

# Como eu faço: Cardioplegia sangüínea isotérmica retrógrada de baixo volume

Domingo M. BRAILE\*

RBCCV 44205-183

BRAILE, D. M. - Como eu faço. Cardioplegia sangüínea isotérmica retrógrada de baixo volume. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 7(3):221-229, 1992.

DESCRITORES: proteção miocárdica, cardioplegia.

O desenvolvimento de métodos de proteção e ressuscitação miocárdica tem evoluído de forma rápida e consistente, nos últimos anos, principalmente devido ao estabelecimento de bases fundamentais para o entendimento do metabolismo cardíaco e técnicas que permitam seu emprego de maneira eficiente e prática.

Alguns pontos ficaram bem estabelecidos e devem ser do conhecimento dos cirurgiões.

- 1 **O metabolismo cardíaco** é fundamentalmente aeróbio, dependendo, portanto, do fornecimento contínuo de oxigênio e substratos.
- 2 **O músculo cardíaco** converte energia química em trabalho mecânico com baixa taxa de conversão.  
Gasta 9,8 watts de energia química para produzir 1,2 watts de trabalho mecânico com eficiência de apenas 15% (característica dos motores químicos).
- 3 **O miocárdio**, apesar de ter uma reserva de 200 mg a 300 mg de ATP, devido ao elevado consumo, necessita de grande e contínua produção dos fosfatos de alta energia, ao desenvolver trabalho mecânico. Para isso, o coração produz e utiliza 35 g (ou 35.000.000 mg) de ATP por dia <sup>7</sup>.
- 4 **Em relação ao gasto de energia**, o coração é um órgão peculiar, consome 90% da energia

para desenvolver trabalho eletromecânico e apenas 10% para manter a homeostasia e a viabilidade dos tecidos <sup>1</sup>.

- 5 **O metabolismo miocárdico** tem melhor desempenho em temperaturas normais do organismo humano (36°C) com adequado funcionamento de mitocôndrias, bombas de sódio, potássio e cálcio, sistemas enzimáticos, tampões, removedores (*scavengers*) etc.
- 6 **O frio diminui o consumo de energia pelo miocárdio**, mas, ao mesmo tempo, diminui a sua produção.  
Além disso, impedindo o funcionamento da bomba de cálcio, eleva a concentração do mesmo no citosol, aumenta a tensão da parede <sup>6</sup>, podendo aumentar o consumo. O coração, desenvolvendo trabalho mecânico em baixa temperatura, gasta mais energia que em normotermia <sup>1</sup>.
- 7 **A hipotermia em corações parados** leva a pequena economia de energia <sup>4,8</sup>. Assim, o coração:
  - a) trabalhando em normotermia consome 9 ml O<sub>2</sub>/100 g de miocárdio;
  - b) parado em normotermia consome 1 ml O<sub>2</sub>/100 g de miocárdio;
  - c) parado em hipotermia 22°C consome 0,3 ml O<sub>2</sub>/100 g de miocárdio;

Trabalho realizado no Serviço de Cirurgia Cardíaca - Hospital Beneficência Portuguesa, Hospital IELAR - Córdio e Hospital de Base/FUNFARME  
\* Do Serviço de Cirurgia Cardíaca - Hospital Beneficência Portuguesa, Hospital IELAR - Córdio e Hospital de Base/FUNFARME, da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto e Faculdade de Medicina de Catanduva, SP, Brasil.

Recebido para publicação em 2 de dezembro de 1992.

Endereço para separatas: Domingo M. Braile. Av. Juscelino Kubitschek 31011. 15091 São José do Rio Preto, SP, Brasil.

d) parado em hipotermia 15°C 0,27 ml O<sub>2</sub>/100g de miocárdio.

Se a frequência cardíaca fosse normalizada, o consumo de O<sub>2</sub> aumentaria nos corações hipotérmicos.

Assim, se considerarmos a frequência normalizada em 120 bat/min, o consumo de O<sub>2</sub> em normotermia é de 9mlO<sub>2</sub>/100g de miocárdio. Na temperatura de 10°C na nossa frequência o consumo é de 20 mlO<sub>2</sub>/100g.

**8 O fluxo coronário normal** é de aproximadamente 100 ml por 100 g de miocárdio, dos quais 90 ml são empregados para desenvolver trabalho eletromecânico e 10 ml para manutenção da viabilidade tecidual.

Desta forma, se o coração estiver parado, necessita-se de apenas 10 ml por 100 g de miocárdio de fluxo anterógrado ou retrógrado para manter a viabilidade miocárdica. Considerando-se um coração com 300g, necessita-se de um fluxo contínuo de apenas 30 ml de sangue oxigenado adicionado de agentes, que permita manter o coração despolarizado e, portanto, parado para que as necessidades do metabolismo aeróbio sejam satisfeitas.

**9 A adição de aminoácidos** como glutamato e aspartato pode melhorar a eficiência metabólica do miocárdio<sup>3,10</sup>, repondo déficits de energia e levando à recuperação anatômica e funcional do músculo cardíaco, que de outra forma estaria condenado ao dano irreversível e à necrose.

**10 A via retrógrada**, através da infusão cardioplégica pelo seio coronário com aorta drenada, tem-se mostrado prática e eficiente, permitindo o uso de cardioplegia contínua sem grandes transtornos<sup>1,2,5</sup>.

A distribuição da cardioplegia retrógrada é melhor que a da via anterógrada, principalmente nos pacientes coronarianos, quando realizada em isoterma com fluxos adequados, controle absoluto das condições de infusão (evitando-se perdas em torno da cânula do seio coronário) e avaliação permanente do débito de oxigênio pela saturação do efluente pela raiz da aorta.

