

Kan, Saç, İdrar ve Solunum Havası Örneklerinin Bağımlılık Yapan Maddelerin Analizinde Kullanımı

Dilek KAYA-AKYÜZLÜ, Zeliha KAYAALTI

ÖZET

Giderek artan kullanımı nedeniyle biyolojik örneklerde bağımlılık yapan maddelerin hızlı ve doğru analizi, klinik ve adli toksikoloji için oldukça önemlidir. Bu maddelerin analizinde kullanılan biyolojik örneklerin kendilerine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Genellikle kullanılan idrar örnekleri bilinmeyen maddelerin tanımlanmasında, diğer biyolojik örneklerle karşılaştırıldığında daha fazla madde konsantrasyonuna sahip olması nedeniyle tercih edilmektedir. Bununla birlikte, idrar örnekleri ile çalışıldığında araştırılan maddelerin metabolitlerinin de bilinmesi ve tanımlanması gerekmektedir. Nispeten homojen bir yapıya sahip olan kan örnekleri ile çalışıldığında ise, bozunmamış madde tespit edilebileceği gibi araştırılan maddenin miktarı da tayin edilebilmektedir. Kan örneklerinin sadece uzman personel tarafından steril bir ortamda alınması gerekliliği, kan örnekleri ile çalışmayı güçleştirmektedir. Sadece yakın dönem kullanım hakkında bilgi alınabilen kan ve idrar örneklerinin aksine, saç örnekleri, alınmış olan madde vücuttan atıldıktan uzun süre sonra bile madde kullanımına yönelik bilgi

verebilen ve bu yönüyle adli olaylarda önemli ve belirleyici bir delil olarak kullanılabilir. Saç örneklerinin sağladığı diğer avantajlar ise oldukça az bir örneklem miktarına (0,1g) imkân tanınması, invazif bir işlem içermemesi ve saklama koşulları açısından kolaylıklar sunmasıdır. Son yıllarda solunum havasında amfetamin, metadon ve tetrahidrokannabinol gibi bağımlılık yapan maddelerin tespit edilebilmesi, solunum havasının alkol analizi gibi bağımlılık yapan madde analizinde de kullanılabilmesini gündeme getirmiştir. Diğer biyolojik örneklerin toplanmasının zor olduğu durumlarda, alternatif olabilecek solunum havasındaki aerosol parçacıklarının taşınabilen aletlerle toplanabilmesi olay yerinde tespit yapabileceği olanağı sunmaktadır. Bu derlemede, bağımlılık yapan madde analizinde kullanılan kan, idrar, saç ve solunum havası örneklerinin avantajları ve dezavantajları ayrıntılı bir şekilde irdelenecektir.

Anahtar kelimeler: Bağımlılık yapan madde, kan, idrar, saç, solunum havası, toksikolojik analiz.

Bağımlılık Yapan Maddeler

Bağımlılık yapan maddeler, insan davranışlarını değiştirebilme özelliğine ve bağımlılık yapma potansiyeline sahip olan maddelerdir (1). Bu maddeler etkilerine göre; uyuşturucular (narkotikler; afyon ürünleri, morfin, sentetik ve yarı sentetik narkotik analjezikler), yatıştırıcılar (depresanlar; alkol, sedatif ve trankilizan ilaçlar), uyarıcılar (stimülanlar; kokain, amfetamin grubu, khat) ve halüsinojenler (esrar, fensiklidin, meskalin, LSD) olmak üzere 4 ana gruba ayrılmaktadırlar. Bu maddelerin ya da benzerlerinin tıbbi amaçlar dışında kullanılmaları, “madde bağımlılığı” ya da “madde suistimali” olarak tanımlanmaktadır ve dağıtımı, satışı ile kullanımı, devletler ve uluslararası kuruluşlar tarafından düzenlenmektedir.

