

AULA 16

MONITORIZAÇÃO DURANTE A ECMO

A assistência cardiopulmonar extracorpórea prolongada na sua forma mais difundida, a ECMO, é um procedimento governado por princípios fisiológicos, cuja aplicação prática, na atualidade, está bastante bem padronizada. O procedimento, na maioria das vezes tem longa duração, medida em dias e pode, eventualmente, prolongar-se por algumas semanas, embora essa seja uma circunstância pouco freqüente. Em média, um tratamento habitual com a ECMO dura entre 5 e 8 dias.

As grandes diferenças funcionais entre o organismo humano intacto e os órgãos artificiais, como a bomba propulsora, o oxigenador ou o ultrafiltro que substituem total ou parcialmente as funções do coração, dos pulmões e dos rins, se refletem nas reações do organismo, durante e logo após a circulação do sangue pelo sistema da ECMO.

Os oxigenadores e as bombas propulsoras produzem traumatismo que afeta os elementos celulares do sangue. O traumatismo do sangue, quando intenso e prolongado, pode danificar as proteínas de diversos e importantes sistemas, em particular, do sistema de coagulação, resultando em discrasias sanguíneas, cuja repercussão clínica é variável e pode determinar o desenvolvimento de hemorragias,

inclusive do tecido cerebral, eventualidade não rara na ECMO.

Os oxigenadores e tubos dos circuitos ativam as plaquetas e leucócitos. Além disso, esses materiais revestem as suas superfícies internas com uma camada de proteínas extraídas do sangue, inclusive o fibrinogênio.

Os tubos do circuito e as bombas propulsoras não têm o revestimento endotelial do sistema circulatório e as condições hemodinâmicas determinadas pelas bombas de fluxo contínuo induzem uma fisiologia especial, bastante diferente da fisiologia do organismo humano. A hemodiluição, a remoção de proteínas do sangue e a anemia podem reduzir a viscosidade e a pressão oncótica do sangue contribuindo para acentuar os desvios da fisiologia. A baixa tolerância dos neonatos aos grandes desvios da fisiologia torna a ECMO um procedimento que requer o controle de todas as variáveis possíveis, com o objetivo de manter as diversas funções orgânicas dentro das faixas mais estreitas possíveis, minimizando grandes e, potencialmente, irreversíveis desvios.

Milhares de procedimentos de ECMO são realizados anualmente, em todo o mundo. A recuperação sem sequelas é obtida num significativo número de casos, dependendo da precocidade com que os tratamentos são iniciados e da precisão das indicações. Entretanto, alguns pacientes podem apresentar complicações importantes produzidas por hipóxia, grandes alterações da concentração de dióxido de carbono, trombozes e embolias, discrasias sanguíneas, edema cerebral ou de outros órgãos, insuficiência renal aguda, bem como alterações relacionadas à resposta exacerbada dos sistemas de proteção e defesa do organismo. Um grande número dessas complicações pode ser evitado pela adequada monitorização da

ECMO, abrangendo os dois principais complexos envolvidos, o paciente e o sistema extracorpóreo, ou seja, o sistema da ECMO, propriamente dito.

A eficiente monitorização é bastante facilitada pela adequada preparação dos circuitos, oxigenadores e demais componentes a serem utilizados. Devemos incluir nesse particular, a instalação e calibração, quando necessária, dos diversos aparelhos e monitores que estarão em uso contínuo, sem improvisações desnecessárias e prejudiciais.

Monitorizar um determinado parâmetro é uma atividade complexa. Não significa simplesmente observar o monitor e anotar os valores do parâmetro monitorizado. A monitorização, no seu significado mais amplo, consiste em três etapas: a primeira etapa compreende a observação atenta de um fenômeno ou de um parâmetro variável ao longo do tempo. A segunda etapa da monitorização consiste na interpretação do significado da variação observada no fenômeno ou no parâmetro monitorizado. Uma terceira etapa, nem sempre sob a responsabilidade do mesmo profissional, consiste em uma atitude capaz de reverter a variação observada no parâmetro monitorizado.

Podemos exemplificar a monitorização de uma forma muito simples, utilizando a monitorização do tempo de coagulação ativada, que reflete a anticoagulação produzida pela heparina administrada ao paciente ou, de um modo ainda mais simples, pela observação da diurese.

