

Érika Roberta Koch Frias
Jonathas Carlos de Lima
Mayara Ferreira Goldner
Ottávia de V. Z. Helbok
Samira Uziel

Resumo Eventos cardiovasculares adversos maiores, definidos como morte ou infarto do miocárdio, são causas comuns de mortalidade perioperatória e importante morbidade em pacientes submetidos a cirurgia não cardíaca. A redução do risco cardiovascular perioperatório relacionado à cirurgia não cardíaca exige uma avaliação gradual do paciente, considerando aspectos de risco clínicos, estado funcional e estresse estimado do procedimento cirúrgico. As principais diretrizes sobre avaliação de risco cardiovascular pré-operatório recomendam estabelecer se o risco da cirurgia é baixo, moderado ou alto e se trata de um procedimento eletivo ou urgente/emergente; avaliar a presença de condições cardíacas instáveis ou de uma recente revascularização para tratamento de doença coronariana, como intervenção coronária percutânea ou revascularização do miocárdio; verificar a capacidade funcional do paciente, geralmente expressa em marcadores metabólicos; determinar o valor de testes cardiovasculares não invasivos e/ou invasivos; e combinar esses dados para estimar o risco perioperatório de eventos adversos cardíacos graves. Esse tipo de abordagem é capaz de orientar os médicos na determinação de quais pacientes podem se beneficiar da terapia cardiovascular e/ou revascularização da artéria coronária antes da cirurgia não cardíaca, reduzindo, com isso, a incidência de morbidade e mortalidade perioperatória.

Palavras-chave: Cirurgia geral. Eventos cardíacos adversos. Período pré-operatório. Medição de risco. Assistência Perioperatória.

1. Introdução

Estimada entre 1 e 5%, a mortalidade perioperatória em cirurgia não cardíaca é em grande parte (cerca de 1/3) ocasionada por complicações cardiovasculares, identificadas, principalmente, em pacientes com condições cardíacas, como cardiopatia isquêmica, disfunção ventricular esquerda, valvopatia ou arritmias^{1,2}. A quantidade de pacientes submetidos à cirurgia indica uma tendência de aumento do número de idosos e de comorbidades associadas. A doença cardiovascular, por sinal, é a comorbidade mais comum em idosos que precisam se submetidos a um procedimento cirúrgico geral^{2,3}.

A morbidade e a mortalidade pós-cirurgias não cardíacas variam de forma considerável entre diferentes instituições de saúde e países. Atualmente, é possível encontrar discrepâncias significativas quanto ao uso de testes cardíacos pré-operatórios, especialmente em um contexto de orçamento restrito bastante comum⁴. A realização de consultas cardíacas pré-operatórias, a extensão da aplicação de testes pré-operatórios, o tipo de anestesia, os métodos para controle da dor pós-operatória, o monitoramento hemodinâmico, e a contrarregulação simpatoadrenérgica são alguns exemplos da discrepância médica existente⁵. Além disso, o uso de escores de risco na prática diária é insuficiente ou até ausente e a colaboração entre anesthesiologistas, cardiologistas, cirurgiões e intensivistas é, muitas vezes, insuficiente. Essa colaboração, no entanto, é de extrema importância para diminuir a morbidade perioperatória em pacientes de alto risco^{4,5}.

A partir dessa realidade, a medicina perioperatória pode ser considerada uma área emergente da medicina, sendo definida como a prática da abordagem médica centrada no paciente, multidisciplinar e integrada desde o momento em que a cirurgia se torna necessária até a recuperação total. Essa abordagem visa otimizar o bem-estar dos pacientes e reduzir a morbimortalidade perioperatória⁶. O período perioperatório corresponde ao intervalo pré-operatório imediato intra-hospitalar, juntamente com os intervalos intraoperatório e pós-operatório intra-hospitalar. Porém, em muitos estudos, o pós-operatório também pode significar um acompanhamento pós-cirúrgico de até 30 dias. O risco de complicações perioperatórias depende do estado geral do paciente, da presença de comorbidades e das características do procedimento cirúrgico⁵.

Geralmente, o risco operatório é classificado como baixo, intermediário ou alto. Muitos fatores, por sua vez, são capazes de afetar a ocorrência de complicações cardíacas durante ou após cirurgia não cardíaca, divididos em fatores relacionados ao paciente, incluindo estado geral, capacidade funcional e comorbidades cardíacas, e fatores relacionados ao procedimento, como tipo de cirurgia, pré-preparatório cirúrgico, entre outros⁷. A presença de história cardíaca prévia é um importante fator predisponente para eventos cardíacos perioperatórios. Hipertensão, insuficiência cardíaca, doença arterial coronariana, doença valvular cardíaca e arritmia cardíaca constituem as principais condições cardíacas, que devem ser reconhecidas e manejadas no período perioperatório².

Qualquer procedimento intervencionista pode provocar uma reação do organismo, iniciada por dor, estresse psicológico e lesão tecidual. O período perioperatório também costuma ser marcado pela condição de acamado – principalmente após cirurgias de grande porte –, que pode manifestar quadros de dor excessiva e permanecer por um longo período no hospital, enquanto durante a cirurgia ocorre uma possível mudança na temperatura corporal e de fluidos, além de perda de sangue. Reunidos, esses fatores contribuem para aumentar o tônus do nervo simpático, elevando a

demanda miocárdica de oxigênio com tendência a aumento da trombogenicidade, o que predispõe a complicações gerais e cardiovasculares⁸⁻¹⁰. O tipo de cirurgia e da anestesia utilizada (geral, locorregional e neuroaxial) são outros aspectos que afetam a morbidade perioperatória, o que torna a compreensão sobre esse tema tão relevante.

2. Riscos cardíacos associados à cirurgia não cardíaca

Os riscos cardíacos cirúrgicos incluem infartos do miocárdio não fatais e eventos cardíacos fatais. A incidência de infarto do miocárdio pós-operatório em pacientes do sexo masculino, com mais de 50 anos de idade, submetidos à cirurgia geral é de 0,7%, chegando a 3,1% nos procedimentos vasculares¹¹. O risco de complicação cardíaca pós-operatória depende da capacidade funcional, presença de comorbidades, idade do paciente e do tipo de cirurgia. A American Society of Anesthesiologist (ASA) estratificou o risco cirúrgico com base no estado funcional do paciente, comorbidades e urgência da cirurgia, correspondentes a¹²:

Classe I – pessoa saudável normal <80 anos

Classe II – doença sistêmica leve

Classe III – doença sistêmica grave, mas não incapacitante

Classe IV – doença sistêmica incapacitante que é constante ameaça à vida

Classe V – paciente com probabilidade de vida >24 horas, independentemente da cirurgia

E – cirurgia de emergência, nesse caso adicionando esse sufixo para qualquer classe acima, ou seja, IE, IIE, IIIE, IVE, VE.

As cirurgias associadas a riscos cardíacos elevados (>5%) incluem cirurgias de emergência de grande porte em idosos, cirurgias aórticas e vasculares, assim procedimentos arteriais periféricos e de longa duração. As cirurgias de risco intermediário (<5%) incluem endarterectomia carotídea, cirurgia de cabeça e pescoço, abdominal, intratorácica, de próstata e ortopédica. Cirurgias de baixo risco (<1%) envolvem os procedimentos endoscópicos, a cirurgia de mama, de catarata e procedimentos superficiais¹³. O risco estimado perioperatório de mortalidade associado à anestesia varia entre 0,05 e 10 casos para cada 10.000 casos¹⁴.

