstraram benefício clínico mais prolongado quando continuados na fase pós-cirúrgica. Importante mencionar que a dor pós-cirúrgica pode elevar uma pressão arterial relativamente estável e, nesse caso, o manejo deve considerar a sedação e os antálgicos, além da terapia anti-hipertensiva^{22,23}.

4.2 INSUFICIÊNCIA CARDÍACA

A prevalência de insuficiência cardíaca é maior com a idade avançada, idade em que a taxa de cirurgia cardíaca e não cardíaca é maior. Sua presença aumenta os riscos cardíacos perioperatórios, segundo escores de risco²⁴. Níveis elevados de BNP no período pré-operatório predispõem a maior morbidade e mortalidade cardíaca per e pós-operatória²⁵. Da mesma forma, uma fração de ejeção do ventrículo esquerdo $\leq 35\%$ e/ou a presença de disfunção diastólica com pressão de enchimento ventricular esquerda elevada são preditivos de resultados adversos na fase pós-operatória^{26,27}. O agravamento da insuficiência cardíaca no período perioperatório pode resultar de mudança de medicamentos, também de dor e estresse adrenérgico cirúrgico, levando à carga excessiva de trabalho em um miocárdio em falência²⁸.

É importante destacar que qualquer reposição de fluidos deve ser cuidadosamente administrada e adaptada à condição hemodinâmica para evitar sobrecarga de volume²⁹. Diante disso, um regime diurético flexível deve ser adotado no período perioperatório para evitar congestão ou depleção de volume em pacientes com insuficiência cardíaca. Procedimentos cirúrgicos de risco intermediário ou alto devem ser adiados – a menos que sejam urgentes – em pacientes com insuficiência cardíaca descompensada ou instável até melhor preparo e estabilização do quadro hemodinâmico³⁰.

4.3 DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA

A doença arterial coronariana representa uma causa significativa de morbidade e mortalidade no período perioperatório. Botto et al³¹ relataram que a lesão miocárdica consecutiva à isquemia estava associada a mortalidade substancial pré e pós-operatória em adultos submetidos a cirurgia não cardíaca. A fisiopatologia da isquemia miocárdica perioperatória é complexa, incluindo estresse cirúrgico, dor, estado pró-trombótico e tônus hipersimpático, levando à incompatibilidade entre a oferta e a demanda de oxigênio do miocárdio³². A ocorrência de alguns eventos intraoperatórios – ou seja, transfusão de sangue, queda de mais de 20 mmHg na pressão arterial média por mais de 60 minutos consecutivos, taquicardia persistente na sala de recuperação (>30 bpm da linha de base por mais de 5 dias consecutivos min) – predispõe a complicações cardíacas, como a isquemia miocárdica³³.

A ocorrência de isquemia miocárdica pode ser assintomática no pós-operatório, pode se manifestar como angina ou ainda como complicações de isquemia/infarto e insuficiência cardíaca. A manifestação clínica de isquemia miocárdica como a angina é mínima, podendo ocorrer no peroperatório ou mesmo no pós-operatório quando o paciente ainda está sob efeito de sedação, ou com o uso de antálgicos como medicação pós-operatória regular. A dosagem de troponina até 3 dias após a cirurgia não cardíaca é de extrema importância para monitorar a ocorrência de isquemia miocárdica em pacientes de alto risco³¹.

A preparação adequada do paciente e a hidratação perioperatória personalizada são essenciais, principalmente, em pacientes com doença arterial coronária já conhecida. A gestão da medicação, com a introdução de agentes protetores (nitratos, beta-bloqueadores, entre outros) é feita caso a caso^{31,34}. Testes cardíacos pré-operatórios são recomendados apenas se for esperado que os resultados dos testes mudem o manejo perioperatório e podem consistir, além do ECG basal, em teste de estresse, eco de estresse ou mesmo angiografia coronária^{35,37}.

4.4 DOENÇA CARDÍACA VALVULAR

As doenças valvares aórticas e mitrais são as doenças valvares mais comuns, identificadas durante a avaliação perioperatória, sendo a doença cardíaca valvular significativa reconhecida como um fator de risco para aumento da morbidade em cirurgia não cardíaca³⁸. O ecocardiograma é indicado no pré-operatório em todos os pacientes com suspeita ou conhecimento de doença valvar cardíaca para avaliar seu tipo e gravidade³⁹. Ao avaliar a doença cardíaca valvular – seja ela relacionada com válvulas nativas ou protéticas – 3 considerações principais são essenciais neste contexto: tipo e gravidade da doença valvular, gestão de medicamentos (anticoagulação) e profilaxia de endocardite⁴⁰.

Entre todas as valvopatias, a estenose aórtica, especialmente grave, está associada ao maior risco operatório e pós-operatório, e o anestesiológista deve proceder com considerações especiais a esse

respeito⁴¹. A profilaxia antibiótica adequada reduz o risco de endocardite infecciosa em pacientes com doença valvar nativa ou protética, e a anticoagulação também deve ser gerenciada no período perioperatório, especialmente em pacientes com prótese valvar mecânica. Em geral, a valvopatia e as comorbidades resultantes, como insuficiência cardíaca ou fibrilação atrial, aumentam significativamente o risco de eventos adversos perioperatórios. Consequentemente, avaliação, monitoramento e manejo perioperatórios apropriados são essenciais⁴².

4.4 ARRITMIA

Arritmias cardíacas são frequentemente identificadas durante o período perioperatório, enquanto Arritmias pré-operatórias estão associadas a maior prevalência de arritmias intra e pós-operatórias⁴³. A arritmia pode ocorrer mesmo na ausência de condição cardíaca, resultando do estado hiperadrenérgico, hipóxia, hipovolemia, distúrbio eletrolítico, acidose ou hipotermia encontrados durante o período perioperatório^{44,45}. A prevenção da arritmia no período perioperatório visa evitar ou reduzir a estimulação simpática excessiva consecutiva à dor ou ao estresse. Nesse sentido, a sedação adequada juntamente com o manejo medicamentoso é útil⁴⁶.

