



INTOXICAÇÃO POR MONÓXIDO DE CARBONO

FOTO: US Navy / www.engineersjournal.ie

Capitão-Tenente ÉRIC PEREIRA RODRIGUES MARINHO

Encarregado da Divisão de CBINC - CAAML
Aperfeiçoado em Máquinas

INTRODUÇÃO

E statisticamente, a ocorrência de incêndios gera óbitos, seja por meio da ação das chamas ou por lesões inalatórias (LI). Dentre as vítimas fatais por LI, o monóxido de carbono (CO) tem sido responsável pela média de 80% das mortes. O CO, ao ser inalado, tem a capacidade de se ligar aos átomos de ferro presentes na hemoglobina, dando origem à carboxiemoglobina (COHb), que determinará a gama de sintomas apresentados pelos pacientes, conforme o aumento da sua concentração no sangue.

Os tratamentos vêm sendo amplificados, porém a exposição humana prolongada em ambientes de alta concentração de CO acarreta insuficiência respiratória e, conseqüente, óbito, normalmente dentro das primeiras 24h. Em se tratando de ambientes confinados, como os navios, o risco se eleva ainda mais, devido à real necessidade de combater os incêndios e enfrentar os gases da combustão. Sendo assim, torna-se imprescindível o conhecimento do monóxido de carbono e demais produtos danosos, como a metaemoglobina e, também, o cianeto de hidrogênio.

PROPRIEDADES DO MONÓXIDO DE CARBONO

O CO é um gás altamente tóxico que tem ação asfíxica, é incolor, inodoro, insípido, não irritante e é produzido pela combustão incompleta de hidrocarbonetos. Sua concentração na atmosfera terrestre, normalmente, é menor que 0,001%. Uma concentração de CO a 1% já pode causar lesões inalatórias graves, visto que o epitélio pulmonar consegue absorvê-lo e uma vez na corrente sanguínea, associa-se à hemoglobina (Hb), quando a carboxiemoglobina. A afinidade da Hb com o CO é da ordem de 200 vezes superior à sua afinidade com o O₂, o que favorece muito a intoxicação.

Quando o CO se liga a um ou mais grupos de hemácias, que são células sanguíneas que garantem o transporte de oxigênio pelo corpo, os demais grupos se ligam ao O₂ com maior afinidade, dessa maneira a Hb começa a se incapacitar para a oxigenação dos tecidos e células, originando os diversos sintomas da intoxicação.

INTOXICAÇÃO POR MONÓXIDO DE CARBONO

Os motores a combustão também são produtores de CO, em decorrência da queima dos derivados do petróleo. Caso a descarga dos gases dos motores de um navio esteja sendo parcialmente lançada no interior de suas Praças de Máquinas, existe a possibilidade de intoxicação por monóxido de carbono para aqueles que lá estejam, dependendo do tempo de exposição, da vazão de CO, das dimensões e ventilação local, além de outros fatores. Daí se destaca a importância de inspecionar, em busca de possíveis obstruções, os dutos de descarga de motores de propulsão, geração de energia e auxiliares, além de zelar pelo funcionamento dos sistemas de extração e ventilação de praças de máquinas.

Um dos fatores que mais potencializam esse tipo de intoxicação é a falta de oferta de oxigênio local. Há de se verificar que a ventilação em local aberto, nos casos de incêndio, reduz a concentração de monóxido de carbono. Em contrapartida, nesses ambientes os ventos espalham o incêndio rapidamente e, em determinado ponto, as chamas se tornam um perigo bem superior aos gases. Em ambientes confinados, o que ocorre é justamente o inverso. Dessa forma, nos navios e submarinos, o risco maior é representado pelos gases.

A taxa de COHb é o principal indicador da intoxicação por monóxido de carbono. Normalmente, essa taxa não deve ultrapassar o valor de 3%, podendo chegar a 15% em pacientes fumantes. Os sintomas da exposição ao monóxido de carbono podem ser avaliados de acordo com a concentração de COHb presente no organismo.