O risco de ocorrência de infarto do miocárdio perioperatório é de no máximo 24 a 48 horas após a cirurgia, com 60% dos casos não associados à dor torácica¹⁵. Os preditores de isquemia pós-operatória em pacientes submetidos a cirurgia não cardíaca incluem hipertrofia ventricular esquerda no eletrocardiograma (ECG), histórico de hipertensão, doença arterial coronariana definida, diabetes mellitus e uso de digoxina. Por isso, o

monitoramento pós-operatório de pacientes com alto risco de isquemia deve ser recomendado¹⁶.

3. Avaliações pré-operatórias

Pacientes cirúrgicos pode apresentar várias condições de saúde, exigindo diferentes estratégias de manejo perioperatório, o que torna os cuidados pré-operatórios essenciais para a redução de riscos perioperatórios e pós-cirúrgicos.

3.1 Riscos cardiovasculares

3.1.1 Hipertensão

Sozinha, a hipertensão é somente um fator de risco independente e menor para eventos cardíacos adversos em cirurgia não cardíaca. Porém, pacientes com hipertensão não controlada tendem a ter pressão arterial intraoperatória volátil, o que pode aumentar o risco. Geralmente, na hipertensão isolada, atrasar ou cancelar a cirurgia para testes cardíacos adicionais não é necessário¹⁷. Apesar da disponibilidade de diretrizes que recomendam a cirurgia eletiva, ela não deve ser adiada caso a pressão arterial sistólica esteja abaixo de 180 mmHg e a diastólica de 110 mmHg. O cancelamento da cirurgia devido ao controle perioperatório subótimo da hipertensão ainda é encontrado ocasionalmente¹⁸.

O tratamento da hipertensão pré-operatória pode ser complicado, e a condição é ainda agravada pelos fenômenos conhecidos como hipertensão mascarada e hipertensão do avental branco. A hipertensão do avental branco é uma pressão arterial elevada no ambiente clínico com uma pressão normal em casa, enquanto a mascarada é definida como uma pressão arterial normal na clínica, mas uma pressão arterial elevada fora da clínica¹⁹.

Pode ocorrer em até 10% da população geral e é importante, pois não é diagnosticada por exames médicos de rotina, mas apresenta um prognóstico adverso, tanto em relação a lesões em órgãos-alvo quanto a eventos cardiovasculares. Frequentemente, os pacientes são mais jovens e do sexo masculino, com estresse ou aumento da atividade física durante o dia, e, muitas vezes, são fumantes ou têm consumo excessivo de álcool. A hipertensão mascarada também foi descrita em pacientes hipertensos tratados e em crianças, em que pode ser um precursor da hipertensão sustentada²⁰.

Vários medicamentos estão disponíveis para reduzir a pressão arterial antes da cirurgia. Hipertensos apresentam maior labilidade da pressão arterial no intraoperatório, embora esse fato não seja associado com aumento da mortalidade em 30 dias. Os anestesistas também podem monitorar a flutuação hemodinâmica intraoperatória. As drogas anestésicas também afetam a pressão arterial, mas só devem ser usadas para manter uma profundidade ideal de anestesia, não para controlar a pressão arterial.

Portanto, é o tratamento do risco cardiovascular, e não a hipertensão em si, que é importante²¹.

Os anestesiologistas agora têm mais oportunidades de avaliar e otimizar a hipertensão antes da cirurgia. A princípio, a pressão arterial basal do paciente deve ser determinada, seja verificando seu registro de automonitoramento ou o registro de seu médico de cuidados primários¹⁸. Caso haja suspeita de hipertensão de longa data, uma avaliação de possíveis danos aos órgãos-alvo – incluindo hipertrofia ventricular esquerda, disfunção diastólica, doença arterial coronariana aterosclerótica, insuficiência cardíaca, lesão glomerular, isquemia tubular renal e insuficiência renal – deve ser feita²².

Para pacientes com pressão arterial sistólica <180 mmHg e pressão arterial diastólica <110 mmHg, os anti-hipertensivos devem ser mantidos no período perioperatório¹⁸. Naqueles com cirurgia eletiva de grande porte planejada e pressão sistólica ≥ 180 mmHg ou pressão diastólica ≥ 110 mmHg, a cirurgia deve ser adiada e o tratamento para redução da pressão arterial deve ser discutido. Pacientes com pressão diastólica ≥ 110 mmHg logo antes da cirurgia apresentaram risco aumentado de complicações, incluindo infarto do miocárdio e insuficiência renal²².

Ensaio clínico relataram um possível efeito benéfico dos betabloqueadores na prevenção de riscos cardíacos perioperatórios^{23,24}. Na sequência desses estudos iniciais, dados de uma meta-análise e do ensaio de avaliação isquêmica perioperatória (POISE) consideraram que, embora o início de betabloqueadores um dia ou menos em pacientes antes de cirurgia não cardíaca diminua as taxas de infarto do miocárdio não fatal, paradoxalmente aumenta o risco de acidente vascular cerebral, hipotensão, bradicardia e morte^{25,26}. O estudo POISE, no entanto, foi criticado por não usar uma dose titulada de betabloqueador – o início e a titulação desses medicamentos para a frequência cardíaca semanas antes da cirurgia têm sido defendidos –, pois há uma variabilidade farmacogenética significativa na resposta²⁷.

Existe alguma controvérsia sobre se é apropriado continuar com os inibidores da enzima conversora da angiotensina (ECA)/bloqueadores dos receptores da angiotensina-II (BRA) no período perioperatório. Existe um risco aumentado de hipotensão intraoperatória quando eles são continuados^{28,29}, associada de forma independente com aumento de infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral e morte, levando à recomendação de suspendê-los pelo menos 24 horas antes da cirurgia de grande porte^{30,31}. Outros estudos, porém, apresentaram resultados conflitantes, sem evidências suficientes para recomendar a suspensão das drogas no dia da cirurgia^{32,33}.

3.1.2 Disfunção diastólica

Na avaliação desses pacientes, uma história detalhada e exame clínico são essenciais para determinar a causa e quantificar sua gravidade. Considera-se que pacientes com histórico atual ou progresso de insuficiência cardíaca apresentam mais complicações perioperatórias, sendo essa uma variável prognóstica independente para todos os escores de risco cardíaco³⁴. Um ECG de 12 derivações deve ser feito para procurar isquemia miocárdica e arritmia. Não há evidência de alta qualidade sobre o uso de radiografia de tórax pré-operatória de rotina e não é obrigatória em pacientes com insuficiência cardíaca crônica estável³⁵. A ecocardiografia em repouso também não é recomendada para pacientes com insuficiência cardíaca crônica e estável. Sinais e sintomas de piora da insuficiência cardíaca, no entanto, requerem investigações para avaliar a gravidade da disfunção sistólica ou diastólica que orientará o manejo perioperatório³⁶.

Em pacientes com insuficiência cardíaca agudamente descompensada, a cirurgia deve ser adiada, se possível, e a opinião de um cardiologista deve ser solicitada para titulação da medicação necessária³⁷. Os biomarcadores cardíacos têm sido usados para prever o risco de eventos adversos graves pós-operatórios. As proteínas miofibrilares, como a troponina T e a troponina I, e os peptídeos natriuréticos, como o peptídeo natriurético cerebral (BNP) e o fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B (NT-proBNP), são liberados na circulação como resultado da lesão e do estresse dos miócitos. Vários estudos investigaram os valores prognósticos de BNP e NT-proBNP para prever eventos cardiovasculares maiores após cirurgia não cardíaca³⁸⁻⁴⁰.