**11 Interrupção de 3 minutos** mesmo em normotermia parece não produzir lesões quando o coração está parado; contudo, interrupções (de 5 minutos) quando ultrapassam 15 minutos no total, provocam déficit contrátil no pós-operatório<sup>9</sup>.

**12 Todos os métodos de proteção miocárdica** buscam preservar a função cardíaca durante o período de atuação sobre o coração ou clampeamento aórtico. De acordo com o método ou as condições do miocárdio, podem ocorrer lesões

abaixo do limite de detecção ou, ainda, lesões reversíveis e irreversíveis.

Devem ser considerados como especiais os corações que têm grandes déficits de energia, assim como os isquêmicos, hipertróficos, dilatados, cianóticos e imaturos. Cada um deles possui características próprias e podem ou não resistir a um período menor ou maior de isquemia, com diferentes métodos de cardioplegia hipotérmica ou normotérmica, interrompida ou contínua, modificada ou não por aminoácidos etc.

**13 Os métodos** que compreendem o clampeamento aórtico intermitente e a cardioplegia interrompida admitem períodos de isquemia, com os consequentes períodos de reperfusão.

A reperfusão é uma fase crítica para o miocárdio, uma vez que o coração deverá recuperar os déficits e produzir trabalho eletromecânico com grande consumo de energia, justamente na fase em que mais necessita dela.

Quando se utiliza a perfusão contínua isotérmica anterógrada ou retrógrada não existe isquemia e o período de clampeamento aórtico pode ser entendido mais como um período de ressuscitação cardíaca<sup>10</sup> do que um período de dano miocárdico. Isto principalmente se a temperatura e o fluxo sangüíneo forem mantidos em níveis adequados, de tal forma que o metabolismo básico seja suficiente para o fornecimento de fosfatos de alta energia.

**14 O fluxo da cardioplegia** depende da necessidade de substratos e oxigênio durante a parada cardíaca em isoterma, conseqüente à condição prévia do miocárdio e do seu consumo durante o clampeamento aórtico. Quanto mais isquêmico ou mais hipertrófico for o coração, maior fluxo de cardioplegia será necessário para manter a viabilidade ou recuperar os déficits de energia existentes.

**15 Poderíamos fazer uma comparação** que, embora grosseira, nos faria entender melhor os conceitos aqui admitidos.

Comparemos o coração ao motor de um automóvel, os fosfatos de alta energia à carga de sua bateria e os substratos ao combustível (álcool, por exemplo).

Ao estacionar o automóvel, poderemos:

a) **Parar o motor**, fechando o fornecimento de combustível (clampeamento aórtico) sem desligar a chave (ignição). O motor vai parar por ter consumido todo o substrato (álcool) disponível no carburador e tubulações. Não há produção de energia; a bateria vai manter a carga que já tinha ou perder certa quantidade, dependendo do eventual consumo elétrico (tensão da parede do ventrículo por inibição

da bomba de cálcio). Se tinha pouca carga ou a perdeu (déficit de ATP), estará com pouca energia para nova partida do motor.

No momento da partida, principalmente se o motor **estiver frio**, necessitará de muita energia da bateria para fazer o motor girar, bombear álcool, encher o carburador e fazer o motor "pegar". Se a bateria estiver "fraca", o motor dará algumas voltas, a bateria se esgotará e não será possível fazê-lo funcionar, a não ser que se restaure a energia da bateria. Isto é conseguido através de: 1) reperfusão modificada controlada; 2) assistência circulatória por horas, dias ou semanas (extracorpórea prolongada, balão intra-aórtico, coração artificial etc.), com as graves conseqüências que conhecemos e que levam a alta mortalidade.

b) **Parar o motor**, desligando a chave (ignição) (cardioplegia potássica hipotérmica). O motor pára e fica frio, com conservação de certa quantidade de substrato (o carburador fica cheio de álcool). Não existe produção de energia e o consumo é baixo. Porém, com motor parado a bateria não pode carregar-se. Durante este período, pode haver tentativa de fornecer combustível para o motor, mas, estando o mesmo "parado" e "frio", não se consegue produzir energia (cardioplegia fria intermitente). No momento da partida, apesar de existir combustível, há pouca energia na bateria e o motor pode "pegar" ou não, dependendo das suas condições e das condições prévias da bateria. Da mesma forma que no caso anterior, pode-se tentar: 1) reperfusão assistílica modificada quente; 2) assistência circulatória prolongada com circulação extracorpórea (CEC), balão intra-aórtico, coração artificial etc. por horas, dias ou semanas, até o coração "pegar" ou, no caso da nossa comparação, abandonar o automóvel na estrada (morte).

c) **Manter o motor em marcha lenta aquecido** (despolarização e parada dos batimentos cardíacos em isotermia) com fornecimento de pequena quantidade de combustível (substratos). Isto deve ser feito de tal forma que o consumo seja pequeno e que a produção de energia seja suficiente para não só manter a carga da bateria, como também aumentá-la (melhorando a eficiência da produção de ATP, com modificação do substrato por adição de glutamato, aspartato etc.), levando à ressuscitação cardíaca. No momento da partida, nada teremos a fazer senão simplesmente aumentar o fornecimento de combustível (desclameamento aórtico) e o motor voltará a funcionar plenamente, movendo o auto-

móvel de forma eficiente para alegria de todos!!! (saída de CEC com boa performance hemodinâmica sem arritmias e sem o uso de drogas cardioativas).

