

Isoflurano em Cirurgia Cardíaca

C. A. Cagnolati, TSA¹

Cagnolati C A – Isoflurane in cardiac surgery.

The author reviews the position of isoflurane in cardiac surgery based on its cardiovascular effects, whose final result is the reduction of myocardial oxygen consumption. The anesthetic is a good indication in patients with mitral stenosis or incompetence and aortic stenosis; the same is not valid for patients with congenital defects with right-to-left shunt that can be augmented suddenly as a result of decreased systemic vascular resistance. The use of isoflurane in the presence of ischemic cardiopathy is reviewed and seems to be a safe anesthetic in this situation, provided it is not administered in high inspired concentrations for long periods.

Key Words: ANESTHETICS: volatile, isoflurano; SURGERY: cardiac

O emprego de agentes halogenados em cardiopatas está fundamentado na capacidade de diminuir o consumo de oxigênio pelo miocárdio (MVO_2) de maneira dose-dependente. Esta diminuição representa o resultado final dos efeitos destes anestésicos sobre o sistema cardiovascular.

Existem algumas diferenças entre os efeitos do isoflurano e os dos outros halogenados, sobre os parâmetros cardiovasculares. Assim, no que diz respeito à contratilidade miocárdica (uma das determinante do MVO_2), o isoflurano é menos depressor do que halotano e enflurano, fato comprovado em animais² e no homem³. Este fato poderia induzir à conclusão, aparentemente paradoxal, de que um agente mais depressor (halotano) é de maior valor que um agente menos depressor (isoflurano) na anestesia do cardiopata, uma vez que promoveria diminuição mais intensa do MVO_2 . Entretanto, a contratilidade miocárdica é apenas um dos membros da equação, e os

anestésicos halogenados atuam sobre outros pontos do sistema cardiovascular.

Os três halogenados reduzem a pressão arterial: o isoflurano por redução primária da resistência vascular sistêmica e o halotano e o enflurano por redução primária do débito cardíaco¹. O resultado final é comum: diminuição de MvO_2 , pressão de perfusão coronariana e oferta de oxigênio. O balanço final no miocárdio (positivo ou negativo) vai depender do estado da vasculatura coronariana e da presença ou não de vasos colaterais.

A frequência cardíaca exerce influência sobre o suprimento e a demanda de oxigênio pelo miocárdio. Como cerca de 90% do fluxo coronariano se faz na diástole, quanto maior a frequência cardíaca, menor o tempo de enchimento diastólico, menor o fluxo coronariano e menor o aporte de oxigênio. Por outro lado, o aumento da frequência de batimentos consome mais oxigênio. O isoflurano associa-se mais a elevações de frequência cardíaca do que os outros dois halogenados, devido à menor depressão tanto da descarga espontânea do nódulo S-A como do barorreflexo⁴. Em termos absolutos, a tendência para elevação da frequência cardíaca é uma desvantagem principalmente no paciente com isquemia do miocárdio. A idade avançada, o uso crônico de bloqueadores beta-adrenérgicos e o emprego de

¹ Membro do CET/SBA da Santa Casa de Misericórdia de Ribeirão Preto

Correspondência para Carlos Alberto Cagnolati
Rua Garibaldi, 1956
14100 – Ribeirão Preto, SP

Recebido em 13 de outubro de 1987
Aceito para publicação em 10 de fevereiro de 1988
© 1988, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

opióides como parte da técnica anestésica (fatores comuns nesta categoria de pacientes), atuam em sentido contrário, dificultando o aumento da frequência cardíaca.