Em casos onde a taxa chega a 5%, são verificados leves alterações comportamentais, efeitos sobre o sistema nervoso central e alteração cardiovascular. Quando a taxa de COHb atinge 10%, ocorre dificuldade visual e cefaleia; em 20%, dores abdominais e desmaios; em 30%, paralisia, distúrbios respiratórios e colapso circulatório; e em 50%, bloqueio da função respiratória, coma e morte. Os sintomas de intoxi-

cação por monóxido de carbono incluem também cefaleia, náusea, mal-estar inespecífico, alteração cognitiva, dispneia, angina pectoris e convulsões. Taxas de COHb acima de 10% já apontam para o quadro de intoxicação por CO.

Diversos indivíduos expostos ao CO não têm sinais agudos de comprometimento cerebral, porém podem apresentar sequelas neuropsiquiátricas tardias, tais como: alterações cognitivas e de personalidade, parkinsonismo, agnosia, apraxia, incontinência, demência e psicose.

O tratamento clínico para os intoxicados se dá com a administração de oxigênio a 100% até que os níveis de carboxiemoglobina estejam inferiores a 3%. O uso de câmara hiperbárica pode potencializar a terapia, com o benefício da redução de sequelas neurológicas tardias, frequentes nas intoxicações por monóxido de carbono. Os grupos eletivos a tratamento hiperbárico são aqueles cuja taxa de carboxiemoglobina ultrapassam 25%, principalmente nas primeiras 6 horas de intoxicação. Desse modo, a maioria dos especialistas recomenda que a indicação de oxigenioterapia hiperbárica seja sempre cogitada na ocorrência de intoxicação por monóxido de carbono.

A gravidade dos sintomas dependem mais do tempo de exposição do que dos níveis de COHb. Esses valores podem ser baixos ou até indetectáveis, dependendo do tempo entre a exposição e a mensuração. Sendo assim, os níveis de COHb não são preponderantes sobre a determinação do grau de seqüela neurológica.

O princípio do tratamento é a suplementação de O₂, suporte ventilatório e monitoração cardíaca. A suplementação de O₂ nesses casos tem dois objetivos principais: buscar o aumento da reserva de troca gasosa do paciente, revertendo o efeito da inalação do gás hipóxico, e também buscar dissociar o CO de seus sítios de ligação. A oxigenoterapia deve ser ofertada em altas concentrações, preferencialmente a 100%, por 6-12 h, visando à redução à meia-vida do CO.



FOTO: US Navy

Registros de acompanhamentos da meia-vida média da COHb demonstram que este nível de redução é atingido em 320 min em jovens saudáveis, em ar ambiente e na pressão de 1 atm. Cabe observar que o aumento da pressão ambiente tem relação com a redução da meia-vida da COHb, porém, até o presente momento, não há evidências conclusivas de que o uso de oxigenação hiperbárica reduza a incidência de sequelas neurológicas.

Esse tipo de intoxicação é a mais recorrente em incêndios a bordo e por esse motivo a equipe de primeiros socorros deve estar capa-

citada para identificar e evacuar rapidamente as vítimas para local seguro e promover os atendimentos preconizados pela medicina operativa.

Nos navios, os compartimentos habitáveis são os que oferecem maiores riscos de intoxicação por monóxido de carbono, devido à grande oferta de materiais combustíveis lá encontrados e também pela concentração de pessoas. Esses locais, portanto, devem ser minuciosamente inspecionados, a fim de reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios. Para tal medida, é necessário que toda a tripulação tenha essa preocupação e busque contribuir com medidas preventivas, tais como não utilizar resistências dentro de alojamentos, não colocar metais dentro de aparelhos micro-ondas em funcionamento, dimensionar corretamente os cabos e equipamentos elétricos, não utilizar gambiarras, além de outros procedimentos que elevam a segurança dessas áreas.

METAEMOGLOBINEMIA

A metaemoglobina (MtHb) é uma forma oxidada da hemoglobina, que é uma proteína existente no interior das hemácias, cuja principal função é o transporte de oxigênio. A metaemoglobina causa a alteração funcional de incapacitar a corrente sanguínea para o transporte de oxigênio. Qualquer agente oxidante pode levar à formação de metaemoglobina. Entre os diversos oxidantes, destacam-se fármacos, pesticidas, substâncias químicas e inalação de fumaça.

A taxa de incidência de metaemoglobina até 3% é considerada normal. Entre 3 e 15%, o paciente pode apresentar pigmentação acinzentada da pele ou alteração da coloração sanguínea. Entre 15 e 70%, os sintomas aparecem de maneira progressiva, acompanhando a elevação dos níveis, e incluem cianose, dispneia, cefaleia, acidose metabólica, convulsões e coma. Taxas superiores a 70% normalmente levam os pacientes ao óbito.