### Técnica

Baseados nos princípios acima descritos, desenvolvemos a técnica de cardioplegia sangüínea isotérmica retrógrada contínua com emprego de sangue modificado por cloreto de potássio e cloreto de magnésio e melhorado pela adição de glutamato e aspartato.

O sangue para a retroperfusão é bombeado por bomba de roletes e modificado pela adição de baixo volume de soluções altamente concentradas, de forma contínua com utilização de uma seringa elétrica de infusão de alta precisão.

Descreveremos nos parágrafos seguintes a técnica:

1 **A CEC é estabelecida com canulação de ambas as cavas.**

O *priming* do oxigenador deve ser constituído de Ronger Lactato e sangue, quando necessário, para que o hematócrito não seja inferior a 25%. O equilíbrio ácido-básico e hidrossalino deve ser rigorosamente controlado, uma vez que o sangue será o principal componente da cardioplegia. Espera-se, assim, que o BE esteja próximo de zero e que o potássio fique em torno de 5 mEq/l. A adição de drogas como manitol, vitamina C, corticosteróides, xilocaína, papaverina etc., no conteúdo do oxigenador, fará parte da própria cardioplegia, no sentido de funcionar como removedores de radicais livres, antioxidantes, estabilizadores de membrana e vasodilatadores coronários, respectivamente.

2 **Uma linha de 1/4"** tem origem na saída dos oxigenadores de bolhas ou no *shunt* dos oxigenadores de membrana, levando sangue oxigenado com destino a uma bomba de roletes que permita fluxos estáveis e precisos, entre 50 ml e 500 ml por minuto com controle linear.

Desta bomba, parte uma linha também de 1/4", conectando-se através de um Y com uma linha de 1/8" vindo de uma seringa injetora elétrica, que fornecerá a solução "mãe" da cardioplegia concentrada com baixo volume. Após o Y, a linha de 1/4" passa por um pequeno trocador de calor, que tem também a função de misturar as soluções e reter eventuais bolhas. Do trocador de calor, a linha de 1/4" atinge o campo operatório para ser conectada às cânulas de infusão anterógrada e/ou retrógrada de cardioplegia.

**3 As soluções "mãe" apresentam duas concentrações, sendo a primeira mais concentrada e chamada solução "mãe" de indução; a segunda, menos concentrada, denomina-se solução "mãe" de manutenção/reperfusão.**

**a) A composição da solução "mãe" de indução é a seguinte:**

Cloreto de potássio	100 mEq
Cloreto de magnésio	40 mEq
Glutamato de sódio	60 mmol
Aspartato de sódio	60 mmol
Água bidestilada q.s.p.	50 ml

**As concentrações serão, respectivamente:**

Cloreto de potássio	2 mEq/ml ou 2000 mEq/l
Cloreto de magnésio	0,8 mEq/ml ou 800 mEq/l
Glutamato de sódio	1,2 mmol/ml ou 1200 mmol/l
Aspartato de sódio	1,2 mmol/ml ou 1200 mmol/l

**b) A composição da solução "mãe" de manutenção/reperfusão é a seguinte:**

Cloreto de potássio	37,5 mEq
Cloreto de magnésio	15,0 mEq
Glutamato de sódio	60 mmol
Aspartato de sódio	60 mmol
Água bidestilada q.s.p.	50ml

**As concentrações serão, respectivamente:**

Cloreto de potássio	0,75 mEq/ml ou 750 mEq/l
Cloreto de magnésio	0,30 mEq/ml ou 300 mEq/l
Glutamato de sódio	1,2 mmol/ml ou 1200 mmol/l
Aspartato de sódio	1,2 mmol/ml ou 1200 mmol/l

Ambas as soluções são preparadas com sais pró-análise e água bidestilada livre de pirogênio, sendo filtradas em filtro de 0,22 micrômetros, embaladas em frasco âmbar e esterilizadas em autoclave e rotuladas.

**4 Cálculos da proporção de sangue do oxigenador e soluções "mãe" de indução e manutenção/reperfusão para obtenção das concentrações adequadas de cardioplegia final.**

A concentração das soluções foi calculada de tal forma que a proporção entre solução "mãe" e sangue seja sempre de 1%. Desta forma:

Fluxo de bomba de roletes da cardioplegia	Fluxo da seringa injetora
50 ml/min	0,5 ml/min ou 30 ml/h
100 ml/min	1,0 ml/min ou 60 ml/h
150 ml/min	1,5 ml/min ou 90 ml/h
200 ml/min	2,0 ml/min ou 120 ml/h
250 ml/min	2,5 ml/min ou 150 ml/h
300 ml/min	3,0 ml/min ou 180 ml/h

**5 Demonstração da concentração final de potássio:**

**a) Indução (Gráfico 1)**

Admite-se uma concentração de potássio no sangue de 5 mEq/l.