No que diz respeito à resistência vascular coronariana, halotano e enflurano parecem não apresentar efeito significativo, preservando o mecanismo de autorregulação: os vasos coronarianos podem se dilatar em resposta à hipoxia e se contrair em resposta à hipocapnia. O isoflurano diminui a resistência vascular coronariana, aumentando o fluxo sanguíneo coronariano global, tanto em animais como no homem. Há diferenças entre espécies: em suínos os estudos não mostram vasodilatação com o uso de isoflurano^{5,6}. Em concentrações clínicas o isoflurano representa um potente vasodilatador sistêmico e coronariano⁷. Em concentrações elevadas não há dilatação adicional, porém a depressão miocárdica torna-se predominante, contribuindo para acentuar a queda de pressão arterial e débito cardíaco, com consequente redução na pressão de perfusão coronariana e no fluxo sanguíneo coronariano, de acordo com a equação:

$$FSC = \frac{PPC \text{ (PAD-PDFVE)}}{RVC \text{ (RB + RA + RC)}}$$

onde:

FSC = Fluxo sanguíneo coronariana
 PPC = Pressão de perfusão coronariana
 PAD = Pressão aórtica diastólica
 PDFVE = Pressã diastólica final de ventrículo esquerdo
 RVC = Resistência vascular coronariana
 RB = Resistência basal (tono na diástole)
 RA = Resistência autorreguladora (sob controle do sistema nervoso autônomo e metabólitos locais, podendo ser afetada por drogas vasodilatadoras, inclusive anestésicos)
 RC = Resistência compressiva (compressão dos vasos coronarianos pela pressão intracavitária; assume papel importante na irrigação subendocárdica durante a sístole, quando os vasos são comprimidos)

Se o isoflurano é um vasodilatador coronariano, onde ele atua? Estudos experimentais no cão, utilizado angiografia coronariana quantitativa, demonstraram que o efeito vasodilatador está limitado às arteríolas coronariana, não havendo alterações no calibre das artérias epicárdicas, apesar de ocorrer aumento do fluxo miocárdico global⁸. O isoflurano pertence à classe de vasodilatadores cujo efeito se faz nos pequenos vasos,

com mínimo ou nenhum efeito nos vasos epicárdicos. Outros fármacos desta classe são adenosina, dipiridamol, nitroprussiato de sódio e papaverina. Reduzem o tono arteriolar nas artérias que suprem vasos colaterais mas não exercem efeito direto sobre estes vasos colaterais. Como resultado, a pressão de perfusão nestes últimos diminui, reduzindo o fluxo colateral. Pelo contrário, a nitroglicerina dilata os vasos colaterais, afetando pouco a resistência arteriolar, tendendo a aumentar o fluxo colateral.

Pelo fato de atuar nas arteríolas e não nos vasos colaterais, não causa surpresa o fato de o isoflurano ser capaz de provocar isquemia miocárdica, ao desviar o fluxo de áreas de perfusão limitada para áreas já adequadamente perfundidas: é o fenômeno de "roubo" coronariano. Ele tem sido demonstrado em grande variedade de modo los animais e, apesar das dificuldades em se medir fluxos miocárdicos regionais no homem, há evidências de que ele possa ocorrer em pacientes coronarianos. O "roubo" coronariano apresenta maior probabilidade de ocorrer quando há obstrução parcial nas artérias coronárias que perfundem áreas do miocárdio dependentes de colaterais. Observações recentes mostram que o isoflurano é capaz de causar "roubo" em modelo animal⁹. Este modelo utiliza cães com colaterais desenvolvidas cronicamente por oclusão completa da artéria coronária descendente anterior. Apesar de constituir um protocolo muito artificial, os resultados são claros ao mostrar a redistribuição do fluxo provocada pelo isoflurano, diminuindo-o nas regiões dependentes de colaterais e aumentando-o nas regiões bem perfundidas, fenômeno concomitante com a deterioração da função na zona colateral.

Por fim, deve-se ressaltar que disritmias cardíacas, em consequência de alterações no automatismo ou de fenômenos de reentrada, são muito mais raras com o isoflurano e o enflurano do que com o halotano. São necessárias maiores doses de epinefrina para provocar extra-sístoles ventriculares durante a anestesia com isoflurano.

INDICAÇÕES EM CARDIOPATAS

Doença valvular

Na *Estenose mitral* a frequência cardíaca tende a ser fixa. Se o ritmo for sinusal, a contração atrial rítmica melhora o enchimento ventricular. O halotano, por exercer grande efeito na descarga espontânea do nódulo S-A, pode facilitar o aparecimento de ritmo nodal e, com isto, desaparece o

componente atrial do enchimento ventricular. Se a indicação ou opção for pelo uso de um anestésico inalatório, o isoflurano deve ser o escolhido, já que deprime pouco a descarga do nódulo S-A e deprime menos a contratilidade, o que é importante em pacientes que podem já apresentar redução na fração de ejeção.