Alguns tipos de arritmias – como bloqueio de ramo esquerdo ou fibrilação atrial – representam um preditor independente de eventos adversos pós-operatórios. Nesse caso, testes cardíacos avançados devem ser considerados para avaliação, e o manejo de medicamentos é essencial para prevenção e manejo do risco disrítmico perioperatório^{47,48}. O monitoramento pós-operatório deve ser realizado em todos os pacientes com alto risco de arritmia ventricular maligna, como taquicardia ou fibrilação ventricular⁴⁹. Qualquer doença de condução cardíaca observada no pré-operatório pode progredir para um bloqueio de condução mais avançado durante o período intra ou pós-operatório e, nessas condições, o monitoramento rigoroso ou mesmo estimulação profilática pode ser necessária, dependendo do caso^{50,51}.

Pacientes com marcapasso ou cardiodesfibriladores implantáveis exigem atenção especial. Eles devem ter seus dispositivos verificados no pré-operatório e, às vezes, no peri e no pós-operatório. O cirurgião e o anestesista também devem ser informados sobre sua presença. É importante destacar que a cauterização elétrica geralmente é proibida nesse ambiente. Porém, seu uso é decidido de acordo com cada caso, após aprovação do eletrofisiologista⁵²⁻⁵³.

5. TESTES CARDIOVASCULARES PRÉ-OPERATÓRIOS

5.1 TESTE ELETROCARDIOGRÁFICO DE 12 DERIVAÇÕES

O teste eletrocardiográfico (ECG) pré-operatório de 12 derivações define o ritmo cardíaco, identifica doença cardiovascular clinicamente silenciosa, como infarto do miocárdio com onda Q prévio, e oferece uma linha de base para comparação pós-operatória. Depressões do segmento ST pré-

operatórias maiores que 0,5 mm estão associadas ao risco aumentado de morte pós-operatória ou infarto do miocárdio⁵⁴. O ECG, no entanto, tem poucos benefícios antes de cirurgias de baixo risco, como cirurgia de catarata e cirurgia estética ou plástica^{55,56}. O exame pré-operatório de 12 derivações também tem qualidade razoável para pacientes com histórico de DAC, arritmias, doença arterial periférica, doença cerebrovascular ou doença cardíaca estrutural programada para cirurgia de alto risco. O mesmo é válido antes de cirurgias de alto risco, como procedimentos abdominais ou torácicos, mesmo entre aqueles sem sintomas de doença cardiovascular³.

5.2 ECOCARDIOGRAFIA TRANSTORÁCICA

A ecocardiografia é uma modalidade de imagem não invasiva que avalia a função ventricular esquerda e a valvopatia. Em um estudo observacional de 570 pacientes submetidos a cirurgia não cardíaca, gradientes valvares aórticos elevados de 40 mm Hg ou mais, hipertrofia ventricular esquerda e qualquer disfunção sistólica do ventrículo esquerdo foram independentemente associados a eventos cardíacos, incluindo infarto do miocárdio, edema pulmonar, fibrilação ventricular ou parada cardíaca e bloqueio cardíaco completo em 44 de 570 pacientes⁵⁷.

Um ecocardiograma pré-operatório com qualquer grau de disfunção sistólica, hipertrofia ventricular esquerda moderada a grave, regurgitação mitral moderada a grave ou gradiente aórtico de 20 mm Hg ou mais foi 80% sensível para eventos cardíacos perioperatórios e teve um valor preditivo negativo de 97%. Um modelo de risco, incluindo parâmetros ecocardiográficos, por sua vez, foi mais associado a complicações perioperatórias do que o modelo incluindo apenas variáveis clínicas⁵⁷. Em outros estudos, a estenose aórtica foi associada ao aumento da morte perioperatória ou infarto do miocárdio⁵⁸.

A fração de ejeção do ventrículo esquerdo inferior a 30% foi relacionada a um maior risco de morte perioperatória, infarto do miocárdio e complicação da insuficiência cardíaca⁵⁹. Porém, em um estudo com 339 homens com suspeita de DAC, as medidas ecocardiográficas não contribuíram para os fatores clínicos associados ao risco perioperatório. É possível considerar a ecocardiografia pré-operatória em pacientes com doença valvar moderada ou grave (estenose ou regurgitação) sem ecocardiografia no último ano, ou naqueles que apresentam novos sinais ou sintomas clínicos de doença valvular grave, incluindo dispneia, angina, edema ou síncope recente³.

O tratamento da doença valvar grave deve ser considerado antes da cirurgia não cardíaca. Pacientes com cardiomiopatia hipertrófica estabelecida ou suspeita, em que a função ventricular hiperdinâmica pode levar ao movimento anterior sistólico da válvula mitral e obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo, e pacientes de alto risco submetidos a transplante cardíaco de órgãos sólidos podem se beneficiar da avaliação ecocardiográfica pré-operatória⁶⁰⁻⁶².

5.3 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL E TESTE DE ESTRESSE PARA ISQUEMIA MIOCÁRDICA

A baixa capacidade funcional está associada ao aumento do risco de complicações perioperatórias. Pacientes incapazes de realizar cargas de trabalho de 4 METs (equivalentes metabólicos da tarefa) ou mais, como subir uma colina ou subir 2 ou mais lances de escada, têm um risco 2 vezes aumentado de complicações cardiovasculares perioperatórias em comparação com aqueles que são capazes de executar as mesmas tarefas⁶³. Entre 1.396 pacientes, o quantitativo Duke Activity Status Index – derivado de um questionário validado que avalia a capacidade funcional – foi independentemente associado a morte ou infarto do miocárdio em 28 pacientes (2%) dentro de 30 dias após a cirurgia para cada 3,5 pontos no índice; no entanto^{64,65}.

O teste de esforço com ECG de esforço avalia a capacidade funcional e identifica isquemia miocárdica induzida por estresse. O teste de estresse farmacológico é reservado para pacientes que não conseguem se exercitar⁶⁶. Em um estudo com 530 pacientes submetidos à ecocardiografia sob estresse com dobutamina antes de cirurgia não cardíaca, a isquemia com baixa carga de trabalho (<60% da frequência cardíaca máxima prevista) foi associada ao aumento das taxas de eventos, com um risco de 23% de morte ou infarto do miocárdio em pacientes com isquemia versus 5% sem isquemia⁶⁷.