**b) Manutenção/Reperfusão (Gráfico 2)**

Admite-se uma concentração de potássio no sangue de 5 mEq/l

**c) Os mesmos cálculos** valem para o magnésio, o glutamato e o aspartato.

**d) Para volumes diferentes** de sangue (50, 100, 150, 200 ou 300 ml por minuto), os cálculos também são os mesmos. (Gráfico 3)

**6 Durante o preparo do circuito da CEC, o sistema da cardioplegia é também preenchido com o priming do oxigenador e com a solução "mãe" de indução, na proporção adequada pelo acionamento da bomba de roletes da cardioplegia e da seringa injetora com a solução de indução**

**GRÁFICO 1**

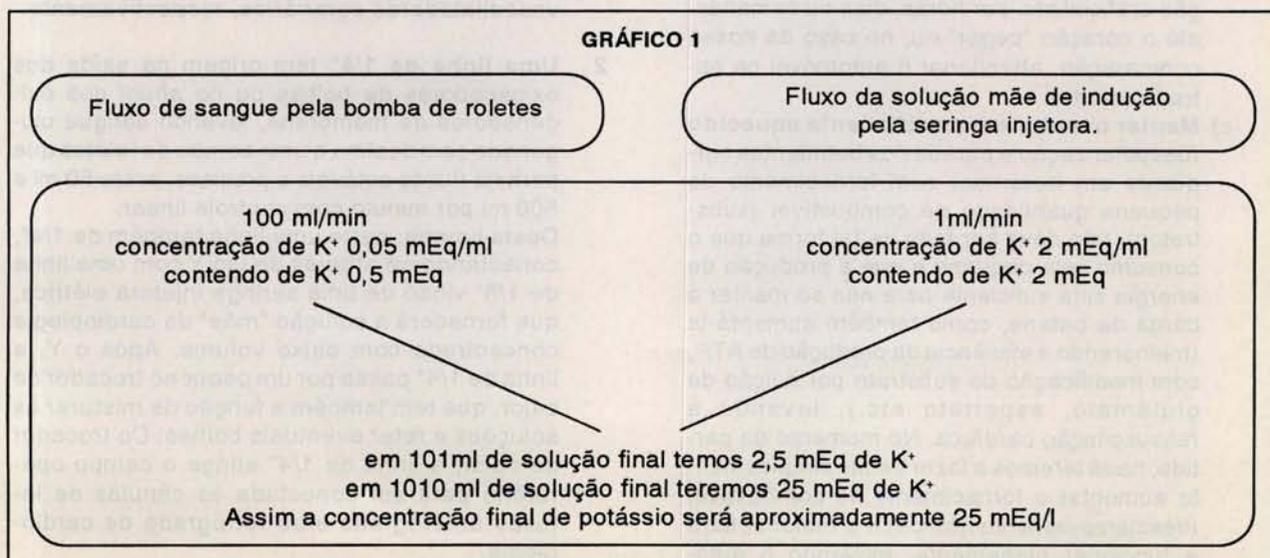
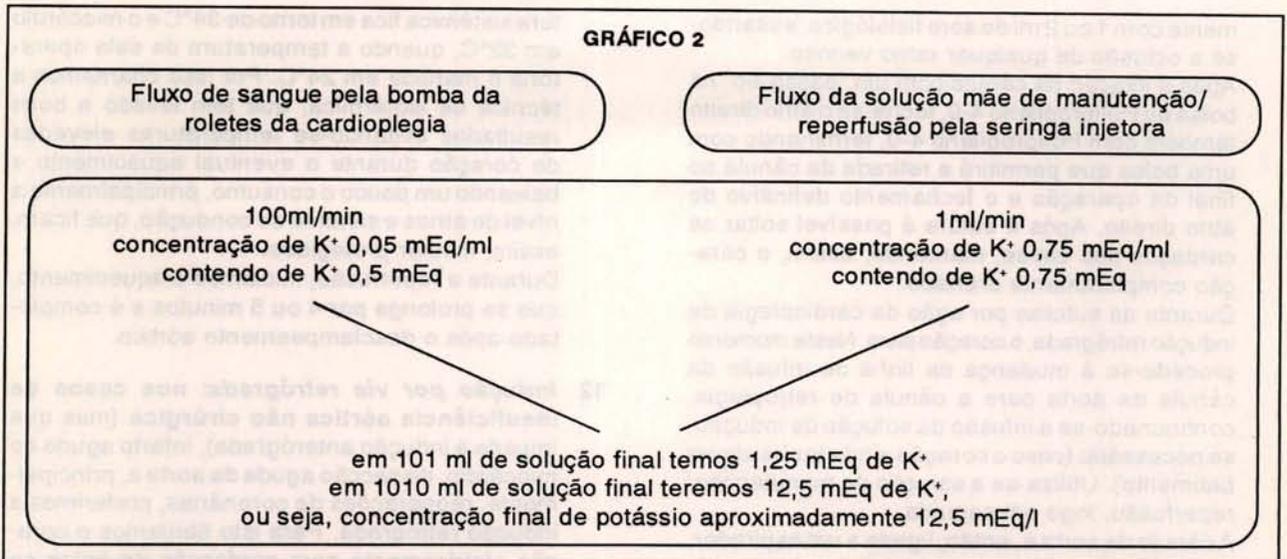


