

CARDIOVERSÃO ELÉTRICA E DESFIBRILAÇÃO NO MANEJO DAS ARRITMIAS CARDÍACAS: FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS, ASPECTOS TÉCNICOS, DESEMPENHO CLÍNICO E COMPLICAÇÕES

ELECTRICAL CARDIOVERSION AND DEFIBRILLATION IN THE MANAGEMENT OF CARDIAC ARRHYTHMIAS: PHYSIOLOGICAL FOUNDATIONS, TECHNICAL ASPECTS, CLINICAL PERFORMANCE, AND COMPLICATIONS

Flávio Lima Santos¹
Elson Francisco da Silva Júnior²
Laura Júlia Patzer³
Heitor Lenin Lisboa dos Santos⁴
Beatriz de Amorim Salazar⁵
Mateus Ribeiro de Almeida⁶
Amanda de Mello⁷

RESUMO: As arritmias cardíacas configuram um espectro clínico amplo, variando de distúrbios benignos a condições potencialmente fatais, nas quais a cardioversão elétrica e a desfibrilação se consolidaram como intervenções centrais no manejo eletivo e emergencial. Este artigo tem como objetivo sintetizar os fundamentos fisiológicos, os aspectos técnicos, o desempenho clínico e as principais complicações associadas a esses procedimentos, com base em uma revisão narrativa integrativa da literatura. A reversão elétrica fundamenta-se na despolarização simultânea do miocárdio para interromper circuitos de reentrada e restaurar o ritmo sinusal, diferenciando-se pela sincronização da descarga e pela indicação clínica. A cardioversão sincronizada é empregada sobretudo em arritmias supraventriculares e taquicardia ventricular monomórfica, enquanto a desfibrilação não sincronizada é reservada para fibrilação ventricular e taquicardia ventricular sem pulso, sendo a sincronização com a onda R um elemento crítico de segurança. O sucesso da reversão depende de fatores como tipo e duração da arritmia, presença de cardiopatia estrutural e parâmetros técnicos, incluindo forma de onda, carga energética inicial e posicionamento dos eletrodos, com taxas globais de sucesso entre 70% e 90%. Em fibrilação atrial, a reversão elétrica não se mostra superior ao controle de frequência em desfechos clínicos maiores, exigindo individualização da conduta e anticoagulação adequada, ao passo que, nas arritmias ventriculares malignas, o tempo até a primeira descarga é o principal determinante prognóstico. As complicações incluem alterações eletrocardiográficas transitórias, arritmias benignas, embolização sistêmica e disfunção miocárdica transitória, reforçando a necessidade de preparo rigoroso e monitorização contínua. Conclui-se que a cardioversão elétrica e a desfibrilação são intervenções essenciais e seguras quando bem indicadas, com desempenho condicionado por variáveis clínicas e técnicas, persistindo lacunas quanto à padronização ideal dos parâmetros e aos desfechos de longo prazo.

Palavras-chave: Cardioversão elétrica; Desfibrilação; Arritmias cardíacas; Fibrilação atrial; Taquicardia ventricular.

¹Graduado em Medicina, Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte (FMJ).

²Graduado em Medicina, Universidade de Rio Verde (UniRV).

³Graduanda em Medicina, Afya - Faculdade de Ciências Médicas da Paraíba (FCM-PB)

⁴Graduado em Medicina, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

⁵Graduada em Medicina, FUNDEC - Unifadra Dracena.

⁶Graduado em Medicina, Centro Universitário ZARNS.

⁷Graduanda em Medicina, Centro Universitário São Lucas - Afya (UNISL).

INTRODUÇÃO

As arritmias cardíacas representam um espectro heterogêneo de distúrbios do ritmo, com impacto significativo sobre morbidade, mortalidade e qualidade de vida (Srinivasan e Schilling, 2018). Desde taquiarritmias supraventriculares relativamente benignas até arritmias ventriculares potencialmente fatais, essas condições impõem desafios diagnósticos e terapêuticos relevantes na prática clínica, especialmente no contexto da morte súbita cardíaca (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022). Nesse cenário, a reversão elétrica do ritmo cardíaco consolidou-se como uma estratégia central no manejo de diferentes apresentações arrítmicas, tanto em situações eletivas quanto em contextos de emergência, integrando-se de forma definitiva ao arsenal terapêutico da cardiologia moderna (Al-Khatib et al., 2018).

Ao longo das últimas décadas, a cardioversão elétrica e a desfibrilação evoluíram de procedimentos empíricos para intervenções fundamentadas em bases fisiológicas bem definidas e em parâmetros técnicos progressivamente refinados (Ball e Featherstone, 2019; Naser, 2023). A aplicação controlada de energia elétrica ao miocárdio permite a despolarização simultânea de uma massa crítica de fibras cardíacas, interrompendo circuitos de reentrada e restaurando a dominância do marcapasso fisiológico (Srinivasan e Schilling, 2018). Essa lógica fisiopatológica sustenta tanto a cardioversão sincronizada, indicada principalmente em taquiarritmias com pulso, quanto a desfibrilação não sincronizada, essencial no tratamento da fibrilação ventricular e da taquicardia ventricular sem pulso (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022).

Do ponto de vista técnico, avanços no desenho dos desfibriladores, na forma de onda utilizada, na titulação da energia e no posicionamento dos eletrodos contribuíram para maior eficácia, menor dano miocárdico e redução de complicações associadas ao procedimento (Wilkoff et al., 2016; Stiles et al., 2019). Ensaios clínicos demonstraram que a otimização dos parâmetros de choque e a racionalização do teste de desfibrilação em pacientes portadores de cardiodesfibriladores implantáveis mantêm elevada eficácia terapêutica com menor exposição a riscos adicionais (Bänsch et al., 2015; Gleva et al., 2018). Paralelamente, o aprimoramento dos protocolos clínicos e a incorporação de estratégias farmacológicas adjuvantes ampliaram as taxas de sucesso e a segurança da reversão elétrica em diferentes subgrupos de pacientes, incluindo aqueles com cardiopatias estruturais, disfunção ventricular e dispositivos eletrônicos implantáveis (Wilkoff et al., 2016; Teixeira et al., 2023; Gualandro et al., 2017).