Na *Insuficiência mitral*, a redução da resistência vascular sistêmica, associada a efeitos menores sobre a contratilidade e o ritmo cardíaco, tornam o isoflurano uma boa opção.

Na *Estenose aórtica*, a presença do componente atrial para o enchimento ventricular é ainda mais importante do que na estenose mitral. Nesta situação, o isoflurano é preferido. Não se deve permitir, porém, redução acentuada na pressão arterial sistêmica, pelo perigo de diminuição na perfusão coronariana.

A *Síndrome de Eisenmenger* ocorre sempre que há comunicação entre as circulações sistêmica e pulmonar, provocando doença pulmonar de tal intensidade capaz de levar a curto-circuito direito-esquerdo ou bidirecional. Havendo queda da resistência vascular sistêmica, o curto-circuito direito-esquerdo aumenta subitamente. Nesta situação, a manutenção da anestesia com qualquer agente que reduz a resistência vascular sistêmica não é recomendada; o isoflurano não deve ser utilizado.

Cardiopatias isquêmicas

Na *Cardiopatias isquêmicas*, em virtude de seus efeitos sobre a circulação coronariana, o isoflurano pode ser perigoso em alguns pacientes, sob algumas condições. Em função de suas propriedades vasodilatadoras de pequenos vasos, apresenta o potencial para causar isquemia no paciente com doença coronariana. Resultados de investigações clínicas sugerem que o isoflurano possa induzir isquemia em metade dos pacientes coronarianos e que a queda da pressão arterial e a redistribuição

do fluxo sanguíneo miocárdico (fenômeno de "roubo") podem contribuir para o problema. Os pacientes de risco mais elevado são aqueles com doença em múltiplos vasos, embora mesmo aqueles com estenose significativa em um único vaso sejam candidatos ao desenvolvimento de isquemia subendocárdica. Particularmente de alto risco são os pacientes com doença em múltiplos vasos e concomitância de insuficiência ventricular esquerda, porque as altas pressões de enchimento do ventrículo esquerdo exacerbam a isquemia ventricular, bem como o perigo da depressão miocárdica, pelo efeito direto do anestésico. A menos que as vantagens do isoflurano, ou os efeitos adversos de outros anestésicos sobre outros sistemas orgânicos, sejam superiores ao risco de isquemia associada a este anestésico, a conduta, mais prudente é evitar o uso do isoflurano, como anestésico único, em pacientes com doença coronariana evidente. Atualmente ganha preferência entre os anesthesiologistas a utilização do isoflurano em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio, ou em coronariopatas submetidos a outros tipos de cirurgia, como agente efetivo e seguro para *prevenir elevações intra-operatórias da pressão arterial*, na vigência de anestesia com doses elevadas de hipnoanalgésicos (fentanil, alfentanil, sufentanil). Na avaliação dos efeitos metabólicos e hemodinâmicos coronarianos global e regional, em pacientes anestesiados com sufentanil e isoflurano submetidos a revascularização do miocárdio, não se evidenciou nenhum grau de produção de lactato em qualquer tempo cirúrgico, e os traçados nas derivações eletrocardiográficas II e V permaneceram imutáveis¹⁰. A experiência clínica, utilizando o isoflurano como componente de técnica anestésica balanceada em cirurgia de revascularização do miocárdio¹¹, para controlar hipertensão arterial intra-operatória, portanto em condições onde não são necessárias altas concentrações inspiradas por longos períodos, constitui ótima opção para o coronariopata.

Cagnolati C A – Isoflurano em cirurgia cardíaca.