Nenhum evento cardiovascular adverso maior (MACE) ocorreu em pacientes sem isquemia pré-operatória, enquanto 43% daqueles com isquemia em baixas cargas de trabalho tiveram MACE. Em um estudo separado com 429 participantes, a ecocardiografia sob estresse com dobutamina teve um valor preditivo negativo relevante (98%) para MACE perioperatório⁶⁸. O teste de estresse de rotina não é indicado para pacientes de baixo risco, que incluem aqueles com excelente capacidade funcional e com capacidade funcional moderada a boa. O teste de exercício cardiopulmonar, por sua vez, pode ser considerado para pacientes com capacidade funcional desconhecida, programados para procedimentos cirúrgicos de alto risco, mas não é recomendado pelas diretrizes europeias^{3,5}.

As diretrizes canadenses não recomendam o teste de esforço pré-operatório e o teste de exercício cardiopulmonar, devido a dados limitados que apoiam os testes⁶⁴. Entre os pacientes com baixa capacidade funcional (<4 METs) com maior risco de cirurgia não cardíaca, o teste ergométrico com imagens cardíacas ou teste de estresse farmacológico não invasivo – ecocardiografia sob estresse com dobutamina ou imagens de perfusão miocárdica sob estresse com vasodilatador – para avaliar isquemia miocárdica seria apenas considerado se os resultados alterassem o manejo médico perioperatório e as decisões relativas à revascularização coronariana^{3,67,68}. As diretrizes europeias, por sua vez, recomendam testes de estresse com exames de imagem antes de cirurgias de alto risco em pacientes com mais de 2 fatores de risco clínicos – utilizando o Revised

Cardiac Risk Index – e baixa capacidade funcional (<4METs) e tratamento de acordo com indicações clínicas independentes de cirurgia⁵.

5.4 ANGIOGRAFIA CORONÁRIA E REVASCULARIZAÇÃO

A angiografia coronária invasiva pré-operatória de rotina não é recomendada antes de cirurgia não cardíaca, pode ser considerada em pacientes com testes de estresse que indicam isquemia miocárdica, mas apenas se os resultados da angiografia afetarem os cuidados perioperatórios. O benefício da angiografia por tomografia computadorizada coronária (CCTA) não invasiva antes da cirurgia não cardíaca é incerto³. Em uma meta-análise de 11 estudos avaliando a realização do exame antes da cirurgia, a gravidade e extensão da DAC foram associadas a MACE perioperatório⁶⁹. A DAC diagnosticada por CCTA, no entanto, pode superestimar os riscos e atualmente não é recomendada por diretrizes de prática clínica para estratificação de risco antes da cirurgia não cardíaca. Apesar dos riscos estabelecidos de DAC, a revascularização coronária de rotina antes da cirurgia não melhora os resultados perioperatórios^{64,70}.

Dados do estudo Coronary Artery Revascularization Prophylaxis⁷¹ mostraram que na análise de 510 pacientes com DAC programados para cirurgia vascular – aleatoriamente designados para revascularização da artéria coronária antes da cirurgia ou para nenhuma revascularização coronária – infarto do miocárdio pós-operatório em 30 dias e mortalidade em longo prazo com seguimento médio de 2,7 anos não registraram diferenças entre os grupos de revascularização e sem revascularização. Pacientes com DAC de tronco principal esquerdo e fração de ejeção ventricular esquerda reduzida foram excluídos do estudo.

A partir desses dados, a revascularização coronária de rotina não é recomendada antes da cirurgia não cardíaca para reduzir MACE perioperatório³. Por outro lado, as diretrizes europeias sugerem que a revascularização coronária profilática pode ser considerada antes de cirurgia de alto risco, caso haja isquemia induzida por estresse substancial⁵. Embora a revascularização coronária pré-operatória possa ser realizada para uma indicação convincente, independentemente da cirurgia, como para aqueles com síndrome coronariana aguda, realizar a cirurgia dentro de 12 meses após a colocação do stent coronário está associada a riscos perioperatórios aumentados^{3,72}. Apesar das diretrizes, a angiografia coronária invasiva antes da cirurgia não cardíaca é comum e a revascularização pré-operatória é realizada em 24% desses casos⁷³.

5.5 MEDIÇÃO DE BIOMARCADORES

A medição pré-operatória de biomarcadores continua sendo uma área emergente de investigação para avaliação de risco perioperatório. Os níveis séricos de peptídeo natriurético tipo B (BNP) – um polipeptídeo liberado pelos cardiomiócitos em resposta ao estiramento atrial –, ou de pró-BNP N-terminal (NT-ProBNP) podem ser associados a risco cardiovascular

perioperatório. Com base em uma meta-análise de dados individuais de pacientes de 18 estudos observacionais prospectivos, níveis pré-operatórios de BNP superiores a 92 pg/mL ou níveis de NT-ProBNP superiores a 300 pg/mL foram associados a um risco aumentado de morte ou infarto do miocárdio em 30 dias. Os níveis pré-operatórios de peptídeos natriuréticos foram associados a melhor desempenho de um modelo de risco que incluía idade, Índice de Risco Cardíaco Revisado de 3 ou superior, cirurgia vascular e cirurgia de urgência para o resultado de risco cardiovascular perioperatório em 30 dias, com um índice líquido de reclassificação de 18%⁷⁴.

Em um estudo de coorte prospectivo de 10.402 pacientes submetidos a cirurgia não cardíaca, níveis pré-operatórios de BNP entre 100 e 200 pg/mL foram associados a uma taxa de mortalidade em 30 dias de 0,7%, em comparação com níveis de BNP inferiores a 100 pg/mL, que foram relacionados a uma taxa de mortalidade em 30 dias de 0,3%⁷⁵.