Dilek Kaya-AKYÜZLÜ, Zeliha KAYAALTI
Ankara Üniversitesi, Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Sorumlu Yazar: Doç. Dr. Zeliha KAYAALTI
Adres: Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Cebeci Yerleşkesi, 06590, Dikimevi, Ankara
Tel: (312) 3192734
Fax: (312) 3192077
e-mail: kayaalti@ankara.edu.tr, zkayaalti@gmail.com

Bu çalışma, 08-11 Mayıs 2014 tarihlerinde Marmaris'te düzenlenen Adli Bilimler Bahar Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

1961 yılında aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 73 ülkeden temsilcinin katıldığı toplantıda (Single Convention on Narcotic Drugs), bağımlılık yapan maddeler bağımlılık yapma potansiyelleri ve tıbbi amaçlarla kullanımına göre 5 gruba ayrılarak kontrol altına alınmışlardır (Tablo 1) (2). "TEK Sözleşmesi" olarak adlandırılan bu sözleşme ve daha sonra yapılan düzenlemeler Türkiye'de de resmi gazetede yayınlanmıştır.

Tablo 1. TEK Sözleşmesine göre bağımlılık yapan maddelerin gruplandırılması ve örnek maddeler

Bağımlılık yapma potansiyelleri ve tıbbi amaçlarla kullanımına göre madde grupları	Örnek maddeler
I. Bağımlılık yapma potansiyeli çok yüksek olup tıbbi kullanımları olmayan veya çok kısıtlı alanlarda kısıtlamalarla kullanılan maddeler	Eroin, esrar, psilosibin, LSD, MDA
II. Bağımlılık yapma potansiyelleri yüksek olmakla birlikte bazıları kısıtlı olsa da tıbbi kullanımları bulunan maddeler	Kokain, metamfetamin, fensiklidin, ham afyon
III. Bağımlılık yapma potansiyelleri I. ve II. gruplardan daha az olan, çoğunlukla ilaç olarak kullanılan maddeler	Amfetaminler, barbitüratlar
IV. Bağımlılık yapma potansiyelleri III. gruptan daha az olan, tıbbi kullanımı olan maddeler	Barbital, kloral hidrat, paraldehid
V. Bağımlılık yapma potansiyelleri en az tıbbi kullanımı olan maddeler	Kodein, afyon karışımları

Biyolojik Örneklerde Madde Analizi

Bağımlılık yapan maddelerin analizi, bağımlı bireylerin tespit edilebilmesi için pratik bir işlem olduğu gibi klinik tedavi programlarının da önemli bir parçasıdır (3). Madde kullanımının araştırıldığı laboratuvar analizleri, çok sayıda maddeyi ve metabolitlerini, biyolojik dokularda ve sıvılarda tespit edebilmeye veya miktarını belirleyebilmeye yöneliktir. İlaç bağımlılığı tanısı için yeterli bilgi veren bir laboratuvar testi bulunmamaktadır. Bununla birlikte, bir kişiden düzenli olarak alınan örneklerle yapılan analizler sonucunda, o kişinin madde kullanımı ile ilgili detaylı bir profil oluşturulabilmektedir. Bir maddenin analiz edileceği biyolojik

örneğin belirlenmesinde, o maddenin farmakokinetiğinin bilinmesi oldukça önemlidir. Örneğin toplanma zamanı ve özellikle birkaç gün içinde kullanılan reçeteli ilaçlar ve yasadışı maddeler kaydedilmelidir. Ayrıca maddelerin metabolizmasında önemli rol oynayan karaciğer ve böbrek gibi organların fonksiyonlarını etkileyebilecek fizyolojik durumların da laboratuvara bildirilmesi oldukça önemlidir (4). Vücut sıvı ve doku örneklerinde, bağımlılık yapan maddelerin kalitatif ve kantitatif tayinlerinde analitik kimya yöntemleri kullanılmaktadır. Karmaşık kimyasal yapıda olan maddelerin tayin edilmesi gerekliliği düşünüldüğünde, analitik toksikolojinin önemi anlaşılabilir. Analitik toksikolojide, maddeler buldukları biyolojik matriksten ayrılma yöntemlerine göre, uçucu maddeler, ağır metaller, inorganik iyonlar ve uçucu olmayan inorganik maddeler gibi farklı gruplara ayrılmaktadırlar. Bağımlılık yapan maddelerin birçoğu uçucu olmayan inorganik maddeler sınıfında yer almaktadır. Bir toksikolojik analize başlamadan önce, araştırılan maddenin kökeninin, yapısının ve biyotransformasyonu sonucunda oluşan metabolitlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca, analizin yapıldığı biyolojik örnekler saf olmadığı için, analiz ortamında bulunan diğer maddelerin ayrıldığı ön numune hazırlama süreçleri de oldukça önemlidir. Çünkü istenmeyen diğer maddelerin ortamda bulunması, analiz sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir. İstenmeyen bu maddeler, analiz edilen madde ile aynı reaksiyonu verebileceği gibi reaksiyonun gerçekleşmesini de engelleyebilmektedir. Analitik yöntemlerin kullanıldığı adli toksikolojik analizlerde ise, kişilerin yasadışı maddelerin etkisi altında olup olmadıkları araştırılmaktadır. Bu nedenle, analitik toksikoloji adli toksikolojinin önemli bir dayanak noktasını oluşturmaktadır.