Vejamos o seguinte exemplo, representado na figura 16.1: a diurese de um determinado paciente é de 3 ml/kg/hora na primeira hora de monitorização; passa a

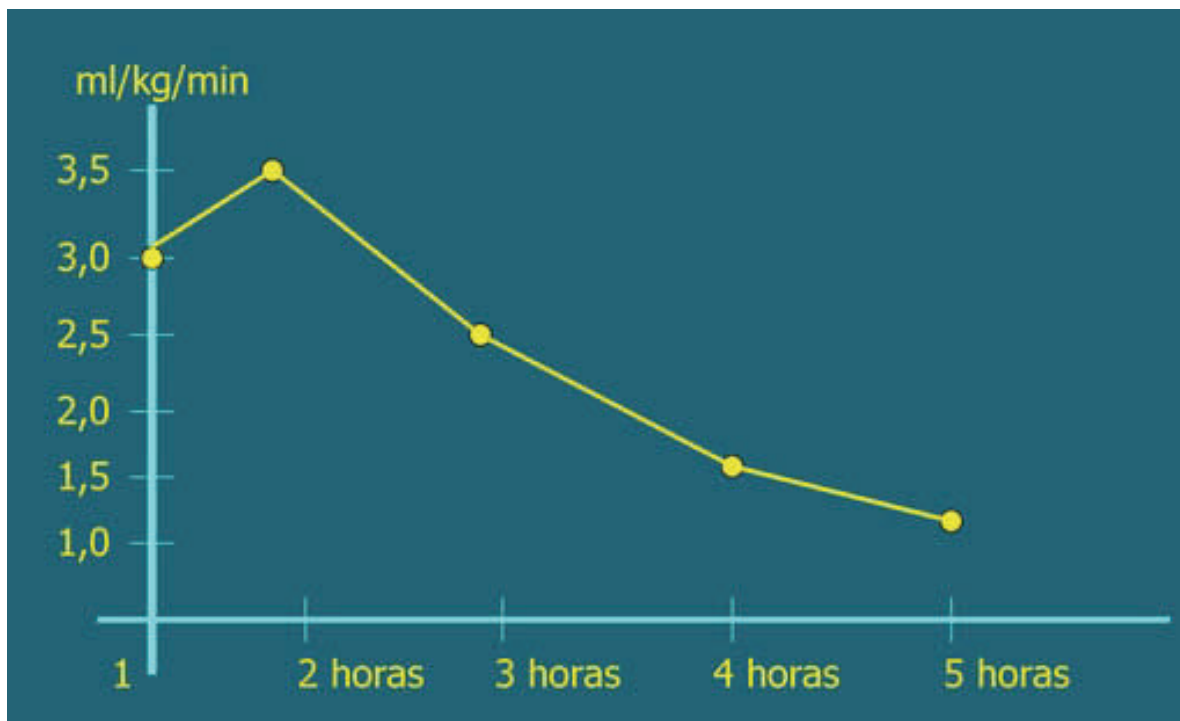


Figura 16.1. Representa a diurese decrescente monitorada e indicativa de redução da função renal, cuja causa deve ser investigada.

3,5 ml/kg/hora na segunda hora de monitorização e nas três horas subsequentes é de 2,5 ml/kg/min, 1,5 ml/kg/min e 1,0 ml/kg/min, respectivamente. A simples observação da curva horária da diurese indica que o paciente pode estar iniciando um quadro de insuficiência renal aguda. Passamos, portanto, pelas duas etapas da monitorização; a observação do fenômeno e a sua interpretação. A terceira etapa, que corresponde à atitude gerada pela monitorização, consiste em investigar os dados coletados e, juntamente com outros parâmetros monitorizados, tais como frequência cardíaca, pressão arterial, pressão venosa central e densidade urinária, determinar a causa da redução progressiva da diurese. Uma causa bastante comum é a insuficiente oferta de líquidos. Mas, podemos estar diante da instalação de uma insuficiência renal. Em qualquer circunstância, a detecção foi precoce e as medidas adequadas deverão reverter o processo, antes que a redução da diurese progrida para a instalação de um complicação de maior vulto. O

mesmo tipo de raciocínio se aplica aos demais parâmetros habitualmente monitorizados não apenas nos pacientes sob tratamento com a ECMO, mas em todos os pacientes sob qualquer modalidade de terapia intensiva.

A monitorização requer, portanto, a presença de um profissional habilitado a entender e interpretar as variações ocorridas com os parâmetros monitorizados e não apenas alguém capaz de registrar com fidelidade os valores apresentados por cada um dos parâmetros monitorizados e suas variações ao longo do tempo.