Apesar de sua ampla utilização e elevada efetividade, a cardioversão elétrica e a desfibrilação não estão isentas de riscos (Al-Khatib et al., 2018; Priori et al., 2016). Complicações arrítmicas, eventos tromboembólicos, alterações eletrocardiográficas transitórias, disfunção miocárdica, edema pulmonar e potenciais interações com marcapassos e cardiodesfibriladores implantáveis configuram aspectos que demandam avaliação criteriosa e monitorização adequada (Wilkoff et al., 2016; Stiles et al., 2019). Além disso, fatores como o tempo de duração da arritmia, o estado hemodinâmico do paciente, a presença de comorbidades e o manejo anticoagulante influenciam diretamente o perfil de risco-benefício dessas intervenções, devendo ser sistematicamente incorporados à tomada de decisão clínica (Al-Khatib et al., 2018; Zeppenfeld et al., 2022).

Diante desse cenário, torna-se pertinente uma análise integrada dos fundamentos fisiológicos, dos aspectos técnicos, do desempenho clínico e das principais complicações associadas à cardioversão elétrica e à desfibrilação. A compreensão articulada desses elementos é essencial para otimizar a indicação, a execução e o seguimento desses procedimentos, contribuindo para resultados clínicos mais favoráveis e para a mitigação de eventos adversos. Assim, o presente artigo de revisão tem como objetivo sintetizar e discutir, de forma estruturada, os principais conceitos, aplicações clínicas e desafios relacionados ao uso da energia elétrica no manejo das arritmias cardíacas, oferecendo um panorama atualizado e crítico sobre essa intervenção fundamental na prática cardiovascular.

METODOLOGIA

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Embase e SciELO, complementada por pesquisa manual nas listas de referências dos artigos selecionados e em diretrizes de sociedades científicas reconhecidas na área de cardiologia e eletrofisiologia. Foram utilizados descritores controlados do Medical Subject Headings (MeSH) e termos livres, combinados por operadores booleanos, incluindo: (“electrical cardioversion” OR “cardioversion”) AND (“defibrillation” OR “external defibrillation” OR “implantable cardioverter-defibrillator” OR “AED”), (“cardiac arrhythmias” OR “ventricular fibrillation” OR “ventricular tachycardia” OR “atrial fibrillation”), (“sudden cardiac death” OR “cardiac arrest”), (“guidelines” OR “consensus” OR “clinical trial” OR “randomized trial”), (“defibrillation testing” OR “ICD programming”), (“public access defibrillation” OR “automated external defibrillator”), (“complications” OR

“adverse events”), bem como termos relacionados a desempenho clínico, estratégias de desfibrilação e tecnologias emergentes. Os operadores “AND” e “OR” foram empregados para ampliar ou restringir a sensibilidade da busca, conforme a especificidade temática desejada, e o operador “NOT” foi utilizado para excluir estudos não relacionados ao contexto cardiovascular.

Foram considerados elegíveis estudos publicados entre 2009 e 2025, período que abrange desde evidências clínicas contemporâneas sobre dispositivos implantáveis e protocolos de desfibrilação até diretrizes atualizadas de sociedades científicas e ensaios clínicos recentes envolvendo estratégias avançadas de ressuscitação e acesso público à desfibrilação. Incluíram-se artigos em língua inglesa e portuguesa que abordassem, de forma direta, aspectos fisiopatológicos das arritmias tratáveis por cardioversão e desfibrilação, parâmetros técnicos dos dispositivos e choques elétricos, eficácia clínica em diferentes cenários (hospitalar, extra-hospitalar e perioperatório), programação e testes de cardiodesfibriladores implantáveis, diretrizes e consensos clínicos, bem como complicações e eventos adversos associados aos procedimentos. Também foram incluídos estudos históricos e descritivos que contextualizassem a evolução tecnológica e conceitual da desfibrilação ao longo das décadas.

Os critérios de exclusão compreenderam: estudos com foco exclusivo em intervenções farmacológicas sem interface com cardioversão ou desfibrilação; relatos de caso isolados sem relevância clínica ampliada; artigos com dados insuficientes sobre metodologia ou desfechos; publicações duplicadas; resumos de congresso sem texto completo disponível; e estudos que abordassem arritmias em contextos não humanos ou modelos experimentais sem correlação translacional clara. Foram ainda excluídos trabalhos cuja temática central não estivesse alinhada ao manejo elétrico das arritmias ou à prevenção de morte súbita cardíaca.

O processo de seleção dos estudos foi realizado em duas etapas. Inicialmente, procedeu-se à triagem dos títulos e resumos para identificação de publicações potencialmente relevantes. Em seguida, os textos completos dos artigos pré-selecionados foram avaliados quanto à elegibilidade final, com base nos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Divergências na seleção foram resolvidas por consenso entre os revisores. Os dados extraídos incluíram informações sobre desenho do estudo, população avaliada, contexto clínico (hospitalar, pré-hospitalar ou ambulatorial), tipo de intervenção elétrica, parâmetros técnicos utilizados, desfechos clínicos, taxas de sucesso, complicações relatadas e principais conclusões.

A síntese dos dados foi realizada de forma qualitativa e temática, estruturando-se os resultados em eixos analíticos correspondentes aos objetivos do estudo: fundamentos fisiológicos da cardioversão e da desfibrilação, aspectos técnicos e operacionais, desempenho clínico em diferentes cenários, diretrizes e consensos contemporâneos, estratégias emergentes e complicações associadas. Não foi realizada metanálise, em razão da heterogeneidade metodológica entre os estudos incluídos, das diferenças nos desfechos avaliados e da variabilidade nos contextos clínicos analisados. A interpretação dos achados foi orientada pela coerência interna das evidências, pela hierarquia dos níveis de evidência e pela convergência entre diretrizes, ensaios clínicos e estudos observacionais.

