

APÊNDICE

ASSISTÊNCIA CARDIOPULMONAR EXTRACORPÓREA PROLONGADA – ECMO / ECLS.

ESTUDO DE CASOS

Os casos estudados no presente apêndice têm a finalidade de ilustrar algumas das numerosas indicações do suporte cardiopulmonar extracorpóreo prolongado (ECMO / ECLS). Esses casos também são úteis para mostrar algumas variações referentes à canulação dos vasos para a ECMO e ao prime do circuito em situações de emergência.

Optamos por omitir os detalhes da heparinização, monitorização e outros detalhes referentes ao manuseio dos pacientes em ECMO, porque já estão suficientemente descritos na apostila e, desse modo, procuramos evitar repetições desnecessárias. Como nem todos os autores que descreveram os casos usam as mesmas rotinas de trabalho, esse seria também um fator capaz de gerar dúvidas igualmente desnecessárias.

CASO 1:

ECMO NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA PRODUZIDA POR ASPIRAÇÃO DE MECÔNIO.

A aspiração de mecônio é a causa mais frequente de insuficiência res-

piratória aguda no período neonatal. A maioria dos neonatos que apresentam dificuldades respiratórias em consequência da aspiração de mecônio responde satisfatoriamente ao tratamento convencional, que consiste essencialmente nas diversas modalidades de ventilação controlada por respiradores mecânicos com misturas gasosas ricas em oxigênio.

Os principais aspectos da terapia da insuficiência respiratória aguda do recém nato repousam nos seguintes pilares:

Prevenir a hipóxia e a acidose, para permitir a manutenção do metabolismo normal dos tecidos, otimizar a produção de surfactante e prevenir o shunt pulmonar da direita para a esquerda;

Otimizar a administração de líquidos e o balanço hidroeletrólítico, para evitar o desenvolvimento de hipovolemia e choque e, ao mesmo tempo, evitar a produção de edema, particularmente de edema pulmonar.

Reduzir as necessidades metabólicas;

Prevenir a progressão das atelectasias e do edema pulmonar;

Minimizar a injúria pulmonar oxidativa, e

Minimizar a injúria pulmonar causada pela ventilação mecânica.

A terapia de substituição do surfactante natural é uma das terapias mais bem estudadas nas circunstâncias em que se encontram os recém natos com insuficiência respiratória aguda. O surfactante é instilado através do tubo traqueal, logo após alguns minutos do momento do nascimento, como uma medida profilática ou, logo após o aparecimento dos primeiros sintomas de insuficiência respiratória. Alguns autores acreditam que a administração do surfactante antes das duas primeiras horas de vida parece capaz de oferecer melhores resultados.

Os surfactantes de origem humana, bovina, porcina ou os surfactantes obtidos através de preparações sintéticas tem sido usados com graus variáveis de sucesso. Muitos autores que estudaram a terapia de substituição do surfactante natural por produtos exógenos relataram melhoras na oxigenação e na redução do tempo de uso dos respiradores mecânicos. O surfactante é administrado na dose média de 100 mg de fosfolípidos/kg de peso, durante curtos períodos de desconexão do tubo endotraqueal, para instilação do produto. As doses exatas recomendadas dependem do tipo de surfactante a ser usado devido à quantidade de lípidos que contém. Logo após a instilação do produto, o neonato é mobilizado cuidadosamente, com o objetivo de distribuir o surfactante por todos os lobos e lóbulos de ambos os pulmões. Um período de hiperventilação manual capaz de causar apnéia é útil antes da administração do surfactante. Quando necessário, as doses de surfactante podem ser repetidas após 12 horas.

A resposta ao surfactante é individual. O grau de melhora varia em cada neonato. A complicação mais temida do emprego do surfactante é a hemorragia pulmonar. Essa ocorrência é mais frequente nos bebês de muito baixo peso, no sexo masculino e nos neonatos com evidência de patência do ductus arteriosus.

As demais medidas visam evitar as infecções, manter o estado nutricional e os cuidados gerais inerentes aos pacientes graves em regime de terapia intensiva.