O procedimento de monitorizar apenas pode ser considerado adequado e completo quando as variações dos parâmetros são registradas em um formulário especialmente preparado para essa finalidade. Em terapia intensiva o formato desses formulários é o da “folha de fluxo” em que os principais parâmetros são anotados a intervalos horários e cada folha abrange um período de 24 horas. A simples avaliação da folha pelo intensivista dá uma idéia bastante clara da evolução do paciente nas 24 horas correspondentes à documentação analisada.

Documentar a evolução dos pacientes através do correto e completo preenchimento das fichas de monitorização, portanto, consistem em medidas que acrescentam segurança aos procedimentos e conferem subsídios bastante fidedignos capazes de orientar as modificações do tratamento eventualmente necessárias.

MONITORIZAÇÃO DA ANTICOAGULAÇÃO

A anticoagulação sistêmica para a ECMO, como vimos na aula anterior, é obtida

à partir da administração de heparina na dose inicial de 100 UI/kg peso corporal.

Devemos obter uma amostra de sangue antes da administração dessa dose inicial, para conhecermos o valor basal do tempo de coagulação ativada. O valor normal se situa na faixa de 80-120 segundos. A resposta dos pacientes à heparina é individual e deve ser verificada, antes da canulação dos vasos para o início da ECMO. Após 2-3 minutos da dose inicial de heparina uma nova amostra de sangue é coletada para verificar o efeito obtido. O TCA deverá estar na faixa considerada adequada ao procedimento. Essa faixa, para a maioria das equipes é de 180-200 segundos.

A manutenção da anticoagulação é obtida pela infusão contínua de uma solução de heparina em soro glicosado a 5% na dose de 25-100 UI/kg/hora, para manter o TCA na faixa terapêutica. A velocidade da infusão é ajustada conforme as necessidades de cada paciente.

O tempo de coagulação ativada é determinado mediante o emprego de máquinas semi-automatizadas. No método clássico, uma amostra contendo 2 ml de sangue é colocada em um tubo de vidro siliconizado contendo 12 mg de celite (diatomaceous earth ou óxido de silício), caolim e fosfolipídeos. O tubo contém peças plásticas giratórias que são imobilizadas quando ocorre a formação do coágulo. Existem aparelhos simples de fabricação nacional que são suficientemente precisos para essa monitorização. Alguns aparelhos fabricados no exterior, como o Hepcon e o Hemochron são mais sofisticados. O Hemochron Jr pode ser usado em neonatos e trabalha com amostras de 0,4 ml de sangue.

O TCA deve ser repetido a cada duas horas e 3-5 minutos após mudanças na velocidade da infusão de heparina. Após a estabilização da anticoagulação na fai-

xa desejada, as verificações do TCA podem ser espaçadas para cada 3-4 horas.

Devemos lembrar que o TCA pode ser afetado pela contagem de plaquetas, pelos níveis de fibrinogênio circulante, pela concentração dos fatores de coagulação, pelo metabolismo da heparina, pela diurese e, conseqüente eliminação da droga pela urina. Quando o débito urinário aumenta o TCA diminui. Do mesmo modo, quando a contagem de plaquetas aumenta o TCA diminui. Esses fatores devem ser levados em conta na monitorização da anticoagulação, uma vez que esses pacientes recebem diuréticos e transfusões de plaquetas com alguma frequência.

MONITORIZAÇÃO DO PACIENTE

A monitorização de pacientes graves e instáveis evoluiu muito aceleradamente nos últimos 30-40 anos, com a criação das unidades em que esses pacientes são concentrados com o objetivo de otimizar a utilização dos recursos humanos e tecnológicos. As unidades de terapia intensiva neonatal constituem um magnífico exemplo desse progresso e, constituem, ao mesmo tempo, uma demonstração clara do que a organização, a sistematização das atividades e o trabalho coletivo podem oferecer em termos de resultados clínicos.

A tecnologia moderna permitiu introduzir nessas unidades especiais um significativo número de aparelhos destinado a monitorizar os mais diversos e importantes parâmetros vitais e, desse modo, também possibilitou o melhor entendimento dos mecanismos da descompensação de pacientes aparentemente estáveis. A combinação da observação visual com a instrumentação permitiu a formulação de intervenções terapêuticas mais apropriadas e, sobretudo, mais precoces e efica-

zes. Por outro lado, o “marketing” industrial e comercial fez com que muitos aparelhos fossem introduzidos na prática corrente da monitorização sem que os benefícios para os pacientes fossem claramente demonstrados.