O tratamento varia dependendo dos sintomas apresentados e da concentração de metaemoglobina. Em casos mais brandos, administra-se oxigênio suplementar em alta concentração. Estima-se que, neutralizada a ação do agente oxidante, a metaemoglobina volte aos níveis normais dentro de 36 horas.

Em pacientes com sintomas mais graves ou níveis de metaemoglobina superiores a 30%, admite-se o tratamento com transfusão de hemácias ou com azul de metileno. Pode-se aderir, ainda, aos tratamentos a partir de exsanguinotransfusão, ácido ascórbico e também oxigenoterapia hiperbárica.

Diferentemente da intoxicação por monóxido de carbono, essa intoxicação pode se dar sem a ação de queima, estando o risco contido especialmente na própria substância tóxica. Com efeito, o incêndio possui a capacidade de intensificar e



FOTO: Raven Rescue / www.ravenrescue.com

espalhar a ação tóxica desses agentes, amplificando o risco de intoxicação para áreas muito maiores que as inicialmente estabelecidas para conter tais substâncias.

A bordo de navios, é importante ter precauções quanto à exposição de pessoal em locais confinados que contenham fármacos, pesticidas e produtos químicos, pois estes são os principais agentes de intoxicações conhecidos. Torna-se, então, imprescindível que os locais onde os referidos materiais estejam armazenados sejam adequadamente ventilados e inspecionados. Além disso, deve-se evitar que pessoas acessem estes compartimentos desacompanhadas ou sem monitoramento.

INTOXICAÇÃO POR CIANETO

O cianeto de hidrogênio (HCN) é um composto extremamente volátil que, em ocorrência de incêndios, é formado pela combustão incompleta de material carbonáceo e nitrogenado — algodão, seda, madeira, papel, plásticos, esponjas, acrílicos e polímeros sintéticos em geral. Além disso, a reciclagem de produtos da combustão, dentro de espaços confinados, aumenta a taxa de formação de HCN e a baixa ventilação do ambiente contribui sobremaneira para a elevação dessa taxa.

O ocorrido em Santa Maria, em 2013, que vitimou 242 pessoas, grande parte por exposição ao HCN, demonstra a gravidade da intoxicação por cianeto decorrente de incêndios em ambientes fechados e, por consequência, evidencia a necessidade de se iniciar o tratamento das vítimas imediatamente.

Normalmente, os primeiros sintomas apresentados pelos intoxicados são cefaleia, náusea, taquipneia, podendo evoluir para bradicardia, colapso cardiovascular, alteração do nível de consciência, coma e apneia central. Diferente do monóxido de carbono, que reduz a oxigenação dos tecidos, o cianeto produz hipóxia, um estado de baixo teor de oxigênio nos tecidos or-

gânicos, e atua diretamente no bloqueio da cadeia respiratória mitocondrial, limitando a produção de compostos de fósforo de alta energia.

A confirmação do quadro de intoxicação se dá através da medição da dosagem de cianeto no sangue, porém o resultado é bastante demorado. Assim, em casos de suspeita, deve ser utilizado o tratamento padrão, ministrando oxigênio a 100% com intuito de reverter hipóxia tecidual. Além disso, pode-se recorrer à administração de antídotos e tratamento hiperbárico.

Num primeiro momento, os pacientes acometidos por esse tipo de intoxicação manifestam hiperventilação, cefaleia, náuseas, vômitos, palpitações e ansiedade. Num segundo momento, apresentam convulsões, bradicardia e hipotensão, até se alcançar a parada respiratória e colapso cardiovascular. A taxa de óbito gerada pelo HCN é muito alta e os sobreviventes normalmente apresentam sequelas neurológicas permanentes, podendo ficar em estado vegetativo irreversivelmente.

O medicamento com maior aceitação para o tratamento de pacientes com suspeita de intoxicação por HCN é a hidroxocobalamina. Em 2016, assessorado pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias – CONITEC e, em atendimento à Lei nº 12.401, o Ministério da Saúde passou a disponibilizar hidroxocobalamina para terapias no SUS.