Quando, apesar de todos os cuidados empregados a insuficiência res-

piratória progride e ameaça a vida do neonato, se os critérios para a assistência pela ECMO estiverem presentes, a equipe de ECMO assume o caso e inicia os preparativos para a instalação da assistência extracorpórea.

Nosso primeiro caso descreve a evolução de um neonato que após 5 dias de tratamento com as técnicas de ventilação mecânica e dos demais recursos empregados para os neonatos com a síndrome de aspiração de mecônio mantinha-se em hipóxia e apresentava acidose metabólica progressiva.

NG é um recém nato branco, do sexo feminino, com 3,200 g de peso corporal, nascida de parto normal após 38 semanas de gestação que, no segundo dia de vida foi transferida para a UTI neonatal com o diagnóstico de insuficiência respiratória severa secundária à síndrome de aspiração meconial. Após a instituição do tratamento, a gasometria arterial indicou um pH de 7,34; PO₂ de 40,3 mmHg; PCO₂ de 56,5 mmHg e SaO₂ de 85%. O estudo ultrassonográfico do crânio não mostrou evidências de hemorragia cerebral. O coagulograma foi normal e o ecocardiograma mostrou sinais de hipertensão pulmonar severa. Além da terapia habitual, a equipe da UTI acrescentou a inalação de óxido nítrico, na concentração de 20 ppm e que foi aumentada até 30 ppm, conforme as necessidades. Apesar da melhora inicial o quadro clínico e as gasometrias seriadas logo voltaram a indicar a deterioração progressiva da menina até que 48 horas após a admissão na UTI optou-se por iniciar o suporte extracorpóreo pela ECMO.

A função cardíaca estava apenas levemente comprometida, desde o

primeiro dia da internação. Uma infusão de dopamina, na dose de 5 mcg/kg/min, mantinha a pressão arterial e o débito cardíaco dentro dos limites normais. Nessas circunstâncias a equipe de ECMO optou por iniciar o procedimento na modalidade veno-venosa.

Uma cânula venosa de duplo lúmen com diâmetro externo 12 Fr (Origen dual lumen venous cannulas) foi inserida na veia jugular interna direita. A entrada e a saída da cânula venosa foram conectadas a um circuito de ECMO com linhas de 1/4" (6 mm) contendo uma bolsa venosa, bomba de roletes, oxigenador de membranas de silicone modelo 0600 (Medtronic Inc) e um permutador de calor. O "prime" do circuito consistiu de 1 unidade de concentrado de hemácias lavadas, 1 unidade de plasma fresco congelado, 50 ml de albumina a 25%, 5 mg (500 U) de heparina, 3 ml de gluconato de cálcio a 10% e 10 ml de bicarbonato de sódio a 8,4%. Foi necessário adicionar 100 ml de Ringer lactato para completar o volume necessário ao enchimento do circuito. O perfusato foi aquecido pela circulação de água quente no permutador de calor e foi analisado antes de iniciar o procedimento. O pH foi corrigido e os eletrólitos encontravam-se dentro dos limites normais. O hematócrito foi mantido em 40% pela adição de pequenas alíquotas de concentrado de hemácias.

Iniciou-se a ECMO lentamente até alcançar o fluxo de 140 ml/kg peso que manteve oxigenação satisfatória. A paciente foi mantida em suporte por 5 dias. Após esse período foi lentamente "desmamada" do suporte. O desmame foi feito lentamente, em um período de 10 horas e a criança pode, então, ser removida da ECMO.

A partir da remoção do suporte pela ECMO a menina foi tratada na UTI por mais 10 dias e pode ser extubada com sucesso. Após 25 dias teve alta hospitalar. O seguimento clínico da paciente a longo prazo mostrou apenas pequeno retardo do crescimento. Seu peso estava mantido nos limites inferiores da faixa normal durante o período de observação e não foram detectadas anormalidades neurológicas grosseiras.

Esse caso ilustra a utilidade da ECMO em casos extremos da síndrome da aspiração de mecônio, quando a terapia intensiva convencional não é suficiente para reverter a injúria pulmonar e a insuficiência respiratória aguda.

CASO 2

ECMO NEONATAL EM PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATO DE CIRURGIA CARDÍACA.