Para assegurar a robustez metodológica, a revisão seguiu princípios gerais de transparência, reprodutibilidade e rastreabilidade das fontes, com descrição explícita das estratégias de busca, dos critérios de elegibilidade e do processo de seleção dos estudos. A construção da metodologia considerou a diversidade tipológica das referências utilizadas no manuscrito, incluindo diretrizes internacionais e nacionais, ensaios clínicos randomizados, estudos prospectivos e revisões sistemáticas, de modo a garantir consistência entre o escopo da revisão e o perfil das evidências analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cardioversão elétrica consiste na liberação de uma descarga elétrica sincronizada com a onda R do eletrocardiograma, estratégia que visa evitar a aplicação do choque durante o período de maior vulnerabilidade miocárdica, correspondente ao final da sístole e aos instantes que antecedem o ápice da onda T (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022). Nessa fase, o miocárdio apresenta maior suscetibilidade à indução de arritmias ventriculares malignas, particularmente a fibrilação ventricular (Srinivasan e Schilling, 2018). A sincronização com a onda R, portanto, representa um elemento crítico de segurança do procedimento, reduzindo o risco de degeneração arritmica e permitindo a interrupção controlada de circuitos de reentrada ou focos ectópicos responsáveis pela arritmia (Al-Khatib et al., 2018).

No contexto clínico, a cardioversão elétrica é indicada principalmente para o tratamento de arritmias supraventriculares, incluindo fibrilação atrial e flutter atrial, bem como para taquicardia ventricular monomórfica em pacientes hemodinamicamente estáveis ou instáveis, conforme a apresentação clínica (Al-Khatib et al., 2018; Priori et al., 2016). A aplicação do choque sincronizado promove a despolarização simultânea de uma massa crítica do miocárdio,

interrompendo a atividade elétrica desorganizada e possibilitando a retomada de um ritmo coordenado sob comando do nó sinusal ou de outro marcapasso fisiológico dominante (Srinivasan e Schilling, 2018).

Em contraste, a desfibrilação refere-se à administração de uma descarga elétrica não sincronizada, empregada em situações de parada cardiorrespiratória decorrentes de fibrilação ventricular ou taquicardia ventricular sem pulso (Zeppenfeld et al., 2022; Al-Khatib et al., 2018). Nesses cenários, a descarga elétrica provoca a despolarização global do miocárdio, seguida por um breve período de assistolia elétrica, mecanismo que fundamenta a reversão da atividade elétrica caótica (Naser, 2023; Ball e Featherstone, 2019). Esse intervalo permite que o sistema de condução cardíaco retome a organização do ritmo, com o nó sinusal ou outro foco com maior automaticidade reassumindo o controle da atividade elétrica (Srinivasan e Schilling, 2018). A distinção conceitual e operacional entre cardioversão elétrica e desfibrilação é, portanto, essencial, uma vez que reflete diferenças fundamentais quanto à indicação clínica, ao momento de aplicação da energia e ao risco arritmico associado ao procedimento (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022).

Técnica da Cardioversão Elétrica: Considerações Procedimentais, Sedação e Parâmetros Técnicos

A realização da cardioversão elétrica requer preparação clínica e logística rigorosa, com ênfase na segurança do paciente e na otimização das condições do procedimento (Al-Khatib et al., 2018; Priori et al., 2016). Antes da intervenção, o paciente deve ser informado e consentir com sua execução, sendo recomendado jejum mínimo de seis horas em razão do uso de fármacos anestésicos (Gualandro et al., 2017). A anamnese deve contemplar a história da arritmia, incluindo tempo de duração, episódios prévios, métodos de reversão utilizados, cargas elétricas previamente aplicadas, sintomas associados, presença de doença cardiovascular estrutural, medicações em uso e comorbidades relevantes (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022). Na sequência, procede-se à monitorização contínua do ritmo cardíaco, da pressão arterial e da saturação de oxigênio, além da retirada de próteses dentárias e objetos metálicos (Gualandro et al., 2017). É imprescindível a disponibilidade de material para aspiração e intubação orotraqueal, recursos completos para reanimação cardiorrespiratória e equipe multiprofissional capacitada (Al-Khatib et al., 2018; Pacheco et al., 2018).

Aspectos específicos devem ser considerados conforme o perfil clínico do paciente. Em indivíduos em uso de anticoagulantes orais, a verificação do tempo de protrombina é necessária para avaliar a adequação da anticoagulação (Al-Khatib et al., 2018; Priori et al., 2016). Pacientes em uso de digoxina devem ter a dosagem sérica avaliada quando houver suspeita de intoxicação digitalica, condição na qual a cardioversão elétrica é contraindicada (Priori et al., 2016). Outras contraindicações relativas incluem distúrbios eletrolíticos, especialmente hipopotassemia, fibrilação ou flutter atrial com baixa resposta ventricular e anticoagulação inadequada quando indicada (Al-Khatib et al., 2018; Zeppenfeld et al., 2022).

Com o paciente monitorado e a equipe preparada, inicia-se a sedação, que deve proporcionar analgesia, amnésia e rápida recuperação, com impacto hemodinâmico mínimo (Gualandro et al., 2017). O propofol destaca-se por induzir inconsciência de forma rápida e confortável, permitir administração repetida sem acúmulo significativo e apresentar tempo de recuperação curto, embora possa cursar com hipotensão quando administrado em bolus, efeito atenuável por infusão contínua (Gualandro et al., 2017). O etomidato, frequentemente associado à fentanila, é opção em pacientes com comprometimento cardiovascular relevante, pela maior estabilidade hemodinâmica, ainda que apresente tempo de recuperação mais prolongado e efeitos adversos como mioclonias, náuseas e vômitos (Gualandro et al., 2017). Barbitúricos, como o tiopental, podem ser utilizados em sedação de curta duração, porém estão associados a maior depressão hemodinâmica, apneia prolongada e risco de acúmulo com doses repetidas (Gualandro et al., 2017). Benzodiazepínicos, como o midazolam, oferecem sedação e amnésia, mas com duração de ação superior à do propofol, sendo passíveis de antagonismo com flumazenil (Gualandro et al., 2017). Em situações de emergência, quando a cardioversão é indicada diante de instabilidade hemodinâmica grave, o nível de consciência pode já estar reduzido por baixo débito cardíaco ou hipoxemia, tornando o uso de sedativos desnecessário ou indesejável (Al-Khatib et al., 2018; Priori et al., 2016).