A hidroxocobalamina possui a capacidade de se ligar ao cianeto, formando cianocobalamina (vitamina B12), que posteriormente é eliminada pelos rins. Essa droga age rapidamente atingindo níveis terapêuticos cerca de 30 min após sua administração. Essa característica torna o medicamento um grande aliado na corrida contra o tempo, reduzindo os avanços da intoxicação e gerando aumento da oxigenação sanguínea.

Devido a haver poucos relatos desse tipo de intoxicação a bordo de navios, não se tem registros que contribuam para maiores aprofundamentos a respeito de seu impacto sobre as tripulações ou procedimentos adotados para mitigar sua ocorrência.

Como a intoxicação da vítima se dá de forma acelerada, é importante que a equipe de primeiros socorros esteja treinada para levantar rapidamente o diagnóstico e que tenha a sua disposição medicamentos e recursos necessários para se opor ao surgimento de sequelas decorrentes dessa grave intoxicação. As alterações físicas do quadro dessa intoxicação geralmente são o surgimento de pigmentação violeta nos lábios e pele da vítima, que normalmente são encontradas inconscientes, com alterações na pressão arterial ou até mesmo apresentando parada cardíaca.

CONCLUSÕES

As LI são graves ameaças à saúde e à vida humana. Mesmo que haja tratamentos clínicos disponíveis, a exposição de pessoas ao produto da combustão incompleta gera consequências que chegam até a morte. Dessa forma, faz-se necessário que as vítimas de intoxicação por gases sejam rapidamente atendidas por meio dos procedimentos de primeiros socorros de bordo mas, ainda sim, sejam encaminhadas o mais rápido possível para hospitais. Adicionalmente, é importante observar que incêndios em compartimentos fechados, como é o caso em navios, elevam a intensidade da intoxicação local com impacto direto no número de vítimas fatais.

Sendo assim, é necessário também, sempre que possível, conciliar a estanqueidade dos compartimentos de bordo com a necessidade de ventilá-los evitando a concentração de gases que possam apresentar perigo à vida humana. Deve-se, inclusive, priorizar a armazenagem de produtos perigosos em compartimentos que possuam sistemas de extração de gases.

Ao fim deste estudo, conclui-se que a prevenção de incêndios e da intoxicação por gases é a ação mais importante para salvar vidas e evitar perdas materiais e é por esse motivo que a Marinha do Brasil vem aperfeiçoando sua doutrina de combate a incêndio, utilizando-se de técnicas e tecnologias, com a finalidade de proteger seu patrimônio pessoal e material. Côncios dessa responsabilidade e, em especial, da ameaça das intoxicações, seus militares vêm tendo especial atenção ao combate a incêndio, buscando manter altos índices de adestramentos e prezando pelos procedimentos de segurança em suas Organizações Militares.

Referências:

- ANTÔNIO, A. C. P. et al. Lesão por inalação de fumaça em ambientes fechados: uma atualização. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 39, n. 3, p. 373-381. Jun. 2013. Disponível em: <http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe_artigo.asp?id=2031> Acesso em: 16 jun. 2019.
- BARBOSA, Mafalda Martins. *Tratamento das Intoxicações pelo Monóxido de Carbono*. 2015. 29f. Monografia de Mestrado. Faculdade de Medicina Universidade do Porto. Porto, Portugal. Mar. 2015. Disponível em: <https://sigarra.up.pt/ffup/pt/pub_geral.show_file?pi_doc_id=30447>. Acesso em: 08 jun. 2019.
- BASSI, Estevão et al. Assistance on inhalation injury victims by fire in confined spaces: what we learned from the tragedy at Santa Maria. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, v. 26, n. 4, p. 421-429. Out. 2014. Disponível em <http://www.rbti.org.br/artigo/detalhes/0103507X-26-4-18>. Acesso em: 16 jun. 2019.
- BRASIL. CENTRO DE ADESTRAMENTO ALMIRANTE MARQUES DE LEÃO. **CA-AML-1202: Manual de Combate a Incêndio**. 2 Rev. Niterói, 2017. 202 p.
- _____. _____. **CAAML-1206: Manual de Primeiros Socorros**. Niterói, 2008. 72 p.
- EMEDIATO, Wander. **A Fórmula do Texto**. 5. ed. São Paulo: Geração editorial, 2010.
- FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. **Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científica**. 7. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004.