Bağımlılık yapan maddeler idrar, kan, tükürük, kıl, ter, solunum havası, mekonyum ve süt gibi çeşitli biyolojik örneklerde tespit edilebilmektedir (4).

Kan

Analiz edilen maddelerin ve metabolitlerinin miktarlarının belirlenmesi gerektiğinde genellikle kan örnekleri kullanılmaktadır. Böylece, maddenin dozu ve yarılanma ömrü hakkında yaklaşık olarak bilgi edinilebilmektedir. Doz ile etki arasında ilişki bulunduğu için doz belirlendiğinde etkinin de şiddeti tespit edilebilmektedir. Kullanılan maddeler kanı hızlı bir şekilde terk ettiği için, kan örnekleri yakın zamanda kullanılan maddelerin analizinde tercih edilmektedir. Maddelerin kandan uzaklaşma süreleri "yarılanma ömrü" ile ifade edilmekte olup, maddelerin

fizikokimyasal özellikleri ile yakından ilgilidir. Tablo 2'de bazı maddelerin yarılanma ömürleri sunulmuştur (4).

Diğer biyolojik örneklerde olduğu gibi kan örnekleri ile çalışmanın da bazı dezavantajları bulunmaktadır. Uzman bir personel tarafından ancak steril bir ortamda toplanabilen kan örneklerinin toplanması sırasında HIV ile hepatit B ve hepatit C gibi hastalıkların bulaşma riski bulunmaktadır. Ayrıca, yapısında bulunan serum proteinleri, lipidler ve diğer büyük moleküler ağırlıklı bileşikler nedeniyle analiz öncesi ekstraksiyon yöntemleri idrar örneklerine göre daha zordur (4).

Tablo 2. Bazı maddelerin kanda yarılanma ömürleri

Madde	Yarılanma ömrü	Madde	Yarılanma ömrü
Eroin	2 dakika	Metadon	36 saat
Morfin	3 saat	Amfetamin	12 saat
Kodein	3 saat	Kokain	1 saat
6-monoasetil morfin	20 dakika	Benzoilekgonin	7,5 saat
Buprenorfin	8 saat	MDMA	6 saat
Diazepam	48 saat	Kannabis	20 saat
LSD	3 saat	Kannabis metaboliti	25-28 saat

İdrar

İdrar, vücudun başlıca atılım yollarından biri olduğu için (5), birçok maddenin, örneğin alınmasından birkaç gün önce kullanılıp kullanılmadığını tespit etmek amacıyla kullanılan biyolojik örneklerden biridir. Kan örneklerine göre en önemli avantajları, kullanılan maddenin ve metabolitlerinin yüksek konsantrasyonda bulunması ve örnek toplama aşamasının daha kolay olmasıdır (4,5,6). Ayrıca, yapısında serbest serum proteinleri, lipidler ve diğer büyük moleküler ağırlıklı bileşiklerin bulunmaması toksikolojik ön analizleri ve numune hazırlığını kolaylaştırmaktadır (7).

Kanda aranan maddenin tespit edilemediği durumlarda, idrarda o maddenin metabolitinin tespit edilmesi, maddenin yakın dönemde kullanıldığını göstermektedir. İdrar örneklerinde madde analizi doğrudan immünoassay metodlarla ya da spot testlerle yapılabileceği gibi uygun bir çözücü ile ekstraksiyondan sonra da yapılabilmektedir (7).