O manejo adequado do desfibrilador constitui etapa crítica do procedimento (Wilkoff et al., 2016; Stiles et al., 2019). Deve-se aplicar pasta ou gel de alta condutividade elétrica entre as pás ou eletrodos e o tórax, evitando contato direto entre eles ou dispersão do gel (Wilkoff et al., 2016). O tamanho do eletrodo deve ser ajustado à faixa etária, sendo aproximadamente 4,5 cm² em recém-nascidos, 8 cm² em crianças e entre 8 e 12 cm em adultos (Stiles et al., 2019; Wolfe et al., 2020). Quanto ao posicionamento, a configuração anteroapical envolve a colocação de uma pá na borda superior direita do esterno, abaixo da clavícula, e a outra à esquerda do

mamilo, ao nível da linha médio-clavicular esquerda. Na posição anteroposterior, o eletrodo anterior permanece na região infraclavicular direita, enquanto o posterior é posicionado no hemitórax esquerdo, abaixo do ângulo da escápula (Wilkoff et al., 2016; Stiles et al., 2019).

Em relação às características da descarga, os desfibriladores podem empregar formas de onda monofásicas ou bifásicas. Dispositivos mais antigos utilizavam corrente direta monofásica, enquanto os modelos mais recentes aplicam ondas bifásicas, nas quais a polaridade da corrente é invertida alguns milissegundos após o início da descarga (Ball e Featherstone, 2019; Naser, 2023). As ondas bifásicas permitem a reversão de arritmias com menores cargas de energia, tanto em arritmias atriais quanto ventriculares, associando-se a maior taxa de sucesso inicial, menor número de choques e menor energia total aplicada (Cheskes et al., 2022; Wilkoff et al., 2016). Apesar dessas vantagens técnicas, a desfibrilação monofásica mantém elevada eficácia na maioria das situações clínicas, e não se observam diferenças clínicas robustas que justifiquem, isoladamente, a superioridade absoluta dos dispositivos bifásicos em todos os cenários (Gleva et al., 2018; Pacheco et al., 2018).

Reversão Elétrica de Arritmias: Desempenho Clínico e Implicações Terapêuticas

A fibrilação atrial associa-se a repercussões hemodinâmicas relevantes e a aumento do risco de acidente vascular cerebral, o que fundamenta a utilização da cardioversão elétrica como estratégia de restauração do ritmo sinusal (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022). A reversão dessa arritmia não se mostrou superior às abordagens de controle da frequência associadas à anticoagulação em termos de redução de mortalidade e eventos embólicos, o que reforça a necessidade de individualização da conduta (Srinivasan e Schilling, 2018). Em contextos nos quais a fibrilação atrial decorre de condições transitórias, como ingestão alcoólica, cirurgia torácica ou cardíaca, infarto do miocárdio, pericardite, miocardite, embolia pulmonar, hipertireoidismo ou distúrbios metabólicos, a correção do fator precipitante assume papel central para a reversão e manutenção do ritmo sinusal (Priori et al., 2016). O sucesso da cardioversão elétrica depende tanto das características da cardiopatia de base quanto da densidade de corrente efetivamente entregue ao miocárdio atrial, a qual é modulada por fatores técnicos como forma de onda, tamanho e posicionamento das pás e impedância transtorácica, influenciada, por sua vez, pelo meio de contato com a pele, dimensões corporais, fase do ciclo respiratório e número de choques aplicados (Gleva, Robinson e Poole, 2018; Wilkoff et al., 2016).

A forma de onda empregada interfere de modo direto na eficiência da descarga. Dispositivos bifásicos permitem reversão com menores cargas energéticas quando comparados aos monofásicos, tanto em arritmias atriais quanto ventriculares, o que se traduz em maior taxa de sucesso inicial e menor número de choques necessários (Gleva, Robinson e Poole, 2018; Wilkoff et al., 2016). O posicionamento das pás também impacta a efetividade do procedimento, havendo relatos de melhor desempenho da configuração anteroposterior em determinados cenários, embora a superioridade inequívoca de uma posição sobre outra não esteja plenamente estabelecida (Priori et al., 2016). Em situações de insucesso com a posição inicial, a mudança para uma configuração alternativa pode ser considerada (Wilkoff et al., 2016). A definição da carga inicial é outro ponto crítico: valores de 100 J mostram-se frequentemente insuficientes na fibrilação atrial, enquanto cargas a partir de 200 J apresentam maior probabilidade de reversão eficaz (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022). A taxa global de sucesso situa-se, de modo geral, entre 70% e 90%, variando conforme a duração da arritmia, a presença de cardiopatia estrutural e o tamanho do átrio esquerdo, sendo a fibrilação atrial de longa duração um dos principais fatores associados à menor efetividade (Srinivasan e Schilling, 2018).

Em pacientes com fibrilação atrial de início recente, inferior a 48 horas, a cardioversão elétrica ou farmacológica pode ser considerada, desde que não haja alto risco de embolização, como em casos de acidente vascular cerebral prévio, estenose mitral ou trombos intracavitários (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022). Nessa situação, a anticoagulação deve ser avaliada de forma independente da cardioversão, com foco na prevenção de eventos tromboembólicos (Srinivasan e Schilling, 2018). Quando a arritmia persiste por mais de 48 horas ou por tempo indeterminado, a anticoagulação em níveis terapêuticos deve ser mantida por três semanas antes e quatro semanas após o procedimento (Priori et al., 2016). Alternativamente, a realização de ecocardiograma transesofágico para exclusão de trombos intracavitários, associada à anticoagulação com heparina, permite a antecipação da cardioversão em casos selecionados, desde que o exame seja negativo, mantendo-se a anticoagulação por pelo menos quatro semanas após a reversão (Zeppenfeld et al., 2022).