Em linhas gerais, podemos afirmar que a monitorização dos pacientes sob tratamento com a ECMO não difere substancialmente da monitorização dos pacientes em regime de terapia intensiva, em particular, na idade neonatal. A exceção é a monitorização da anticoagulação sistêmica, que permite circular o sangue através das superfícies não endoteliais dos circuitos e dos aparelhos, como os oxigenadores, que constituem a ECMO.

A equipe de terapia intensiva deve acompanhar a curtos intervalos os equilíbrios hídrico e eletrolítico e o estado nutricional dos pacientes, muito particularmente, os neonatos. A alimentação desses pequenos pacientes é crítica e contribui bastante para a recuperação global, ao manter um balanço positivo, capaz de fornecer energia para a restauração dos tecidos. Uma sonda orogástrica deve ser usada para descompressão do estômago. Essa sonda deve ficar em drenagem aberta. As sondas nasogástricas são traumáticas e constituem frequentes causas de hemorragias nasais nos pacientes heparinizados.

A monitorização do estado respiratório é interdependente com a monitorização da função dos oxigenadores usados na ECMO. Entretanto uma radiografia de tórax deve ser incluída na avaliação diária das crianças sob tratamento com a ECMO. Os parâmetros do respirador mecânico devem ser monitorizados segundo a rotina da unidade de terapia intensiva.

O eletrocardiograma contínuo e os parâmetros que informam sobre a atividade cardiovascular, como pulso, pressão arterial, frequência e ritmo cardíacos são monitorizados em todos os pacientes.

A contagem de plaquetas deve ser obtida frequentemente. As plaquetas devem ser mantidas acima de 100.000/ml às custas de transfusões de concentrados de plaquetas. Em geral uma contagem diária permite estabelecer uma curva de evolução plaquetária e fornece os dados necessários à prevenção de hemorragias devidas à trombocitopenia.

A monitorização da função renal e do sistema nervoso central constituem rotinas diárias que devem ser criteriosamente seguidas.

Os cuidados gerais de enfermagem devem ser ministrados com extrema cautela para evitar mobilização excessiva de tubos e cânulas que podem causar os acidentes mais graves observados durante os tratamentos com a ECMO.

Os cuidados com as incisões no pescoço para a canulação dos vasos devem ser diários e a posição das cânulas deve ser observada frequentemente, para evitar desvios ou “dobras” criadas inadvertidamente.

MONITORIZAÇÃO DA ECMO

A temperatura dos pacientes deve ser cuidadosamente monitorizada para evitar hipotermia produzida pela exposição do sangue ao ambiente da unidade de tera-

pia intensiva e para detectar hipertermia que pode indicar excesso de reaquecimento no permutador de calor ou a presença de infecção. A temperatura retal e a temperatura cutânea oferecem a possibilidade de avaliar um gradiente térmico que correlaciona razoavelmente com a qualidade do débito cardíaco.

No que diz respeito às funções cardiovasculares (hemodinâmica) e respiratórias a monitorização da ECMO e do paciente ficam intimamente relacionadas. Trata-se de uma modalidade de monitorização mista que deve ser assim entendida e, principalmente, realizada, para que a equipe possa extrair o máximo proveito dos dados obtidos.

A monitorização cardiovascular pode depender da modalidade de ECMO. Na ECMO veno-arterial pode ocorrer o achatamento da onda de pulso devido à ação não pulsátil da bomba propulsora auxiliar. A pressão arterial também pode oscilar, conforme os percentuais de fluxo distribuídos entre o circuito da ECMO e a circulação nativa do paciente. Na ECMO veno-venosa não há alteração da volemia do paciente e o sistema cardiovascular permanece estável.

A monitorização cardiovascular habitual, além do eletrocardiograma contínuo, inclui as pressões arteriais e da linha arterial da ECMO, preferentemente antes e depois da membrana, com a finalidade de detectar problemas no oxigenador. A pressão venosa central quando possível, devido à multiplicidade de acessos vasculares ao longo da internação na terapia intensiva, nos informa sobre a volemia e o enchimento ventricular.

O ecocardiograma transtorácico ou, melhor ainda, o transesofágico, é um exce-

lente indicador da função cardíaca global.

Nas primeiras 24-48 horas da ECMO é relativamente comum a ocorrência de hipertensão arterial. Em alguns casos ocorre o oposto e há necessidade do uso de drogas inotrópicas ou vasopressoras.