GRÁFICO 2

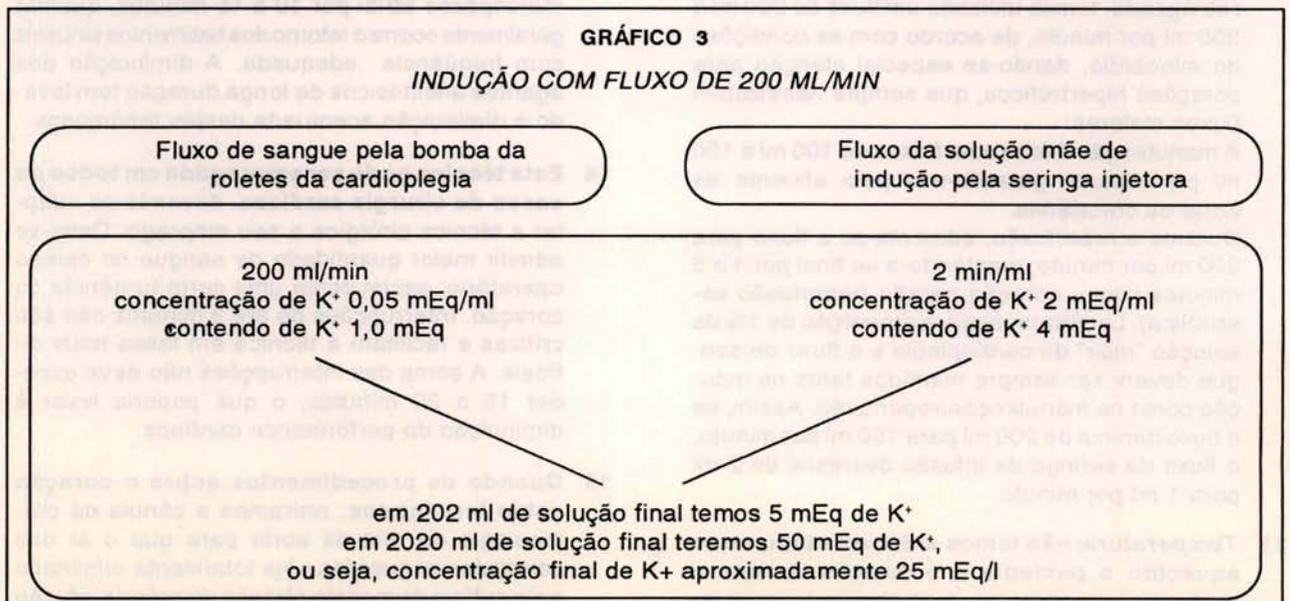


- 7 Após a entrada em CEC, o *priming* do sistema de cardioplegia é desprezado de tal forma que tenhamos na linha da cardioplegia a proporção correta de sangue e solução "mãe" de indução, com concentração final de  $K^+$  de aproximadamente 25 mEq e concentrações adequadas de magnésio e glutamato aspartato, pelo acionamento da bomba de roletas da cardioplegia e da seringa de infusão na proporção correta.
- 8 Conecta-se a linha de infusão da cardioplegia com uma cânula 12 F previamente introduzida na raiz da aorta. Após o clampeamento da aorta, inicia-se a infusão da cardioplegia de indução anterógrada, que deverá ser mantida até a pa-

rada completa dos batimentos cardíacos. Neste tempo, ajustam-se os cadarços das cavas e abre-se o átrio direito, através de pequena incisão vertical 2,0 cm acima da desembocadura da cava inferior. Coloca-se um aspirador no seio coronário e retiram-se, se necessário, os restos da válvula do mesmo que possa impedir a livre colocação da cânula de retroperfusão. Confecciona-se uma ampla sutura em bolsa na borda do seio coronário com fio de Polipropileno 4-0, introduzindo-se uma sonda de Foley de 12F a 20F, de acordo com o diâmetro do seio. Para maior facilidade do fluxo, a ponta da sonda é cortada e a mesma introduzida 1 cm a 1,5 cm na luz do seio coronário. O balão é insuflado leve-

GRÁFICO 3

INDUÇÃO COM FLUXO DE 200 ML/MIN



mente com 1 ou 2 ml de soro fisiológico, evitando-se a oclusão de qualquer ramo venoso.

Após a fixação da cânula com um "passa-fio" na bolsa de Polipropileno 4-0, fecha-se o átrio direito também com Polipropileno 4-0, terminando com uma bolsa que permitirá a retirada da cânula ao final da operação e o fechamento definitivo do átrio direito. Após a sutura é possível soltar os cardaços das cavas, mantendo, assim, o coração completamente drenado.

Durante as suturas por ação da cardioplegia de indução retrógrada, o coração pára. Neste momento procede-se à mudança da linha de infusão da cânula da aorta para a cânula de retroplegia, continuando-se a infusão da solução de indução, se necessário (caso o coração ainda tenha algum batimento). Utiliza-se a solução de manutenção/reperfusão, logo em seguida.

A cânula da aorta é, então, ligada a um aspirador, de tal forma que a pressão na raiz aórtica seja zero ou negativa.

As observações do enchimento venoso e da saturação do efluente pela aorta são fundamentais neste ponto e durante toda a evolução da operação.

A saturação do efluente deve ser mantida acima de 60% ou 30 mmHg de pressão parcial de O<sub>2</sub>. Se estimar-se uma saturação menor, a cânula deve ser reposicionada ou o fluxo aumentado.

**9 Após 5 minutos de indução**, passa-se para a solução de manutenção/reperfusão. Para isto, troca-se a seringa no aparelho de infusão. A utilização de uma torneira de três vias facilita a manobra.

**10 Fluxos: durante a indução anterógrada ou retrógrada**, temos utilizado um fluxo de 200 ml a 300 ml por minuto, de acordo com as condições do miocárdio, dando-se especial atenção para corações hipertróficos, que sempre necessitam fluxos maiores.

A manutenção é feita com fluxos de 100 ml a 150 ml por minuto, guiando-nos pelo efluente da aorta ou coronárias.

Durante a reperfusão, aumenta-se o fluxo para 200 ml por minuto, mantendo-a ao final por 4 a 5 minutos com o coração parado (reperfusão assistólica). Lembramos que a proporção de 1% da solução "mãe" de cardioplegia e o fluxo de sangue devem ser sempre mantidos tanto na indução como na manutenção/reperfusão. Assim, se o fluxo diminui de 200 ml para 100 ml por minuto, o fluxo da seringa de infusão decresce de 2 ml para 1 ml por minuto.

