

İLAC VE ZEHİR BİLGİSİ

(YDÜ SHMYO Eczacılık Hizmetleri Programı)

Prof. Dr. Şahan SAYGI, 2015

GİRİŞ

Toksikoloji zehir bilimi demektir. Toksikoloji interdisipliner bir bilim alanıdır. **Zehir**, yaşayan canlı sistem üzerine zararlı etki yapan her türlü maddedir. Zehirler doğal olarak bulunan bitki alkaloidlerinden sentetik olarak üretilen sinir gazlarına kadar çeşitlilik gösterirler. Toksikoloji kelimesi **toxicon**’ dan türemiştir. **Toxicon**: Zehirli karışım içine ok başının batırılarak okun av hayvanına saplanması sonucu hayvanın hareketsiz kalmasına yönelik bir işlemdir.

MÖ 1500 yıllarında Eber Papirüsleri’nde zehirler üzerinde çalışmalar yapıldığı belirtilmektedir. Antik Mısırlılar’ın şeftali çekirdeğinden **prussik asid**’i distilasyonla ayırabildikleri, Hintlilerin **arsenik, akonit** ve **opiyumu** bildikleri, Antik Çinlilerin **akoniti** ok zehiri olarak kullandıkları belirtilmektedir. MÖ 400 yıllarında Hipokrat’ın yazılı eserlerinde eski Yunanlıların zehirler, zehirlenmeler, zehirlenmelerin tedavisinde absorpsiyonun etkisi gibi toksikoloji prensiplerinden bahsetmektedir. **Pontus Kralı Mithridates IV**, (*Mithridatum* adlı 50 karışımdan oluşan antidotu hazırlamış), MS 50’li yıllarda Yunanlı hekim Dioscorides “**Materia Medica**” adlı eserinde zehirleri; hayvansal, bitkisel ve mineral kaynaklı olarak sınıflandırmış, zehirlenmelerin tedavisinde emetik ilaç kullanmanın önemini belirlemiştir. Ünlü düşünür **Sokrates**, ölüme mahkum edildiği zaman MÖ 399 yılında **baldıran zehiri (coniin)** içerek intihar etmiştir. Orta çağda İtalya’da zehirlenme bir sanat haline almıştır. 17. asırda yaşamış olan Bayan Toffana, kurtulunmak istenen eş ve rakipler için özel arsenik içeren kozmetikler hazırlayarak ünlenmiştir.

İsviçreli hekim **Paracelsus** (1493-1541) “ Bütün maddeler zehirdir. Zehir olmayan hiçbir madde yoktur. Zehirle ilacı bir birinden ayıran onun dozudur” diyerek ilk defa toksikolojik tanımı yapmıştır. İspanyol bilim adamı **Orfila** (1787-1853) modern toksikolojinin kurucusu olarak bilinir. Adli tıp, analitik ve adli toksikolojinin önemini vurgulamış, şüpheli ölümlerin aydınlatılmasında postmortem kimyasal madde analizini ilk defa metodlarıyla ortaya koymuştur. 20. asırda toksik ve terapötik maddelerin etki mekanizmaları araştırılırken, antidot kavramı da

yaygınlaşmıştır. Günümüzde sentetik olarak 100.000 den fazla kimyasal madde ile iç içe yaşamaktayız.

TOKSİKOLOJİNİN BÖLÜMLERİ

- Analitik Toksikoloji
- Klinik Toksikoloji
- Adli Toksikoloji
- Endüstriyel Toksikoloji
- Çevre Toksikolojisi

ZEHİRLENME NEDENLERİ

- İstemli / bilinçli oral maruziyet
- İşyeri maruziyeti
- Çevresel
- Kazaen, suikast veya intihar amaçlı

TOKSİK MADDELERİN SINIFLANDIRILMASI

- İlaçlar
- Besin katkı maddeleri
- Pestisitler
- Endüstriyel kimyasallar

- Çevre kirleticileri
- Doğal toksinler
- Evde kullanılan maddeler
-

TOKSİKOLOJİ TERİMLERİ

TOKSİKOLOJİ: Kimyasallar ile biyolojik sistemler arasındaki etkileşmeler, Ortaya çıkan semptomlar, Etki mekanizmaları, Zehirlenmelerin tedavisi ve Zehirlenmeye neden olan maddelerin analizi ile ilgilenen bilim dalıdır.

