

AULA 20

PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES MECÂNICAS COM OS CIRCUITOS DE ECMO

Muitos tratamentos complexos, como os que constituem os métodos de assistência cardiopulmonar extracorpórea prolongada, dos quais o melhor exemplo é a ECMO, não raramente requerem metodologia especial para o estudo das complicações. Por essa razão, optamos por separar as complicações que ocorrem com os pacientes das complicações que ocorrem com os equipamentos usados na ECMO, incentivados apenas por necessárias razões didáticas uma vez que, sem nenhuma dúvida, as complicações que ocorrem com os equipamentos afetam diretamente os pacientes, podendo não apenas acentuar a severidade ou a frequência dos eventos indesejáveis como até mesmo determinar a interrupção do tratamento ou o óbito do paciente.

Podemos também observar que ao iniciarmos o tratamento com a ECMO em um recém-nato de 2.800 g, por exemplo, passamos a lidar com um novo sistema biológico-mecânico diferente de ambos os sistemas originais: o sistema biológico, representado pelo neonato e o sistema mecânico – a ECMO - cuja conexão foi necessária. Trata-se, em verdade de um sistema mais complexo com o qual devemos lidar. O recém-nato cuja volemia inicial era de 238 ml (85 ml/kg peso) passa a funcionar nutricional, imunológica e metabolicamente com o mesmo peso de 2.800 g e uma nova volemia de 538 ml (238 + prime do circuito da ECMO, de 300

ml). Sabemos que o prime do circuito da ECMO contém valores semelhantes ao sangue do bebê no que se refere ao hematócrito e proteínas do plasma, concentração dos principais eletrólitos e osmolaridade. Entretanto, sabemos também que os hormônios, fatores imunológicos e uma grande variedade de substâncias que apenas existem no sangue do recém-nato serão diluídos em mais de 50%, nos minutos que seguem o início da ECMO. Essa nova situação requer uma abordagem apropriada para lidar com as alterações que a ECMO introduz, muitas das quais requerem revisão, desde a dosagem dos antibióticos e certos medicamentos que são transportados mediante ligação com as proteínas plasmáticas até a concentração dos hormônios adrenérgicos que controlam a motricidade do sistema vascular e, em consequência, a irrigação e, portanto, a oxigenação, de todos os tecidos.

Vamos então separar o complexo sistema biomecânico de que falamos e vamos tratar das complicações que dizem respeito ao componente mecânico do sistema, sem perder de vista o somatório dos efeitos entre os dois componentes.

As complicações mecânicas não são ocorrências raras na ECMO. Em uma revisão recente da ELSO verificou-se que houve falha dos componentes mecânicos dos circuitos em aproximadamente 15% dos casos estudados. A razão pela qual eventos catastróficos podem ocorrer reside no fato de que os componentes da ECMO, tanto os descartáveis como os equipamentos permanentes são submetidos a uso prolongado.

Alguns pilotos da força aérea americana costumam dizer que pilotar os bombardeiros B-52 pode representar horas e horas de tédio e monotonia e, de repen-

te, surgirem momentos de completo terror. A ECMO pode ser muito parecida com essa alternância de acalmia e alarme. É especialmente importante que o especialista em ECMO não se iluda com uma falsa impressão de segurança por períodos de relativa calma e tranqüilidade. Uma elevação na pressão do circuito, um pequeno "leak" de sangue na saída do gás do compartimento das membranas ou o aparecimento de ar na linha arterial constituem exemplos de numerosos sinais de alarme que podem indicar a iminência de grandes "desastres" durante a ECMO. É, portanto, imperativo que o especialista encarregado da monitorização esteja à beira do leito todo o tempo porque o imediato reconhecimento e manuseio das situações à medida que ocorrem podem, com certeza, evitar a ocorrência de catástrofes.