**11 Temperatura: não temos esfriado e tampouco aquecido o paciente** e o coração durante o procedimento cirúrgico; desta forma a tempera-

tura sistêmica fica em torno de 34°C e o miocárdio em 32°C, quando a temperatura da sala operatória é mantida em 24°C. Por isso chamamos a técnica de isotérmica, que tem levado a bons resultados evitando-se temperaturas elevadas do coração durante o eventual aquecimento e baixando um pouco o consumo, principalmente a nível de átrios e sistema de condução, que ficam, assim, melhor protegidos.

Durante a reperfusão, iniciamos o aquecimento, que se prolonga por 4 ou 5 minutos e é completado após o desclameamento aórtico.

**12 Indução por via retrógrada: nos casos de insuficiência aórtica não cirúrgica** (mas que impede a indução anterógrada), infarto agudo do miocárdio, dissecção aguda da aorta e, principalmente, reoperações de coronárias, preferimos a indução retrógrada. Para isto fibrilamos o coração eletricamente para confecção da bolsa no seio coronário, iniciamos a retroplegia e clampeamos a aorta.

**13 Anestesia: devemos recordar-nos de que os agentes anestésicos** introduzidos no sangue do circuito extracorpóreo atingirão o coração em condições de retroperfusão completamente despolarizado, podendo, quando em altas doses, impregná-lo levando à diminuição da performance cardíaca até sua eliminação.

Tendo especial tropismo pelo sistema nervoso, pode-se "anestésiar" o tecido de geração (nó sinusal) e condução dos estímulos cardíacos, levando à bradicardia após o desclameamento aórtico.

Geralmente, nestes casos, é possível aumentar a frequência cardíaca com a colocação de um marcapasso atrial por 10 a 15 minutos, quando geralmente ocorre o retorno dos batimentos sinusais com frequência adequada. A diminuição dos agentes anestésicos de longa duração tem levado à diminuição acentuada destes fenômenos.

**14 Esta técnica pode ser empregada em todos os casos de cirurgia cardíaca**, devendo-se adaptar a técnica cirúrgica a seu emprego. Deve-se admitir maior quantidade de sangue no campo operatório, assim como uma certa turgência do coração. Interrupções de até 3 minutos não são críticas e facilitam a técnica em fases mais difíceis. A soma das interrupções não deve exceder 15 a 20 minutos, o que poderia levar à diminuição da performance cardíaca.

**15 Quando os procedimentos sobre o coração estão terminados**, retiramos a cânula de cardioplegia da raiz da aorta para que o ar das cavidades esquerdas seja totalmente eliminado pelo orifício da mesma através da própria infusão

- retrógrada e por clampeamento da drenagem venosa. Nestas condições, desclameamos a aorta e desconectamos a linha de infusão da retroplegia. O coração volta a bater em mais ou menos 10 segundos. Retiram-se a bolsa e a cânula do seio coronário e fecha-se a bolsa do átrio direito. Recolocamos a cânula da raiz da aorta para medida da pressão neste local e infusão da protamina.
- 16 A medida da pressão da raiz da aorta tem sido de grande valor para avaliação do paciente logo após saída de CEC. Geralmente, existe uma grande discrepância entre a mesma e a pressão da artéria radial, devido à vasoconstricção que, além disto, nos indica o uso de vasodilatadores.**
- 17 Após 8 a 10 minutos, injetamos 5 ml a 10 ml de cloreto de cálcio para reverter eventuais efeitos residuais da cardioplegia e após mais 5 a 10 minutos com redução progressiva do fluxo da bomba arterial, interrompe-se a circulação extracorpórea.**
- 18 Em geral o desempenho cardíaco é excelente e raramente é necessário o emprego de drogas inotrópicas.**
- 19 A diluição com esta técnica é muito pequena pois, para um fluxo de cardioplegia final de 100 ml por minuto durante 1 hora, empregam-se apenas 60 ml de solução "mãe".**
- 20 Com relação à hiperpotassemia, é raro que ocorra, uma vez que em 1 hora de clampeamento aórtico injetam-se, incluindo a indução, cerca de 100 mEq de potássio, o que é uma quantidade irrisória quando se compara com os 400 mEq de potássio que existem no organismo.**  
De qualquer forma, logo após o desclampeamento aórtico, injetamos entre 20 a 40 unidades de insulina simples de acordo com o peso do paciente. Para manter boa diurese durante a circulação extracorpórea e para baixar o potássio, pode-se empregar diuréticos como o furosemida, no próprio circuito extracorpóreo ou após a retirada de CEC.
- 21 Condições Especiais:**
- a) se o coração volta a bater durante o período de manutenção ou reperfusão, injetamos manualmente 0,5 ml a 1 ml da solução de indução no circuito da cardioplegia através da torneira de três vias, que está incorporada ao sistema de infusão da solução "mãe";
- b) se o coração apresentar ondulações (como "ondas de um campo de trigo batido pelo vento"), injetamos 5 ml de xilocaína 1% no circuito da cardioplegia pela mesma torneira de três vias. Este fenômeno não está ainda totalmente esclarecido, mas parece decorrer de alterações da membrana celular com participação dos canais de sódio. De qualquer forma, as ondulações, que têm sido raras com esta técnica, desaparecem com a xilocaína.
- c) Se o coração continuar batendo com a infusão de 0,5 ml a 1 ml de solução de indução, pode-se manter o fluxo sangüíneo e aumentar em 50% o fluxo da solução de manutenção/reperfusão por um período.
- d) Geralmente o coração fica parado durante todo o tempo, mas apresenta contração se fortemente estimulado. Chamamos a isto de **coração quiescente**, isto é, fica parado mas pronto para bater.  
Acreditamos ser este o "ponto ideal" da cardioplegia. Se o coração fica muito flácido e não responde a estímulos fortes, podemos manter o fluxo sangüíneo da cardioplegia e diminuir a infusão da solução "mãe" de manutenção/reperfusão em 50%, voltando ao normal se o coração voltar a bater.  
Desta forma, é possível manter a despolarização necessária sem exagerá-la.
- 22 Retroperfusão:** tem sido muito discutida, pois parte do sangue infundido abandona as veias pelo sistema de Tebesius e parte é roubada pelos sinusóides. Quando se utilizam cânulas especiais de retroplegia introduzidas às cegas, auto-insufáveis ou não, ocorrem dois fenômenos:
- a) existe uma grande perda de fluxo pelo seio coronário e é indispensável medir-se a pressão do sistema para avaliar se a perda não é muito grande.
- b) é indispensável avançar a cânula para a veia interventricular anterior pois, se a mesma ficar no início do seio coronário, ela desloca-se com muita facilidade e perde muito fluxo para o átrio direito.  
Acreditamos que a introdução de uma sonda de Foley, sob visão direta contida por uma bolsa nas bordas do seio coronário, mantendo-a no início do sistema venoso coronariano, permite uma perfusão retrógrada muito mais efetiva.  
Disto decorre a diferença de fluxos por nós empregados e aqueles da literatura, os quais devem compensar as perdas naturais e aquelas decorrentes de má posição da cânula de retroperfusão. De qualquer forma, admite-se que apenas 25% do fluxo oferecido ao seio coronário atingem os óstios coronários na aorta.  
Admitindo que necessitamos de 30 ml de fluxo efetivo para manter a viabilidade de um cora-