TOKSİKOLOG: Zehirlerle ilgili araştırma yapan kişidir.

ZEHİR: Biyolojik sistemler üzerine zararlı etkileri olan her türlü maddedir. Hiçbir madde yoktur ki zehir etkisi göstermesin. Ancak zehir ile zehir olmayan arasındaki fark o maddeye ait doz ve vücuda giriş yoludur.

TOKSİN: Patolojik bakteriler, hayvan veya bitkilere ait zehirli ürünlerdir.

EKZOTOKSİN: Bakteriler tarafından üretilen toksindir.

MİKOTOKSİN: Mantarlar tarafından ortama salınan zehirli maddelerdir. Örneğin Aflatoksinler.

TOKSİKOKİNETİK: Toksik bileşiklerin absorpsiyonundan sonra biyotransformasyonları, dağılımı ve atılımlarını inceleyen bilim dalıdır. Farmakokinetik ile eş anlamlıdır. Ancak, farmakokinetik çalışmalar ilaçlarla sınırlıdır.

İNTOKSİKASYON: Zehirlenme. Klinik semptomlarla ortaya çıkan patolojik süreçtir.

ZENOBIYOTİK (Xenobiotic): Çevre kirlenmesinde önemli rol oynayan ve canlı organizmaya girdiklerinde zararlı etkiler oluşturan, endüstride, tarımda ve evlerde yaygın olarak kullanılan;

yiyecek, içecek ve giyeceklere bulaştığında insanda akut ve kronik zehirlenmelere neden olabilen maddelerin ortak adıdır.

ANTİDOT: Zehirlenme etkenlerinin canlı bünyesinde yapacağı zararlı etkileri ortadan kaldıracılabilen spesifik maddelere denir.

ADLİ TOKSİKOLOJİ: Zehir etkisi gösteren maddelerin zehirlenme, ölüm veya yaralanma olaylarının yanı sıra fizyolojik davranış bozukluklarına olan etkilerini araştıran ve analiz sonuçlarını adli açıdan değerlendiren disiplinler arası bir bilim dalıdır.

ANALİTİK TOKSİKOLOJİ: Canlı organizmaya zarar veren kimyasal maddelerin doku ve vücut sıvılarından izolasyonları, tanımlanmaları, nicel ve nitel analizleri için gerekli yöntemleri araştıran ve geliştiren bilim dalıdır.

ÇEVRE TOKSİKOLOJİSİ: Zenobiyotiklerin sadece mikroorganizma, bitki ve hayvanlardan oluşan ekosistem üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalıdır.

ASİT YAğMURU: Asitlik derecesi (pH'sı)5 in altında olan yağmurdur.

AKUT ETKİ: Toksik bir maddeye tek veya kısa süreli (24 saati aşmayan süre ile) tekrarlayan bir maruziyetin sonucu ortaya çıkan etkidir.

KRONİK ETKİ: Bir ilaç veya zenobiyotiğe uzun süre (3 aydan fazla veya yaşam boyu) maruziyet sonucunda ortaya çıkan istenmeyen etkidir.

PESTİSİT: Zararlı bitkisel veya hayvansal canlıları yok etmek, azaltmak veya uzaklaştırmak amacıyla kullanılan maddelerdir. Hedef alınan canlı türüne göre adlandırılırlar.

BESİN ZİNCİRİ: Bir organizmadan diğer bir organizmaya ardışık besin maddelerinin geçmesidir. Zehirli maddelerle kontamine gıdaların (ağır metal, pestisit kalıntıları ve hormon içeren bitkisel veya hayvansal ürünler) tüketilmesiyle canlıların besin zinciri içinde zehirli maddeye maruz kalması olayı söz konusu olabilmektedir.

BİYOAKTİVASYON (Metabolik aktivasyon): Bir ksenobiyotiğin biyotransformasyon sonucunda ana bileşikten daha aktif metaboliti haline dönmesidir. Örneğin biyotransformasyon sonucu; Kodein Morfine, Metanol Formaldehide, Formaldehid Formik aside dönüşür.

BİYOAKÜMÜLASYON: Bir organizmaya solunum, yeme veya içme sonucu giren maddenin yoğunlaşarak birikmesidir.