Níveis elevados de BNP ou NT-proBNP no pós-operatório, em comparação com os níveis pré-operatórios, foram associados ao aumento de eventos cardíacos adversos. Porém, não está claro como adaptar o manejo perioperatório para melhorar os resultados em pacientes com BNP plasmático elevado ou NT-proBNP. Além dos peptídeos natriuréticos, um nível elevado de troponina no pós-operatório também demonstrou ser um preditor de mortalidade em 30 dias e resultados a longo prazo para pacientes submetidos a cirurgia não cardíaca⁴¹⁻⁴³. O infarto do miocárdio pós-operatório é difícil de diagnosticar, pois a maioria dos pacientes não apresenta sintomas, sendo detectado somente por monitoramento seriado da troponina sérica⁴¹. Por isso, recomenda-se que os pacientes de risco tenham seus níveis de troponina monitorados nos primeiros dias de pós-operatório, embora sejam necessários mais estudos para definir como a otimização cardíaca deve ser realizada no grupo mais vulnerável^{42,43}.

Há um crescente corpo de evidências apoiando resultados benéficos em pacientes com melhor condição física geral. Diretrizes para o diagnóstico e tratamento da insuficiência cardíaca aguda e crônica recomendam exercícios aeróbicos supervisionados para otimizar o estado funcional e

reduzir o risco de internação hospitalar⁴⁴. Maior estudo randomizado controlado multicêntrico sobre a eficácia e a segurança dos exercícios aeróbicos para pacientes com insuficiência cardíaca, HF-ACTION – que contou com mais de 2.000 participantes – registrou que, no desfecho composto primário de mortalidade ou de hospitalização por todas as causas, não houve diferença significativa entre treino físico supervisionado e cuidados habituais (educação e recomendação de exercícios regulares). Após o ajuste para variáveis prognósticas basais, porém, houve uma redução significativa, mas modesta, na mortalidade por todas as causas ou hospitalização por todas as causas no grupo de treinamento físico⁴⁵.

Outros estudos observaram melhora no estado funcional e na qualidade de vida após treinamento físico em pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida^{46,47}. Além disso, foi demonstrado que o treinamento físico melhora o consumo de oxigênio de pico em pacientes com insuficiência cardíaca⁴⁷⁻⁴⁹. Além disso, melhora a estrutura e a função cardíaca, com melhoras significativas na fração de ejeção do ventrículo esquerdo, nos volumes diastólico e sistólico finais observados em pacientes submetidos a treinamento físico aeróbico⁵⁰.

A importância clínica da reabilitação cardíaca está bem descrita, principalmente em pacientes com insuficiência cardíaca. Mas, as pesquisas sobre o uso de reabilitação pré-operatória, também conhecida como pré-habilitação, nesse grupo de pacientes são limitadas. Evidências preliminares mostram que o treinamento físico supervisionado pré-operatório melhora o resultado pós-operatório, relacionado a menor tempo de internação e menos complicações pós-operatórias^{51,52}. Dados de uma revisão sistemática destacaram que o treinamento aeróbico pré-operatório é eficaz na melhoria da aptidão física em pacientes planejados para cirurgia intra-abdominal e intratorácica⁵³.

3.1.3 Sopros cardíacos

Sopros cardíacos sistólicos são comuns. Em uma coorte não selecionada de pacientes idosos com fratura do colo do fêmur, 30% apresentavam estenose aórtica leve ou esclerose aórtica e 8% estenose aórtica moderada ou grave⁵⁴. Mas, o exame clínico sozinho não é sensível nem específico para avaliar sopros indiferenciados, e as lesões valvares, muitas vezes, não são percebidas pela ausculta^{55,56}. Também não é confiável no diagnóstico de doença combinada nas válvulas aórtica e mitral com sensibilidade de 55%⁵⁷. A capacidade de detectar sopros cardíacos diastólicos é ainda mais complexa, principalmente na presença de sopro sistólico, com sensibilidade de apenas 20 a 40%⁵⁵⁻⁵⁷.

Quando não detectados previamente, os sopros cardíacos podem ser encontrados durante a avaliação pré-operatória e estão entre os motivos mais comuns de encaminhamento a um cardiologista⁵⁸. Uma história abrangente e exame físico continuam a ser a base da avaliação, assim como o uso da

ecocardiografia no período perioperatório entre os anestesistas⁵⁹. Nos últimos anos, a ecocardiografia transtorácica pré-operatória está mais disponível para os anestesistas⁶⁰. O exame não é invasivo e pode ser concluído em 10 minutos em ambiente ambulatorial. Permite a detecção de lesões valvulares significativas e de derrame pericárdico e avaliação da função ventricular esquerda e direita. Foi demonstrado que anestesistas relativamente iniciantes podem diagnosticar a estenose aórtica e avaliar sua gravidade⁶¹.

Apesar da melhoria na precisão diagnóstica, ainda faltam evidências robustas que mostrem um resultado clínico positivo. Uma coorte retrospectiva, envolvendo mais de 250.000 pacientes com cirurgia não cardíaca eletiva, de risco intermediário a alto, não associou a ecocardiografia pré-operatória a melhor sobrevida ou menor tempo de internação⁶². Outros estudos, por sua vez, conseguiram demonstrar o impacto da ecocardiografia focalizada na melhoria do manejo perioperatório e no valor preditivo de eventos cardíacos perioperatórios^{63,64}.

3.1.4 Dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis

Os dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis, como marcapassos, cardioversores desfibriladores implantáveis (CDIs), dispositivos de terapia de ressincronização cardíaca (TRC) e monitores cardíacos implantáveis, estão se tornando cada vez mais comuns. Embora esses dispositivos tragam benefícios significativos, também apresentam desafios consideráveis para os profissionais de saúde. É importante destacar que a maioria dos pacientes que utiliza esses dispositivos está em um grupo de alto risco, devido ao seu estado físico. Por exemplo, pacientes com insuficiência biventricular avançada podem receber terapia de ressincronização cardíaca, o que torna o manejo perioperatório um desafio⁶⁵.

Durante a cirurgia, os dispositivos eletrônicos cardíacos implantáveis podem provocar interferência eletromagnética. O ambiente cirúrgico possui várias fontes dessa radiação, como monitores de potencial evocado, estimuladores nervosos, ablação por radiofrequência, litotripsia extracorpórea por ondas de choque e terapia eletroconvulsiva⁶⁶. Diferentes dispositivos podem reagir de diversas maneiras diante de uma interferência eletromagnética intensa, o que pode causar alteração na frequência, danos ao gerador de pulsos e ao tecido do cabo e mudança para um modo de reinicialização elétrica inadequado⁶⁷. Ao avaliar esses dispositivos, é necessário obter um histórico cardiovascular completo e informações sobre a tolerância à atividade do paciente, a fim de determinar a indicação para implantação e identificar sinais e sintomas de mau funcionamento, como tontura, síncope e deterioração do estado funcional⁶⁸.

É importante documentar cuidadosamente a última verificação do dispositivo e seguir as recomendações específicas do cardiologista. Recomenda-se, por exemplo, que a verificação do marca-passo corra a cada 12 meses, do CDI a cada 6 meses, e do dispositivo de TCR a cada 3-6 meses

antes da cirurgia⁶⁹. A revisão do eletrocardiograma ou a consulta com a equipe de cardiologia pode determinar se há dependência do dispositivo, e informações como o tipo e local do procedimento, posicionamento do paciente e fontes esperadas de interferência eletromagnética intraoperatória devem ser obtidas⁷⁰.