Uma característica comum a todos os programas de ECMO é a presença de um indivíduo especificamente treinado para observar, avaliar e intervir no circuito da ECMO, sempre que necessário. Esse indivíduo é habitualmente denominado "especialista em ECMO" por analogia com a terminologia usada nos Estados Unidos, "ECMO Specialist". Esse profissional pode ser um médico, um perfusionista, um enfermeiro ou um fisioterapeuta; ele é considerado o responsável pela "linha de frente" na manipulação de qualquer evento de emergência.

O manuseio das emergências pode ser universalmente aplicado, apesar das diferenças existentes nos circuitos das diferentes instituições, como ocorre com os equipamentos permanentes e os aparelhos descartáveis, número de torneiras, adaptadores, conectores, bombas e oxigenadores. É importante que cada centro de ECMO disponha de planejamento e treinamento do pessoal para lidar com todas as complicações que podem ocorrer com os circuitos usados. Além disso, a revisão periódica desses procedimentos torna a equipe mais segura para lidar com

qualquer complicação, quando isso for necessário. Muitos centros dispõem de laboratórios para a realização de simulações que servem ao treinamento periódico da equipe ou dos novos membros que a equipe incorpora.

Em linhas gerais devemos conhecer os principais movimentos a serem feitos diante das emergências relacionadas aos circuitos, especialmente durante a modalidade de ECMO venoarterial. Quando há problemas com as bombas propulsores, os tubos que são comprimidos pelos roletes ou qualquer outro componente, a providência mais imediata poderá ser a interrupção da ECMO para permitir o reparo da ocorrência. Nessas circunstâncias a linha venosa deverá ser clampeada, acima do shunt – melhor ainda, próximo ao paciente – o clamp do shunt deve ser removido e, finalmente, a linha arterial deve ser clampeada, também acima do

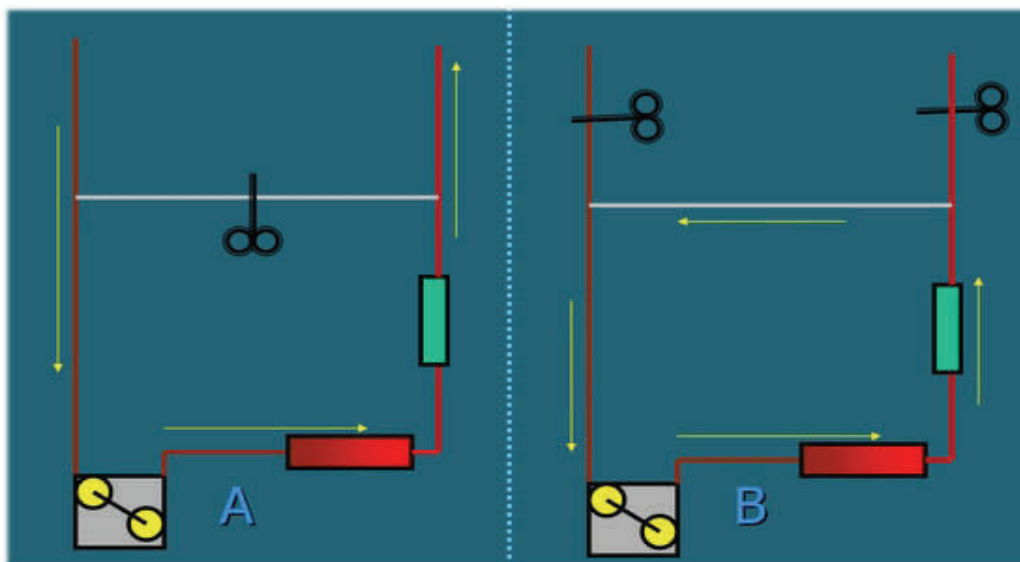


Figura 20.1. Em A o circuito normal da ECMO em funcionamento. Em B como separamos o paciente do circuito da ECMO para a resolução de problemas ou substituição de componentes. As linhas venosa e arterial foram clampeadas e o clamp do shunt foi removido. O circuito pode continuar funcionando, se necessário com circulação do sangue entre as linhas através do shunt.