BİYOLOJİK YARI ÖMÜR: Kimyasal veya radyoaktif bir maddenin yarısının vücuttan atılması için gerekli zamandır.

BİYOMARKER: 1. Bir biyolojik sistemdeki olay veya koşulları bildiren gösterge. Maruziyet, etki veya etkilenme derecesi ölçülerek elde edilir. **2.** Biyolojik sistemlerde, bir zenobiyotiğe maruz kalma veya bir doku hasarı nedeniyle ortaya çıkan belirtilerin mekanizmalarının işleyiş şekillerini ifade eden kavramdır.

BİYOTRANSFORMASYON: Bir dizi biyolojik olaylar sonrasında bir kimyasal maddenin bir şekilden başka bir şekle dönüşmesi. Metabolik dönüşüm veya metabolizma olarak da tanımlanmakla birlikte, metabolizma toksikokinetiğin diğer fazlarını da içermektedir.

DEKONTAMİNASYON: Yiyecek, giysi, iş ortamı, laboratuvar ortamı veya doğal çevrede bulunan toksik bir maddenin, nötralizasyon ve eliminasyon gibi değişik yöntemlerle zararsız hale getirilmesi işlemidir.

DETOKSİFİKASYON: Zehirsizleştirmedir.

DOPİNG: Fiziksel ve fizyolojik olarak yorgunluğun geciktirilmesi, antrenmanlara dayanıklılık ve performansın artırılması, performansı bozan heyecan ve endişenin önlenmesi, diğer ilaçların teşhisinin saklanması (maskelenmesi), daha iyi bir yarışma moralinin sağlanması ve sosyal nedenlerle madde kullanımınıdır. Doping, doping maddeleri alımı veya doping yöntemleri uygulanmak suretiyle gerçekleştirilir.

AĞIR METAL: Atomik kütlesi büyük ve canlı organizma için toksik etkileri olan Pb, Hg, Cd, As gibi metallerin genel adıdır.

ESER ELEMENTLER: Zn, Mn, Cu gibi canlı dokuda çok az miktarda bulunan, eksiklikleri büyüme, gelişme gibi fizyolojik ve biyolojik işlemlerin bozulmasına neden olan, bu nedenle yaşam için vazgeçilmez olan elementlerdir.

EN DÜŞÜK ETKİLİ DOZ (Lowest Effect Level : LOEL): Deney hayvanlarında değişik seri dozlarla yapılan çalışmalarda saptanan en düşük etkili dozdur.

EŞİK DOZ: Toksik veya tedavi edici bir etkinin başlaması için gereken en küçük doz veya konsantrasyondur.

EŞİK LİMİT DEĞER (Treshold Limit value: TLV): İş yeri ortamındaki solunan havada hiçbir yan etkiye neden olmayan madde konsantrasyonu. Hesaplanan 7-8 saat/gün, 40 saat/hafta üzerinden maruz kalınmasına izin verilen en büyük değerdir.

YARILANMA ÖMRÜ: Bir ilacın veya radyoaktif bir maddenin ölçülen konsantrasyonunun yarıya inmesi için gereken süredir.

LETAL: Öldürücü demektir.

MİNİMUM ÖLDÜRÜCÜ DOZ (Minimum Lethal Dose: MLD): Bir grup deney hayvanını öldürmek için yeterli en düşük dozdur.

MARUZİYET SÜRESİNE GÖRE ZEHİRLENMELERİN SINIFLANDIRILMASI

1. Akut Zehirlenme : 24 saati aşmayan süreyle, genellikle tek veya kısa aralıklı yüksek dozda maruziyet

2. Subakut Zehirlenme : 2 hafta, orta derecede tekrarlayan dozlara maruziyet

3. Subkronik Zehirlenme : 3 ay, orta derecede tekrarlayan dozlara maruziyet

4. Kronik Zehirlenme: 3 aydan fazla veya ömür boyu, düşük dozlarda devamlı maruziyet sonucunda semptomların ortaya çıkmasıdır.

Zehire maruziyet şekilleri istem dışı, isteyerek, eğlenmek amacıyla, çocuk suistimali veya kasıtlı öldürmeye teşebbüs şeklinde olabilir.

- Maruziyet yolları ve yüzde sıklığı bakımından oral yol en sık görülenidir (%79).
- Bunu deri (%7),
- Göz (%6)
- İnhalasyon (%5) yolu izler.