Em todas as circunstâncias, é fundamental manter uma comunicação estreita com o cirurgião e o cardiologista, especialmente se for esperada reprogramação antes e após a cirurgia. Os anestesiológicos têm o potencial e a oportunidade de fornecer um gerenciamento perioperatório estruturado para dispositivos cardíacos implantáveis antes da cirurgia⁶⁵. Foi relatado um programa piloto de anestesiológicos nos Estados Unidos que foram treinados para oferecer gerenciamento básico desses dispositivos, incluindo verificação e reprogramação, nas áreas de espera pré-operatória e recuperação, com suporte especializado, se necessário. Acredita-se que, em colaboração com os serviços de eletrofisiologia e cardiologia, os anestesiológicos possam desempenhar um papel mais proativo no manejo desses pacientes, reduzindo assim as consultas entre departamentos e o tempo de espera do paciente antes da cirurgia⁶⁹.

Para pacientes dependentes de marca-passo com alto risco de interferência eletromagnética, geralmente é necessário reprogramá-los temporariamente para o modo assíncrono (sem detecção). Da mesma forma, para aqueles com CDIs, o dispositivo deve ser reprogramado para suspender a função de antitaquicardia e evitar a aplicação de choque indesejado. Dispositivos com funções avançadas, como função de resposta em frequência e modo de suspensão/descanso, devem ter essas funções desativadas⁶⁸.

3.2 Riscos pulmonares

Além dos problemas cardiovasculares, complicações nos pulmões, como pneumonia, hipoventilação e atelectasia, ocorrem em aproximadamente 1/3 dos pacientes no pós-cirúrgico e representam 50% da mortalidade geral. O teste pulmonar pré-operatório é recomendado para pacientes suspeitos de doença pulmonar, aqueles com mais de 10 anos de histórico de tabagismo (mais de 10 pacotes/ano) e com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). O volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) é considerado o melhor indicador de risco cirúrgico. Pacientes com VEF1 acima de 2 podem ser operados com segurança, enquanto aqueles com VEF1 abaixo de 1 apresentam alto risco de complicações pulmonares no pós-operatório. A realização de radiografia de tórax é recomendada nos casos de doença pulmonar crônica, tuberculose pulmonar e para aqueles submetidos a cirurgia torácica ou abdominal. A avaliação da gasometria arterial pode ser reservada para pacientes com DPOC grave. Medidas pré-operatórias para reduzir os riscos pulmonares incluem interrupção do tabagismo, preferencialmente várias semanas antes da cirurgia, uso de

broncodilatadores e tratamento da bronquite crônica. No pós-operatório, para pacientes com doença pulmonar crônica, é recomendada a realização de espirometria incentivadora, uso de broncodilatadores, fisioterapia respiratória e início precoce da mobilização⁷¹.

3.3 Riscos hematológicos

Outro ponto importante do processo pré-operatório é a avaliação de possíveis riscos de sangramento, o que inclui o uso de agentes anti-inflamatórios não esteroides, os distúrbios hereditários ou os fatores plaquetários, a deficiência de fatores de coagulação ou o tratamento com anticoagulantes. Os anti-inflamatórios não esteroides, como a aspirina, devem ser descontinuados 1 semana antes e a varfarina interrompida 5 dias antes da realização de procedimentos eletivos. Pacientes com válvulas protéticas mecânicas devem interromper o uso de varfarina vários dias antes do procedimento e serem administrados com heparina de baixo peso molecular (HBPM). A HBPM pode ser suspensa de 12 a 24 horas antes da cirurgia e reiniciada no pós-operatório, juntamente com a varfarina, quando considerada segura⁷².

É recomendado que um hematologista esteja envolvido no cuidado de casos de distúrbios hereditários ou fatores plaquetários e deficiência de fatores de coagulação. Pacientes cirúrgicos com alto risco de tromboembolismo venoso correspondem a obesos, idosos submetidos a cirurgias prolongadas ou cirurgias de quadril, pacientes com histórico de câncer, tromboembolismo venoso anterior, distúrbios hereditários de trombose ou uso de estrogênio. Essas condições exigem o uso profilático de HBPM, heparina não fracionada ou varfarina, mobilização precoce e dispositivos de compressão pneumática intermitente⁷².

3.4 Riscos endócrinos

Várias condições endócrinas podem afetar o risco perioperatório, a exemplo de diabetes mellitus, distúrbios da tireoide e insuficiência adrenal secundária, devido ao uso prévio de corticosteroides. Pacientes com diabetes mal controlado têm maior probabilidade de desenvolver infecções em feridas. Por isso, é desejável que o controle glicêmico esteja pelo menos moderadamente estável antes da cirurgia. O uso de hipoglicemiantes orais deve ser interrompido na manhã da cirurgia, de metformina 48 horas antes e de clorpropamida (devido à sua meia-vida prolongada) entre 48 e 72 horas antes. A insulina regular, por sua vez, precisa ser suspensa na manhã da cirurgia, com metade da dose de insulina NPH sendo administrada⁷³.

Testes de função autonômica de rotina não são recomendados, embora pacientes com distúrbios autonômicos devam ser monitorados cuidadosamente durante o perioperatório e pós-operatório para evitar alterações hemodinâmicas e hipotermia. O distúrbio cardiovascular subjacente também pode complicar a avaliação pré-operatória dos diabéticos.

Estudos em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca indicaram que aqueles com hiperglicemia intraoperatória mais elevada podiam apresentar mais complicações, como fibrilação atrial, parada cardíaca, pneumonia e infecção do trato urinário nos 30 dias seguintes à cirurgia cardíaca. Um aumento de 20 mg/dl na média da glicose foi associado a um crescimento de 30% nos resultados adversos. Portanto, é importante manter os níveis séricos de glicose abaixo de 150 mg/dl no período pós-operatório⁷³.

Os casos de hipotireoidismo apresentam baixo risco cirúrgico, possibilitando a continuidade do tratamento hormonal conforme prescrito. O hipotireoidismo descontrolado, no entanto, pode indicar uma metabolização mais lenta dos agentes anestésicos. A tireotoxicose não controlada representa um alto risco de tempestade tireoidiana. Nesse caso, a cirurgia eletiva deve ser adiada por pelo menos 3 meses ou até que o paciente esteja em estado de eutireoidismo. Em casos de cirurgia de emergência, recomenda-se o pré-tratamento com propranolol e propiltiouracil. A insuficiência adrenal secundária, por sua vez, deve ser investigada em pacientes tratados com corticosteroides a longo prazo ou submetidos a tratamento de pelo menos 2 semanas no ano anterior. Essas condições exigem doses de reposição de corticosteroides no período pré e perioperatório⁷⁴.

3.5 Riscos nutricionais

A desnutrição e a hipoalbuminemia estão relacionadas à morbidade e mortalidade pós-cirúrgicas. Uma queda nos níveis de albumina sérica de mais de 4,6 g/dl para menos de 2,1 g/dl tem sido associada a um aumento da taxa de mortalidade de menos de 1 a 29% e na morbidade de 10 a 65%. Pacientes gravemente desnutridos (com perda de peso corporal acima de 15%) podem se beneficiar de intervenção nutricional pré-operatória⁷⁵.