shunt. Desse modo, como ilustra a figura 20.1, a bomba continua funcionando

através do shunt, mas o paciente está isolado da ECMO. A velocidade da bomba arterial deve ser reduzida a um mínimo, apenas para manter a circulação do perfusato através do oxigenador, dependendo da natureza da complicação ou do acidente. Os parâmetros da ventilação mecânica do paciente devem ser ajustados de modo a oferecer a melhor oxigenação possível, enquanto se processa o reparo necessário no circuito. A linha arterial deve ser a primeira a ser clampeada somente na eventualidade de ocorrer um episódio de embolia gasosa à partir do oxigenador ou de outro componente do circuito. Sem deixar de lembrar que o clamp deve ser colocado acima do shunt que une as linhas venosa e arterial.

Os aspectos mais importantes das emergências com a ECMO são a rapidez na identificação e no reparo adequado para que haja pouco ou nenhum prejuízo à oxigenação ou ao suporte circulatório que sustentam a vida dos pacientes.

INSPEÇÃO DO CIRCUITO DA ECMO

A maioria das complicações que ocorrem com os circuitos da ECMO podem ser prevenidas através da identificação precoce e do uso adequado da tecnologia disponível. A inspeção periódica do circuito da ECMO é responsabilidade do especialista do horário e não pode ser transferida. Essa inspeção periódica tem a finalidade primária de prevenir o desenvolvimento de complicações capazes de requerer intervenções de emergência. A inspeção, na realidade, constitui a checagem periódica de todos os elementos que constituem o circuito da ECMO, os equipamentos permanentes em uso, os alarmes, os sistemas de monitorização, as soluções venosas administradas e a manutenção da anticoagulação na faixa determinada pela prescrição da equipe médica.

A inspeção completa consiste na verificação das linhas venosa e arterial, oxigenadores, shunt, cânulas, conectores e tubos para detectar a presença de coágulos, bolhas gasosas ou bolsas de ar, escapes de ar ou de sangue e filamentos de fibrina. A função adequada dos filtros, oxigenadores, permutador de calor e o tubo que sofre a compressão dos roletes das bombas ou os cones das bombas centrífugas devem, igualmente, receber atenção especial. A firmeza dos conectores e a adequada colocação das tiras plásticas que reforçam a união dos conectores rígidos aos tubos de tygon, desde a junção com as cânulas até as entradas e saídas do oxigenador devem ser restritas. A firmeza da fixação das cânulas e a ausência de sangramentos em torno delas devem ser preocupação primária do especialista de plantão.

Alarmes, detectores de microbolhas gasosas, monitores de pressão, transdutores, linhas e bombas de infusão de líquidos, linha de alimentação de gases para o oxigenador e as fontes de energia elétrica para os aparelhos em uso devem ser rotineiramente inspecionados.

Os suprimentos necessários para atuar em caso de necessidade, como os clamps especiais para os tubos das linhas venosa e arterial, conectores, linhas e oxigenadores de reserva devem estar todos ao alcance fácil da equipe que cuida dos pacientes, bem como os "kits" de emergência que dependerão das preferências das equipes mas que devem estar sempre disponíveis e prontos para uso. O mesmo deve ocorrer com uma bandeja estéril contendo os instrumentos necessários à revisão cirúrgica dos vasos canulados e cânulas extras (reserva) dos mesmos diâmetros, um ponto acima e um ponto abaixo das cânulas usadas.

Apesar da existência de unidades geradoras de energia elétrica com acionamento automático em caso de falha do fornecimento elétrico é imperiosa a existência de uma manivela adaptável ao eixo dos roletes das bombas para o giro manual, se necessário. As bombas centrífugas devem ter as baterias de reserva carregadas e periodicamente inspecionadas.