ção de 300 gramas, a oferta de 100 ml a 120 ml pelo seio coronário, seria mais que suficientes para suprir as necessidades.

**23 Na cirurgia de coronária**, às vezes é necessário interromper o fluxo da cardioplegia por 3 a 5 minutos. Sempre que isto ocorre, fazemos uma reperfusão com fluxo de 200 ml por minuto por, pelo menos, 2 minutos antes de nova interrupção.

**24 A utilização das seringas de infusão elétrica** permite a mistura do sangue com a solução "mãe" em proporções muito precisas, o que é fundamental, uma vez que estas soluções são muito concentradas e qualquer erro leva a grandes desvios das concentrações desejadas. Na rotina utilizamos seringas de 20 ml. Existe a possibilidade da utilização das bombas de infusão de roletes, muito comuns em todos os hospitais, mas é necessário verificar qual o **fluxo exato** que as mesmas estão enviando, quando se seleciona um determinado fluxo no painel. Temos encontrado variações de até 25% entre o

fluxo selecionado e o obtido, o que pode levar a diluições inadequadas.

Mesmo com a utilização de seringas injetoras elétricas, é indispensáveis verificar se o fluxo indicado corresponde ao fluxo **efetivamente fornecido**.

Por outro lado, a bomba de roletes, que leva o sangue do oxigenador ao campo, deverá estar bem calibrada tanto com relação à sua contínuidade como também quanto ao fluxo fornecido, do contrário a proporção solução "mãe"/sangue será incorreta e as concentrações finais, inadequadas.

**25 É muito importante que esta sistemática seja entendida em suas bases**, de tal forma que o cirurgião e toda a equipe possam comunicar-se com facilidade, sem os atropelos dos momentos críticos. Só a utilização do método na rotina permite seu amplo domínio. O emprego esporádico da técnica em casos graves certamente levará a complicações decorrentes da falta de conhecimento dos detalhes, o que só será possível com a prática diária do método.

RBCCV/44205-183

BRAILE, D. M. - How to do it: Low volume backward normal thermic blood cardioplegia. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 7(3):221-229, 1992.

DESCRIPTORS: myocardial protection, cardioplegia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BRAILE, D. M.; ARDITO, R. V.; ZAIANTCHICK, M.; SANTOS, J. L. V.; SOARES, M. J. F. - Cardioplegia sangüínea contínua normotérmica. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 4(2): 109-138, 1989.
- 2 BRAILE, D. M.; BUFFOLO, E.; ANDRADE, J. C. S.; VOLPE, M. A.; PALMA, J. H.; ZAIANTCHICK, M. - Tratamento cirúrgico das patologias da aorta torácica utilizando parada circulatória total hipotérmica com perfusão cerebral retrógrada. (no prelo).
- 3 BOLLING, S. F.; FLAHERTY, J. T.; BULKLEY, B. H.; GOTT, V. L.; GARDNER, T. J. - Improved myocardial preservation during global ischemia by continuous retrograde coronary sinus perfusion. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 86: 659-666, 1983.
- 4 BRAZIER, J.; HOTTENROTT, C.; BUCKBERG, G. - Noncoronary collateral myocardial blood flow. *Ann. Thorac. Surg.*, 19: 426-435, 1975.
- 5 BUCKBERG, G. D. - Antegrade/retrograde blood cardioplegia to ensure cardioplegic distribution: operative techniques and objectives. *J. Cardiac Surg.*, 4: 216-238, 1988.
- 6 BUCKBERG, G. D. - A proposed solution to the cardioplegic controversy. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 77: 803-817, 1979.
- 7 BUCKBERG, G. D.; Protean causes of myocardial stunning in infants and adults. *J. Cardiac Surg.*, 8(Supl.): 214-219, 1993.
- 8 CHITWOOD, W. R.; SINK, J. D.; HILL, R. C.;

WECHSLER, A. S.; SABISTON Jr., D. C. - The effects of hypothermia on myocardial oxygen consumption and transmural coronary blood flow in the potassium-arrested heart. *Ann. Thorac. Surg.*, 190: 106-116, 1979.

