

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

Intoxicação por Metanol como Emergência Crítica: Desafios Clínicos, Diagnósticos e Sistêmicos na Atenção de Urgência

Methanol Poisoning as a Critical Emergency: Clinical, Diagnostic, and Systemic Challenges in Emergency Care

Lucas Pedroza Daniel - Médico, graduado em Medicina pela Universidad de Ciencias Médicas de Cuba e pós-graduado em Medicina de Família e Comunidade (UFCSPA) - lucasomni@gmail.com

Resumo

A intoxicação por metanol configura uma emergência médica de alta letalidade, associada a grave acidose metabólica, comprometimento neurológico central e risco elevado de cegueira irreversível. Embora relativamente incomum na prática cotidiana, episódios de exposição coletiva relacionados a bebidas alcoólicas adulteradas e produtos clandestinos seguem sendo reportados em diferentes regiões do mundo, com impacto expressivo sobre serviços de urgência e sistemas de saúde. Este artigo apresenta uma revisão crítica da fisiopatologia, do quadro clínico e das estratégias diagnósticas e terapêuticas da intoxicação por metanol, com ênfase na tomada de decisão em ambientes de emergência. Discute-se, ainda, a organização do cuidado em cenários de surto, os limites do diagnóstico laboratorial em tempo hábil e os desafios éticos e regulatórios envolvidos. A análise integra evidências clínicas consolidadas e diretrizes internacionais, reforçando a importância da suspeição precoce, do uso oportuno de antídotos e da hemodiálise como determinantes prognósticos.

Palavras-chave: intoxicação por metanol; emergência médica; acidose metabólica; neuropatia óptica; fomepizol; hemodiálise.

Abstract

Methanol poisoning is a life-threatening medical emergency characterized by severe metabolic acidosis, central nervous system injury, and a high risk of irreversible visual impairment. Although relatively infrequent in routine emergency practice, recurrent outbreaks associated with adulterated alcoholic beverages and illicit products continue to be reported worldwide, placing substantial strain on emergency care systems. This article provides a critical review of methanol poisoning pathophysiology, clinical manifestations, diagnostic strategies, and management in emergency settings. Attention is given to decision-making under diagnostic uncertainty, outbreak response, and system-level challenges. By integrating established clinical evidence and international guidelines, this review highlights early clinical suspicion, timely antidotal therapy, and hemodialysis as key determinants of patient outcomes.

Keywords: methanol poisoning; emergency medicine; metabolic acidosis; optic neuropathy; fomepizole; hemodialysis.

Introdução

A intoxicação por metanol permanece como uma das formas mais graves de envenenamento exógeno, não pela frequência com que ocorre, mas pela severidade de suas consequências clínicas. Diferentemente do etanol, amplamente utilizado e regulado para consumo humano, o metanol é um álcool de uso industrial, empregado como solvente, combustível e insumo químico, sem qualquer indicação terapêutica ou recreativa. Ainda assim, sua presença em bebidas alcoólicas adulteradas ou produtos clandestinos tem sido repetidamente documentada, transformando exposições evitáveis em eventos de alto impacto sanitário.

Do ponto de vista da prática em urgência, a intoxicação por metanol apresenta desafios específicos. O início do quadro costuma ser insidioso, com sintomas inespecíficos que mimetizam a

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

embriaguez alcoólica comum, favorecendo atrasos diagnósticos. Quando as manifestações mais graves se tornam evidentes — acidose metabólica intensa, alterações neurológicas e comprometimento visual — o dano tecidual frequentemente já está instalado. Nesses cenários, a janela terapêutica é estreita, e decisões clínicas precisam ser tomadas mesmo na ausência de confirmação laboratorial definitiva.

Além do aspecto individual, episódios de intoxicação por metanol frequentemente assumem caráter coletivo, configurando surtos que sobrecarregam serviços de emergência, unidades de terapia intensiva e centros de diálise. Tais eventos expõem fragilidades na vigilância sanitária, na regulação do mercado de bebidas alcoólicas e na capacidade de resposta dos sistemas de saúde, especialmente em contextos de desigualdade social e informalidade econômica.

Este artigo revisa criticamente os principais aspectos da intoxicação por metanol sob a perspectiva da atenção de urgência, articulando fisiopatologia, clínica, diagnóstico e manejo terapêutico, e discutindo implicações sistêmicas e de saúde pública associadas a surtos.