JBS é um recém nato do sexo masculino que aos 3 dias de vida foi levado à unidade de emergência cardiológica de um hospital infantil, apresentando um quadro de insuficiência cardíaca e cianose. A radiografia de tórax mostrou congestão pulmonar bilateral e aumento global da área cardíaca. O exame ecocardiográfico permitiu o diagnóstico de transposição das grandes artérias com septo ventricular intacto. Após internação na unidade de terapia intensiva cardiológica, o neonato foi colocado em dieta zero e recebeu uma infusão venosa de prostaglandina E1 em doses que variaram de 0,05 a 0,1 mcg/kg/min, conforme as necessidades, avaliadas pela oxigenação do sangue arterial e por curtos

episódios de apnéia. Com o neonato relativamente estabilizado, a equipe de cardiopediatria realizou uma septostomia com balão, guiada pela ecocardiografia. O resultado da rotura do septo interatrial pode ser observado imediatamente após a septostomia. A criança estabilizou suas condições hemodinâmicas e a saturação de oxigênio do sangue arterial alcançou os 90%.

A avaliação do neonato em conjunto com a equipe cirúrgica dispensou o cateterismo cardíaco. Decidiu-se pela correção cirúrgica orientada pela ecocardiografia que evidenciou a origem independente de ambas as artérias coronárias e a inexistência de lesões associadas.

A cirurgia foi programada e aos sete dias de vida o neonato foi submetido à cirurgia para correção de transposição das grandes artérias pela técnica de Jatene (transposição arterial ou arterial switch) com baixo fluxo de perfusão e microplegia (microcardioplegia) para a proteção do miocárdio.

A cirurgia transcorreu sem incidentes dignos de registro e o paciente foi transferido para a unidade de terapia intensiva pediátrica para os cuidados pós-operatórios. Além das medidas habituais a criança recebia uma infusão de dobutamina (20 mcg/kg/min) para auxiliar a recuperação do miocárdio e manter o débito cardíaco estável. Aproximadamente duas horas após a admissão na UTI, a infusão de dopamina precisou ser aumentada para manter o mesmo nível de pressão arterial. A hipotensão tornou-se resistente à droga e o débito cardíaco mostrou-se baixo, com vasoconstrição periférica, acidose metabólica e redução da diurese. Acrescentou-se uma infusão de epinefrina na dose de 0,5 mcg/kg/

min, que não contribuiu para reverter o quadro de baixo débito cardíaco. O eletrocardiograma mostrou alterações agudas da repolarização ventricular esquerda compatíveis com um processo isquêmico. O ecocardiograma mostrou hipocontratilidade ventricular esquerda. Com o diagnóstico de possível trombose da anastomose do tronco coronariano esquerdo o paciente foi retornado à sala de operações. A circulação extracorpórea foi iniciada, a cardioplegia (microplegia) sanguínea foi administrada e a anastomose da neoaorta foi aberta para inspeção do óstio coronariano esquerdo. A anastomose do tronco da artéria coronária esquerda estava levemente distorcida e foi possível observar estenose da origem da artéria coronária, produzida por provável tracionamento da linha de sutura. Não havia coágulos. A anastomose foi refeita com alguma dificuldade, em virtude da fragilidade dos tecidos. Após o final da revisão da anastomose, conduzida sob hipotermia leve (34⁰C) e fluxo de perfusão moderado (80 ml/kg/min), procedeu-se à redução do fluxo em preparação para a saída de perfusão. A inspeção visual mostrou que a contratilidade do ventrículo esquerdo parecia reduzida e o ventrículo direito pareceu distendido. A primeira tentativa de retirar o paciente de circulação extracorpórea com o auxílio de dobutamina e epinefrina em infusões com doses elevadas mostrou que o ventrículo esquerdo não mantinha débito cardíaco e pressão arterial aceitáveis. O paciente voltou à circulação extracorpórea e a equipe de terapia intensiva foi chamada até a sala de operações. O ecocardiograma transesofágico mostrou hipocontratilidade global do ventrículo esquerdo e dilatação secundária do ventrículo direito. Optou-se por uma segunda tentativa de sair da perfusão com o suporte farmacológico, agora reforçado pela infusão de hidralazina e pelo aumento da pressão de enchimento ventricular esquerdo mediante a administração de plasma fresco.