As diretrizes canadenses recomendam a medição dos níveis de NT-proBNP ou BNP antes da cirurgia não cardíaca em pacientes com doença cardiovascular, um Índice de Risco Cardíaco Revisado de 1 ou superior, ou para aqueles com 65 anos ou mais⁶⁴, enquanto as diretrizes da AHA/ACC não validam formalmente uma medição de BNP como parte da avaliação de risco pré-operatória, pois a medição baseada em biomarcadores estratégias de manejo perioperatório não foram testadas para reduzir o risco cardiovascular³.

O nível de troponina cardíaca, um marcador sensível de lesão miocárdica, deve ser medido no perioperatório quando sinais ou sintomas sugerem isquemia miocárdica ou infarto do miocárdio. A triagem de troponina cardíaca de rotina deve ser evitada em pacientes não selecionados sem sintomas de isquemia miocárdica. O valor da vigilância pós-operatória da troponina cardíaca em pacientes assintomáticos com risco de complicações isquêmicas é incerto, pois nenhum estudo avaliou os benefícios de uma estratégia de teste³.

Porém, as diretrizes canadenses recomendam a vigilância pós-operatória da troponina cardíaca em indivíduos de alto risco. Segundo os pesquisadores, a vigilância pós-operatória do nível de troponina cardíaca durante as primeiras 48 horas após cirurgia de alto risco é necessária para detectar lesão miocárdica silenciosa em pacientes com risco aumentado de eventos cardiovasculares com base em calculadoras de risco pré-operatório casos os resultados dos testes alterarem o manejo clínico, como, por exemplo, início ou intensificação de terapia antitrombótica ou com estatinas para a prevenção de eventos cardiovasculares⁶⁴.

6. TERAPIAS MÉDICAS PARA REDUZIR O RISCO CARDIOVASCULAR PERIOPERATÓRIO

6.1 BETABLOQUEADORES

O uso perioperatório de betabloqueadores oferece efeitos potencialmente benéficos no risco perioperatório, como redução do estresse da parede miocárdica, prolongamento do tempo de enchimento diastólico coronariano e redução da incompatibilidade entre oferta e demanda miocárdica de oxigênio. Apesar dos dados observacionais sugerirem uma associação do uso perioperatório de betabloqueadores com melhores resultados em pacientes de alto risco^{76,77}, os resultados de ensaios clínicos randomizados não apoiam sua prescrição perioperatória⁷⁸.

No estudo Perioperative Ischemic Evaluation⁷⁹, 8.351 pacientes foram randomizados para receber succinato de metoprolol de liberação prolongada (100 mg/d) ou placebo, começando dentro de 4 horas antes da cirurgia não cardíaca e continuando por 30 dias. Os participantes randomizados para receber metoprolol tiveram menos eventos cardiovasculares não fatais perioperatórios, incluindo infarto do miocárdio, parada cardíaca e morte cardiovascular), mas apresentaram aumento nas taxas de acidente vascular cerebral perioperatório e mortalidade por todas as causas. É possível que a maior duração da administração de betabloqueadores antes da cirurgia e doses mais baixas pode ser benéfico. Em uma análise observacional de 940 pacientes submetidos à cirurgia vascular, ocorreram menos eventos cardiovasculares, como infarto ou lesão do miocárdio, acidente vascular cerebral ou mortalidade, quando os betabloqueadores foram iniciados mais de uma semana antes da cirurgia em comparação com durações pré-operatórias mais curtas⁸⁰.

Os pacientes que já fazem uso de betabloqueadores devem continuar o tratamento durante o período perioperatório na ausência de bradicardia ou hipotensão. O início de betabloqueadores antes da cirurgia pode ser justificado em pacientes selecionados com DAC ou com múltiplos fatores de risco e em alta risco de infarto do miocárdio perioperatório³.

6.2 ASPIRINA

Riscos concorrentes de sangramento e trombose representam um desafio importante durante o período perioperatório. A aspirina, um inibidor irreversível da ciclooxigenase-1, reduz a agregação plaquetária e o risco trombótico ao diminuir a produção de tromboxano A2, com riscos aumentados de sangramento associados. O estudo Perioperative Ischemic Evaluation-2⁸¹ testou o uso de aspirina perioperatória de rotina versus placebo em 10.010 pacientes com risco de complicações cardiovasculares programados para cirurgia não cardíaca.

Os pacientes designados para aspirina pré-operatória não tiveram taxas significativamente mais baixas de morte ou infarto do miocárdio, mas a aspirina foi associada ao aumento das taxas de sangramento. Somente um

terço dos pacientes tinha doença vascular estabelecida e menos de 5% apresentavam uso prévio de stent coronário⁸¹. Com isso, o uso rotineiro de aspirina no período perioperatório antes de cirurgia não cardíaca não é recomendado, embora sua terapia possa ser apropriada para alguns pacientes, caso os riscos isquêmicos superarem os riscos de sangramento³.

6.3 TERAPIA HIPOLIPEMIANTE E ESTATINAS

Dados observacionais e pequenos ensaios randomizados sugerem que a terapia hipolipemiante pode estar associada a menor risco cardiovascular perioperatório. Em uma análise retrospectiva e pareada por propensão de 204.885 pacientes submetidos à cirurgia não cardíaca, a prescrição de medicamentos hipolipemiantes durante a internação cirúrgica foi associada a menor mortalidade hospitalar em comparação com pacientes que não foram submetidos ao tratamento⁸². O estudo Lowering the Risk of Operative Complications Using Atorvastatin Loading Dose⁸³ designou aleatoriamente 648 pacientes não usuário de estatina com doença cardiovascular ou múltiplos fatores de risco para altas doses de atorvastatina ou placebo dentro de 18 horas antes da cirurgia não cardíaca, e continuou o tratamento por 7 dias de pós-operatório. A atorvastatina não reduziu complicações cardiovasculares maiores. Os resultados das meta-análises de ensaios randomizados são inconsistentes^{84,85}.