Fisiopatologia da intoxicação por metanol

O metanol em si possui toxicidade relativamente baixa; os efeitos graves decorrem principalmente de seus metabólitos. Após a ingestão, o metanol é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal e distribuído pela água corporal total. No fígado, a álcool desidrogenase converte o metanol em formaldeído, que é subsequentemente oxidado pelo aldeído desidrogenase a ácido fórmico. Este último é o principal responsável pela acidose metabólica e pela toxicidade neurológica e ocular.

O acúmulo de ácido fórmico leva à inibição do citocromo c oxidase na cadeia respiratória mitocondrial, com prejuízo da fosforilação oxidativa e produção de energia. Tecidos com alta demanda metabólica e rica atividade mitocondrial, como a retina, o nervo óptico e os núcleos da substância branca cerebral, tornam-se particularmente vulneráveis, o que explica o tropismo da intoxicação por metanol para a via óptica e para estruturas profundas do sistema nervoso central.

Do ponto de vista metabólico, a conversão de metanol em ácido fórmico resulta em acidose metabólica com hiato aniónico elevado. A acidose severa, associada a hiperlactatemia, contribui para instabilidade hemodinâmica, depressão do sistema nervoso central e lesão celular difusa. A intensidade da acidose está relacionada tanto à quantidade de metanol ingerida quanto ao intervalo entre a ingestão e o início do tratamento.

A gravidade da intoxicação varia conforme a dose estética e a concentração da substância. Estima-se que ingestões de cerca de 10 mililitros de metanol concentrado possam causar dano neurológico permanente, incluindo cegueira, enquanto doses em torno de 30 mililitros são potencialmente letais, embora exista grande variabilidade interindividual.

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

Epidemiologia e contextos de surto

Apesar de a intoxicação por metanol ser relativamente infrequente na prática diária dos serviços de urgência, surtos de grande magnitude têm sido repetidamente documentados em diversos continentes, muitas vezes com subnotificação substancial. Revisões recentes sugerem milhares de casos e mortes em surtos associados a bebidas adulteradas em países da Ásia, Oriente Médio, Europa Oriental e Américas, configurando uma “crise recorrente e pouco visível”, frequentemente concentrada em populações vulneráveis.

Na Região das Américas, análises da OPAS apontam que epidemias de intoxicação por metanol tendem a ocorrer em contextos de consumo de álcool informal, produção artesanal ou clandestina de destilados e, em alguns cenários, em resposta a proibições ou restrições severas à venda de bebidas alcoólicas. Durante a pandemia de COVID-19, por exemplo, foi documentado aumento significativo de casos em países que registraram consumo de produtos desinfetantes ou álcool industrial por desinformação ou escassez de álcool etílico para consumo.

Esses surtos costumam compartilhar características: início com poucos casos graves em serviços de urgência e terapia intensiva; identificação retrospectiva de uma fonte comum (lote de bebida, produtor clandestino, produto “artesanal”); e, muitas vezes, atraso no reconhecimento do problema como evento de saúde pública, o que retarda ações de vigilância, retirada de produtos do mercado e comunicação de risco à população.

Quadro clínico em contexto de urgência

Do ponto de vista clínico, a intoxicação por metanol apresenta três dimensões principais: sintomas iniciais inespecíficos, evolução para acidose metabólica e, em muitos casos, instalação de neuropatia óptica e lesão neurológica central.

Nas primeiras horas após a ingestão, o quadro pode se assemelhar à intoxicação por etanol: náuseas, vômitos, mal-estar, dor abdominal, cefaleia, tontura e sensação de embriaguez prolongada. Essa fase é enganosa porque o paciente pode não procurar atendimento ou ser subestimado na triagem.

Após um período de latência que costuma variar entre 6 e 24 horas – podendo ser mais longo se houver coingestão de etanol, que compete pelo álcool desidrogenase –, começam a predominar sinais de acidose metabólica: hiperventilação compensatória, taquipneia, taquicardia, hipotensão, rebaixamento do nível de consciência e, em casos graves, convulsões e coma. Exames laboratoriais tipicamente revelam acidose metabólica com hiato aniónico elevado, podendo haver aumento do hiato osmolar quando dosagens específicas estão disponíveis.

As manifestações oculares são elemento central do quadro. Alterações visuais podem surgir precocemente, com visão turva, escotomas, fotofobia e sensação de “nevoeiro” visual, evoluindo em alguns casos para perda visual súbita e bilateral. O exame de fundo de olho pode demonstrar edema

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

de disco óptico e alterações vasculares retinianas. Mesmo com tratamento adequado, parte dos pacientes evolui para neuropatia óptica tóxica permanente, com cegueira irreversível.