O manejo do flutter atrial segue princípios semelhantes aos adotados na fibrilação atrial, com a particularidade de requerer menores cargas energéticas iniciais, geralmente entre 50 e 100 J (Priori et al., 2016). Embora o risco tromboembólico seja inferior ao da fibrilação atrial, ele não é desprezível, sendo recomendada a observância dos mesmos cuidados relacionados à

anticoagulação (Srinivasan e Schilling, 2018). Outras arritmias supraventriculares, como taquicardia atrial e taquicardia por reentrada nodal, podem ser submetidas à cardioversão elétrica, porém frequentemente respondem a medidas menos invasivas (Priori et al., 2016). A taquicardia atrial, sobretudo a multifocal, relaciona-se a mecanismos de automatismo aumentado e tende a recidivar, tornando mais eficaz o controle de condições precipitantes, como distúrbios eletrolíticos, exacerbações de doença pulmonar obstrutiva crônica e estados de hiperestimulação adrenérgica (Srinivasan e Schilling, 2018). A taquicardia por reentrada nodal e a taquicardia por reentrada atrioventricular, por sua vez, costumam responder a manobras vagais e a fármacos como adenosina, bloqueadores de canais de cálcio, betabloqueadores, amiodarona, propafenona ou procainamida, ficando a cardioversão elétrica reservada para falha terapêutica ou instabilidade hemodinâmica (Priori et al., 2016; Zeppenfeld et al., 2022).

A taquicardia ventricular monomórfica hemodinamicamente tolerada pode ser revertida por cardioversão sincronizada, com cargas iniciais em torno de 100 J, apresentando elevada taxa de sucesso (Al-Khatib et al., 2018; Zeppenfeld et al., 2022). Em casos de taquicardia ventricular polimórfica ou de alta frequência, acompanhados de hipotensão, angina ou alteração do nível de consciência, recomenda-se descarga inicial de 200 J (Al-Khatib et al., 2018). Quando a taquicardia ventricular evolui para parada cardiorrespiratória, a conduta se equipara à da fibrilação ventricular, com desfibrilação imediata (Zeppenfeld et al., 2022).

Na fibrilação ventricular e na taquicardia ventricular sem pulso, o determinante mais relevante do desfecho é o intervalo entre o início da arritmia e a primeira desfibrilação (Cheskes et al., 2022; Pacheco et al., 2018). A probabilidade de reversão aproxima-se de 90% quando a descarga é aplicada no primeiro minuto, declinando progressivamente a cada minuto de atraso (Naser, 2023; Cheskes et al., 2022). Essa relação temporal fundamenta o desenvolvimento e a ampla disseminação dos desfibriladores externos automáticos, capazes de reconhecer ritmos chocáveis e administrar a descarga de forma autônoma, tanto em ambientes extra-hospitalares quanto intrahospitalares (El-Battrawy, Borggrefe e Akin, 2018; Kiyohara et al., 2018). Em hospitais, apesar da monitorização contínua e do treinamento das equipes, o tempo até a desfibrilação ainda supera o ideal em pacientes não monitorados, o que motivou a introdução de dispositivos totalmente automáticos para uso interno, com potencial de reduzir o tempo de resposta e melhorar as taxas de retorno à circulação espontânea (Wolfe et al., 2020; Krychtiuk et al., 2024).

Além do fator tempo, a quantidade e a forma da energia aplicada influenciam diretamente o sucesso da desfibrilação. A corrente transmiorcárdica deve ser suficiente para interromper a atividade elétrica caótica, minimizando, ao mesmo tempo, a lesão miocárdica (Gleva, Robinson e Poole, 2018). A introdução de descargas bifásicas permitiu reduzir a energia necessária para cerca de 150 J sem prejuízo da eficácia, com possível atenuação do dano ao miocárdio (Gleva, Robinson e Poole, 2018; Wilkoff et al., 2016). Comparações entre desfibriladores monofásicos e bifásicos em paradas cardiorrespiratórias fora do ambiente hospitalar mostraram resultados heterogêneos, com tendência a maior taxa de reversão e de retorno à circulação espontânea com os dispositivos bifásicos, sem diferença consistente na sobrevivência até a alta hospitalar (Cheskes et al., 2022; Pacheco et al., 2018). Essas observações reforçam que, embora os avanços tecnológicos otimizem parâmetros técnicos, o tempo até a desfibrilação permanece o principal determinante prognóstico nas arritmias ventriculares malignas (Cheskes et al., 2022; Zeppenfeld et al., 2022).

Condições Especiais na Cardioversão Elétrica: Gestação e Dispositivos de Estimulação Cardíaca

A cardioversão elétrica pode ser realizada durante a gestação sem repercussões adversas significativas sobre o ritmo fetal, configurando-se como uma opção terapêutica viável quando indicada por instabilidade hemodinâmica materna ou arritmias refratárias a outras abordagens (Srinivasan e Schilling, 2018). Embora a descarga elétrica aplicada ao tórax materno não se associe, em geral, a alterações diretas da atividade cardíaca fetal, recomenda-se, sempre que possível, a monitorização do ritmo fetal antes e após o procedimento, como medida adicional de seguranç a (Gualandro et al., 2017). Essa conduta permite a identificação precoce de eventuais alterações transitórias e contribui para a tomada de decisões clínicas oportunas em cenários de maior complexidade (Srinivasan e Schilling, 2018).