Embora os estudos randomizados não apoiem a prescrição de estatinas antes da cirurgia, as diretrizes da AHA/ACC sugerem que o início pré-operatório da terapia com estatinas é razoável antes da cirurgia vascular, sendo, de acordo com os autores, a terapia com estatinas possivelmente benéfica e com poucos efeitos adversos em pacientes com indicação de terapia hipolipemiante, como aqueles com diabetes ou doença cardiovascular aterosclerótica que serão submetidos a cirurgia de alto risco³.

6.4 INIBIDORES DA ENZIMA CONVERSORA DE ANGIOTENSINA E BLOQUEADORES DOS RECEPTORES DA ANGIOTENSINA

A segurança da prescrição de inibidores da enzima conversora da angiotensina (IECA) ou bloqueadores dos receptores da angiotensina (BRA) no dia da cirurgia não é clara. Em uma análise agrupada de 3 pequenos ensaios randomizados incluindo 188 participantes, a continuação perioperatória de IECA ou BRA foi associada ao aumento das taxas de hipotensão intraoperatória^{86,88}. Em um grande estudo observacional de 4.802 indivíduos submetidos a cirurgia não cardíaca, a descontinuação perioperatória de IECA ou BRA antes da cirurgia foi associada a um menor risco de hipotensão perioperatória e com menor risco do desfecho composto de lesão miocárdica após cirurgia não cardíaca, acidente vascular cerebral e mortalidade em 30 dias⁸⁹.

As diretrizes canadenses recomendam a descontinuação de IECA ou BRA por 24 horas antes da cirurgia não cardíaca e a retomada da terapia medicamentosa no segundo dia pós-operatório, quando o paciente estiver

hemodinamicamente estável⁶⁴. Diretrizes europeias, por sua vez, consideram importante a descontinuação temporária de IECA ou BRA antes da cirurgia quando prescritos para hipertensão, mas orientam sua continuação em pacientes estáveis com insuficiência cardíaca e disfunção sistólica ventricular esquerda⁵. As diretrizes da AHA/ACC, por sua vez, consideram razoável continuar a terapia com IECA ou BRA, e que se esses agentes forem descontinuados, eles devem ser reiniciados o mais rápido possível após a cirurgia³.

6.5 ANTICOAGULAÇÃO

A anticoagulação oral é indicada para prevenção de acidente vascular cerebral em pacientes com fibrilação atrial com risco de eventos tromboembólicos e como tratamento no tromboembolismo venoso ou doença cardíaca valvular. Em pacientes com fibrilação atrial, a anticoagulação geralmente é interrompida 2 a 5 dias antes da cirurgia não cardíaca – com base na farmacocinética do anticoagulante – para reduzir o risco de sangramento perioperatório. Em um estudo com 1.884 pacientes com fibrilação atrial designados aleatoriamente para terapia de ponte perioperatória com heparina de baixo peso molecular – após descontinuação da varfarina 5 dias antes da cirurgia – ou placebo, a incidência de tromboembolismo arterial não foi diferente entre os grupos (0,4% vs. 0,3% no grupo placebo), mas a anticoagulação ponte foi associada a mais sangramento perioperatório⁹⁰.

Em um estudo com 3.640 pacientes com fibrilação atrial em uso de anticoagulante oral direto, interrompendo o uso do anticoagulante oral 1 a 2 dias antes de um procedimento com baixo risco de sangramento, como, por exemplo, cirurgias oftalmológicas ou procedimentos odontológicos, e 2 a 4 dias antes de um procedimento com alto risco de sangramento, incluindo cirurgias ortopédicas ou cirurgias vasculares, sem terapia de ponte perioperatória foi associado a baixas taxas de tromboembolismo arterial⁹¹.

Com base nos dados disponíveis, a interrupção perioperatória da terapia de anticoagulação oral em pacientes com fibrilação atrial parece segura e a ponte perioperatória para pacientes com fibrilação atrial não deve ser realizada rotineiramente. Por outro lado, pacientes com válvulas mitrais mecânicas e aqueles em risco de eventos trombóticos com válvulas aórticas mecânicas devem receber anticoagulação ponte com heparina antes da cirurgia não cardíaca^{90,91}.

7. CUIDADOS PÓS-OPERATÓRIOS

A vigilância no período pós-operatório é essencial, uma vez que tanto a instabilidade homeostática como a hemostática provocam o risco de infarto do miocárdio mais frequentemente dentro de uma janela de 72 horas após a cirurgia. Isso exige atenção aos detalhes relativos às prescrições, oxigênio suplementar, analgesia e profilaxia de trombose venosa profunda (TVP), assim como observações clínicas, pontuações de alerta precoce e revisão

dos resultados sanguíneos. Hipotensão, hipóxia e anemia não detectadas, por exemplo, podem facilmente causar o risco de um círculo viscoso de isquemia cardíaca e renal, com confusão concomitante e um resultado adverso previsível. Com o retorno à ingestão oral, os medicamentos regulares devem, sempre que possível, ser retomados⁹².

REFERÊNCIAS

1. Furuichi Y, Sakamoto A. Perioperative cardiovascular evaluation and management for noncardiac surgery. *Masui*. 2014;63(3):287-95.
2. Flood C, Fleisher LA. Preparation of the cardiac patient for noncardiac surgery. *Am Fam Physician*. 2007;75(5):656-65.
3. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, et al; American College of Cardiology; American Heart Association. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(22):e77-e137.
4. Rao JY, Yeriswamy MC, Santhosh MJ, Shetty GG, Varghese K, Patil CB, et al. A look into LEE's score: Peri-operative cardiovascular risk assessment in noncardiac surgeries-usefulness of revised cardiac risk index. *Indian Heart J*. 2012;64(2):134-8.
5. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, Anker S, Bøtker HE, De Hert S, et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: Cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: Cardiovascular assessment and management of the European society of cardiology (ESC) and the European society of anaesthesiology (ESA). *Eur J Anaesthesiol*. 2014;31(10):517-73.
6. Wijeyesundera DN, Austin PC, Beattie WS, Hux JE, Laupacis A. Outcomes and processes of care related to preoperative medical consultation. *Arch Intern Med*. 2010;170(15):1365-74.
7. Halm EA, Browner WS, Tubau JF, Tateo IM, Mangano DT. Echocardiography for assessing cardiac risk in patients having noncardiac surgery. Study of peri-operative Ischemia research group. *Ann Intern Med*. 1996;125(6):433-41.
8. Fischer MO, Le Manach Y. Perioperative medicine: From theoretical guidelines to clinical practice. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2016;35(4):241-2.
9. Grocott MP, Plumb JO, Edwards M, Fecher-Jones I, Levett DZ. Re-designing the pathway to surgery: Better care and added value. *Perioper Med (Lond)*. 2017;6:9.