Em ambiente de urgência, a suspeita de intoxicação por metanol deve surgir diante de combinação de história de ingestão de bebida de procedência duvidosa ou produto industrial, sintomas gastrintestinais e neurológicos, acidose metabólica inexplicada e alterações visuais. O diagnóstico definitivo pode exigir dosagem sérica de metanol, não disponível em muitos serviços, o que reforça a importância do diagnóstico sindrômico baseado em dados clínicos e laboratoriais básicos.

Diagnóstico laboratorial

Embora a dosagem específica de metanol no soro seja o padrão-ouro para confirmar exposição, na prática ela é frequentemente inacessível ou demora mais do que o intervalo disponível para intervenção terapêutica. Por isso, o diagnóstico em contexto de urgência baseia-se na associação entre história, exame físico e achados laboratoriais compatíveis.

Os exames mais úteis incluem gasometria arterial, eletrólitos, função renal, glicemias e, quando possível, cálculo do hiato aniónico e do hiato osmolar. A presença de acidose metabólica de alta intensidade, com hiato aniónico elevado, associada a hiato osmolar aumentado, é altamente sugestiva de intoxicação por álcoois tóxicos (metanol ou etilenoglicol), especialmente na presença de história compatível.

Outros achados podem incluir hipocalcemia, leucocitose e sinais de lesão renal aguda. Estudos de imagem, como tomografia computadorizada ou ressonância magnética de crânio, podem revelar lesões em núcleos da base, particularmente nos putâmenes, e áreas de desmielinização na substância branca, especialmente em estágios mais avançados, embora não sejam necessários para o diagnóstico inicial.

Dado que o tempo é fator crítico, recomenda-se que a decisão de instituir tratamento específico não seja postergada até a confirmação laboratorial de metanol, sempre que o conjunto clínico-laboratorial indicar alta probabilidade de intoxicação.

Manejo em serviços de urgência e emergência

O tratamento da intoxicação por metanol apoia-se em três pilares principais: suporte clínico geral, bloqueio da metabolização do metanol e remoção dos tóxicos e de seus metabólitos.

O suporte clínico inclui estabilização das vias aéreas, ventilação e circulação, monitorização intensiva, correção de distúrbios hidroeletrolíticos e manejo de complicações neurológicas e hemodinâmicas. A acidose metabólica grave deve ser tratada com bicarbonato de sódio intravenoso, com o objetivo de melhorar o estado hemodinâmico, reduzir a penetração de ácido fórmico no sistema

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

nervoso central e ganhar tempo até que antídotos e hemodiálise possam atuar.

O segundo componente é a inibição da metabolização do metanol. Tanto o etanol quanto o fomepizol atuam como substratos preferenciais do álcool desidrogenase hepática, impedindo a formação de formaldeído e ácido fórmico. Guias clássicos da American Academy of Clinical Toxicology e revisões recentes indicam que ambos podem ser eficazes, mas apontam o fomepizol como antídoto de escolha, devido ao perfil de segurança mais favorável e à maior previsibilidade farmacocinética. Em cenários em que o fomepizol não está disponível, o etanol intravenoso ou oral permanece alternativa viável, embora exija monitorização rigorosa e possa acarretar maior risco de hipoglicemia, sedação e interações medicamentosas.

O terceiro pilar é a remoção do metanol e do ácido fórmico circulantes. A hemodiálise intermitente é o método preferencial, pois permite eliminar rapidamente o álcool e seus metabólitos, corrigindo simultaneamente acidose e distúrbios eletrolíticos. As principais indicações de hemodiálise incluem acidose metabólica grave, deterioração do estado neurológico, lesão renal aguda significativa e níveis elevados de metanol quando essas dosagens são disponíveis.

Adicionalmente, recomenda-se o uso de ácido folínico (ou ácido fólico, quando aquele não está disponível) para acelerar o metabolismo do ácido fórmico a dióxido de carbono e água, contribuindo para reduzir a toxicidade.

Em muitos países, diretrizes nacionais e documentos de sociedades de medicina de emergência e toxicologia enfatizam que, diante da suspeita clínica consistente de intoxicação por metanol, o início da terapia com antídoto e, quando necessário, a transferência para serviço com capacidade de hemodiálise não deve aguardar confirmação laboratorial definitiva.