9 LEVITSKY, S.; WRIGHT, R. N.; RAO, K. S.; HOLLAND, C.; ROPER, K.; ENGELMAN, R.; FEINBERG, H. - Does intermittent coronary perfusion offer greater

myocardial protection than continuous aortic cross-clamping? *Surgery*, 82: 51-59, 1977.

10 ROSENKRANZ, E. R.; BUCKBERG, G. D.; LAKS, H.; MULDER, D. G. - Warm induction of cardioplegia with glutamate-enriched blood in coronary patients with cardiogenic shock who are dependent on inotropic drugs and intra-aortic balloon support. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 86: 507-518, 1983.

192	WOLANSKY, A. D. B.	192	WINTER, A. D.
193	WANDERSKY, H. T. J.	193	WINTER, R. J.
194	WANDERSKY, H. T. J.	194	WINTER, R. J.
195	WANDERSKY, H. T. J.	195	WINTER, R. J.
196	WANDERSKY, H. T. J.	196	WINTER, R. J.
197	WANDERSKY, H. T. J.	197	WINTER, R. J.
198	WANDERSKY, H. T. J.	198	WINTER, R. J.
199	WANDERSKY, H. T. J.	199	WINTER, R. J.
200	WANDERSKY, H. T. J.	200	WINTER, R. J.
201	WANDERSKY, H. T. J.	201	WINTER, R. J.
202	WANDERSKY, H. T. J.	202	WINTER, R. J.
203	WANDERSKY, H. T. J.	203	WINTER, R. J.
204	WANDERSKY, H. T. J.	204	WINTER, R. J.
205	WANDERSKY, H. T. J.	205	WINTER, R. J.
206	WANDERSKY, H. T. J.	206	WINTER, R. J.
207	WANDERSKY, H. T. J.	207	WINTER, R. J.
208	WANDERSKY, H. T. J.	208	WINTER, R. J.
209	WANDERSKY, H. T. J.	209	WINTER, R. J.
210	WANDERSKY, H. T. J.	210	WINTER, R. J.
211	WANDERSKY, H. T. J.	211	WINTER, R. J.
212	WANDERSKY, H. T. J.	212	WINTER, R. J.
213	WANDERSKY, H. T. J.	213	WINTER, R. J.
214	WANDERSKY, H. T. J.	214	WINTER, R. J.
215	WANDERSKY, H. T. J.	215	WINTER, R. J.
216	WANDERSKY, H. T. J.	216	WINTER, R. J.
217	WANDERSKY, H. T. J.	217	WINTER, R. J.
218	WANDERSKY, H. T. J.	218	WINTER, R. J.
219	WANDERSKY, H. T. J.	219	WINTER, R. J.
220	WANDERSKY, H. T. J.	220	WINTER, R. J.
221	WANDERSKY, H. T. J.	221	WINTER, R. J.
222	WANDERSKY, H. T. J.	222	WINTER, R. J.
223	WANDERSKY, H. T. J.	223	WINTER, R. J.
224	WANDERSKY, H. T. J.	224	WINTER, R. J.
225	WANDERSKY, H. T. J.	225	WINTER, R. J.
226	WANDERSKY, H. T. J.	226	WINTER, R. J.
227	WANDERSKY, H. T. J.	227	WINTER, R. J.
228	WANDERSKY, H. T. J.	228	WINTER, R. J.
229	WANDERSKY, H. T. J.	229	WINTER, R. J.
230	WANDERSKY, H. T. J.	230	WINTER, R. J.
231	WANDERSKY, H. T. J.	231	WINTER, R. J.
232	WANDERSKY, H. T. J.	232	WINTER, R. J.
233	WANDERSKY, H. T. J.	233	WINTER, R. J.
234	WANDERSKY, H. T. J.	234	WINTER, R. J.
235	WANDERSKY, H. T. J.	235	WINTER, R. J.
236	WANDERSKY, H. T. J.	236	WINTER, R. J.
237	WANDERSKY, H. T. J.	237	WINTER, R. J.
238	WANDERSKY, H. T. J.	238	WINTER, R. J.
239	WANDERSKY, H. T. J.	239	WINTER, R. J.
240	WANDERSKY, H. T. J.	240	WINTER, R. J.
241	WANDERSKY, H. T. J.	241	WINTER, R. J.
242	WANDERSKY, H. T. J.	242	WINTER, R. J.
243	WANDERSKY, H. T. J.	243	WINTER, R. J.
244	WANDERSKY, H. T. J.	244	WINTER, R. J.
245	WANDERSKY, H. T. J.	245	WINTER, R. J.
246	WANDERSKY, H. T. J.	246	WINTER, R. J.
247	WANDERSKY, H. T. J.	247	WINTER, R. J.
248	WANDERSKY, H. T. J.	248	WINTER, R. J.
249	WANDERSKY, H. T. J.	249	WINTER, R. J.
250	WANDERSKY, H. T. J.	250	WINTER, R. J.