O especialista em ECMO deve adquirir destreza manual em cortar os tubos plásticos, encher os tubos com soluções cristalóides sem criar bolhas de ar e juntar os tubos aos conectores rígidos sem deixar bolhas no interior dos tubos. Há técnicas especiais para essas manobras que devem ser treinadas repetidamente até que sejam completamente dominadas.

Embora esse conjunto de medidas possa parecer complexo, a existência de uma “checklist” permite a verificação de todos os itens relacionados sem dificuldades. Além da checklist, devem existir protocolos simplificados para a substituição dos componentes dos circuitos. Essa providência não apenas facilita a execução dos procedimentos como também uniformiza a atuação de todos os membros de uma equipe, além de permitir um ganho de tempo que pode fazer a diferença entre a recuperação ou a perda de um paciente.

PARÂMETROS DE REPOUSO

Os pacientes em ECMO, em diversas fases do tratamento, permanecem entubados e com respiração assistida ou controlada com parâmetros mínimos de ventilação mecânica – os denominados parâmetros de repouso: baixas pressões inspiratórias, volumes reduzidos e FiO₂ 21 a 30% - apenas para manter a movimenta-

ção dos pulmões enquanto a ECMO realiza praticamente todas as trocas gasosas necessárias. Se houver uma emergência com o circuito da ECMO que requeira manipulação, os parâmetros do respirador devem ser alterados para obter a eficácia máxima possível da ventilação mecânica, enquanto se promove o reparo do problema verificado com a ECMO. Atuar atabalhoadamente nessas circunstâncias pode deixar um paciente sem trocas gasosas pulmonares e extrapulmonares e, em consequência, causar um resultado verdadeiramente desastroso.

DISFUNÇÃO DO OXIGENADOR

As disfunções dos oxigenadores, frequentemente, requerem a sua substituição. Um protocolo deverá descrever as etapas sucessivas para a substituição rápida do oxigenador, bem como dos demais componentes do circuito.

Um número de eventos requer a interrupção da ECMO para reparo de problemas com os circuitos e oxigenadores. Desse modo, podemos isolar o paciente e o circuito através do shunt.

Quando a ECMO é realizada com uma bomba de roletes e há uma emergência cujo reparo requer a interrupção do seu funcionamento, pelo isolamento entre o paciente e o sistema da ECMO, os seguintes passos constituem um bom protocolo de trabalho:

Remover o paciente da ECMO:

Clampar a linha venosa acima do shunt;

Abrir o clamp do shunt;

Clampar a linha arterial acima do shunt;

Se necessário, parar a bomba propulsora ou manter um fluxo mínimo da ordem de 200 ml/min;

Realizar o reparo necessário.

Retornar o paciente ao suporte da ECMO:

Abrir o clamp da linha arterial;

Clampar o shunt;

Abrir o clamp da linha venosa;

Retornar o fluxo aos valores anteriores.

Quando a ECMO é realizada com uma bomba centrífuga as etapas para remover um paciente da assistência para realizar reparos no circuito e retornar o paciente à assistência após o reparo do circuito são semelhantes. O paciente é isolado pelo clampeamento das linhas arterial e venosa e a abertura do shunt para que o fluxo (o mínimo possível) ocorra através do shunt.

Se estivermos utilizando a ECMO venovenosa as etapas são exatamente as mesmas. Variamos apenas a nomenclatura. A linha venosa é a linha de drenagem do sangue venoso para a bolsa coletora e o oxigenador, enquanto a linha arterial é a linha que leva o sangue do oxigenador, ou seja, o sangue oxigenado, para o lúmen de devolução do sangue ao átrio direito, no caso das cânulas de duplo lúmen.

Há um grande número de centros que recomendam o emprego das bombas de rolete para os primeiros casos de ECMO pela maior facilidade de uso e maior familiaridade dos perfusionistas com esse tipo de bomba propulsora. Além disso, a curva de aprendizado dos especialistas em ECMO com as bombas de roletes é mais curta e menos sujeita a erros e acidentes.