10. Glance LG, Lustik SJ, Hannan EL, Osler TM, Mukamel DB, Qian F, et al. The surgical mortality probability model: Derivation and validation of a simple risk prediction rule for noncardiac surgery. *Ann Surg.* 2012;255(4):696-702.
11. Wirthlin DJ, Cambria RP. Surgery-specific considerations in the cardiac patient undergoing noncardiac surgery. *Prog Cardiovasc Dis.* 1998;40(5):453-68.
12. Ford MK, Beattie WS, Wijeyesundera DN. Systematic review: Prediction of perioperative cardiac complications and mortality by the revised cardiac risk index. *Ann Intern Med.* 2010;152(1):26-35.
13. Maisel AS, Bhalla V, Braunwald E. Cardiac biomarkers: A contemporary status report. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med.* 2006;3(1):24-34.
14. Priebe HJ. Peri-operative myocardial infarction: Aetiology and prevention. *Br J Anaesth.* 2005;95(1):3-19.
15. Guay J, Choi P, Suresh S, Albert N, Kopp S, Pace NL. Neuraxial blockade for the prevention of post-operative mortality and major morbidity: An overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;1:CD010108.
16. Goldman L, Caldera DL, Nussbaum SR, Southwick FS, Krogstad D, Murray B, et al. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *N Engl J Med.* 1977;297:845-50.
17. Detsky AS, Abrams HB, McLaughlin JR, Drucker DJ, Sasson Z, Johnston N, et al. Predicting cardiac complications in patients undergoing non-cardiac surgery. *J Gen Intern Med.* 1986;1:211-9.
18. Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, Thomas EJ, Polanczyk CA, Cook F, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation.* 1999;100:1043-9.
19. Boersma E, Kertai MD, Schouten O, Bax JJ, Noordzij P, Steyerberg EW, et al. Perioperative cardiovascular mortality in noncardiac surgery: validation of the Lee cardiac risk index. *Am J Med.* 2005;118:1134-41.
20. Committee to Update the 1996 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery. ACC/AHA guideline update for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery executive summary a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation.* 2002;105:1257-67.
21. Mori F, Zuppiroli A. Preoperative cardiovascular assessment in non-cardiac surgery: The role of non-invasive procedures. *Ital Heart J Suppl.* 2003;4(1):19-27.

22. Howell SJ, Sear JW, Foex P. Hypertension, hypertensive heart disease and peri-operative cardiac risk. *Br J Anaesth.* 2004;92(4):570-83.
23. Wallace AW, Au S, Cason BA. Association of the pattern of use of peri-operative beta-blockade and post-operative mortality. *Anesthesiology.* 2010;113(4):794-805.
24. Mosterd A, Hoes AW. Clinical epidemiology of heart failure. *Heart.* 2007;93(9):1137-46.
25. Healy KO, Waksmonski CA, Altman RK, Stetson PD, Reyentovich A, et al. Peri-operative outcome and long-term mortality for heart failure patients undergoing intermediate- and high-risk noncardiac surgery: Impact of left ventricular ejection fraction. *Congest Heart Fail.* 2010;16(2):45-9.
26. Xu-Cai YO, Brotman DJ, Phillips CO, Michota FA, Tang WH, Whinney CM, et al. Outcomes of patients with stable heart failure undergoing elective noncardiac surgery. *Mayo Clin Proc.* 2008;83(3):280-8.
27. Meta-Analysis Global Group in Chronic Heart Failure. The survival of patients with heart failure with preserved or reduced left ventricular ejection fraction: An individual patient data meta-analysis. *Eur Heart J.* 2012;33(14):1750-7.
28. Hammill BG, Curtis LH, Bennett-Guerrero E, O'Connor CM, Jollis JG, Schulman KA, et al. Impact of heart failure on patients undergoing major noncardiac surgery. *Anesthesiology.* 2008;108(4):559-67.
29. Navarro LH, Bloomstone JA, Auler JO Jr., Cannesson, M., Rocca GD, Gan TJ, et al. Perioperative fluid therapy: A statement from the international Fluid Optimization Group. *Perioper Med (Lond).* 2015;4:3.
30. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, Dickstein K, et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012 of the European society of cardiology. Developed in collaboration with the heart failure association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail.* 2012;33(14):803-69.
31. Botto F, Alonso-Coello P, Chan MT, Villar JC, Xavier D, Srinathan S, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery: A large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes. *Anesthesiology.* 2014;120(3):564-78.
32. Szczeklik W, Devereaux PJ. Troponin T level and mortality risk after noncardiac surgery: Practical implications of the VISION study. *Pol Arch Med Wewn.* 2012;122(10):499-503.
33. Biccard BM, Rodseth RN. What evidence is there for intraoperative predictors of perioperative cardiac outcomes? A systematic review. *Perioper Med (Lond).* 2013;2(1):14.