3.6 Riscos nos demais órgãos

Pacientes com doença hepática crônica apresentam alto risco de prolongamento da recuperação da anestesia e de intubação. Nesse caso, é necessário realizar uma avaliação inicial do tempo de protrombina e ensaios de tempo parcial de tromboplastina nesses pacientes, além de monitorá-los quanto a complicações hemorrágicas. Casos de insuficiência renal requerem cuidadosa monitorização para evitar hipotensão, desequilíbrios de fluidos e eletrólitos, assim como nefrotoxicidade causada por antibióticos. Nos casos de insuficiência renal em estágio terminal, pode ser necessário realizar diálise 12 horas antes do procedimento e novamente de 12 a 24 horas após a cirurgia, a fim de otimizar o equilíbrio de fluidos e eletrólitos. O procedimento eletivo deve ser adiado nas infecções agudas graves⁷⁵.

4. Exames pré-cirúrgicos

Normalmente, exames pré-cirúrgicos são realizados para identificar possíveis riscos cardíacos. Pequenas anormalidades nos resultados, no entanto, nem sempre significam atraso no procedimento. Quando indicados, exames específicos devem ser recomendados com base no histórico clínico dos pacientes⁷⁶. Biomarcadores séricos, ECG e exames cardíacos de imagem não invasivos podem representar um importante valor diagnóstico/prognóstico agregado na avaliação de pacientes com Índice de Risco Cardíaco Revisado (IRCR) ≥ 1 e/ou <4 de equivalente metabólico (MET)⁷⁷.

4.1. Biomarcadores

Diretrizes internacionais recomendam a medição do BNP ou do NT-proBNP – principalmente em pacientes administrados com sacubitril-valsartana – antes da cirurgia para aumentar a estratificação do risco cardíaco perioperatório nos casos de risco elevado, ou seja, pacientes com 65 anos de idade ou mais ou com 45 a 64 anos de idade e pontuação RCRI ≥ 1 . Além disso, as medições diárias de troponina juntamente com o ECG são indicadas após 48 a 72 horas da cirurgia em pacientes com doença arterial coronariana evidente/suspeita e/ou valores anormais de peptídeo natriurético pré-operatório (BNP >9 2 ng/L ou NT-proBNP >300 ng/L)³⁶.

4.2 ECG

O ECG pré-operatório de rotina, em repouso, deve ser realizado em pacientes com pontuação RCRI ≥ 1 ou baixa capacidade funcional (<4 METs). Também pode-se considerar a realização de ECG em pacientes com fatores de risco cardiovascular evidentes e/ou doenças submetidas a cirurgia de baixo risco. Em relação a isso, os sinais de ECG de potencial doença cardíaca subjacente – arritmias como fibrilação atrial (FA)/flutter e complexos ventriculares prematuros, hipertrofia ventricular esquerda, bloqueio de ramo esquerdo e alterações isquêmicas – devem ser cuidadosamente avaliados e interpretados com base nas características clínicas dos pacientes^{77,78}.

4.3. Ecocardiografia transtorácica

A ecocardiografia transtorácica, com doppler colorido, em repouso, é a ferramenta mais versátil para avaliar a estrutura e a função do coração⁷⁹. Porém, esse exame de rotina não é indicado durante a avaliação cardiovascular pré-operatória, mas pode ser útil em pacientes com risco cirúrgico intermediário/alto (RCRS ≥ 1) e/ou com baixa capacidade funcional (<4 METs)^{77,78}.

4.4 Teste de estresse

O teste de estresse de imagem cardíaca não invasiva – ecocardiografia de estresse, tomografia computadorizada por emissão de

fóton único (SPECT) e ressonância magnética cardíaca – geralmente é realizado em pacientes com baixa capacidade funcional (<4 METs) e candidatos a cirurgia não cardíaca de risco intermediário-alto (RCRI ≥ 1), para detectar a presença e definir a extensão da isquemia induzida por estresse. O teste negativo está associado a baixa incidência de eventos cardíacos perioperatórios – alto valor preditivo negativo, mas baixo valor preditivo positivo (entre 25 e 45%)^{36,80}. O tipo de teste de esforço deve ser escolhido de acordo com as características clínicas do paciente, juntamente com a disponibilidade e experiência local. Praticamente todos os pacientes que devem atingir uma carga de trabalho satisfatória precisam ser submetidos a um teste ergométrico (esteira, bicicleta reclinada) em vez do teste farmacológico (vasodilatadores, como dipiridamol e adenosina, ou inotrópicos, como dobutamina)⁸¹.

4.5 Angiografia coronária

As indicações para angiografia coronária (AC) convencional pré-operatória estão concentradas em uma coorte de pacientes altamente selecionada. Diretrizes internacionais recomendam AC em pacientes instáveis agendados para cirurgia eletiva⁷⁸. O procedimento também é indicado para casos de pacientes instáveis, que precisam ser submetidos à cirurgia de urgência. Além disso, em pacientes estáveis selecionados (RCRI ≥ 1 e/ou ≤ 4 METs), a AC geralmente é precedida e desencadeada por um teste de esforço de imagem positivo para isquemia moderada/grave^{77,78}. No entanto, a decisão de indicação da AC depende de um consenso multidisciplinar entre cardiologistas, anesthesiologistas e cirurgiões, levando em consideração o cenário clínico abrangente baseado em um único paciente⁷⁸.

4.6 Angiografia coronária por tomografia computadorizada

Na prática clínica diária, a maioria dos pacientes submetidos a grandes cirurgias não cardíacas precisa realizar uma tomografia computadorizada (TC) com contraste para avaliação vascular, ou seja, angiotomografia, e/ou para fins oncológicos, como estadiamento, reestadiamento, entre outros. Com a tecnologia de TC de última geração disponível, atualmente não faz muita diferença incluir a angiografia coronária por tomografia computadorizada (ACTC) na TC com contraste aprimorado. Porém, é preciso considerar que ACTC não se trata apenas de um exame complementar, mas sim de um recurso de melhora real da estratificação de risco cardiovascular em pacientes submetidos a cirurgias e procedimentos de alto risco. Por isso, é necessária uma avaliação criteriosa dos pacientes que não se beneficiariam adequadamente dessa avaliação⁸².

4.7 Ressonância magnética cardíaca

A ressonância magnética cardíaca (RMC) sob estresse pode ser utilizada para estratificação de risco na avaliação de isquemia miocárdica por

meio da aplicação de gadolínio – um agente de contraste – em repouso e após a administração de um agente farmacológico estressor, que tanto pode ser um inotrópico/cronotrópico positivo ou agentes vasodilatadores. O suprimento sanguíneo reduzido em repouso é observado em pacientes com isquemia miocárdica ou fibrose, enquanto a primeira passagem prejudicada do agente de contraste realizada durante o estresse farmacológico pode detectar estenose da artéria coronária que limita o fluxo. Além disso, entre as massas cardíacas, o baixo suprimento sanguíneo pode ajudar a diferenciar os trombos murais de outras massas. Devido à sua precisão e reprodutibilidade, a RMC também é capaz de fornecer informações confiáveis sobre a morfologia e massas cardíacas, função cardíaca global e regional e viabilidade miocárdica por meio da injeção venosa periférica do agente de contraste à base de gadolínio^{83,84}.

5. Manejo de medicações cardíacas

O uso de estatinas no período perioperatório é controverso, mas deve ser continuado em pacientes que já fazem uso, devido ao efeito benéfico relacionado a sua propriedade pleiotrópica⁸⁵. Para evitar os eventos adversos da condição acamada e o risco de hipercoagulação, os antitrombóticos são indicados em quase todos os pacientes na fase perioperatória. Pacientes com problemas cardíacos prévios que estão tomando antiplaquetários ou anticoagulantes devem ser tratados adequadamente, considerando os possíveis riscos e os benefícios da ponte para heparina de baixo peso molecular⁸⁶⁻⁸⁸.