İdrar pH'sı bazı maddelerin atılımında önemli olabilmektedir. Amfetamin ve metadon gibi zayıf bazik maddeler asidik idrarda; zayıf asidik özellikteki maddeler

ise bazik idrarda daha hızlı bir şekilde atılmaktadırlar (7). Bu nedenle, idrar alkali ise metabolize olmamış asidik maddelerin idrardaki miktarı büyük ölçüde azalacaktır (4,7). Buna bağlı olarak madde bağımlılığının tespitinde idrar örneklerinin kullanıldığı durumlarda aranacak analitin zayıf asit/baz özelliği göz önüne alınmalı ve ön işlemlerde çalışılacak idrar örneklerinin pH'sı buna göre düzenlenmelidir. İdrar analizlerinin en önemli dezavantajı, analiz edilen maddenin uzun dönem maruziyeti hakkında bilgi alınmamasıdır (Tablo 3) (6). Eroin kullanımının bir göstergesi olan 6-monoasetil-morfin, (MAM) eroin kullanımından sadece 24-36 saat sonra idrarda tespit edilebilmektedir. Diğer bir dezavantajı ise, aynı metabolik ürünlere metabolize olan aynı gruba dahil maddelerin analiz sonuçlarının yorumlanmasındaki güçlüktür. Örneğin birçok benzodiazepin ve opiyat aynı metabolik yolları kullanmaktadır. Morfinin tek başına ya da konjugatı ile idrarda tespit edilmesi, tıbbi amaçla kullanıldığını ya da yasadışı eroin ya da morfin kullanımını (son 48 saat içinde) göstermektedir. İdrarda morfin ve kodeinin birlikte bulunması, kodein konsantrasyonu yüksek ve morfin konsantrasyonundan fazla olduğunda, kodeinin tek başına kullanıldığını gösterirken, toplumda çok az insanda kodeini morfine metabolize edemeyen kişilerde, kodeinin tek başına ya da konjugatı ile birlikte bulunması da mümkündür (4).

Saç

Bağımlılık yapan maddelerin analizinde saç örnekleri ile çalışmanın en önemli avantajı, kan ve idrar örnekleri ile tespit edilemeyen daha uzak geçmişe (aylar-yıllar önce) ait kronik madde kullanımı ile ilgili bilgi edinilebilmesidir (4,8). Hatta saç örnekleri katı ve dayanıklı yapıları nedeniyle yüzyıllar sonra bile analiz edilebilmektedir (8). Ayrıca, saç örneklerinin alınması için steril bir ortam ve uzman bir personele gereksinim duyulmaması örnek toplama aşamasını kolaylaştırmaktadır (4).

Saç örneklerinin yanı sıra kasık, koltuk altı, kol, göğüs ve kalça gibi vücudun farklı bölgelerinden toplanan kıl örneklerinde de madde analizi yapılabilmektedir. Bu farklılığın nedenlerinin daha uzun süre telojen safhasında kalan kıl örneklerine ter ve yağdan daha fazla madde geçişinin, pigmentasyondaki farklılıkların, farklı miktarlarda ışığa ve kozmetik ürünlerine maruziyetin neden olabileceği düşünülmektedir (8). Maddelerin kılın yapısına nasıl girdiği tam olarak bilinmemekle birlikte, kıl oluşumu sırasında kandan, terden veya yağdan girdiği düşünülmektedir. Her bir maddenin fizikokimyasal özelliğinin, o maddenin saça bağlanma oranında önemli olduğu düşünülmektedir.

Opiyatlar, amfetamin ve kokain gibi bazik maddeler, en fazla bağlanma oranına sahip iken aspirin ve metakualon gibi asidik maddelerin bağlanma oranı neredeyse sifıra yakındır. Saça bağlanma oranı çok az olan esrarın ise insan saçında analiz edilmesi oldukça zordur (4).