Em pacientes portadores de marcapasso definitivo, a realização da cardioversão elétrica exige cuidados técnicos específicos, uma vez que a descarga pode ocasionar danos ao gerador do dispositivo, interferência em seus circuitos internos ou lesão do tecido miocárdico adjacente aos eletrodos (Wilkoff et al., 2016). Para minimizar esses riscos, recomenda-se que a p  do eletrodo seja posicionada a, no mínimo, 12 cm de distância do gerador, sendo a configuração anteroposterior a mais indicada nesse contexto (Stiles et al., 2019). Em situações nas quais essa estratégia não seja factível, a inversão da posição das pás constitui alternativa prática,

especialmente em pacientes com gerador implantado na região infraclavicular direita, com uma pá posicionada na borda superior esquerda do esterno, abaixo da clavícula, e a outra à direita do mamilo, com o centro na linha médio-clavicular direita (Wilkoff et al., 2016; Teixeira et al., 2023). Independentemente da configuração adotada, é mandatória a avaliação do funcionamento do dispositivo após a cardioversão, com interrogatório do marcapasso para detecção de eventuais alterações nos parâmetros de estimulação, sensibilidade ou integridade do sistema (Stiles et al., 2019; Teixeira et al., 2023).

Complicações Eletrocardiográficas Pós-Cardioversão Elétrica

Alterações eletrocardiográficas transitórias são observadas com relativa frequência no período imediatamente subsequente à cardioversão elétrica. Entre os achados mais comuns destacam-se elevações e depressões do segmento ST, particularmente após cardioversão eletiva de fibrilação atrial ou flutter atrial. Essas modificações costumam apresentar caráter fugaz, com normalização espontânea do traçado em curto intervalo, em média cerca de 1,5 minuto após a aplicação da descarga (Wilkoff et al., 2016; Stiles et al., 2019). Quando restritas a esse período inicial e sem correlação com manifestações clínicas ou laboratoriais de isquemia miocárdica, tais alterações são consideradas inespecíficas e desprovidas de relevância clínica imediata, não implicando, na maioria dos casos, em necessidade de intervenções diagnósticas ou terapêuticas adicionais (Zeppenfeld et al., 2022; Al-Khatib et al., 2018).

Complicações Arritmicas e Sistêmicas Associadas à Cardioversão Elétrica

As arritmias constituem uma das complicações mais frequentemente observadas após a cardioversão elétrica. Na maioria dos casos, tratam-se de distúrbios benignos e autolimitados, como taquicardia sinusal, extrassístoles isoladas ou episódios breves de taquicardia não sustentada, que não requerem intervenção específica (Gleva et al., 2018; Bänsch et al., 2015). Entretanto, a aplicação da descarga, sobretudo quando realizada de forma não sincronizada, pode precipitar arritmias ventriculares graves e instáveis, demandando reversão imediata (Cheskes et al., 2022; Priori et al., 2016). A presença prévia de antiarrítmicos e o aumento do tônus vagal contribuem para a ocorrência de bradicardia em até um quarto dos pacientes, quadro que, em geral, se resolve espontaneamente (Srinivasan & Schilling, 2018). Em indivíduos com arritmias atriais associadas a baixa resposta ventricular, como fibrilação atrial ou flutter com bloqueio atrioventricular de alto grau, deve-se considerar o risco de evolução

para bloqueio total, sendo prudente a disponibilidade imediata de marcapasso externo (Teixeira et al., 2023; Gualandro et al., 2017).

A embolização sistêmica representa uma complicação relevante, particularmente em pacientes com fibrilação ou flutter atrial submetidos à cardioversão sem anticoagulação adequada (Pacheco et al., 2018; Couper et al., 2025). A incidência de eventos embólicos é significativamente maior na ausência de anticoagulação prévia, reduzindo-se de forma substancial quando essa estratégia é corretamente instituída (Zeppenfeld et al., 2022). A anticoagulação mantida por três semanas antes do procedimento favorece a organização e a adesão de trombos intracavitários à parede atrial, além de prevenir a formação de novos trombos, enquanto sua continuidade por pelo menos quatro semanas após a cardioversão reduz o risco tromboembólico durante o período de recuperação da função contrátil atrial, que pode permanecer deprimida por várias semanas (Al-Khatib et al., 2018).

No que se refere à necrose miocárdica, a elevação de biomarcadores como a troponina não se associa, de forma direta, à aplicação da cardioversão elétrica. Assim, aumentos substanciais desses marcadores após o procedimento devem motivar investigação de outras etiologias de lesão miocárdica, como isquemia coronariana ou miocardite (Gualandro et al., 2017; Oliveira et al., 2009), em vez de serem atribuídos automaticamente à descarga elétrica.

A disfunção miocárdica transitória, especialmente do ventrículo esquerdo, é descrita em pacientes que sobrevivem à parada cardiorrespiratória, sendo atribuída, em parte, ao baixo fluxo coronariano durante o evento (Wolfe et al., 2020; Wang & Brooks, 2018). Esse comprometimento funcional costuma persistir por até 48 horas e pode ser influenciado tanto pelo tipo quanto pela quantidade de energia utilizada na desfibrilação, conforme demonstrado em modelos experimentais (Bänsch et al., 2015; Gleva et al., 2018). O edema pulmonar, por sua vez, configura-se como complicação incomum da cardioversão, possivelmente relacionada à disfunção ventricular ou atrial transitória, ocorrendo com maior frequência em pacientes com fibrilação atrial associada a doença valvar ou disfunção ventricular prévia (Teixeira et al., 2023; Zeppenfeld et al., 2022). Esses achados reforçam a necessidade de monitorização clínica e hemodinâmica cuidadosa no período pós-procedimento, sobretudo em indivíduos com maior carga de comorbidades cardiovasculares (Al-Khatib et al., 2018; Piori et al., 2016).

CONCLUSÃO

A cardioversão elétrica e a desfibrilação constituem pilares fundamentais no manejo contemporâneo das arritmias cardíacas, com papéis bem definidos que refletem diferenças fisiológicas, técnicas e clínicas entre ambas as intervenções. A cardioversão sincronizada, ao alinhar a descarga elétrica com a onda R do eletrocardiograma, reduz de forma substancial o risco de indução de arritmias ventriculares malignas e permite a interrupção controlada de circuitos de reentrada ou focos ectópicos responsáveis por arritmias supraventriculares e ventriculares organizadas. Em contraste, a desfibrilação não sincronizada permanece a intervenção decisiva nas situações de parada cardiorrespiratória decorrentes de fibrilação ventricular ou taquicardia ventricular sem pulso, nas quais a despolarização global do miocárdio representa a única estratégia capaz de restaurar a atividade elétrica organizada.