34. Rossini R, Musumeci G, Visconti LO, Bramucci E, Castiglioni B, De Servi S, et al. Perioperative management of antiplatelet therapy in patients with coronary stents undergoing cardiac and non-cardiac surgery: A consensus document from Italian cardiological, surgical and anaesthesiological societies. *EuroIntervention*. 2014;10(1):38-46.
35. Pannell LM, Reyes EM, Underwood SR. Cardiac risk assessment before non-cardiac surgery. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(4):316-22.
36. Older P. Anaerobic threshold, is it a magic number to determine fitness for surgery? *Perioper Med (Lond)*. 2013;2(1):2.
37. Wolk MJ, Bailey SR, Doherty JU, Douglas PS, Hendel RC, Kramer CM, et al. ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/ SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(4):380-406.
38. Bach DS, Eagle KA. Perioperative assessment and management of patients with valvular heart disease undergoing noncardiac surgery. *Minerva Cardioangiol*. 2004;52(4):255-61.
39. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Barón-Esquivias G, Baumgartner H, Borger MA, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): The joint task force on the management of valvular heart disease of the European society of cardiology (ESC) and the European association for cardiothoracic surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2012;33(19):2451-96.
40. Markovi D, Janković R, Kovadević-Kostić N, Velinović M, Vranes M, Ivanović B, et al. The preoperative assessment of patients with valvular heart disease as a comorbidity. *Acta Chir Iugosl*. 2011;58(2):31-7.
41. Frogel J, Galusca D. Anesthetic considerations for patients with advanced valvular heart disease undergoing noncardiac surgery. *Anesthesiol Clin*. 2010;28(1):67-85.
42. Nishimura RA, Carabello BA, Faxon DP, Freed MD, Lytle BW, Patrick T, et al. ACC/AHA 2008 Guideline update on valvular heart disease: Focused update on infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52(8):676-85.
43. Brathwaite D, Weissman C. The new onset of atrial arrhythmias following major noncardiothoracic surgery is associated with increased mortality. *Chest*. 1998;114(2):462-8.
44. Sueda T. Non-cardiac surgery for patients with arrhythmia. *Nihon Geka Gakkai Zasshi*. 2005;106(5):349-51.
45. Walsh SR, Tang T, Wijewardena C, Yarham SI, Boyle JR, Gaunt ME. Postoperative arrhythmias in general surgical patients. *Ann R Coll Surg Engl*. 2007;89(2):91-5.

46. Kawano T, Oshita S. Preoperative evaluation and management of arrhythmia. *Masui*. 2010;59(7):854-7.
47. Amar D. Strategies for perioperative arrhythmias. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2004;18(4):565-77.
48. Dorman T, Breslow MJ, Pronovost PJ, Rock P, Rosenfeld BA. Bundle-branch block as a risk factor in noncardiac surgery. *Arch Intern Med*. 2000;160(8):1149-52.
49. Csontos C, Bogar L, Melczer L. Temporary pacemakers for noncardiac surgery. *Eur J Anaesthesiol*. 2003;20(7):581-2.
50. Boezaart AP, Clinton CW, Stanley A. Pre-operative prophylactic transvenous cardiac pacing for bifascicular heart block. *S Afr J Surg*. 1989;27(3):103-5.
51. Kawano T, Oshita S. Preoperative assessment of patient with implanted cardiac pacemakers and defibrillators. *Masui*. 2010;59(7):858-61.
52. Stone ME, Salter B, Fischer A. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *Br J Anaesth*. 2011;107(1):116-26.
53. American Society of Anesthesiologists. Practice advisory for the perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices: Pacemakers and implantable cardioverterdefibrillators: An updated report by the american society of anesthesiologists task force on perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *Anesthesiology*. 2011;114(2):247-61.
54. Jeger RV, Probst C, Arsenic R, et al. Long-term prognostic value of the preoperative 12-lead electrocardiogram before major noncardiac surgery in coronary artery disease. *Am Heart J*. 2006;151(2):508-513.
55. Noordzij PG, Boersma E, Bax JJ, et al. Prognostic value of routine preoperative electrocardiography in patients undergoing noncardiac surgery. *Am J Cardiol*. 2006;97(7):1103-1106.
56. van KleiWA, Bryson GL, Yang H, Kalkman CJ, Wells GA, BeattieWS. The value of routine preoperative electrocardiography in predicting myocardial infarction after noncardiac surgery. *Ann Surg*. 2007;246(2):165-170.
57. Rohde LE, Polanczyk CA, Goldman L, Cook EF, Lee RT, Lee TH. Usefulness of transthoracic echocardiography as a tool for risk stratification of patients undergoing major noncardiac surgery. *Am J Cardiol*. 2001;87(5):505-509.
58. Kertai MD, Bountiukos M, Boersma E, et al. Aortic stenosis: an underestimated risk factor for perioperative complications in patients undergoing noncardiac surgery. *Am J Med*. 2004;116(1):8-13.

59. Healy KO, Waksmonski CA, Altman RK, Stetson PD, Reventovich A, Maurer MS. Perioperative outcome and long-term mortality for heart failure patients undergoing intermediate- and high-risk noncardiac surgery: impact of left ventricular ejection fraction. *Congest Heart Fail*. 2010;16(2):45-49.
60. Hreybe H, Zahid M, Sonel A, Good CB, Shaver J, Saba S. Noncardiac surgery and the risk of death and other cardiovascular events in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Clin Cardiol*. 2006; 29(2):65-68.
61. Thompson RC, Liberthson RR, Lowenstein E. Perioperative anesthetic risk of noncardiac surgery in hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *JAMA*. 1985;254(17):2419-2421.
62. Lentine KL, Costa SP, Weir MR, et al; American Heart Association Council on the Kidney in Cardiovascular Disease and Council on Peripheral Vascular Disease; American Heart Association; American College of Cardiology Foundation. Cardiac disease evaluation and management among kidney and liver transplantation candidates: a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology Foundation: endorsed by the American Society of Transplant Surgeons, American Society of Transplantation, and National Kidney Foundation. *Circulation*. 2012;126(5):617-663.
63. Reilly DF, McNeely MJ, Doerner D, et al. Self-reported exercise tolerance and the risk of serious perioperative complications. *Arch Intern Med*. 1999;159(18):2185-2192.
64. Duceppe E, Parlow J, MacDonald P, et al. Canadian Cardiovascular Society guidelines on perioperative cardiac risk assessment and management for patients who undergo noncardiac surgery. *Can J Cardiol*. 2017;33(1):17-32.
65. Hlatky MA, Boineau RE, Higginbotham MB, et al. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol*. 1989;64(10):651-654.
66. Wijeyesundera DN, Pearse RM, Shulman MA, et al; METS Study Investigators. Assessment of functional capacity before major non-cardiac surgery: an international, prospective cohort study. *Lancet*. 2018;391(10140):2631-2640.
67. Das MK, Pellikka PA, Mahoney DW, et al. Assessment of cardiac risk before nonvascular surgery: dobutamine stress echocardiography in 530 patients. *J Am Coll Cardiol*. 2000;35(6):1647- 1653.
68. Labib SB, Goldstein M, Kinnunen PM, Schick EC. Cardiac events in patients with negative maximal versus negative submaximal dobutamine echocardiograms undergoing noncardiac surgery: importance of resting wall motion abnormalities. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(1):82-87.