TROMBOSES

A formação de coágulos nos circuitos da ECMO é uma das complicações mecânicas mais comuns. O correto manuseio da anticoagulação para esses procedimentos não permite evitar completamente a formação de coágulos. Na verdade, a presença de alguns coágulos, em determinados pontos do circuito, pode ser encarada como um fato “normal”, como afirmam alguns autores. Esses coágulos são de pequeno tamanho e usualmente não tem potencial para causar riscos aos pacientes ou aos circuitos. Normalmente ocorrem em locais onde há estagnação de sangue que não pode ser prevenida, como por exemplo, na base dos oxigenadores de membrana de silicone. Estas áreas, frequentemente, apresentam pequenos coágulos escuros, após algumas horas ou dias de uso dos oxigenadores. Enquanto não se situam próximos das entradas ou saídas de gás dos oxigenadores ou enquanto não causam alterações das pressões no interior das membranas, não são considerados perigosos e devem ser apenas observados.

A turbulência do sangue também pode causar lise das células; os glóbulos vermelhos ou brancos e as plaquetas são destruídos nesse processo e seus restos fazem parte dos coágulos formados.

As bolsas venosas, especialmente durante as fases de fluxos baixos, podem causar estagnação do sangue no seu interior e, dessa forma, propiciar a formação de coágulos. Fenômeno semelhante pode ocorrer ao nível dos conectores plásticos e torneiras que ocasionalmente se encontram em profusão nos circuitos, dependendo do número de soluções venosas que precisam ser administradas. Mais comumente filamentos de fibrina são vistos. Sempre que esses aglomerados se acumulam e iniciam a formar trombos, a substituição deve ser a medida apropriada.

Como a ECMO em muitas de suas fases lida com anticoagulação sistêmica baixa e baixos fluxos de sangue, a formação de coágulos ou trombos é um evento relativamente comum e sua importância deve ser criteriosamente avaliada para determinar as medidas a serem tomadas. Claro que um pequeno coágulo identificado na bolsa venosa não tem o mesmo significado que um oxigenador repleto de coágulos, cujas trocas gasosas deterioram progressivamente.

TROCA DE OXIGENADORES

A ocorrência mais temida pelos que se iniciam nos procedimentos de ECMO é deparar-se com a necessidade de substituir um oxigenador defeituoso ou que começa a falhar – seja por redução da capacidade de oxigenação, vasamentos de sangue ou qualquer outra eventualidade. Nesses casos, um protocolo previamente elaborado permite a substituição com mínimos riscos desde que as manobras sejam feitas cuidadosamente, sem atropelos.

Há centros de ECMO que, provavelmente em virtude de más experiência pré-

vias, acrescentam um shunt em torno do oxigenador, como ilustra a figura 20.2 que permite a inserção de um segundo oxigenador com grande facilidade, confor-