Kıl örneklerinde en fazla tespit edilen bağımlılık yapan maddeler, morfin ve kodein gibi opiyatlar, benzoilekgonin gibi kokain metabolitleri, kannabinol ve metabolitleri ve amfetaminlerdir (1,4,8). Kıl örneklerinde tespit edilen madde miktarı saç uzunluğu, kılın toplandığı vücut bölgesi ve kullanılan kimyasal maddeler gibi bazı faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Yapılan birçok çalışmada saç örneklerindeki madde miktarı ile diğer vücut kollarında tespit edilen madde miktarlarının birbirinden farklı olduğu bildirilmiştir (4,8). Saçta biriken maddeler, bireyin saçının uzamasına bağlı olarak kıl gövdesi boyunca haftada 2,8-3,2 mm hareket etmektedir. Dolayısıyla madde miktarı kılın kök kısmında (proksimal) en fazla iken, uç kısımda (distal) en azdır. Diğer taraftan, amfetamin gibi bazı kararsız maddelerin, saçtaki konsantrasyonu zamanla azalabilmekte ve hatta tamamen kaybolmaktadır. Ayrıca, çok kısa kesilmiş bir saç ile uzun süre kesilmemiş bir saçın içerdiği madde miktarlarının da farklı olması beklenmektedir. Kullanılan şampuan ve renk açıcı gibi kimyasal maddelerin de saçtaki madde miktarını değiştirebileceği düşünülmektedir (4).

Tablo 3. Bazı maddelerin ve metabolitlerinin idrar örneklerinde tespit edilebilecekleri süreler

Madde	Süre	Madde	Süre
Amfetamin	2-3 gün	Kısa süre etkili barbitüratlar (siklobarbiton)	24 saat
Metamfetamin	48 saat	Uzun süre etkili barbitüratlar (fenobarbiton)	≥16 gün
MDMA	30-48 saat	Metadon	7-9 gün
Kokain	6-8 saat	Kodein/morfin	24 saat
Benzoilekgonin (kokain metaboliti)	2-3 gün	6-monoasetil morfin	2-4 saat
Kannabinoidler-tek doz	3 gün	Kodein glukuronid	3 gün
Kannabinoidler-kronik	36 gün	Dihidrokodein	24 saat
Fensiklidin	8 gün	Buprenorfin	48-56 saat

Solunum Havası

Son yıllarda, biyoanalitik yöntemlerin duyarlılığının artması ile birlikte, madde analizinde kan, idrar, saç, tükürük ve ter örneklerine alternatif olabilecek biyolojik örneklerle ilgi artmıştır (9). Trafikte, taşınabilir aletlerle solunum havasından alkol tüketiminin bir göstergesi olan etanolün ölçülmesi (4), madde analizlerinde de solunum havasının bir biyolojik örnek olarak olay yerinde kullanılabileceğini akla getirmiştir. Amfetamin, metadon ve tetrahidrokannabinolün (THC) solunum havası örneklerinde tespit edilmesi bu fikri desteklemiştir (9). Gerçekte, 25 yıl önce yayınlanan 4 çalışmada kannabisin sigara şeklinde içilmesinin ardından solunum havasında THC tespit edilebilmiş, fakat sonrasında solunum havasından madde analizi ile ilgili çalışmalar uzun süre devam etmemiştir. Manolis ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, GC-MS yöntemiyle THC, madde kullanımının sonrasındaki 12. dakikada 14 örneğin 10'unda tespit edilmesine rağmen, 20. dakikada hiçbir örnekte ölçülemediği (10). Beck ve ark. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada ise hem bu çalışma desteklenmiş hem de analiz süresi 12 saate kadar uzatılabilmektedir (11).

Dışarıya verilen solunum havasında uçucu ve uçucu olmayan yaklaşık 3000 bileşik bulunmaktadır (11). Solunum havasında tespit edilen uçucu organik bileşikler, akciğer ve meme kanserleri gibi sistemik hastalıkların teşhisinde kullanılabilecek muhtemel biyogöstergeler olarak araştırılmaktadırlar. Uçucu olmayan bileşiklerin ise aerosol partiküllerinde taşındığı düşünülmektedir. Verilen solunum havası yoğuşuğu (exhaled breath condensate) olarak toplanabilen aerosol partiküllerinin solunum yollarını döşeyen sıvı için tipik olan sürfaktan lipid ve proteinlerinden oluştuğunun gösterilmesi (12), dış kaynaklı bileşiklerin solunum havasında tespit edilebileceğini düşündürmüş ve hatta yapılan çalışmalarda dolaşım kanında bulunan amfetamin, metamfetamin ve metadon gibi bileşikler de solunum havasında tespit edilebilmiştir (11).