Organização do cuidado e preparação para surtos

Para além do manejo individual, a intoxicação por metanol em contexto de urgência coloca exigências específicas aos sistemas universais de saúde. Em situações de surto, serviços de pronto atendimento e hospitais de referência podem receber grande número de pacientes em curto espaço de tempo, muitos em estado crítico, com necessidade simultânea de leitos de terapia intensiva, hemodiálise e antídotos de alto custo.

Orientações da OMS e da OPAS sobre surtos de intoxicação por metanol destacam alguns eixos de preparação: fortalecimento da vigilância epidemiológica com notificações oportunas dos casos suspeitos, padronização de fichas clínicas que incluam campos específicos para suspeita de álcool tóxico, definição de hospitais de referência para manejo de casos graves, garantia de estoques mínimos de antídotos e hemodialisadores e desenvolvimento de protocolos clínicos simplificados para uso em serviços de urgência.

No contexto brasileiro, esses desafios se articulam com a estrutura da Rede de Atenção às

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

Urgências do Sistema Único de Saúde. Unidades de pronto atendimento, hospitais gerais e centros especializados precisam estabelecer fluxos claros para identificação e encaminhamento de casos, garantindo que pacientes com suspeita de intoxicação por metanol possam ser rapidamente avaliados, receber suporte inicial adequado e, quando indicado, serem transferidos para centros com capacidade de hemodiálise e acesso ao antídoto. Em regiões onde tais recursos são escassos, a coordenação regional e a definição prévia de referências tornam-se ainda mais importantes.

A articulação com órgãos de vigilância sanitária é igualmente central. Uma vez identificados os primeiros casos, torna-se urgente rastrear a fonte da intoxicação, recolher lotes suspeitos, interditar estabelecimentos e comunicar com transparência os riscos à população, evitando tanto pânico desnecessário quanto a continuidade da exposição.

Desafios éticos e de política pública

A intoxicação por metanol, principalmente quando relacionada a bebidas adulteradas, envolve questões que ultrapassam o campo estritamente clínico. Trata-se de um fenômeno que cruza desigualdades sociais, informalidade econômica, criminalidade e falhas de regulação. Em muitos contextos, as vítimas são pessoas de baixa renda, que recorrem a bebidas mais baratas ou produzidas informalmente, ou populações que consomem álcool sob condições de proibição e estigma, o que dificulta a busca por atendimento precoce.

Do ponto de vista ético, surgem dilemas em torno do acesso a antídotos de alto custo e a hemodiálise em sistemas com recursos limitados. O fornecimento de fomepizol, por exemplo, requer planejamento de estoques e definição de prioridades, para que sua disponibilidade não seja restrita a poucos centros especializados, deixando serviços periféricos desassistidos.

Há também tensões entre estratégias de controle e repressão ao mercado ilícito de álcool e a necessidade de garantir que pessoas intoxicadas se sintam seguras para procurar atendimento, sem medo de sanções. A criminalização do consumo em alguns contextos pode agravar o sub-registro e retardar a chegada ao serviço de saúde, piorando o prognóstico.

Finalmente, episódios recorrentes de metanol em bebidas comerciais ou “artesanais” expõem fragilidades na regulação de cadeias produtivas e na fiscalização de mercados, levantando debate sobre responsabilidade de empresas, comerciantes e autoridades regulatórias na prevenção dessas tragédias. Em sistemas universais de saúde, onde o dano causado por eventos evitáveis recai sobre recursos públicos, há argumento adicional para investir em regulação e vigilância robustas como forma de proteger tanto a população quanto a sustentabilidade financeira do sistema.

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

Considerações finais

A intoxicação por metanol constitui uma emergência toxicológica de elevada gravidade, cuja evolução clínica costuma associar um início pouco específico a uma progressão rápida para acidose metabólica severa, comprometimento neurológico central e neuropatia óptica frequentemente irreversível. Embora os mecanismos fisiopatológicos estejam bem descritos na literatura e existam estratégias terapêuticas eficazes, os desfechos permanecem desfavoráveis em parcela significativa dos casos, especialmente quando o reconhecimento clínico é tardio ou quando há limitações no acesso a tratamento especializado.