Os achados desta revisão reforçam que o desempenho clínico da cardioversão elétrica depende de uma interação complexa entre fatores fisiopatológicos da arritmia, características estruturais do coração e variáveis técnicas do procedimento. A duração da arritmia, a presença de cardiopatia estrutural, o tamanho do átrio esquerdo e a densidade de corrente efetivamente entregue ao miocárdio emergem como determinantes críticos da taxa de sucesso. Aspectos técnicos, como forma de onda, carga energética inicial, tamanho e posicionamento dos eletrodos, impedância transtorácica e meio de contato com a pele, modulam diretamente a eficiência da descarga. Nesse contexto, as ondas bifásicas se associam a maior taxa de reversão inicial e menor energia total aplicada, embora os dispositivos monofásicos mantenham eficácia clínica relevante na maioria dos cenários, o que indica que os avanços tecnológicos, embora importantes, não substituem a necessidade de aplicação oportuna e tecnicamente adequada da energia elétrica.

Do ponto de vista terapêutico, a reversão elétrica da fibrilação atrial deve ser interpretada como parte de uma estratégia global de manejo, e não como um fim em si mesma. A ausência de superioridade da restauração do ritmo sinusal em relação ao controle da frequência, quando associada à anticoagulação, em termos de mortalidade e eventos embólicos, reforça a necessidade de individualização da conduta. Em arritmias de início recente e em contextos precipitantes reversíveis, a cardioversão pode desempenhar papel central, ao passo que, em quadros de maior duração ou com alto risco tromboembólico, a anticoagulação adequada antes e após o procedimento assume importância determinante para a segurança clínica. Princípios semelhantes se aplicam ao flutter atrial e a outras arritmias

supraventriculares, nas quais a cardioversão elétrica deve ser reservada para falha de abordagens menos invasivas ou para situações de instabilidade hemodinâmica.

No âmbito das arritmias ventriculares, a cardioversão sincronizada apresenta elevada taxa de sucesso na taquicardia ventricular monomórfica hemodinamicamente tolerada, enquanto a desfibrilação imediata permanece indispensável na fibrilação ventricular e na taquicardia ventricular sem pulso. A relação temporal entre o início da arritmia e a aplicação da primeira descarga emerge como o principal determinante prognóstico, superando, em impacto clínico, diferenças entre formas de onda ou dispositivos. Esse dado fundamenta a disseminação dos desfibriladores externos automáticos e reforça a necessidade de estratégias institucionais que reduzam o tempo até a desfibrilação, tanto em ambientes extra-hospitalares quanto intrahospitalares.

As considerações procedimentais, incluindo preparo clínico rigoroso, sedação adequada e manejo técnico apropriado do desfibrilador, são componentes indissociáveis da eficácia e da segurança da cardioversão elétrica. A escolha do agente sedativo deve equilibrar rapidez de início, estabilidade hemodinâmica e tempo de recuperação, enquanto a disponibilidade de equipe capacitada e de recursos para suporte avançado de vida constitui requisito indispensável. Em populações especiais, como gestantes e portadores de marcapasso definitivo, a cardioversão elétrica se mostra viável, desde que observados cuidados técnicos específicos, como monitorização fetal e posicionamento adequado dos eletrodos, além da avaliação sistemática do funcionamento do dispositivo após o procedimento.

15

No que se refere às complicações, esta revisão evidencia que a cardioversão elétrica, quando realizada de forma tecnicamente correta e em pacientes adequadamente selecionados, apresenta perfil de segurança favorável. Alterações eletrocardiográficas transitórias, arritmias benignas e disfunção miocárdica reversível figuram entre os eventos mais comuns, geralmente autolimitados. Complicações mais graves, como arritmias ventriculares instáveis, embolização sistêmica e edema pulmonar, estão fortemente associadas a fatores de risco preexistentes, à ausência de anticoagulação adequada e à instabilidade clínica do paciente, o que reforça a importância da estratificação de risco e da monitorização cuidadosa no período pós-procedimento.

Embora os avanços tecnológicos tenham otimizado parâmetros técnicos da cardioversão e da desfibrilação, persistem lacunas relevantes no conhecimento, particularmente quanto à padronização ideal de cargas iniciais em diferentes subgrupos de pacientes, à superioridade

clínica inequívoca das ondas bifásicas em todos os cenários e ao impacto de estratégias de posicionamento dos eletrodos sobre desfechos de longo prazo. Além disso, a heterogeneidade metodológica dos estudos disponíveis limita a extrapolação direta de alguns achados para a prática clínica cotidiana, indicando a necessidade de investigações futuras com desenhos mais robustos e desfechos clinicamente relevantes.

REFERENCIAS

AL-KHATIB, S. M. et al. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. **Heart Rhythm**, v. 15, n. 10, p. 73-189, 2018. Disponível em: [https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271\(17\)31250-X/fulltext](https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271(17)31250-X/fulltext). Acesso em: 05 jan. 2026.

BÄNSCH, D. et al. Intra-Operative Defibrillation Testing and Clinical Shock Efficacy in Patients with Implantable Cardioverter-Defibrillators: The NORDIC ICD Randomized Clinical Trial. **Eur Heart J**, v. 36, n. 37, p. 2500-2507, 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/36/37/2500/2466025?login=false>. Acesso em: 17 jan. 2026.

BALL, C. M.; FEATHERSTONE, P. J. Early history of defibrillation. **Anaesthesia and Intensive Care**, v. 47, n. 2, p. 112-115, 2019. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0310057X19838914>. Acesso em: 23 jan. 2026.

CHESKES, S. et al. Defibrillation Strategies for Refractory Ventricular Fibrillation. **N Engl J Med**, v. 387, n. 21, p. 1947-1956, 2022. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2207304>. Acesso em: 08 jan. 2026.