Nos casos de stents coronarianos, os riscos trombóticos e hemorrágicos individuais devem ser avaliados, sendo a cirurgia não cardíaca eletiva preferencialmente realizada pelo menos 6 meses após seu implante. Em estudo, Rossini et al⁸⁹ relataram que a aspirina pode ser continuada no perioperatório na maioria dos pacientes com stents coronários. Em pacientes com baixo risco de sangramento, a terapia antiplaquetária dupla também deve ser mantida. No entanto, se o risco de sangramento for significativo e o tratamento antiplaquetário for interrompido, a terapia perioperatória com inibidores intravenosos de glicoproteína IIb/IIIa de ação curta deve ser considerada⁸⁹.

A atividade hipersimpática no período perioperatório, relacionada ao medo, à dor e ao estresse cirúrgico, resulta em taquicardia, vasoconstrição e estado de hipercoagulabilidade. Os pacientes em terapia com betabloqueadores normalmente são mantidos nessa terapia benéfica, mas outros – ou seja, aqueles com taquicardia basal – também podem se beneficiar da terapia com betabloqueadores, devido ao seu benefício perioperatório relacionado a uma diminuição da morbidade e mortalidade^{90,91}. A antibioprofilaxia, por sua vez, é considerada útil no período perioperatório em pacientes com valvopatia, com a finalidade de minimizar o risco de endocardite infecciosa⁹².

6. Papel do anestesiológico e cuidados perioperat6rios

Enquanto o papel principal do cardi6logo 6 de avaliar a condi76o card6aca e prevenir complica76es cardiovasculares durante o procedimento e no p6s-cir6rgico, o anestesiol6gico tem uma participa76o mais ampla nesse processo, precisando, nesse caso, avaliar o estado geral do paciente, al6m de exigir coopera76o interdisciplinar, sempre que necess6rio, com a finalidade de otimizar o pr6-operat6rio, estar atento aos dist6rbios existentes e diminuir o risco perioperat6rio geral⁹³. O papel do anestesiol6gico, portanto, 6 essencial, uma vez que abrange desde a avalia76o pr6-operat6ria, 6 t6cnica de anestesia operat6ria, at6 o manejo p6s-operat6rio. A t6cnica anest6sica come76a com a pr6-medica76o, importante para reduzir o estresse cir6rgico, seguida de anestesia intraprocedimento eficaz para, finalmente, se obter a recupera76o (despertar) da anestesia⁹⁴.

Na fase pr6-operat6ria, o anestesiol6gico deve analisar o risco cir6rgico global. Nesse caso, s6o revistos todos os sistemas, nomeadamente, respirat6rio, renal e end6crino, avaliando-se tamb6m a capacidade funcional. Tamb6m relevante nesse processo, o equivalente metab6lico (MET) ≤ 3 representa uma capacidade funcional pobre e 6 considerado um fator de risco pr6-operat6rio significativo⁹⁵. As t6cnicas de anestesia normalmente utilizadas nos procedimentos cir6rgicos se referem 6 anestesia geral, t6cnicas neuraxiais, anestesia regional e anestesia monitorada. Durante a cirurgia, muitas mudan76as ocorrem no organismo, sendo essas altera76es correspondentes, principalmente, a aspectos hemodin6micos, end6crinos e metab6licos, podendo ser uma rea76o ao estresse cir6rgico ou consecutivas a agentes anest6sicos, 6 intuba76o endotraqueal e ao desequil6brio de fluidos perioperat6rios e potencial perda de sangue. Em todos os casos, 6 importante implementar uma t6cnica anest6sica personalizada, de acordo com a condi76o do paciente. Deve-se lembrar que a resposta ao estresse 6 cirurgia 6 um tipo de rea76o fisiol6gica e, portanto, a supress6o total da resposta end6crina ao estresse pode ser perigosa⁹⁶.

Da mesma forma, uma rea76o neuroend6crina substancial durante a cirurgia pode resultar em disfun76o hemodin6mica, ou seja, em pacientes com insufici6ncia card6aca⁹⁶. A resposta ao estresse 6 modulada durante a cirurgia de acordo com o tipo de anestesia e tipo de agentes utilizados. Por exemplo, com anestesia local, h6 bloqueio aferente, enquanto com anestesia geral, h6 modula76o central. A anestesia neuraxial inclui anestesia raquidiana e peridural e produz uma menor resposta ao estresse devido ao bloqueio do nervo simp6tico, provocando vasodilata76o e, 6s vezes, hipotens6o significativa. No entanto, quando comparada 6 anestesia geral, a anestesia neuraxial est6 associada a menor morbidade e mortalidade, especialmente em pacientes de alto risco⁹⁷. Por6m, a anestesia neuraxial pode ser prejudicial em pacientes com estenose a6rtica grave, onde a vasodilata76o perif6rica significativa pode piorar o estado hemodin6mico⁹⁸.

A dor pós-operatória gera uma resposta fisiológica ao estresse, que envolve aumento da frequência cardíaca, volume sistólico e resistência periférica devido ao aumento da atividade simpática. Todas essas mudanças aumentarão o trabalho miocárdico e a demanda de oxigênio. Consequentemente, diferentes regimes de controle da dor estão disponíveis, como antálgicos clássicos sozinhos ou em associação com anti-inflamatórios não esteroides, opioides intravenosos ou analgesia neuraxial⁹⁹. É necessário sempre observar que as complicações pós-operatórias não cardíacas geralmente são tratadas pelo anestesiológico. Entre as possíveis complicações, as pulmonares são relativamente mais frequentes. Idade avançada, maior duração do procedimento e condições pulmonares pré-existentes são fatores de risco para as complicações pulmonares pós-operatórias¹⁰⁰.

Referências

1. Furuichi Y, Sakamoto A. Perioperative cardiovascular evaluation and management for noncardiac surgery. *Masui*. 2014;63(3):287–295.
2. Flood C, Fleisher LA. Preparation of the cardiac patient for noncardiac surgery. *Am Fam Physician*. 2007;75(5):656–665.
3. 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 non-cardiac surgeries-usefulness of revised cardiac risk index. *Indian Heart J*. 2012;64(2):134–138.
4. 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):1365–1374.
5. Fischer MO, Le Manach Y. Perioperative medicine: From theoretical guidelines to clinical practice. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2016;35(4):241–242.
6. Grocott MP, Plumb JO, Edwards M, Fecher-Jones I, Levett DZ. Re-designing the pathway to surgery: Better care and added value. *Perioper Med*. 2017;6:9.
7. 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.
8. 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.