Após alguns minutos fora da circulação extracorpórea, com ventilação usando oxigênio puro e sem qualquer agente anestésico, o ventrículo esquerdo mostrou sinais agudos de falência. O débito cardíaco não se manteve, a pressão arterial caiu a zero e o coração tornou-se bradicárdico. O paciente foi novamente colocado em perfusão e optou-se por oferecer um período curto de suporte circulatório. Durante esse tempo, foram administrados concentrados de plaquetas, plasma fresco e crio-precipitado. O sangramento difuso reduziu acentuadamente. Após três horas de suporte circulatório uma nova avaliação pelo ecocardiograma transesofágico mostrou que a situação das cavidades ventriculares estava inalterada.

A reavaliação do caso com a equipe da unidade de terapia intensiva permitiu concluir que a melhor indicação era manter o paciente em suporte pela ECLS (ECMO) por um período suficientemente longo para permitir a recuperação funcional do ventrículo esquerdo. O suporte adequado, portanto, era a modalidade veno-arterial. A equipe cirúrgica rapidamente substituiu a canulação dupla das veias cavas superior e inferior por uma única cânula mais calibrosa, inserida no átrio direito através da incisão já existente no apêndice auricular direito. A cânula aórtica para retorno do sangue oxigenado foi mantida. O mediastino foi revisado em busca de pequenos focos hemorrágicos. O mediastino foi deixado livre e apenas a pele foi fechada com um segmento de enxerto plano de PTFE (politetrafluoroetileno) que permitia a passagem das linhas venosa e arterial e dos drenos mediastínicos.

O paciente foi transportado até a UTI neonatal com o suporte da circulação extracorpórea convencional. Após um curto período, o circuito da ECMO (ECLS) previamente preparado substituiu o circuito da CEC con-

vencional. Uma pequena modificação facilitou essa substituição. Conectores de 1/4" foram usados para conectar as linhas venosa e arterial do circuito da ECMO a curtos segmentos das linhas venosa e arterial da CEC, aproveitando-se as canulações existentes.

A evolução do neonato foi satisfatória. Após 4 dias de suporte foi possível reduzir o fluxo da ECMO progressivamente. A ECMO foi conduzida de acordo com as rotinas já descritas e, ao final de 12 horas o paciente pode ser removido da ECMO com um pequeno suporte farmacológico de dobutamina, em doses baixas.

Dois dias após a retirada da ECMO o neonato foi levado ao centro cirúrgico para a remoção do enxerto de PTFE e fechamento do esterno conforme a rotina cirúrgica. Seis dias após a retirada da ECMO o neonato foi extubado e transferido para a unidade de cuidados intermediários. O paciente teve alta hospitalar em boas condições, vinte dias após a operação. Sua evolução à partir desse ponto foi excelente e o seu crescimento e desenvolvimento igualaram-se aos das crianças normais.

CASO 3:

ECMO NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA PÓS-PARTO EM PACIENTE COM DOENÇA VALVULAR MITRAL.

A estenose mitral de origem reumática, apesar de ser pouco comumente encontrada nos países desenvolvidos, em virtude da quase ex-

tingão da doença reumática, ainda constitui um problema de saúde pública nas áreas menos desenvolvidas do mundo. A gravidez é um fator comum de descompensação da estenose mitral, em consequência do aumento do débito cardíaco e da frequência cardíaca. As doenças valvulares cardíacas apenas raramente causam insuficiência respiratória aguda severa.

Uma paciente do sexo feminino (MFE), com 31 anos de idade, foi internada na clínica obstétrica durante a 30ª semana de gestação com febre de 40°C e dispnéia com ruídos pulmonares adventícios em ambos os pulmões. A gasometria mostrou PaO₂=55 mmHg e PaCO₂=23 mmHg. A paciente foi imediatamente intubada e colocada sob ventilação mecânica. As radiografias de tórax mostraram infiltrados alveolares extensos em ambos os pulmões, que progrediram em poucas horas. A inalação de óxido nítrico, administração de antibióticos e outras medidas não foram suficientes para a melhora do quadro clínico. As condições da paciente pioraram rapidamente e surgiram sinais clínicos e dados laboratoriais compatíveis com o diagnóstico de coagulação intravascular disseminada.