COUPER, K. et al. A Randomized Trial of Drug Route in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. **N Engl J Med**, v. 392, n. 4, p. 336-348, 2025. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2407780>. Acesso em: 14 jan. 2026.

EL-BATTRAWY, I.; BORGGREFE, M.; AKIN, I. Letter by El-Battrawy et al Regarding Article, "The Effects of Public Access Defibrillation on Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Systematic Review of Observational Studies". **Circulation**, v. 137, n. 15, p. 1646-1647, 2018. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030567>. Acesso em: 30 jan. 2026.

ETTL, F. et al. Effects of an Automated External Defibrillator With Additional Video Instructions on the Quality of Cardiopulmonary Resuscitation. **Front Med (Lausanne)**, v. 8, p. 640721, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2021.640721/full>. Acesso em: 11 jan. 2026.

GLEVA, M. J.; ROBINSON, M.; POOLE, J. The Saga of Defibrillation Testing: When Less Is More. **Curr Cardiol Rep**, v. 20, n. 6, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11886-018-0987-6>. Acesso em: 20 jan. 2026.

GUALANDRO, D. M. et al. 3ª Diretriz de Avaliação Cardiovascular Perioperatória da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 109, n. 3 suppl 1, p. 1-104, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/KMF3nFCBXVfkHmwf89hKmfL/?lang=en>. Acesso em: 02 jan. 2026.

KIYOHARA, K. et al. Ten-Year Trends of Public-Access Defibrillation in Japanese School-Aged Patients Having Neurologically Favorable Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. **Am J Cardiol**, v. 122, n. 5, p. 890-897, 2018. Disponível em: [https://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(18\)31193-7/abstract](https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(18)31193-7/abstract). Acesso em: 21 jan. 2026.

KRYCHTIUK, K. A. et al. RANdomized Cluster Evaluation of Cardiac ARrest Systems (RACE-CARS) trial: Study rationale and design. **Am Heart J**, v. 277, p. 125-137, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002870324001790?via%3Dihub>. Acesso em: 04 jan. 2026.

NASER, N. On Occasion of Seventy-five Years of Cardiac Defibrillation in Humans. **Acta Inform Med**, v. 31, n. 1, p. 68-72, 2023. Disponível em: <https://www.ejmanager.com/mnstemps/6/6-1678534390.pdf?t=1769364191>. Acesso em: 16 jan. 2026.

OLIVEIRA, J. C. et al. Efficacy of Antibiotic Prophylaxis Before the Implantation of Pacemakers and Cardioverter-Defibrillators: Results of a Large, Prospective, Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. **Circ Arrhythm Electrophysiol**, v. 2, n. 1, p. 29-34, 2009. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCEP.108.795906>. Acesso em: 09 jan. 2026.

PACHECO, R. L. et al. What do Cochrane systematic reviews say about cardiac arrest management? **Sao Paulo Med J**, v. 136, n. 2, p. 170-176, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spmj/a/wmc97mNwdtJnMNFRVLqZQtC/?lang=en>. Acesso em: 19 jan. 2026.

PRIORI, S. G. et al. 2015 ESC Guidelines for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death. **G Ital Cardiol**, v. 17, n. 2, p. 108-170, 2016. Disponível em: <https://www.giornaledicardiologia.it/archivio/2174/articoli/23496/>. Acesso em: 25 jan. 2026.

SCHIERBECK, S. et al. Drone delivery of automated external defibrillators compared with ambulance arrival in real-life suspected out-of-hospital cardiac arrests: a prospective observational study in Sweden. **Lancet Digit Health**, v. 5, n. 12, p. e862-e871, 2023. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500\(23\)00161-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS2589-7500(23)00161-9/fulltext). Acesso em: 13 jan. 2026.

SRINIVASAN, N. T.; SCHILLING, R. J. Sudden Cardiac Death and Arrhythmias. **Arrhythm Electrophysiol Rev**, v. 7, n. 2, p. 111-117, 2018. Disponível em:

<https://www.aerjournal.com/articles/sudden-cardiac-death-and-arrhythmias>. Acesso em: 29 jan. 2026.

STILES, M. K.; FAUCHIER, L.; MORILLO, C. A.; WILKOFF, B. L. 2019 HRS/EHRA/APHRS/LAHRS Focused Update to 2015 Expert Consensus Statement on Optimal Implantable Cardioverter-Defibrillator Programming and Testing. **Europace**, v. 21, n. 9, p. 1442-1443, 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/europace/article/21/9/1442/5489151?login=false>. Acesso em: 26 jan. 2026.

TEIXEIRA, R. A. et al. Diretrizes Brasileiras para Dispositivos Eletrônicos Cardíacos Implantáveis - 2023. **Arq Bras Cardiol**, v. 120, n. 1, 2023. Disponível em: <https://abccardiol.org/article/diretriz-brasileira-de-dispositivos-cardiacos-eletronicos-implantaveis-2023/>. Acesso em 02 jan. 2026.

WANG, P. L.; BROOKS, S. C. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. **Cochrane Database Syst Rev**, v. 8, n. 8, 2018. Disponível em: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD007260.pub4/full>. Acesso em: 03 jan. 2026.

WILKOFF, B. L. et al. 2015 HRS/EHRA/APHRS/SOLAECE Expert Consensus Statement on Optimal Implantable Cardioverter-Defibrillator Programming and Testing. **Heart Rhythm**, v. 13, n. 2, p. 50-86, 2016. Disponível em: [https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271\(15\)01425-3/fulltext](https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271(15)01425-3/fulltext). Acesso em: 15 jan. 2026.

WOLFE, H. A. et al. Deviations from AHA guidelines during pediatric cardiopulmonary resuscitation are associated with decreased event survival. **Resuscitation**, v. 149, p. 89-99, 2020. Disponível em: [https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(20\)30061-7/abstract](https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(20)30061-7/abstract). Acesso em: 12 jan. 2026.

ZEPPENFELD, K. et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. **Eur Heart J**, v. 43, n. 40, p. 3997-4126. Disponível em: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/43/40/3997/6675633?login=false>. Acesso em: 01 jan. 2026.