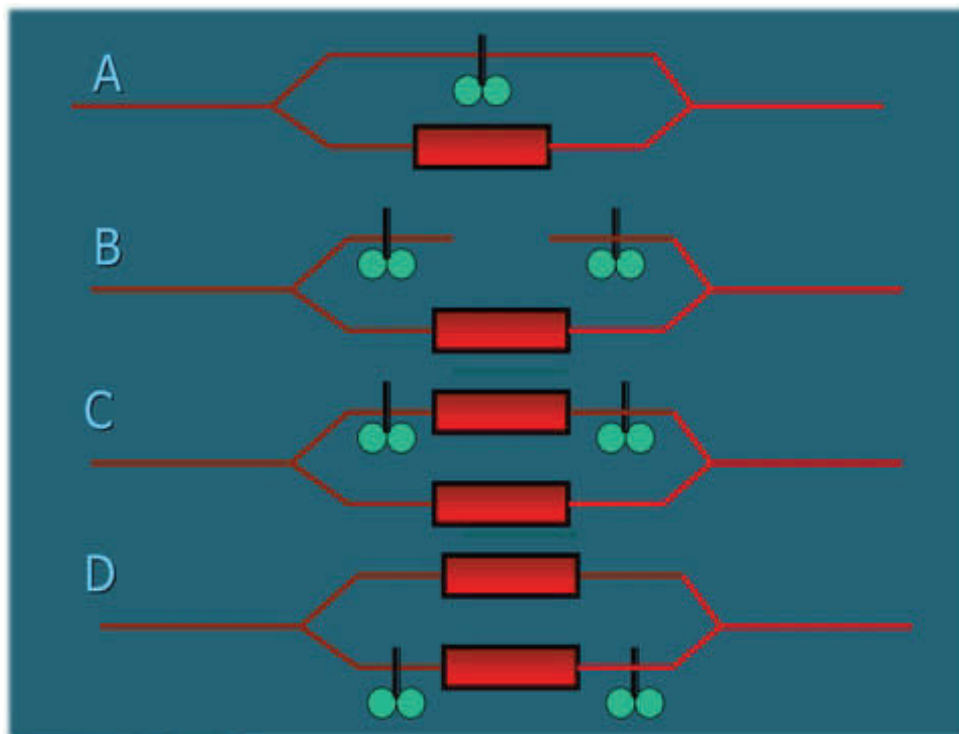


Figura 20.2. Técnica usada por diversos centros de ECMO para facilitar a troca de oxigenadores praticamente sem interromper o procedimento. Em A vemos o oxigenador funcionando normalmente e o “bypass” pinçado. Em B os dois ramos do bypass (shunt) foram pinçados e o tubo cortado. Em C o novo oxigenador já está instalado na linha do shunt e pronto para funcionar. Em D, os dois clamps já foram trocados de lugar. O novo oxigenador está funcionando e o oxigenador inicial está isolado do circuito.

me detalhado no texto da legenda. Essa técnica de substituição de um oxigenador é simples e pode ser feita com tranqüilidade. É recomendável que o oxigenador novo a ser inserido seja preparado e cheio com prime, antes da colocação na linha. A fase final será a remoção de pequenas bolhas de ar, se houver, e mudança da posição dos clamps para isolar o oxigenador anterior e forçar a passagem do sangue pelo novo dispositivo.

Via de regra, entretanto, as trocas de oxigenadores são feitas diretamente, co-

mo recomenda a ELSO em seus protocolos para a ECMO. A técnica usada serve para todas as trocas, sejam de oxigenadores, bombas, permutadores de calor, conectores, etc... A técnica é chamada de "duplo clameamento e corte". Significa simplesmente que a ECMO e o paciente devem ser isolados, como anteriormente descrito, pelo pinçamento das linhas de remoção do sangue e de infusão do sangue oxigenado, acima do shunt habitualmente existente no circuito. A bomba deve ser desligada temporariamente, enquanto se procede a substituição do componente danificado.

Para a remoção de um componente grande do circuito, tal como um oxigenador, por exemplo, o procedimento deve ser assim realizado:

Use dois clamps para a parte superior do componente. Coloque o primeiro clamp o mais próximo possível do componente a ser removido. Em seguida coloque o segundo clamp cerca de 6 a 10 cm distante do primeiro.

Use dois clamps para a parte baixa do componente. Coloque os clamps do mesmo modo descrito em a.

Use tesoura afiada ou lâmina de bisturi e corte os tubos o mais próximo possível do clamp que fica junto ao componente a ser removido. Isso deixa um comprimento de tubo livre para a inserção do novo componente.