A paciente foi submetida à uma cesareana que permitiu extrair um feto com 1.300 g de peso que foi intubado e encaminhado à UTI neonatal.

Iniciou-se ultrafiltração com o apoio de drogas inotrópicas para manter a pressão arterial elevada e, como as condições da paciente não apresentassem melhora, decidiu-se realizar a correção cirúrgica da estenose mitral. A válvula extensamente danificada foi substituída por uma pró-

tese valvular mecânica. Devido às condições respiratórias pré-operatórias da paciente, a equipe cirúrgica discutiu o caso com o serviço de ECMO. Optou-se por manter a paciente em suporte pela ECMO após o término da cirurgia valvular. A decisão foi acertada porque não foi possível remover a paciente da circulação extracorpórea convencional. Havia hipocinesia ventricular direita e severa hipoxemia devido ao edema pulmonar.

O circuito da ECMO foi montado com um oxigenador Quadrox, bomba centrífuga Biomedicus e cânula única inserida na veia femoral direita. A cânula arterial foi inserida na artéria femoral direita, com um pequeno ramo para fornecer fluxo de sangue arterial ao membro inferior.

A evolução pós-operatória foi satisfatória e as condições da paciente permaneceram estáveis. A pressão arterial oscilou entre 135 e 185 mmHg e a frequência cardíaca se manteve em torno de 85 bpm, sem uso de drogas inotrópicas ou cronotrópicas. A paciente foi mantida intubada e ventilada por 10 dias com volume tidal de 10 ml/kg, PEEP de 8 cm de H₂O e FiO₂ de 0,3.

Durante o suporte pela ECMO as radiografias seriadas e as gasometrias mostraram a redução progressiva da disfunção pulmonar.

A ECMO foi removida após 11 dias de suporte. A ultrafiltração foi removida e a evolução da paciente foi mantida em regime de terapia intensiva. Foram detectadas alterações dos leucócitos que regrediram após tratamento adequado e a paciente foi transferida para a unidade de cuidados intermediários 28 dias após a cirurgia valvular.

È indiscutível que o emprego da ECMO foi o fator responsável pela sobrevivência dessa paciente. A decisão de usar o suporte cardiopulmonar precocemente foi fundamental para o sucesso do procedimento. O conhecimento da evolução severa da insuficiência respiratória que pode acompanhar a gravidez em pacientes portadoras de valvulopatias reumáticas foi essencial para a indicação precoce do suporte pela ECMO.

CASO 4

AFOGAMENTO EM PAÍSES DE CLIMAS FRIOS

Os profissionais da área médica dos países de climas frios do hemisfério norte têm vasta experiência com as complicações que ocorrem em pacientes expostos ao frio por um longo período. A situação mais comum é a dos pacientes que ingerem bebidas alcoólicas em excesso e adormecem nas ruas, expostos ao frio da madrugada. Sem aquecimento, esses indivíduos sofrem hipotermia e todas as suas consequências. Outras situações também são encontradas com frequência, como o mergulho acidental em águas geladas, sem proteção adequada.

O afogamento associado à hipotermia é um quadro clínico que, habitualmente, apresenta um prognóstico ruim. Em virtude da falta de dados fidedignos em relação ao tratamento mais adequado, costuma-se utilizar a circulação extracorpórea convencional para realizar o reaquecimento dos pacientes vítimas de imersão em águas geladas.

O presente caso é um excelente exemplo da evolução desses pacien-

tes.

Uma menina com 3 anos de idade brincava sozinha na superfície de um pequeno lago congelado quando inadvertidamente caiu através de um buraco na camada superficial de gelo. Esses buracos são habitualmente feitos para permitir a pesca em lagos congelados. A água abaixo da camada de gelo tinha uma temperatura de 8^oC. A menina foi encontrada por seus familiares após cerca de 30 minutos, no fundo do lago que não tinha grande profundidade. Foi imediatamente levada à unidade de emergência. Ao chegar à UE, a temperatura retal era de 18,4^oC.