No contexto da urgência, a melhoria do prognóstico depende fundamentalmente de elevada suspeição clínica, interpretação adequada de exames laboratoriais básicos e prontidão para instituir terapias específicas mesmo diante da ausência de confirmação laboratorial definitiva. A disponibilidade de antídotos como o fomepizol, o acesso oportuno à hemodiálise e o uso adjuvante de ácido folínico compõem um conjunto de intervenções que, quando aplicadas precocemente, demonstram potencial para reduzir mortalidade e sequelas permanentes.

Sob a perspectiva dos sistemas de saúde, a ocorrência recorrente de surtos internacionais associados a bebidas alcoólicas adulteradas indica que a intoxicação por metanol não deve ser encarada como evento fortuito, mas como manifestação de fragilidades estruturais relacionadas à regulação de produtos, à informalidade econômica e às desigualdades sociais. Esse cenário exige respostas coordenadas que integrem vigilância epidemiológica, fiscalização sanitária, políticas de controle do mercado ilícito de álcool, estratégias de educação em saúde e fortalecimento da capacidade resolutiva dos serviços de urgência. Em sistemas universais de saúde, a articulação entre atenção de urgência, toxicologia clínica e vigilância sanitária é elemento central para a detecção precoce de padrões anômalos e para a mitigação de impactos coletivos.

Por fim, a experiência acumulada em diferentes países demonstra que a intoxicação por metanol, apesar de sua elevada letalidade, é amplamente prevenível. Investimentos em regulação eficaz da cadeia produtiva de bebidas alcoólicas, fortalecimento de laboratórios clínicos e forenses, capacitação continuada de equipes de urgência e disseminação de protocolos clínicos simplificados constituem medidas capazes de reduzir de forma significativa tanto a incidência quanto a letalidade desses eventos. Ao incorporar essa agenda preventiva, os sistemas universais de saúde não apenas se preparam para responder a emergências graves, mas também reafirmam seu compromisso com a proteção de populações vulneráveis e com o uso racional de recursos públicos.

Referências

ASHURST, J. V.; NAKHLA, S. Methanol toxicity. In: **StatPearls**. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.

Ano III, v.2 2023 | submissão: 04/08/2023 | aceito: 06/08/2023 | publicação: 08/08/2023

BARCELOUX, D. G. et al. American Academy of Clinical Toxicology practice guidelines on the treatment of methanol poisoning. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, v. 40, n. 4, p. 415–446, 2002.

BENTUR, Y.; MCCANN, M.; YAREMA, M. Toxic alcohols. *Critical Care Clinics*, v. 28, n. 4, p. 635–654, 2012.

GALLAGHER, N. et al. The diagnosis and management of toxic alcohol poisoning in the emergency department: a review. *Emergency Medicine Journal*, v. 36, n. 8, p. 511–519, 2019.

HOVDA, K. E. et al. Methanol poisoning as a global public health challenge. *International Journal of Surgery*, v. 87, 105905, 2021.

JACOBSEN, D.; MCCARTIN, F. E. Methanol and ethylene glycol poisonings. Mechanism of toxicity, clinical course, diagnosis and treatment. *Medical Toxicology*, v. 1, n. 5, p. 309–334, 1986.

KRAUT, J. A.; KURTZ, I. Toxic alcohol ingestions: clinical features, diagnosis, and management. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, v. 3, n. 1, p. 208–225, 2008.

LIBERSKI, S. M. et al. Methanol-induced optic neuropathy: a still-present problem. *Neuro-Ophthalmology*, v. 46, n. 1, p. 1–10, 2022.

METHANOL POISONING OUTBREAKS IN THE AMERICAS. MEDICC Review, v. 24, n. 2, p. 43–44, 2022.

MOUSAVI-ROKNABADI, R. S. et al. Methanol poisoning during the COVID-19 pandemic: a systematic scoping review. *Annals of Medicine and Surgery*, v. 68, 102688, 2021.

PAULOZZI, L. J.; WEISS, H. B. Methanol poisoning in the United States. *Journal of Studies on Alcohol*, v. 64, n. 3, p. 345–351, 2003.

PENTEL, P. R.; PETERSON, C. D. Ethanol therapy for methanol poisoning: a prospective study. *Annals of Emergency Medicine*, v. 10, n. 9, p. 499–504, 1981.

SHIRAZI, F. et al. Clinical features and outcomes of methanol poisoning: a review. *Iranian Journal of Medical Sciences*, v. 44, n. 2, p. 81–90, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Methanol: health and safety guide. Geneva: WHO, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preventing methanol poisoning outbreaks. Geneva: WHO, 2019.