A remoção de conectores ou componentes menores é ainda mais simples e pode ser feita apenas utilizando-se o clameamento antes e depois do conector a ser substituído. Os tubos são cortados e o novo conector é inserido. Usamos soro fisiológico para remover o ar do interior do novo conector e do tubo, adaptando-os

de modo a impedir a presença de bolhas de ar. Respeitando o princípio de que os tubos devem sempre serem cortados próximos ao componente a ser removido (substituído), teremos sempre um comprimento de tubo suficiente para adaptar o novo componente. Uma boa medida é comprimir o tubo antes de colocar o segundo clamp, para evitar que o sangue seja pressurizado entre os dois clamps e “espirre” ao cortarmos o tubo.

A rotura do segmento do tubo que é comprimido pela passagem dos roletes indica a sua substituição. Pequenos furos são o prenúncio de rotura progressiva e medidas contemporizadoras são apenas um convite ao desastre. Devemos notar que desde o orifício de entrada do tubo, quando o rolete inicia a sua excursão, até a metade do giro, produz-se no interior do tubo uma pressão negativa. Qualquer orifício ou rotura nesse segmento do tubo vai aspirar ar para o seu interior e produzir embolias aéreas que podem ser de grandes volumes. À partir do ponto médio do tubo comprimido pelos roletes até o orifício de saída, produz-se pressão positiva no interior do tubo. Orifícios ou roturas nesse segmento do tubo produzem sangramentos e são mais fáceis de identificar e tratar.

Dentre as diversas alternativas existentes para evitar a rotura do tubo em que os roletes excursionam destaca-se o rodízio desse segmento a determinados períodos, que variam de 8 a 24 horas. A medida mais eficaz, contudo, é o uso dos tubos apelidades de “supertygon” que são fabricados com uma mistura especial de compostos que conferem resistência ao desgaste. O supertygon (S65HL) produzido pela empresa Norton Performance Plastics, Inc de Akron, no estado de Ohio, nos Estados Unidos, tornou a rotura do tubo um acidente praticamente inexistente. Recomenda-se o rodízio do tubo a cada 10-14 dias. Há numerosas equipes que não se preocupam com rodízio desse segmento de tubo quando usam o S65HL.

EMBOLIAS AÉREAS

A presença de ar nos circuitos de ECMO representa aproximadamente 4% das complicações relatadas nos registros da ELSO. Essas embolias variam desde pequenas bolhas visualizadas no interior das linhas venosas dos circuitos até as embolias aéreas maciças que alcançam o paciente.

O circuito de ECMO tem, como já discutimos, pressões negativas no lado venoso, desde a cânula venosa até a bolsa venosa e qualquer solução de continuidade ou folga nas conexões permite que o ar do ambiente seja aspirado para o interior da linha. Sem a bolsa venosa, a bomba propulsora aspiraria o sangue da linha venosa com pressões mais negativas ainda, aumentando a propensão a esse acidente. As torneiras adaptadas para a infusão de soluções venosas e a própria injeção de drogas no circuito podem ser fontes de microembolias.

A regulação das pressões nos oxigenadores também é importante para evitar rupturas de membranas ou superpressurização. Alguns acidentes produzem um "leak" de sangue para o trajeto do gás e, com a coagulação ou obstrução do trajeto do gás no interior das fibras dos oxigenadores o gás pode alcançar o percurso destinado ao sangue e produzir embolias de certa magnitude que devem ser identificadas com a máxima brevidade possível. Diante dessa eventualidade, a bomba propulsora deve ser desligada e a linha arterial deve ser clampeada imediatamente junto à entrada da cânula arterial, para evitar a injeção de ar no sistema arterial (ECMO venoarterial) ou no átrio direito (ECMO venovenosa) do paciente.

Se, por qualquer razão a PaO₂ tornar-se muito elevada, da ordem de 500-600 mmHg isto significa que há oxigênio em solução no plasma. Esse excesso de oxigênio pode tornar-se em microbolhas que alcançarão a circulação do paciente.

Finalmente, a saída de gás do oxigenador deve sempre ser mantida livre e longe de riscos de obstrução, ainda que parcial, para evitar a eventual rotura de membranas e passagem dos gases para o sangue.