9. Maisel AS, Bhalla V, Braunwald E. Cardiac biomarkers: a contemporary status report. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2006;3(1):24–34.
10. Priebe HJ. Peri-operative myocardial infarction: a etiology and prevention. *Br J Anaesth*. 2005;95(1):3–19.
11. Ashton CM, Petersen NJ, Wray NP, et al. The incidence of perioperative myocardial infarction in men undergoing noncardiac surgery. *Ann Intern Med*. 1993;118:504–510.
12. Dripps RD, Echenhoff JE, Vandorn D eds. *Introduction to anesthesia: the principles of safe practice*. WB Saunders Co, Philadelphia. 1988;17.
13. Evers A. Cellular and molecular mechanisms of anaesthesia. In: Parul G, Barash EA (Eds). *Clinical anesthesia*, Lippincott-Raven, Philadelphia. 1996;119–136.
14. Chan RPC, Auler Junior JOC. Estudo retrospectivo da incidência de óbitos anestésico-cirúrgicos nas primeiras 24 horas: revisão de 82.641 anestésias. *Rev Bras Anesthesiol*. 2002;52(6):719–727.
15. Merli GJ, Weitz HH eds. *Medical management of the surgical patient*. W B. Saunders Co, Philadelphia. 1998.
16. Hollenberg M, Mangano DT, Browner WS, et al. Predictors of postoperative myocardial ischemia in patients undergoing noncardiac surgery. The Study of Perioperative Ischemia Research Group. *JAMA*. 1992;268:205–209.
17. Kheterpal S, O'Reilly M, Englesbe MJ, et al. Pre-operative and intraoperative predictors of cardiac adverse events after general, vascular, and urological surgery. *Anesthesiology*. 2009; 110: 58–66.
18. Hartle A, McCormack T, Carlisle J, et al. The measurement of adult blood pressure and management of hypertension before elective surgery: joint guidelines from the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland and the British Hypertension Society. *Anaesthesia*. 2016;71:326–337.
19. Anstey DE, Pugliese D, Abdalla M, Bello NA, Givens R, Shimbo D. An update on masked hypertension. *Curr Hypertens Rep*. 2017;19:94.
20. Messerli FH, Cotiga D. Masked hypertension and white-coat hypertension: therapeutic navigation between scylla and charybdis. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 46:516–517.

21. Levin MA, Fischer GW, Lin HM, McCormick PJ, Krol M, Reich DL. Intraoperative arterial blood pressure lability is associated with improved 30 day survival. *BJA*. 2015;115:716–726.
22. Wolfsthal SD. Is blood pressure control necessary before surgery? *Med Clin North Am*. 1993;77:349–363.
23. Lindenauer PK, Pekow P, Wang K, Mamidi DK, Gutierrez B, Benjamin EM. Perioperative beta-blocker therapy and mortality after major noncardiac surgery. *NEJM*. 2005;353:349–361.
24. Mangano DT, Layug EL, Wallace A, Tateo I. Effect of atenolol on mortality and cardiovascular morbidity after noncardiac surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *NEJM*. 1996;335:1713–1720.
25. Wijesundera 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. *Circulation*. 2014;130: 2246–2264.
26. Group PS, Devereaux PJ, Yang H, et al. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing noncardiac surgery (POISE trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2008; 371: 1839–1847.
27. Chan SW, Hu M, Tomlinson B. The pharmacogenetics of beta-adrenergic receptor antagonists in the treatment of hypertension and heart failure. *Expert Opin Drug Metab Toxicol*. 2012;8:767–790.
28. Bertrand M, Godet G, Meersschaert K, Brun L, Salcedo E, Coriat P. Should the angiotensin II antagonists be discontinued before surgery? *Anesth Analg*. 2001;92:26–30.
29. Ryckwaert F, Colson P. Hemodynamic effects of anesthesia in patients with ischemic heart failure chronically treated with angiotensin-converting enzyme inhibitors. *Anesth Analg*. 1997; 84:945–949.
30. Twersky RS, Goel V, Narayan P, Weedon J. The risk of hypertension after pre-operative discontinuation of angiotensin-converting enzyme inhibitors or angiotensin receptor antagonists in ambulatory and same-day admission patients. *Anesth Analg*. 2014;118:938–944.
31. 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: 16–27.

32. da Costa VV, Caldas AC, Nunes LG, Beraldo PS, Saraiva RA. Influence of angiotensin-converting enzyme inhibitors on hypotension after anesthetic induction: is the pre-operative discontinuation of this drug necessary? *Rev Bras Anesthesiol.* 2009;59:704–715.
33. Ling Q, Gu Y, Chen J, et al. Consequences of continuing renin angiotensin aldosterone system antagonists in the preoperative period: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiology.* 2018;18:26.
34. Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation.* 1999;100: 1043–1049.
35. Apfelbaum JL, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice advisory for preanesthesia evaluation: an updated report by the American Society of Anesthesiologists. *Anesthesiology.* 2012;116:522–538.
36. 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. *CJC.* 2017;33:17–32.
37. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, et al. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64:e77–137.
38. Rodseth RN, Lurati Buse GA, Bolliger D, et al. The predictive ability of pre-operative B-type natriuretic peptide in vascular patients for major adverse cardiac events: an individual patient data meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58:522–529.
39. Farzi S, Stojakovic T, Marko T, et al. Role of N-terminal pro B type natriuretic peptide in identifying patients at high risk for adverse outcome after emergent non-cardiac surgery. *BJA.* 2013;110:554–560.
40. Karthikeyan G, Moncur RA, Levine O, et al. Is a pre-operative brain natriuretic peptide or N-terminal pro-B-type natriuretic peptide measurement an independent predictor of adverse cardiovascular outcomes within 30 days of noncardiac surgery? A systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54:1599–1606.
41. Devereaux PJ, Chan MT, Alonso-Coello P, et al. Association between postoperative troponin levels and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *J Am Coll Cardiol.* 2012;307:2295–2304.

42. 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;63:170–180.
43. Marston N, Brenes J, Garcia S, et al. Peak postoperative troponin levels outperform pre-operative cardiac risk indices as predictors of long-term mortality after vascular surgery Troponins and postoperative outcomes. *J Crit Care*. 2012;27:66–72.
44. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2016;37:2129–2200.
45. O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HFACTION randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol*. 2009;301: 1439–1450.
46. Flynn KE, Pina IL, Whellan DJ, et al. Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure: HFACTION randomized controlled trial. *JAMA*. 2009;301:1451–1459.
47. Taylor RS, Sagar VA, Davies EJ, et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;27:CD003331.
48. Tucker WJ, Nelson MD, Beaudry RI, et al. Impact of exercise training on peak oxygen uptake and its determinants in heart failure with preserved ejection fraction. *CFR*. 2016;2:95–101.
49. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, Purcaro A. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation*. 1999;99:1173–1182.
50. Haykowsky MJ, Liang Y, Pechter D, Jones LW, McAlister FA, Clark AM. A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure patients: the benefit depends on the type of training performed. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49:2329–2336.
51. Barakat HM, Shahin Y, Khan JA, McCollum PT, Chetter IC. Preoperative supervised exercise improves outcomes after elective abdominal aortic aneurysm repair: a randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2016;264:47–53.
52. Herdy AH, Marcchi PL, Vila A, et al. Pre and postoperative cardiopulmonary rehabilitation in hospitalized patients undergoing coronary

artery bypass surgery: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008;87:714–719.

53. O'Doherty AF, West M, Jack S, Grocott MP. Pre-operative aerobic exercise training in elective intra-cavity surgery: a systematic review. *BJA.* 2013;110:679–689.

54. Loxdale SJ, Sneyd JR, Donovan A, Werrett G, Viira DJ. The role of routine pre-operative bedside echocardiography in detecting aortic stenosis in patients with a hip fracture. *Anaesthesia.* 2012;67:51–54.

55. Attenhofer Jost CH, Turina J, Mayer K, et al. Echocardiography in the evaluation of systolic murmurs of unknown cause. *Am J Med.* 2000;108:614–620.

56. Marijon E, Ou P, Celermajer DS, et al. Prevalence of rheumatic heart disease detected by echocardiographic screening. *NEJM.* 2007;357:470–476.

57. Paauw DS, Wenrich MD, Curtis JR, Carline JD, Ramsey PG. Ability of primary care physicians to recognize physical findings associated with HIV infection. *JAMA.* 1995;274:1380–1382.