- Böcek sokması ve ısırıkları (%3)
- Parantral enjeksiyonlar ise (%0.3) bu sıralamada en son sıraları alırlar.

Zehirlenme olgularının ilk sırasını farmasötik preparatlar almakta, bunların da başında analjezik bir ilaç olan asetaminofen (parasetamol) gelmektedir.

Akut zehirlenmelere bağlı ölümlerde ilk sırayı analjezikler almakta, bunu sırasıyla trisiklik antidepressanlar, sedatif / hipnotik / psikotikler ve stimulanlar izlemektedir.

ÇOCUKLAR İÇİN NON-TOKSİK ÜRÜNLER

- Tükenmez kalem içi
- Balmumu ve parafinden yapılı mumlar
- Tebeşir
- 3 adetten az sigara izmariti
- Deodorantlar
- Krayonlar (mum boyalar)
- Oje
- Kurşun kalem
- Diş macunu
- Banyo köpüğü
- Sulu boya

AKUT ZEHİRLENMELERDE SEMPTOMLARIN OLUşMADIğI DURUMLAR

Antikolinerjik özelliği olan bir maddenin oral alınması sonucu absorpsiyon önemli ölçüde gecikir veya absorpsiyon süresi uzayabilir. Antikolinerjik etki sonucu gastrointestinal hareketler yavaşlar, absorpsiyona uğrayan madde miktarı artar, sonuç olarak semptom gelişmesi geç ve etki süresi uzun olur. Bu maddelere örnek olarak antihistaminikler, belladon alkaloidleri, difenoksilat ve atropin kombinasyonu (Lomotil), fenotiyazinler, siklik

antidepresanlar gösterilebilir. Benzer şekilde salisilatlar, alkol, barbitüratlar, demir ve opiyatlar da gastrik boşalma zamanını geciktirirler.

ORAL ZEHİRLENMELERDE DEKONTAMİNASYON

- Oral zehirlenmelerde dekontaminasyon kusturma, midenin gastrik lavaj ile boşaltılması, aktif kömür verilmesi, katartik uygulama veya total barsak irrigasyonu ile sağlanır.
- Sayılan bu dekontaminasyon yöntemlerinden biri veya birkaçı, o anda zehirin bulunduğu gastrointestinal bölgeye göre seçilerek uygulanır.

SOLUNUM YOLU İLE ZEHİRLENMELERDE DEKONTAMİNASYON

- İlk müdahale edecek sağlık personelinin bu ortamda kontaminasyona karşı kendilerini bilinçli bir şekilde korumaları gerekir.
- Zehirli gazlar, toksik madde buharları veya dumanlardan etkilenen kazazedelerin süratle bu ortamdan uzaklaştırılmaları, üzerlerindeki giysilerin tamamen çıkartılarak kazazedenin toksik maddeye maruziyetlerinin önlenmesi,
- %100 oksijen verilmesi
- Solunum yolu ödemi açısından hasta gözlem altında tutulmalı, semptomatik hastaların kan gazları, göğüs filmi ve biyokimyasal kan analizleri gibi laboratuvar tetkikleri yaptırılmalıdır.
- Karbonmonoksit veya siyanür gibi potansiyel toksik maddeler ile olan zehirlenmelerde laboratuvar analiz sonuçları beklenmeksizin tedaviye mutlaka başlanmalıdır.

CİLT YOLU İLE ZEHİRLENMELERDE DEKONTAMİNASYON

- Dekontaminasyonu yapacak personelin mutlaka koruyucu eldiven, maske, önlük ve galoş giymesi gerekir.

- Kontamine giysiler, kontak lensler ve takılar süratle çıkarılarak özel bir plastik torbaya konulmalıdır.
- Saçlar, tırnaklar, göbek çukuru ve apış arası dahil olmak üzere tüm cilt nazik bir şekilde defalarca su ile en az 30 dakika yıkanıp durulanmalıdır.
- Bu yıkama işlemi tazyikli akan duş altında yapılmamalı,
- Dekontaminasyon sonucu akan suyun hiçbir zaman kanalizasyona verilmemeli, özel toplama kaplarında biriktirilmeli, sonra da usulüne uygun şekilde atılmalıdır.