69. Koshy AN, Ha FJ, Gow PJ, et al. Computed tomographic coronary angiography in risk stratification prior to non-cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Heart*. 2019; 105(17):1335-1342.
70. Sheth T, Chan M, Butler C, et al; Coronary Computed Tomographic Angiography and Vascular Events in Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation Study Investigators. Prognostic capabilities of coronary computed tomographic angiography before non-cardiac surgery: prospective cohort study. *BMJ*. 2015;350:h1907.
71. McFalls EO, Ward HB, Moritz TE, et al. Coronary-artery revascularization before elective major vascular surgery. *N Engl J Med*. 2004;351(27):2795-2804.
72. Hawn MT, Graham LA, Richman JS, Itani KM, Henderson WG, Maddox TM. Risk of major adverse cardiac events following noncardiac surgery in patients with coronary stents. *JAMA*. 2013;310(14):1462-1472.
73. Schulman-Marcus J, Feldman DN, Rao SV, et al. Characteristics of patients undergoing cardiac catheterization before noncardiac surgery: a report from the national cardiovascular data registry CathPCI Registry. *JAMA Intern Med*. 2016;176(5):611-618.
74. Rodseth RN, Biccard BM, Le Manach Y, et al. The prognostic value of pre-operative and post-operative B-type natriuretic peptides in patients undergoing noncardiac surgery: B-type natriuretic peptide and N-terminal fragment of pro-B-type natriuretic peptide: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(2):170-180.
75. Duceppe E, Patel A, Chan MTV, et al. Preoperative N-terminal pro-B-type natriuretic peptide and cardiovascular events after noncardiac surgery: a cohort study. *Ann Intern Med*. 2020;172 (2):96-104.
76. Lindenauer PK, Pekow P, Wang K, Mamidi DK, Gutierrez B, Benjamin EM. Perioperative beta-blocker therapy and mortality after major noncardiac surgery. *N Engl J Med*. 2005;353(4): 349-361. doi:10.1056/NEJMoa041895
77. London MJ, Hur K, Schwartz GG, Henderson WG. Association of perioperative β -blockade with mortality and cardiovascular morbidity following major noncardiac surgery. *JAMA*. 2013;309(16):1704-1713. doi:10.1001/jama.2013.4135
78. Wijeyesundera DN, Duncan D, Nkonde-Price C, et al. Perioperative beta blockade in noncardiac surgery: a systematic review for the 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(22):2406-2425.
79. Devereaux PJ, Yang H, Yusuf S, et al; POISE Study Group. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac

surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2008;371(9627):1839-1847.

80. FluWJ, van Kuijk JP, Chonchol M, et al. Timing of pre-operative beta-blocker treatment in vascular surgery patients: influence on post-operative outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56(23):1922-1929.

81. Devereaux PJ, Mrkoberada M, Sessler DI, et al; POISE-2 Investigators. Aspirin in patients undergoing noncardiac surgery. *N Engl J Med*. 2014; 370(16):1494-1503.

82. Lindenauer PK, Pekow P, Wang K, Gutierrez B, Benjamin EM. Lipid-lowering therapy and in-hospital mortality following major noncardiac surgery. *JAMA*. 2004;291(17):2092-2099.

83. Berwanger O, de Barros E Silva PG, Barbosa RR, et al; LOAD Investigators. Atorvastatin for high-risk statin-naïve patients undergoing noncardiac surgery: the Lowering the Risk of Operative Complications Using Atorvastatin Loading Dose (LOAD) randomized trial. *Am Heart J*. 2017;184:88-96.

84. Sanders RD, Nicholson A, Lewis SR, Smith AF, Alderson P. Perioperative statin therapy for improving outcomes during and after noncardiac vascular surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;7(7):CD009971.

85. Putzu A, de Carvalho E Silva CMPD, de Almeida JP, et al. Perioperative statin therapy in cardiac and non-cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Intensive Care*. 2018;8(1):95.

86. Coriat P, Richer C, Douraki T, et al. Influence of chronic angiotensin-converting enzyme inhibition on anesthetic induction. *Anesthesiology*. 1994;81 (2):299-307.

87. Bertrand M, Godet G, Meersschaert K, Brun L, Salcedo E, Coriat P. Should the angiotensin II antagonists be discontinued before surgery? *Anesth Analg*. 2001;92(1):26-30.

88. Schirmer U, Schürmann W. Preoperative administration of angiotensin-converting enzyme inhibitors. Article in German. *Anaesthesist*. 2007;56 (6):557-561.

89. Roshanov PS, Rochweg B, Patel A, et al. Withholding versus continuing angiotensin-converting enzyme inhibitors or angiotensin II receptor blockers before noncardiac surgery: an analysis of the vascular events in noncardiac surgery patients cohort evaluation prospective cohort. *Anesthesiology*. 2017;126(1):16-27.

90. Douketis JD, Spyropoulos AC, Kaatz S, et al; BRIDGE Investigators. Perioperative bridging anticoagulation in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2015;373(9):823-833.

91. Douketis JD, Spyropoulos AC, Duncan J, et al. Perioperative management of patients with atrial fibrillation receiving a direct oral anticoagulant. *JAMA Intern Med.* 2019.
92. Lees H, Charlesworth M. Anaesthesia for patients with cardiac disease undergoing non-cardiac surgery, *Anaesthesia & Intensive Care Medicine.* 2021;22(5):297-300.