58. Cowie B. The pre-operative patient with a systolic murmur. *Anesth Pain Med.* 2015;5:e32105.

59. Botker MT, Vang ML, Grofte T, Sloth E, Frederiksen CA. Routine pre-operative focused ultrasonography by anesthesiologists in patients undergoing urgent surgical procedures. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014;58:807–814.

60. Haskins SC, Zhao J, Nejm JA, et al. Evaluation of postgraduates following implementation of a focus assessed transthoracic echocardiography (FATE) training course – a pilot study. *J Anesth Clin Res.* 2017;8:763.

61. Cowie B, Kluger R. Evaluation of systolic murmurs using transthoracic echocardiography by anaesthetic trainees. *Anaesthesia.* 2011;66:785–790.

62. Wijeyesundera DN, Beattie WS, Karkouti K, Neuman MD, Austin PC, Laupacis A. Association of echocardiography before major elective non-cardiac surgery with postoperative survival and length of hospital stay: population based cohort study. *BMJ.* 2011;342:d3695.

63. Cowie B. Focused transthoracic echocardiography predicts perioperative cardiovascular morbidity. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2012;26:989–993.

64. Jorgensen MR, Juhl-Olsen P, Frederiksen CA, Sloth E. Transthoracic echocardiography in the perioperative setting. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2016;29:46–54.
65. Rozner MA, Schulman PM. Creating an anesthesiologist run pacemaker and defibrillator service: closing the perioperative care gap for these patients. *Anesthesiology.* 2015;123:990–992.
66. Robinson TN, Varosy PD, Guillaume G, et al. Effect of radiofrequency energy emitted from monopolar “Bovie” instruments on cardiac implantable electronic devices. *JACS.* 2014;219:399–406.
67. Crossley GH, Poole JE, Rozner MA, et al. The Heart Rhythm Society (HRS)/American Society of Anesthesiologists (ASA) Expert Consensus Statement on the perioperative management of patients with implantable defibrillators, pacemakers and arrhythmia monitors: facilities and patient management. *Heart Rhythm.* 2011;8:1114–1154.
68. Stone ME, Salter B, Fischer A. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *BJA.* 2011;107(1):i16–i26.
69. American Society of Anesthesiologists. Practice advisory for the perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices: pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: an updated report by the American Society of Anesthesiologists task force on perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *Anesthesiology.* 2011;114:247–261.
70. Rooke GA, Lombaard SA, Van Norman GA, et al. Initial experience of an anesthesiology-based service for perioperative management of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Anesthesiology.* 2015;123:1024–1032.
71. Arozullah AM, Conde MV, Lawrence VA. Preoperative evaluation for postoperative pulmonary complications. *Med Clin North Am.* 2003;87:153–173.
72. Geerts WH, Heit JA, Clagett GP, et al. Prevention of venous thromboembolism. *Chest.* 2001;119(1):132S–175S.
73. Gandhi GY, Nuttall GA, Mullany CJ, Schaff HV, Williams B, Rizza RA, McMahon MM. Association between hyperglycemia and outcomes in patients undergoing cardiac surgery. *Diabetologia.* 2004;47(1):A94.
74. Glowniak JV, Loriaux DL. A double-blind study of perioperative steroid requirements in secondary adrenal insufficiency. *Surgery.* 1997;121:123–129.

75. Gibbs J, Cull W, Henderson W, et al. Preoperative serum albumin level as a predictor of operative mortality and morbidity: results from the National VA Surgical Risk Study. *Arch Surg*. 1999;134:36–42.
76. Smetana GW, Macpherson DS. The case against routine preoperative laboratory testing. *Med Clin North Am*. 2003;87:7–40.
77. Smilowitz NR, Berger JS. Perioperative Cardiovascular Risk Assessment and Management for Noncardiac Surgery. *JAMA*. 2020;324(3):279.
78. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, Anker SD, Bøtker HE, De Hert S, Ford I, Juanatey JRG, Gorenek B, Heyndrickx GR, et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: Cardiovascular assessment and management. *Eur Heart J*. 2014;35(35):2383-2431.
79. Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2019.
80. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach A, Barnason SA, Beckman J, Bozkurt B, Davila-Roman VG, Gerhard-Herman MD, Holly TA, Kane GC, et al. 2014 ACC/AHA Guideline on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Management of Patients Undergoing Noncardiac Surgery. *Circulation*. 2014;130(24):e278–e333.
81. Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Mann DL, Tomaselli GF. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. 11th ed. New York, NY: Elsevier; 2018.
82. Serruys PW, Hara H, Garg S, Kawashima H, Nørgaard BL, Dweck MR, Bax JJ, Knuuti J, Nieman K, Leipsic JA, et al. Coronary Computed Tomographic Angiography for Complete Assessment of Coronary Artery Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78(7):713–736.
83. Lombardi M, Plein S. The EACVI Textbook of Cardiovascular Magnetic Resonance. New York, NY: Oxford University Press; 2018.
84. Hundley WG, Bluemke DA, Finn JP, Flamm SD, Fogel MA, Friedrich MG, Ho VB, Jerosch-Herold M, Kramer CM, Manning WJ, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: A report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(23):2614–2662.
85. Chan WW, Wong GT, Irwin MG. Perioperative statin therapy. *Expert Opin Pharmacother*. 2013;14(7):831–842.

86. Yurttas T, Wanner PM, Filipovic M. Perioperative management of antithrombotic therapies. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2017;30(4):466–473.
87. Brilakis ES, Banerjee S, Berger PB. Perioperative management of patients with coronary stents. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(22):2145–2150.
88. Alshawabkeh LI, Banerjee S, Brilakis ES. Systematic review of the frequency and outcomes of non-cardiac surgery after drug-eluting stent implantation. *Hellenic J Cardiol*. 2011;52(2):141–148.
89. 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.
90. Angeli F, Reboldi G, Verdecchia P. Good news for β -blockers in perioperative medicine. *Expert Opin Drug Saf*. 2011;10(4):491–498.
91. Daumerie G, Fleisher LA. Perioperative beta-blocker and statin therapy. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2008;21(1):60–65.
92. Bach DS, Eagle KA. Perioperative assessment and management of patients with valvular heart disease undergoing noncardiac surgery. *Minerva Cardioangiol*. 2004;52(4):255–261.
93. Silverman DG, Rosenbaum SH. Integrated assessment and consultation for the preoperative patient. *Med Clin North Am*. 2009;93(5):963–977.
94. Prause G, List WF. The anesthesiologic risk patient. Preoperative evaluation, intraoperative management and postoperative monitoring. *Chirurg*. 1997;68(8):775–779.
95. Hlatky MA, Boineau RE, Higginbotham MB, Lee KL, Mark DB, Califf RM, *et al*. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol*. 1989;64(10):651–654.
96. Adams HA, Hempelmann G. The endocrine stress reaction in anesthesia and surgery--origin and significance. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 1991;26(6):294–305.
97. Rodgers A, Walker N, Schug S, McKee A, Kehlet H, van Zundert A, *et al*. Reduction of post-operative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: Results from overview of randomised trials. *BMJ*. 2000;321(7275):1493–1497.

98. Johansson S, Lind MN. Central regional anesthesia in patients with aortic stenosis: Systematic review. *Dan Med J.* 2017;64(9):A5407.
99. Liu SS, Wu CL. The effect of analgesic technique on post-operative patient reported outcomes including analgesia: A systematic review. *Anesth Analg.* 2007;105(3):789–808.
100. Kodra N, Shpata V, Ohri I. Risk factors for postoperative pulmonary complications after abdominal surgery. *Open Access Maced J Med Sci.* 2016;4(2):259–263.