É feita uma revisão sobre o emprego do isoflurano em cirurgia cardíaca, à luz dos efeitos deste anestésico sobre o sistema cardiovascular, os quais têm como resultado final a diminuição do consumo de oxigênio pelo miocárdio. Na estenose mitral, na insuficiência mitral e na estenose aórtica o isoflurano está bem indicado; o mesmo não se pode dizer nos defeitos congênitos em que há comunicação entre as circulações sistêmica e

Cagnolati C A - Isoflurano en cirugía cardíaca

Se hizo una revisión sobre el empleo del isoflurano en cirugía cardíaca, a la luz de los efectos de este anestésico sobre el sistema cardiovascular, los cuales tiene como resultado final la disminución del consumo de oxígeno por el miocardio. En la estenosis mitral, insuficiencia mitral y en la estenosis aórtica, el isoflurano está bien indicado; lo mismo no se puede decir en los defectos congénitos en que hay comunicación entre las

pulmonar, nos quais a queda da resistência vascular sistêmica pode aumentar subitamente o curto-circuito direito-esquerdo. É analisada a utilização do isoflurano na presença de cardiopatia isquêmica, concluindo-se que se trata de um anestésico seguro quando incluído em técnica balanceada com a finalidade de controlar hipertensão intra-operatória, ou seja, quando não há necessidade de altas concentrações inspiradas por longos períodos.

Unitermos: ANESTÉSICOS: volátil, isoflurano;
CIRURGIA: cardíaca

circulaciones sistémica y pulmonar, los cuales, con la caída de la resistencia vascular sistémica, puede aumentar subitamente el corto circuito derecho-izquierdo. También se analizó la utilización del isoflurano en la presencia de cardiopatia isquémica, concluyéndose que se trata de un anestésico seguro cuando incluído en técnica balanceada con la finalidad de controlar la hipertensión intra-operatoria, o sea, cuando no hay necesidad de altas concentraciones inspiradas por largos períodos.

REFERÊNCIAS

1. Nocite J R – Isoflurano, vantagens e desvantagens. Rev bras Anest, 1987; 37: 253-259.
2. Merin R G, Basch S – Are the myocardial function and metabolic effects of isoflurane really different from those of halothane and enflurane? Anesthesiology 1981; 55: 398-408.
3. Beaupré P N, Cahalan M K, Kremer p F, Lurz F W, Schiller N Br Hamilton W K – Isoflurane, halothane, and enflurane depress myocardial contractility in patients undergoing surgery. Anesthesiology, 1983; 59 (suppl.): A-59.
4. Skovsted P, Saphthavichaiikul S – The effects of isoflurane on arterial pressure, pulse rate, autonomic nervous activity, and barostatic reflexes. Can Anaesth Soc J 1977; 24: 304-314.
5. Lundeen G, Manohar M, Parks C – Systemic distribution of blood flow in swine awake and during 1,0 and 1,5 MAC isoflurane anesthesia with or without 60% nitrous oxide. Anesth Analg, 1983; 62: 499-512.
6. Parks C – Regional distribution of brain and myocardial perfusion in swine white awake and during 1,0 and 1,5 MAC isoflurane anesthesia produced without or with 50% nitrous oxide. Cardiovasc Res, 1984; 18: 344-351.
7. Priebe H J – Differential effects of isoflurane on right and left ventricular performances, and on coronary, systemic and pulmonary hemodynamics in the dog. Anesthesiology, 1987; 66: 262-272.
8. Sill J C, Bove A A, Nugent M, Blaise G A, Dewey J D, Grabau C – Effects of isoflurane on coronary arteries and coronary arterioles in the intact dogs. Anesthesiology, 1987; 66: 273-279.
9. Buffington C W, Romson J L, Levine A, Duttlinger N C, Huang A – Isoflurane induces coronary steal in a canine model of chronic coronary occlusion. Anesthesiology 1987; 66: 280-292.
10. O'Young J, Mastrocostopoulos G, Hilgenberg A, Palacios I, Kyritsis A, Lappas D G – Myocardial circulatory and metabolic effects of isoflurane and sufentanil during coronary artery surgery. Anesthesiology, 1987; 66: 653-658.
11. Nocite J R, Cagnolati C A, Gonçalves Fº J, Julio G B S, Castilho O T – Isoflurano em técnica de anestesia balanceada para cirurgia de revascularização do miocárdio. Rev bras Anest, 1987; 37: 241-247,