A monitorização respiratória leva em consideração a redução dos parâmetros do respirador mecânico, como o uso de baixas pressões inspiratórias, a eliminação de PEEP, a redução da frequência respiratória e da concentração de oxigênio no gás inspirado (FiO₂).

A ECMO veno-arterial deve manter a PO₂ do sangue arterial (PaO₂) entre 60 e 90 mmHg e a saturação de oxigênio do sangue venoso (sangue misto) deve ser mantida entre 65 e 75%. A saturação de oxigênio do sangue arterial deve ficar em torno de 95%. A PCO₂ fica entre 35-45 mmHg. O pH deve estar normal, entre 7,35 e 7,45. A monitorização dos gases e do pH vai depender dos recursos existentes. Idealmente, um laboratório anexo à unidade de terapia intensiva realiza os testes com prioridade máxima. Nos centros melhor aparelhados, habitualmente dos países desenvolvidos, uma variedade de monitores "inline" fornece os dados de monitorização continuamente.

Durante a ECMO veno-venosa a pressão parcial de oxigênio do sangue arterial é mais baixa, da ordem de 45-65 mmHg, enquanto que a saturação de oxigênio usualmente deve estar acima de 85%. A PCO₂ do sangue arterial gira em torno de 35-50 mmHg e o pH deve ser mantido na faixa normal.

A avaliação dos gases pelas pressões parciais, PO₂ e PCO₂, na linha imediatamente após o oxigenador nos informa sobre a função desse aparelho. As alterações desses parâmetros podem ser corrigidas por variações do fluxo ou da concentração de oxigênio do gás instilado no oxigenador. Eventualmente, a adição de CO₂ ao gás instilado, a ECMO veno-arterial facilita a manutenção da PaCO₂ nos níveis desejados.

As amostras podem ser coletadas a intervalos regulares, conforme o estado dos pacientes ou podem ser determinadas pelas oscilações da saturação de oxigênio observadas no monitor cutâneo (oxímetro cutâneo, oxímetro de pulso).

Em relação ao circuito da ECMO é necessário verificar frequentemente: a posição e a firme fixação das cânulas arterial e venosa, a altura do leito em relação ao oxigenador e o posicionamento da bomba propulsora para impedir que haja circulação de pessoal entre o console que contém a bomba e o oxigenador e o paciente, como medida para evitar acidentes com os tubos e os diversos conectores.

A bomba propulsora, o oxigenador, os tubos do circuito e os conectores devem ser inspecionados periodicamente, para verificar a sua integridade, a firmeza das conexões e a eventual iminência de substituição de qualquer um dos componentes cuja função possa iniciar um processo de deterioração. Isso se aplica em especial ao tubo comprimido a cada passagem dos roletes das bombas que precisa ser resistente para evitar roturas ou espalação. A espalação consiste no desgaste da superfície interna do tubo com conseqüente liberação de fragmentos na corrente sanguínea. Esses fragmentos dos tubos podem constituir-se em êmbolos capazes de produzir lesões cerebrais com sequelas permanentes.

Dentre as diversas possibilidades existentes para a realização dos exames laboratoriais que constituem parte importante do processo de monitorização, a existência de laboratório dedicado à unidade de ECMO ou à unidade de terapia intensiva em que os procedimentos de ECMO são realizados é a mais atraente e eficaz. O emprego do laboratório central do hospital para essa finalidade, ocasionalmente produz resultados desastrosos. Além de estar anexo à UTI a prioridade dos exames deve ser sempre dos pacientes em ECMO. A única exceção a essa regra é a monitorização do tempo de coagulação ativada (TCA). O teste é de realização simples e rápida e deve estar disponível à beira do leito para uso tantas vezes quantas forem necessárias. A realização do teste não sobrecarrega o especialista em ECMO; ao contrário, facilita o seu trabalho porque permite o controle absoluto dos efeitos da heparinização sistêmica.

Em procedimentos como a ECMO não há espaço para descuidos ou esquecimentos, sob a alegação de sobrecarga de tarefas ou sob qualquer outra alegação. A negligência com a monitorização é uma das formas mais comuns de erro humano e tem alterado o prognóstico de muitos pacientes cuja evolução era inteiramente favorável mas, complicações ou acidentes perfeitamente evitáveis surpreenderam a equipe e alcançaram rapidamente o estágio da irreversibilidade.