Literatürde bağımlılık yapan maddelerin solunum havası örneklerinde analizi ile ilgili olarak yapılan çalışmaların büyük bir kısmı Beck ve çalışma grubuna aittir. Bu grubun 2010 yılında yaptığı bir çalışmada, metadon kullanımını takiben solunum havasındaki metadon miktarının arttığı tespit edilmiştir (3). 2012 yılında yapılan bir başka çalışmada ise, 95 solunum havası, idrar ve plazma örneğinde amfetamin, metamfetamin, 3,4 metilendioksümetamfetamin, kodein, 6-asetilmorfin, diazepam, oksazepam, morfin, benzoilekgonin, kokain ve THC analizi yapılmıştır. Solunum havası ve plazma örneklerinin analizinde LC-MS yöntemi kullanılırken, idrar örnekleri immünokimyasal reaktifler

kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz edilen 35 solunum havası örneğinin pozitif sonuç verdiği bu çalışmada, solunum havası örneklerinde amfetamin, metamfetamin, buprenorfin, 6-asetilmorfin, morfin, kodein, metadon, THC, diazepam, oksazepam ve kokain tespit edilmiştir. Ayrıca, incelenen idrar, plazma ve solunum havası örnekleri arasında uyumluluk tespit edilen bu çalışma, solunum havası örneklerinin de bağımlılık yapan maddelerin analizinde kullanılabilceğini göstermiştir (13). Aynı grup, daha sonra 47 kişinin solunum havası örneğini, ticari olarak satılan bir cihazla toplayarak bazı bağımlılık yapan maddeleri analiz etmiştir. Solunum havası örneklerindeki mikropartikülleri toplayan bu kullanımı basit cihazın, ağız kısmı ve polimer filtre olmak üzere 2 önemli parçası bulunmaktadır. Ağız kısmı mikropartiküllerin geçişine izin verip, daha büyük partikülleri tutarken; filtre, mikropartikülleri tutabilme özelliğine sahiptir. Bu cihaz ile toplanan 47 örneğin 40'ında pozitif sonuç elde edilmiştir (9). Bireylerden bu cihazla örnek toplanırken, 2-3 dakika süreyle plastik poşet doluncaya kadar cihazın ağız kısmından üflemleri gerekmektedir. Bu cihazın madde bağımlılığının tespitinde kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla, biri kadın diğeri erkek suçlular için olan iki İsveç hapisanesinden toplam 247 solunum havası ve idrar örneği toplanmıştır. Solunum havası örneklerinin analizinde duyarlı bir kütle spektrometrik yöntem kullanılmış ve tanımlamalar adli standartlara göre yapılmıştır. Bu çalışmada, 22 idrar ve solunum havası örneğine pozitif sonuç verilmiştir. İdrar örneklerinin negatif

sonuç verdiği 7 pozitif solunum havası örneğinin 6'sında amfetamin tespit edilmiştir. Solunum havası örneklerinde tespit edilen diğer bağımlılık yapan maddeler; metamfetamin, THC, metilfenidat, buprenorfin, 6-asetilmorfin, kokain, benzoilekgonin, diazepam ve tramadoldür (14).

Sonuç

Giderek artan kullanımları nedeniyle biyolojik örneklerde bağımlılık yapan maddelerin hızlı ve doğru analizi, klinik ve adli toksikoloji için oldukça önemlidir. Bu toksikolojik analizlerde ise uygun biyolojik materyalin seçilmesi, toplanması ve saklanması ile örneğe uygulanacak ön analiz işlemleri ve analiz aşamaları, doğru sonuç elde edilmesi için göz önünde bulundurulması gereken önemli hususlardır. Biyolojik materyal seçiminde, analiz edilecek maddenin organizmadaki dağılımı önem taşımaktadır. Analiz yöntemlerinin amaca uygun, doğru, güvenilir, hassas, tekrarlanabilir, hızlı, seçici, duyarlı ve ekonomik olması gerekmektedir. Analizler sonucunda elde edilen bulgular uygulama yolu, alınan doz ve belirlenen dozun ölüme ya da belirlenen toksik etkiye neden olup olmadığı yönünde yorumlanması gerekmektedir. Bağımlılık yapan madde analizinde kullanılan biyolojik örneklerin kendilerine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle, amaca ve sonuca en uygun biyolojik örnek seçilerek madde analizi yapılması gerekmektedir.