A equipe da EU iniciou imediatamente os procedimentos de ressuscitação cardiopulmonar e em oito minutos uma equipe especializada nesse tipo de ressuscitação assumiu o comando das manobras. Nesse momento, a menina estava em assistolia e comatosa, tinha as pupilas em midríase e a temperatura da membrana timpânica era de 18,7^oC.

A menina foi transportada de helicóptero para um centro com maiores recursos tecnológicos, sem interrupção das manobras de ressuscitação. Ao chegar ao centro médico terciário, a menina recebeu canulação dos vasos femorais direitos (artéria e veia). A artéria femoral tinha diâmetro suficiente para acomodar uma cânula de calibre 12Fr e a veia femoral permitiu a inserção de uma cânula de calibre 18Fr. Entre a chegada da menina e o início da circulação extracorpórea decorreram 20 minutos, perfazendo um período total de 90 minutos, desde o primeiro atendimento. Imediatamente antes do início da perfusão, o pH era de 6,72. Procedeu-se ao reaquecimento à razão de 3^oC/hora. Quando se alcançou a temperatura de 32^oC no esôfago a menina apresentou edema

pulmonar intenso. Antes disso, a menina já havia recuperado os batimentos cardíacos e o ritmo cardíaco era sinusal. As pupilas apresentaram melhora do diâmetro, com tendência à recuperação da resposta ao estímulo luminoso.

O edema pulmonar não cedeu ao emprego de várias modalidades de ventilação com instilação intratraqueal de surfactante. Em virtude da dificuldade em recuperar a função pulmonar e diante da falta de evidências de injúria neurológica irreversível a equipe optou por realizar uma esternotomia e proceder à canulação do átrio direito e da aorta ascendente, para obter melhores fluxos de perfusão. A paciente foi conectada a um circuito de ECMO e as cânulas dos vasos femorais foram removidas. A função cardíaca apenas pode ser mantida com a infusão de drogas inotrópicas (dopamina, dobutamina e araminol) durante 7 dias. Uma tomografia computadorizada mostrou a presença de edema cerebral.

A menina foi lentamente desmamada da ECMO e o suporte pode ser retirado após 3 dias. A extubação traqueal foi possível 12 dias após o início da assistência extracorpórea.

O exame neurológico mostrou pequena redução da força nos membros superior e inferior esquerdos, como únicas alterações dignas de registro. A paciente recebeu fisioterapia durante 6 meses e o exame de controle 20 meses após o acidente mostrou uma criança absolutamente normal, sem qualquer alteração neurológica.

A análise desses quatro casos nos mostra que a ECMO pode ser em-

pregada em uma enorme variedade de situações clínicas em que a disfunção cardiopulmonar pode levar os pacientes ao óbito, independente da causa primária. O conhecimento do potencial da ECMO para o tratamento da insuficiência respiratória severa que não responde aos tratamentos convencionais tem permitido o emprego da ECMO com indicações que escapam ao padrão aceito pela maioria dos serviços. O mesmo ocorre com a insuficiência cardíaca aguda refratária às medidas habituais de tratamento. Como um último recurso, o suporte cardiopulmonar oferecido pela ECMO/ECLS tem permitido a recuperação de pacientes em condições extremas para os quais a terapia intensiva já não tem recursos terapêuticos a oferecer.

A questão mais importante é referente ao momento da indicação e início da assistência cardiopulmonar extracorpórea prolongada. Há um momento ótimo para cada paciente. A indicação tardia torna a ECMO ineficaz. Do mesmo modo, uma indicação precoce pode permitir o emprego da ECMO em pacientes que poderiam ser recuperados pela terapia intensiva convencional.

A existência de protocolos bastante claros e a experiência com os casos realizados são, sem dúvida, os melhores conselheiros para a avaliação do melhor momento para iniciar a ECMO em pacientes nos quais a terapia intensiva já esgotou os recursos disponíveis.