GÖZ YOLU İLE ZEHİRLENMELERDE DEKONTAMİNASYON

- Varsa lensler çıkarılarak göz kapakları açık en az 15-20 dakika özel bir solüsyon veya su ile irrigasyon yapılarak dekontaminasyon sağlanır.
- İrrigasyon, 1000 ml plastik torba içindeki %0.9 serum fizyolojik ile ve bu torbaya i.v. sonda seti monte edilerek, hastanın göz pınarlarına doğrudan verilerek yapılabilir.
- Bu işlem sırasında hastanın gözlerini düzenli bir şekilde kırpması şarttır.
- İrrigasyon yapımını zorlaştıran göz ağrısı varsa bir topikal anesteziik ilaç uygulanabilir.
- Hastanın gözlerini ovuşturmasına ise hiçbir zaman müsaade edilmemelidir.

ETİL ALKOL ZEHİRLENMESİ

Alkol santral sinir sisteminde aktiviteyi azaltıcı etki ortaya çıkarır. Alkolden zehirlenen kişide kas tonüsü ve hassas motor koordinasyon kaybı görülür

Göze etkileri: Göz pırlıtlı, pupillerin ışığa duyarlılığı yavaşlamıştır. Yüksek dozlarda ise pupiller kısılmıştır.

Zehirleyici Dozlarda Alkol:

- Kalp atım hızını,
- Kan basıncını ve solunum hızını azaltır,
- Refleks cevapların azalmasına bağlı da reaksiyon zamanını uzatır.

Cilde etkisi: Cilde dokunulduğunda serin olmasına rağmen kişi kendini sıcak hisseder, Aşırı terleme de söz konusu olabilir.

Kan Alkol Konsantrasyonuna bağlı spesifik etkiler:

Alkol zehirlenmesine bağlı etkiler kişiler arasında farklılıklar gösterebilir. Aşağıda sayılacak etkilerden bazıları alkolün daha düşük konsantrasyonlarında bile ortaya çıkabilir. Alkole bağlı ölüm bazı kişilerde aşağıda verilen değerlerin altında da meydana gelebilir.

20-30 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Hiçbir koordinasyon kaybının olmaması, hafif öfori ve utanma duygusunun kaybolması. Depresan etki bariz değildir.

40-60 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Kendini iyi hissetme, gevşeme, sıcaklık hissetme. Öfori. Hafıza ve dikkat kaybının başlamasına bağlı bazı minör belirtiler.

70-90 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Denge, konuşma, görme, reaksiyon zamanında ve işitmede hafif kayıplar. Öfori. Hafıza, dikkat ve kendi kendini kontrol edebilme yetisinde kayıplar.

100-125 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Belirgin motor koordinasyon ve doğru karar verebilme yetisinde kayıplar. Konuşurken dil sürçmesi, denge, görme, reaksiyon zamanı ve işitmede belirgin kayıplar. Öfori.

- Türkiye’de trafikte yasal alkol limiti 50 mg/dl dir.

130-150 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Motor fonksiyonlarda büyük kayıplar, fiziksel kontrol kaybı. Bulanık görme, dengede büyük kayıplar. Öfori kaybolmaya başlar ve disfori belirginleşmeye başlar.

160-200 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Disfori (anksiyete ve huzursuzluk) predominant, mide bulantısı söz konusu olabilir.

250 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Başkasının yardımı ile yürüyebilme, total mental konfüzyon. Disfori ile birlikte mide bulantısı ve kusma.

300 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Bilinç kaybı.

400 mg/dl kan alkol konsantrasyonu

- Komanın şekillenmesi, büyük olasılıkla solunum durmasına bağlı ölüm.

METİL ALKOL ZEHİRLENMESİ

Metanol (Metil alkol), Cam silecek suları, Antifriz, Boya sökücüler ve Fotokopi solventleri, gibi pek çok ticari ürün içinde bulunur. Bir başka kaynak da kaçak üretilen içkiler ve kolonyalardır.

Metanol hızla absorbe olur, vücut sıvılarında dağılır. Oral alımdan 30-90 dk sonra kanda pik seviyesine ulaşır. Etanol mevcut değilse, değişmeden idrarla atılan metanol miktarı verilen dozun %2-5 idir. Çok az bir miktar da solunum havası ile atılır. Düşük dozlarda kandan eliminasyon yarılanma ömrü 2-3 saattir. Kan düzeyi 300 mg /dl civarında ise metabolik enzim sature olacağından eliminasyon yarılanma ömrü 27 saat, Etanol terapisi sırasında da 30-52 saat olabilir.