Blood, hair, urine and breath samples for the analysis of drugs of abuse

ABSTRACT

Due to the increasing use of drugs of abuse, it is very important to detect them in biological samples by rapid and accurate analysis for clinical and forensic toxicology. There are advantages and disadvantages of biological samples used in analysis of drugs of abuse. Urine samples are generally preferred in identification of unknown drugs since they contain more drug concentrations as compared to other biological samples. However, metabolites of analyzed drugs should be known and identified when urine samples are examined. While blood samples that are almost homogeneous are analyzed, non-degraded drugs can be detected and also drugs can be quantified. The fact that the blood samples should be obtained by a specialist in a sterile environment makes sample collection difficult. Unlike blood

and urine analysis providing short-term information of an individual' drug intake, hair analysis can provide information on drug use for a long time after the drug is eliminated from the body and, thus, can be an important and decisive evidence in the courts. Moreover, even a small amount of hair sample is enough for analysis and storage of hair samples at room temperature for a long time is very easy. Recently, the detection of drugs of abuse including amphetamines, methadone and tetrahydrocannabinol in breath samples have received attention to breath as a matrix for drug testing like alcohol analysis. When the collection of other biological samples is difficult, alternatively the collection of aerosol particles in breath using portable instruments provides on-site testing in the crime scene. In this review, the advantages and disadvantages of blood, urine, hair and breath samples which are used in analysis of drugs of abuse will be discussed in detail.

Keywords: Drugs of abuse, blood, urine, hair, breath, toxicological analysis

Kaynaklar

1. Barroso M, Gallardo E, Vieira DN, López-Rivadulla M, Queiroz JA. Hair: A complementary source of bioanalytical information in forensic toxicology. *Bioanalysis* 2011;3:67-79.
2. TEK Sözleşmesi (1961), http://www.unodc.org/pdf/convention_1961_en.pdf
3. Beck O, Leine K, Palmskog G, Franck J. Amphetamines detected in exhaled breath from drug addicts: A new possible method for drugs-of-abuse testing. *J Anal Toxicol* 2010;34:233-7.
4. Wolff K, Farrell M, Marsden J, Monteiro MG, Ali R, Welch S, Strang J. A review of biological indicators of illicit drug use, practical considerations and clinical usefulness. *Addiction* 1999;94:1279-98.
5. Dinis-Oliveira RJ, Carvalho F, Duarte JA, Remião F, Marques A, Santos A, Magalhães T. Collection of biological samples in forensic toxicology. *Toxicol Mech Methods* 2010; 20: 363-414.
6. Gallardo E, Barroso M, Queiroz JA. LC-MS: A powerful tool in workplace drug testing. *Drug Test Anal* 2009;1:109-15.
7. Skopp G. Preanalytic aspects in postmortem toxicology. *Forensic Sci Int* 2004;142:75-100.
8. Pragst F, Balikova MA. State of the art in hair analysis for detection of drug and alcohol abuse. *Clin Chim Acta* 2006;370:17-49.
9. Beck O, Stephanson N, Sandqvist S, Franck J. Detection of drugs of abuse in exhaled breath using a device for rapid collection: Comparison with plasma, urine and self-reporting in 47 drug users. *J Breath Res* 2013;7:026006.
10. Manolis A, McBurney LJ, Bobbie BA. The detection of Δ^9 tetrahydrocannabinol in the breath of human subjects. *Clin Biochem* 1983;16:229-33.
11. Beck O, Sandqvist S, Dubbelboer I, Franck J. Detection of Δ^9 -Tetrahydrocannabinol in exhaled breath collected from cannabis users. *J Anal Toxicol* 2011;35:541-4.
12. Almstrand AC, Ljungstrom E, Lausmaa J, Bake B, Sjövall P, Olin AC. Airway monitoring by collection and mass spectrometric analysis of exhaled particles. *Anal Chem* 2009;81:662-8.
13. Beck O, Stephanson N, Sandqvist S, Franck J. Detection of drugs of abuse in exhaled breath from users following recovery from intoxication. *J Anal Toxicol* 2012;36:638-6.
14. Beck O. Exhaled breath for drugs of abuse testing- Evaluation in criminal justice settings. *Sci Justice* 2014;54:57-60.