Os oxigenadores e o permutador de calor possuem dispositivos capazes de acumular pequenas quantidades de ar ou bolhas que podem ser removidas do circuito com facilidade.

DESCANULAÇÃO ACIDENTAL

A descanulação acidental é uma complicação felizmente rara e habitualmente fácil de prevenir. A descanulação inadvertente pode ter consequências devastadoras, em virtude das hemorragias que permite ocorrer pelos grandes orifícios nos vasos ocupados pelas cânulas associadas à perda súbita do suporte oferecido pela ECMO.

As medidas preventivas – as mais importantes – estão voltadas para a correta fixação das cânulas aos vasos sanguíneos, à pele dos pacientes e a objetos fixos, como o colchão do berço. Neste último caso, os tubos que constituem as linhas arterial e venosa são fixados com dispositivos especiais ou simplesmente amarrados à pinças colocadas no colchão. As bordas do berço aquecido, lençóis e outros

componentes móveis devem ser evitados para não colocar em risco a integridade das canulações. Os próprios curativos que cobrem as incisões utilizadas podem, também, servir de pontos adicionais de fixação, tornando a descanulação acidental um acidente extremamente raro.

A posição dos tubos do circuito em relação ao paciente e a organização do trânsito de pessoal em torno do leito sem cruzar as linhas arterial e venosa é uma medida de extrema importância porque impede que pessoas sem o treinamento adequado possam inadvertidamente apoiar-se ou tropeçar nas linhas e tracionar as cânulas. A higiene dos pacientes deve ser feita por pessoal especificamente treinado para lidar com esses pacientes. O treinamento deve, necessariamente, incluir o cuidado com as linhas e as cânulas da ECMO. Nas raras vezes em que esse acidente ocorre, o causador é, frequentemente, alguém não familiarizado com os detalhes do procedimento da ECMO ou um visitante ocasional.

FALHAS DOS EQUIPAMENTOS

Todos os equipamentos em uso no ambiente hospitalar são passíveis de falhas; com a ECMO os riscos são semelhantes. Todos os equipamentos permanentes, como as bombas e monitores, por exemplo, devem ser submetidos à manutenção preventiva periódica. Ainda assim, equipamentos que sustentam a vida, como as bombas propulsoras, por exemplo, devem ter uma reserva para eventual substituição, em caso de falhas. As bombas de roletes possuem um acionador manual que permite o seu giro enquanto se providencia uma bomba para substituição.

FALHAS DOS COMPONENTES DO CIRCUITO

Conectores, segmentos de tubos, torneiras, adaptadores, bolsa venosa e uma variedade de componentes dos circuitos de ECMO, podem apresentar defeitos durante o uso. Na maioria dos casos a substituição do componente defeituoso pode ser feita sem grandes dificuldades desde que o especialista responsável pelo paciente tenha o treinamento necessário. Via de regra a substituição desses pequenos componentes é feita mediante a separação do paciente e o circuito da ECMO, através da abertura do shunt e clampamento das linhas. O pinçamento pré e pós componente a ser substituído e a reconexão do componente à linha principal com o cuidado de não deixar ar na linha manipulada são suficientes. A forma de remover o ar residual e o modo de unir uma linha a um conector são detalhes que qualquer treinamento prático de curta duração ensina, sem dificuldades.

Apesar de ocorrerem com alguma frequência, as complicações mecânicas com os circuitos da ECMO são previsíveis e um bom protocolo de trabalho pode contribuir significativamente para reduzir a sua incidência e gravidade. O treinamento do pessoal e revisões periódicas dos protocolos com curtas sessões práticas permitem que a equipe esteja permanentemente habilitada a lidar com os acidentes de forma ordenada e eficaz. Um profissional sem o necessário treinamento, diante de um acidente de média proporção, frequentemente, aumenta a gravidade do acidente e, não raro, produz complicações adicionais que nem sempre podem ser revertidas.