Her ne kadar metanol kan düzeyi ile toksisite arasında korelasyon yoksa da,

< 20 mg/dl genellikle asemptomatik;

> 50 mg/dl asidotik;

>100 mg/dl görme ile ilgili semptomlar;

> 150 mg/dl muhtemel ölüm ortaya çıkar.

Etanol ile alınmayan 30-240 ml metanol veya yaklaşık 1 g/kg doz potansiyel fatal olabilmektedir. Ancak 30-60 ml fatal olabilirken 500-600ml absölü metanol maruziyetinden iyileşme de görülebilmektedir. Kayıtlara geçen en düşük ölümcül doz 15 ml %40 lık metanol ve toksik doz da 4 ml dir. Tedavi edilmeyen 80 mg/dl doz letal kabul edilir. Kalıcı körlük yapan minimal doz ise bilinmemektedir.

Fatal (ölümcül) period: Genelde 24-36 saat olup, 3-4 güne kadar da gecikebilir.

Zehirlenme Belirtileri, Semptomlar ve Toksisite Mekanizması: Metanol toksisitesinin mekanizması tam olarak anlaşılammıştır. Ancak saptanan lezyonların metanolün ve metabolitlerinin direkt toksik etkilerinden olabileceği gibi, Asidoz ve hipoksiye bağılı sekonder etkiler de olabileceği ifade edilmektedir. Metanol hepatik alkol dehidrogenaz enzimleri tarafından formaldehid ve formik aside metabolize edilir. Kanda yüksek oranda formaldehid görülmez. Toksik etkinin yüksek düzeydeki formik asidden kaynaklandığı sanılmaktadır Metanol zehirlenmesinde anatomik seçiciliğın nedeni de bilinmemektedir.

Metanolün toksik etkileri: Metanole bağılı görme kaybının (körlük) formik asit birikiminden kaynaklandığı sanılmaktadır. Yüksek dozda metanol alındığında vücutta sistemik asidoz meydana gelerek ölüme neden olur. Metanol zehirlenmesine bağılı görme problemlerinin ortaya çıkışı ani olur. Eğer görme bozuklukları geri dönecekse bu ilk 6 gün içinde olur. Tam iyileşen hastalarda pupiller reaksiyonda azalma kalıcıdır. Görme bozukluklarını terleme, subnormal temperatür, delirium, konvülziyonlar, bradikardi izler. Ölmek üzere olan hastada solunum yavaş, yüzeysel ve “fish mouth” denen ağız yapısı görülür. Körlüğü bilinç kaybı, koma ve solunum dolaşım yetmezliğini takiben ölüm izler. Delirium ve koma 2-3 gün sürebilir. Metanolden kaynaklanan komanın ortaya çıkması ve etki süresi, etanoldekine göre daha yavaş ve uzundur.

Etanole bağlı sarhoşluktan çıkış oldukça yaygın iken, metanol zehirlenme olguları genelde ölümlle sonuçlanır. Metabolik asidozda (arteryel pH < 7.25; bikarbonat < 15 mEq/L) sodyum bikarbonat verilir. **Antidot** olarak **etanol** veya **4-metil pirazol (Fomepizole)** verilir. Etanolün metanole göre hepatik alkol dehidrogenazlara afinitesi 10-20 defa daha fazladır. IV etanol tedavisi ile birlikte hemodiyaliz, intoksikasyonun başlangıcı ile ilgili hikayenin alınmadığı, metanole bağlı semptomların geliştiği, 30 ml (0.4 ml/kg) veya daha fazla metanol maruziyeti hikayesi, Metanol alımına bağlı metabolik asidoz artışı, Metanol kan düzeyinin 20 mg/dl ve üstü olduğu durumlarda uygulanmalıdır. Bazı kaynaklar bu tedavinin 10 mg/kg kan metanol düzeyine inilene kadar devam edilmesini önermektedir. Bir başka alkol metabolize edici enzim inhibitörü 4-metilpirazol (Fomepizole)dür. Bu madde 1997 yılından beri metanol ve glikoller ile meydana gelen zehirlenmelerde antidot olarak kullanılmaktadır.